

## **Valor de la restauración de ríos cuando se vive cerca y lejos. La Cuenca de Atoyac en Puebla, México**

## **Value of river restoration when living near and far. The Atoyac Basin in Puebla, Mexico**

Gloria Soto-Montes de Oca<sup>1, 2</sup>

Alfredo Ramirez-Fuentes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Social Sciences, Metropolitan Autonomous University (UAM), Av. Vasco de Quiroga 4871, Cuajimalpa, 05348, Mexico City, Mexico, [gsoto@correo.cua.uam.mx](mailto:gsoto@correo.cua.uam.mx). <https://orcid.org/0000-0002-6370-2136>

<sup>2</sup>Honorary Research Fellow, CSERGE, School of Environmental Sciences, UK

<sup>3</sup>Department of Economics, Center for Research and Teaching in Economics (CIDE), Carret. México-Toluca 3655, Col. Lomas de Santa Fe, Alvaro Obregón, 01210, D.F., Mexico. [grodecz.ramirez@cide.edu](mailto:grodecz.ramirez@cide.edu).

Autor para correspondencia: Gloria Soto-Montes de Oca, [gsoto@correo.cua.uam.mx](mailto:gsoto@correo.cua.uam.mx)

### **Resumen**

A través del análisis de una encuesta de Valoración Contingente (VC) para la restauración de la Cuenca del Alto Atoyac, Puebla, se encontró que los hogares obtienen beneficios diferentes, acordes a su condición de proximidad al río, relacionados generalmente con aspectos de vulnerabilidad a la contaminación del agua y a condiciones de pobreza. El estudio se enfocó en la estimación de modelos de disposición para pagar el rescate de la cuenca del río Atoyac en su cruce por el Estado de Puebla. Se diferenciaron dos grupos de población: uno cerca del río y otro lejos. Como se esperaba, el precio ofrecido y el nivel del ingreso del

hogar determinan de manera significativa la disposición a pagar en ambos modelos; sin embargo, el resto de las variables cambian y manifiestan que las personas de bajos ingresos están más preocupadas por la contaminación del río.

**Palabras clave:** efecto de distancia, disposición a pagar, países en desarrollo, contaminación de ríos, valoración contingente, calidad del agua.

### **Abstract**

On analysing data from a Contingent Valuation (CV) survey to restore the Atoyac River Basin in Puebla, Mexico, we found that households obtain differentiated benefits due to their condition of closeness to or distance from the river, which are in turn often associated with conditions of vulnerability to water pollution and poverty. Our approach was to estimate Willingness to Pay (WTP) for restoration of the Atoyac River that crosses the Puebla State, using models for two population groups: those residing nearby and those living farther away. As expected, the bid offered and the household's income are significant determinants of WTP; however, the remainder of the variables change, denoting that poor people are more concerned about river pollution.

**Keywords:** distance decay, willingness to pay, rivers, developing countries, river pollution, contingent valuation, water quality.

Recibido: 24/01/2018

Aceptado: 04/07/2018

## **Introducción**

No obstante los usos valiosos que se dan en México a los cuerpos de agua superficiales, como ríos y lagos, su explotación y degradación son crecientes (Carabias, Landa, Collado & Martínez, 2005; Jiménez, Torregrosa & Aboites, 2010). En la actualidad, una gran proporción de

los ecosistemas de aguas superficiales presentan una capacidad limitada para proporcionar servicios ambientales fundamentales, tales como el suministro de agua, servicios de regulación, sustento para los ecosistemas y beneficios culturales y recreativos (Turner, 2004; Brouwer & Pearce, 2005; Ruelas, Chávez, Barradas, & Miranda, 2010).

Los impactos negativos de la actividad humana sobre el medio ambiente, conocidos como externalidades, aún no se cuantifican; sin embargo, afectan a varios sectores de la población, incluidos los ecosistemas locales y regionales. Esta tendencia se explica por la degradación en la calidad de las aguas superficiales y subterráneas derivada de las descargas de aguas residuales de ciudades, industrias y actividades agrícolas (Carabias, Landa, Collado & Martínez, 2005).

El bajo nivel de tratamiento de aguas residuales es un problema grave, ya que sólo se trata el 46% de las aguas negras, lo que explica que la mayoría de los ríos dentro y alrededor de muchas ciudades estén contaminados. Los niveles más altos de contaminación de cuerpos de agua superficial se encuentran en las cuencas de Lerma, Alto Balsas, Bajo Bravo y Alto Pánuco (Conagua, 2016).

Debido a que la mayoría de los ríos alrededor de áreas urbanas e industriales se convierten en depósitos de aguas contaminadas, existen innumerables "males" ambientales, que incluyen problemas de salud, mal olor, pérdidas de biodiversidad, reducción de la producción agrícola, contaminación por residuos sólidos, proliferación de vectores, entre otros (Aquino, Rodríguez & Morales, 2014).

Los eventos de lluvias intensas producen inundaciones que combinan el agua de pluvial con las aguas de los ríos contaminados, y genera no sólo pérdidas materiales, sino también riesgos para la salud entre la población local. Otro problema es que el agua residual no tratada se usa para la irrigación agrícola; lo cual impacta negativamente en la calidad de los cultivos, produce efectos graves tanto en la salud de los agricultores, como de los consumidores, y tiene un impacto negativo en el suelo, las aguas subterráneas y el ambiente de las regiones afectadas (Domínguez-Mariani, Carrillo-Chávez, Ortega & Orozco-Esquivel, 2004).

Existe consenso internacional de que la mala calidad del agua afecta no sólo la cantidad y disponibilidad del recurso, sino incluso el desarrollo económico de los países (Palaniappan, 2010; WWAP, 2012). En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) estimó que se

perdieron 57 403 millones de pesos debido a la contaminación del agua en 2015

En términos de la gestión del recurso en áreas urbanas de México, el abasto del servicio de agua potable es provisto por 2 688 operadores de agua registrados, en su mayoría entidades públicas (INEGI, 2014). Su administración ha sido fuertemente criticada porque operan con altas pérdidas físicas debido a fugas en la tubería y baja rentabilidad comercial, lo que resulta en incapacidad para financiar mejoras en el sistema e invertir los recursos necesarios para administrar de manera sostenible el recurso, incluida la instalación de sistemas de tratamiento de aguas residuales (Pineda-Pablos, Salazar-Adams & Buenfil-Rodríguez, 2010; IMCO, 2014).

Por ejemplo, el sector urbano pierde aproximadamente el 43% del agua en las tuberías y no trata el 43% del agua contaminada (Conagua, 2016). La Comisión Nacional del Agua (Conagua) creó un sistema de indicadores con el propósito de evaluar el desempeño de los servicios de agua, que muestran indicadores de eficiencia física, comercial y global para las ciudades de México. El índice global coloca en el nivel más bajo al operador de agua de Chetumal con un 25% de eficiencia global y en el nivel más alto al organismo operador de Tijuana con el 78% de eficiencia. Vale la pena mencionar que el índice no considera los impactos de externalidades generadas por la provisión de los servicios de agua potable y alcantarillado (INEGI, 2014). El caso de las aguas residuales industriales es más alarmante porque el 66% de las aguas residuales industriales no reciben tratamiento y estas descargas a menudo contienen componentes tóxicos.

El financiamiento de proyectos de tratamiento de aguas residuales destinados a mejorar las condiciones ecológicas de los cuerpos de agua superficiales no ha sido una prioridad para las autoridades municipales, ni tampoco parece serlo para las estatales o federales ya que, una vez que el recurso hídrico está contaminado, el costo de su restauración se percibe muy elevado mientras, por falta de información, son difíciles de calcular el de los beneficios y el de los impactos negativos en las actividades económicas de las comunidades impactadas, así como el costo de la falta de mercados en términos del valor de diversos servicios ambientales (Loomis, Kent, Strange, Fausch & Covich, 2000).

Para la evaluación de un proyecto de esta naturaleza es necesario justificar una ganancia o al menos un equilibrio entre el costo y el beneficio de aplicar una política pública, mediante un análisis de ambos

factores para determinar las ganancias o pérdidas netas en términos de bienestar para la sociedad. Cuando existen prioridades y compiten proyectos que requieren financiamiento, estos deben presentar evidencia de las ganancias que se obtendrán como resultado de la restauración ecológica. Desde una perspectiva teórica, los beneficios se calculan a partir de la disposición a pagar (DAP) de los beneficiarios para un proyecto que propone un cambio, mientras que el costo es la estimación de inversiones para ejecutar el proyecto (Turner, 2004).

Se han empleado métodos de preferencia expresada para medir el valor que la población otorga a los proyectos de restauración de ríos y otros cuerpos de agua superficial midiendo las preferencias individuales del consumidor, expresadas a través de la DAP de los individuos (Brower & Pearce, 2005). El análisis se ha centrado en la manera en que el beneficio recibido por las personas está influenciado por las características específicas del río, el contacto de los individuos con el recurso, la ubicación de los beneficiarios, los sitios recreativos sustitutos y las características socioeconómicas (Hampson, Ferrini, Rigby & Bateman, 2017). Cuanto más cerca se ubica el recurso a restaurarse, mayor es la certeza de que la mejora realmente proporciona beneficios a la población; sin embargo, hay evidencia de que los individuos valoran los recursos incluso cuando no tienen contacto directo con él (Loomis, Kent, Strange, Fausch & Covich, 2000).

Este estudio utiliza los datos de una encuesta de valoración contingente (VC) destinada a estimar la DAP de los hogares para la limpieza del río Atoyac y la presa de Valsequillo. El río Atoyac atraviesa la ciudad de Puebla, la cuarta área metropolitana más grande de México y la capital del estado. La encuesta se levantó en 2009. Fue utilizada como un insumo para desarrollar un análisis costo-beneficio (ACB), donde el reto fue el de justificar el costo que implicaba el rescate de los cuerpos de agua superficiales, considerando que diversos beneficios del proyecto no necesariamente generarían ganancias tangibles (Soto & Ramírez, 2017).

En esta ocasión se están explorando los datos de la encuesta con el propósito de analizar la posibilidad de que la DAP por mejorar el río estuviera determinada por variables diferentes cuando las personas viven cerca o lejos del recurso, lo cual puede ser relevante para el diseño de políticas públicas. Con este argumento se propone estimar modelos de DAP para dos grupos distintos de población: los que viven cerca y los que viven lejos del río Atoyac. Esto ayuda a identificar lo que es relevante para cada grupo de población, cuyos miembros pueden

valorar el mismo recurso, pero obtener beneficios diferenciados a partir de un proyecto de rescate debido a su condición de proximidad o distancia del río.

Este artículo contribuye a la literatura sobre la heterogeneidad de preferencias espaciales con métodos que estimen con mayor precisión el nivel de bienestar, además de aumentar la evidencia en países en desarrollo y en México que es aún limitada.

## **Importancia de la valoración de los proyectos de restauración de ríos: enfoque teórico**

La precisión de las estimaciones es un tema recurrente en la valoración de proyectos de restauración de ríos, toda vez que los beneficios varían según la distancia que guardan los grupos respecto de los cuerpos de agua, y esto a su vez se complica por los diferentes niveles de contaminación sobre el curso del río y por la desigualdad del ingreso de los hogares afectados. El análisis debe considerar el beneficio percibido por el individuo, derivado de las condiciones específicas del recurso, del contacto con el recurso y las características socioeconómicas de los individuos (Hampson, Ferrini, Rigby & Bateman, 2017).

Un primer paso es definir la población afectada por el daño al recurso natural. Esta población puede estar compuesta por habitantes del área, visitantes o personas que otorgan Valores de No Uso al recurso y que entonces no están restringidas por ubicaciones geográficas. Por lo tanto, definir la población que recibe los beneficios del cambio propuesto es en ocasiones un desafío, porque existen diferentes consideraciones que dependen del objetivo del estudio. En este sentido, definir la población requiere tomar en cuenta el tema de la cercanía al recurso, los límites administrativos, las zonas económicas, entre otros criterios (Hanley, Schlöpfer & Spurgeon, 2003; Bateman, Day, Georgiou, & Lake 2006; Hanley, Schlöpfer & Spurgeon, 2003; Brouwer, Martin-Ortega & Berbel, 2010; Shang, Che, Yang, & Jiang, 2012; Vaughan, Russell, Rodríguez, & Darling, 1999).

Como en otros contextos, se argumenta que los beneficios de mejorar las condiciones de los recursos naturales dependen de la naturaleza del recurso y del tipo de exposición derivado del deterioro del recurso, así como de la sensibilidad y adaptabilidad del individuo a un impacto determinado (IPCC, 2007).

La vulnerabilidad a la contaminación del río se explica no sólo por la magnitud del problema de la contaminación, sino también por la capacidad de un individuo para enfrentarlo. La contaminación de un río se amplifica para las comunidades que están más expuestas porque dependen del recurso hídrico y/o viven en áreas con alta exposición a problemas de malos olores, mosquitos o basura depositada en las orillas de los ríos.

Además, las personas que viven en condiciones de marginación socioeconómica experimentarían mayor sensibilidad y estarían menos preparadas para manejar los impactos dañinos de la contaminación; por ejemplo, por la falta de servicios de salud o la menor posibilidad de llevar a cabo arreglos en el hogar, tales como algún sistema para evitar malos olores o para instalar mosquiteros (Palaniappan, 2010; WWAP, 2015).

La sensibilidad depende de la calidad de los individuos como usuarios directos o indirectos del recurso (Hanley, Schläpfer & Spurgeon, 2003; Bateman, Day, Georgiou & Lake, 2006; Kozak, Lant, Shaikh & Wang, 2011; Jørgensen *et al.*, 2013). Los recursos naturales producen no solo valores de uso, sino también valores de no uso y, además, una categoría intermedia de valores de opción. Los valores de uso se refieren a la interacción directa con el recurso, como el consumo para usos agrícolas, industriales y domésticos, junto con funciones recreativas y otras ecológicas, incluida la prevención de inundaciones o el control de sedimentos.

Los valores de no uso pueden estar motivados por razones altruistas; como la preocupación por el bienestar de las generaciones futuras o la preocupación por la vida silvestre. Los valores de opción se refieren a la utilidad derivada de saber que un bien o servicio estará disponible en el futuro, dada la incertidumbre sobre la demanda del recurso (Hanley, Schläpfer, & Spurgeon, 2003; Turner, 2004).

Es decir, los usuarios tendrán una DAP más alta para mejorar las condiciones del recurso que los no usuarios, independientemente de la distancia, porque podrían transitar o vivir cerca del río y, si el río está contaminado, están involuntariamente expuestos a malos olores,

mosquitos, basura, etc. De hecho, como lo sugieren Bateman, Day, Georgiou & Lake (2006), aquellos que viven cerca pero que no son usuarios directos voluntarios -por ejemplo, recreación- pueden convertirse en usuarios de los bienes ambientales generados en caso de mejoras en las condiciones del recurso.

Adicionalmente, es posible encontrar una diferencia entre la DAP para preservar un recurso que se encuentra en buenas condiciones en la actualidad, pero que puede deteriorarse en el futuro (medido por el excedente equivalente) y la DAP por mejorar un recurso que en el futuro tendrá mejores condiciones pero que está contaminado en la actualidad (medido por el excedente compensatorio) (Bateman, Day, Georgiou, & Lake, 2006).

La calidad del agua en el curso de los ríos puede cambiar, particularmente en las zonas rurales río arriba que tal vez presenten buenas condiciones, con respecto a las áreas río abajo que podrían sufrir descargas agrícolas, industriales y urbanas (Tait, Baskaran, Cullen & Bicknell, 2012). Aquí, el vínculo entre la pobreza y el medio ambiente es importante dentro del contexto de países en desarrollo, porque las áreas rurales generalmente poseen una mayor marginación socioeconómica.

Existe evidencia de que los recursos naturales brindan servicios directos, gratuitos y de bajo costo a los pobres como el agua para diferentes actividades entre ellas la producción y el proceso de alimentos. Por ejemplo, las comunidades rurales pobres en Brasil, Indonesia, India y Zimbabue reciben servicios ecosistémicos de entre 40 y 90% del llamado "producto interno bruto [PIB] de los pobres" (Sukhdev, Schröter-Schlaack, Nesshöver, Bishop, C. & Brink., 2010). Por este motivo, estamos interesados en explorar la percepción sobre la restauración del río en las comunidades pobres que viven en las zonas rurales aguas arriba, pero el efecto esperado es más factible que ocurra cuando las personas viven cerca al recurso.

Investigaciones previas han estimado los beneficios de proyectos de restauración o conservación de ríos a través de modelos que utilizan a la distancia como una variable explicativa en los modelos de regresión para estimar la DAP. Aquí se argumenta que este tipo de análisis reduce las posibilidades de observar cómo las personas responden de diferente manera a la propuesta del proyecto de restauración. Ciertas variables que determinan la DAP de los hogares puede cambiar justo por su ubicación.



Diversos estudios han utilizado previamente los métodos de preferencias declaradas para estimar el valor de las mejoras en la calidad del agua, haciendo hincapié en el efecto de la distancia y la heterogeneidad de preferencias espaciales, así como en las preferencias entre usuarios y no usuarios, la importancia del *statu quo* de la calidad del agua y la presencia de sustitutos (Pate & Loomis, 1997; Hanley, Wright & Alvarez-Farizo, 2006; Bateman, Day, Georgiou & Lake, 2006; Hanley, Schlöpfer & Spurgeon, 2003; Brouwer, Martin-Ortega & Berbel, 2010; Shang, Che, Yang, & Jiang, 2012; Vaughan, Russell, Rodríguez, & Darling, 1999).

En algunos casos, se encontró una reducción significativa para los valores de uso y no uso asociados a la distancia, pero con un efecto mayor para los valores de uso que para los valores de no uso (Hanley, Schlöpfer & Spurgeon, 2003, Jørgensen *et al.*, 2013). Los autores también han encontrado diferencias en el valor relacionadas con los trayectos de ríos, lo que indica que no sólo la distancia y los sustitutos, sino también las características del recurso, son relevantes (Meyerhoff, Boeri, & Hartje, 2014).

Los encuestados que viven en las cercanías de los ríos con baja calidad están dispuestos a pagar más por mejoras frente a los que viven cerca de trayectos con mejor calidad. De esta manera, estos autores argumentan que los datos de calidad del agua locales influyen en la magnitud de las estimaciones de bienestar (Tait, Baskaran, Cullen & Bicknell, 2012).

En México, se han aplicado métodos de preferencia expresadas para evaluar los servicios de fuentes de agua superficial. Ojeda, Mayer & Solomon, (2008) estudiaron la sobreexplotación en una región con escasez de agua en el delta del río Yaqui y encontraron que la DAP de los hogares en Ciudad Obregón era de 73 pesos mensuales (\$ 5.6 USD) para la preservación de los servicios ecosistémicos.

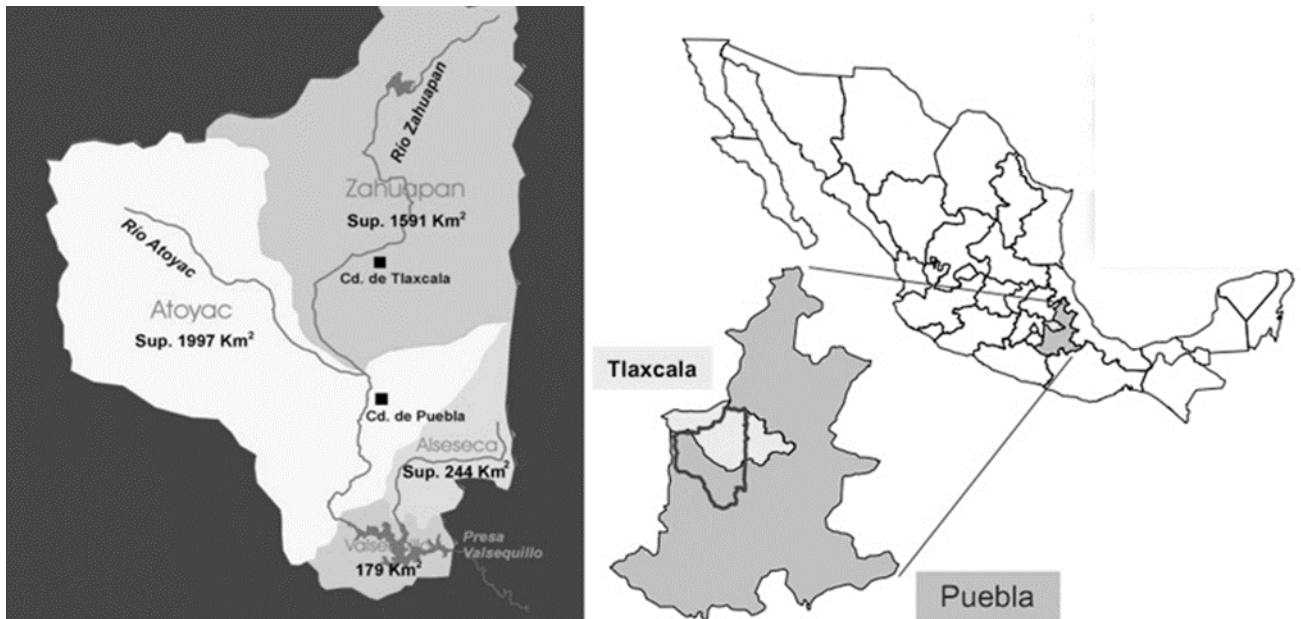
Se estima que los hogares del área del río Apatlaco en Morelos, México, pagarían 101 pesos mensuales (7.78 USD) para un programa que ofrece tratamiento de aguas residuales, mejor manejo de desechos sólidos, expansión y fortalecimiento de servicios municipales, y el manejo estratégico de la cuenca. Ayala-Ortiz & Abarca-Guzmán (2014) utilizaron el método de valoración contingente para analizar el caso de la DAP para mejorar la calidad del agua en una sección del río Lerma en Guanajuato. Calcularon que la DAP de los hogares en La Piedad es de 50.4 pesos mensuales, mientras que en Santa Ana Pacueco de 43.7

pesos. Sin embargo, ninguno de estos estudios analizó el efecto de la distancia en la DAP del hogar.

Debe resaltarse que muchos estudios consideran la importancia de los sitios sustitutos porque el uso recreativo juega un papel importante en el valor del recurso. Esto difiere de nuestro caso de estudio, en el que la población está expuesta a "males" ambientales en mayor medida; por lo tanto, el efecto de sustitución podría no ser tan relevante como en estudios previos.

## **Estudio de caso: contaminación de la cuenca hidrológica de Atoyac y descripción de la encuesta**

El caso de estudio es el de la Cuenca del Río Atoyac, Puebla, que pertenece a la región hidrológica del río de Balsas. El río Atoyac y sus afluentes atraviesan la Zona Metropolitana de Puebla-Tlaxcala, la cuarta área urbana más importante de México, con una población de 2.72 millones de habitantes en 2010, la mayoría de los cuales (88%) viven en el estado de Puebla (INEGI, 2010). La Cuenca del Alto Atoyac comprende cuatro subcuencas: Zahuapan; Atoyac; Alseseca y la presa de Valsequillo. Abarca un área de 4 011 km<sup>2</sup> y el río Atoyac tiene una longitud de 113.7 km, de los cuales 20 km pertenecen al estado vecino de Tlaxcala (ver Figura 1) (Conagua, 2007).



**Figura 1.** Ubicación de la cuenca Alto Atoyac. Fuente: Conagua (2007).

De acuerdo con la Conagua, la subcuenca del Alto Balsas, donde se encuentra el Alto Atoyac, figuraba entre los cuatro cuerpos de agua superficiales más contaminados del país (Conagua, 2016). Los niveles de contaminación registrados dificultan la utilización del recurso hídrico directamente en casi cualquier actividad. La mayor parte de esta cuenca carece de infraestructura para tratar las aguas residuales y en el resto los niveles de tratamiento están muy por debajo de lo permitido. Se estima que del total de aguas residuales producidas en la región, el 70% lo descargan fuentes municipales y el 30% industriales, aunque estas últimas se considera altamente contaminantes (GEP, 2011).

Las consecuencias de no tratar las aguas residuales incluyen pérdida de biodiversidad -peces-, mal olor, reducción de la producción agrícola, problemas de salud muchas veces no definidos entre la población que reside a las orillas del río, y contaminación por los desechos sólidos. Durante varios períodos del año, la cantidad de lirio en la presa de Valsequillo es un problema grave, que reduce a casi la mitad su capacidad de almacenamiento (Conagua, 2007). Estas plantas pueden llegar a cubrir una gran superficie de la presa, dado que prefieren vivir en ambientes contaminados. Los medios locales y algunos artículos académicos destacan los efectos de la contaminación que incluyen enfermedades gastrointestinales (Aquino, Rodríguez & Morales, 2014),

reducción de actividades de recreación e impactos negativos en la producción agrícola, entre otros (Soto & Ramírez, 2017; Rodríguez & Morales, 2014).

## Descripción de la encuesta

Se realizó una encuesta de valoración contingente en 2009 como insumo para un análisis costo beneficio (ACB). Los resultados de los beneficios económicos de la restauración del río (Soto & Ramírez, 2017) describen la encuesta y los resultados del ACB, donde la distancia se consideró como una variable explicativa de la función de regresión. El método de VC implica el uso de una encuesta cuidadosamente diseñada con una serie de preguntas, planteadas a un miembro del hogar de 18 años o más, con el objetivo de determinar la cantidad máxima de dinero que el individuo encuestado estaría DAP para el cambio propuesto en las características del bien o servicio ambiental (Mitchell & Carson, 1989; Arrow *et al.*, 1993; Bateman *et al.*, 2002).

El escenario propuesto a los encuestados se refiere a la mejora desde un nivel intermedio de calidad del agua, gracias al tratamiento hipotético de aguas residuales industriales, hasta un nivel de calidad más alto mediante la instalación de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales. El escenario mencionó que la ejecución del proyecto tendría un efecto positivo en la recuperación del color y el olor del agua, el aumento de la biodiversidad y el mejoramiento del aspecto estético, entre otros beneficios (Soto & Ramírez, 2017).

La población objeto de estudio incluyó a los habitantes de todas las viviendas de las 138 localidades ubicadas dentro de la Cuenca en el área de Puebla que se beneficiarían directamente de las plantas de tratamiento. El Censo Nacional de Población y Vivienda indicó que 2,1 millones de habitantes vivían en el área, en 497 000 hogares (INEGI, 2010).

Para seleccionar una muestra de la población, se diseñó una estrategia probabilística de muestreo aleatorio estratificado con un proceso de selección en tres etapas. Las 138 localidades se organizaron en cinco

estratos según el tamaño de la población (Soto & Ramírez, 2017). La encuesta se probó previamente en tres grupos de enfoque antes de su aplicación en campo. Se obtuvieron 1 220 entrevistas completas de un total de 2 832 hogares visitados; lo cual representa una tasa de respuesta del 43 por ciento.

El cuestionario aplicado en la encuesta se dividió en cinco secciones: la primera recaba las actitudes y opiniones sobre los problemas ambientales generales en Puebla; la segunda capta las percepciones sobre los problemas de contaminación del río Atoyac, sus afluentes y la presa de Valsequillo; la tercera comprende preguntas acerca del conocimiento del participante respecto del problema de la contaminación; la cuarta proporciona información del proyecto de restauración y la pregunta de la DAP, mientras que la última sección pregunta acerca de los aspectos socio-demográficos del hogar. El método de pago fue una cuota bimensual en la factura de agua o de electricidad al considerar que esta última se cobra a casi todos los hogares.

El formato de la pregunta de DAP fue dicotómica (DC), seguida de otra pregunta para los entrevistados que rechazaron el precio ofrecido (proponiendo la mitad del primer precio) (DeShazo, 2002). Finalmente se realizó una pregunta abierta a todos los encuestados sobre la DAP máxima. El rango de precios ofrecidos aleatoriamente entre los hogares seleccionados fue de entre 30 y 500 pesos bimestrales. La distancia se calculó a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG), considerando el punto más cercano de la orilla del río respecto de cada localidad seleccionada. En el caso de la ciudad de Puebla, con mucho la localidad más grande de la cuenca, la distancia se calculó desde el área geográfica estadística básica (AGEB), seleccionada como segunda etapa de muestreo, hasta la orilla del río.

También se consideraron los niveles de contaminación en el trayecto del río, porque las características en la calidad del agua cambian; en particular, las zonas rurales aguas arriba presentan buenas condiciones con respecto a las zonas aguas abajo que reciben descargas industriales y urbanas.

Por lo tanto, el curso del río Atoyac se dividió en cuatro secciones con base en parámetros de contaminación: la sección 1 que comienza desde la presa de Valsequillo hasta el km 17 presenta un nivel de contaminación medio-alto; la sección 2, que incluye desde el km 17.1 al km 37, presenta un nivel medio de contaminación; la sección 3, que

incluye desde el km 37.1 al km 65, presenta el nivel máximo de contaminación, y la sección 4 que incluye las áreas rurales aguas arriba del km 65.1 al km 85, presenta el nivel de contaminación más bajo. Como se observa, existen problemas de calidad del agua en tres de las cuatro secciones, desde el km 0 al 65.

La información de la encuesta se analizó a través de métodos estadísticos y econométricos utilizando el programa de *software* estadístico SPSS. Los datos se procesaron con factores de expansión para la cantidad de hogares proyectados para 2010 y el área objeto de estudio.

## Resultados

Las preguntas introductorias del cuestionario aplicado produjeron una serie de resultados importantes sobre la opinión y percepción de los encuestados respecto de los problemas ambientales y las condiciones del río Atoyac.

La calidad de los servicios de abasto de agua y alcantarillado se mencionó como el tercer problema más importante a nivel estatal, inmediatamente después de los problemas de seguridad pública y desempleo.

La contaminación en el río Atoyac, sus afluentes y en la presa Valsequillo se mencionó como la segunda preocupación ambiental más importante, sólo precedida por el manejo inapropiado de residuos sólidos.

Respecto a su relación con el río, la mayoría de los encuestados identificó con facilidad los cuerpos de agua, pero declaró que vivían lejos de ellos o que no pasaban por el área donde se encuentran.

El 62% de los encuestados dijo que su lugar de residencia estaba lejos de los ríos y la presa, mientras que el 38% restante declaró que vivían cerca del Atoyac, o de otro río en la zona o de la presa Valsequillo.

La percepción de la mayoría de los encuestados (más del 90%) sobre el nivel de contaminación de estos cuerpos de agua fue calificada como mala y muy mala. Cuando se les preguntó acerca de las principales

causas de la contaminación del agua, las mencionadas con mayor frecuencia fueron la descarga de aguas residuales por la industria y los hogares y la basura. También perciben que el impacto de la contaminación del agua se traduce en problemas de salud (27%), olores desagradables (22%) y la creación de fauna nociva (17%).

Con base en la hipótesis de trabajo referente al efecto que la distancia tiene sobre la DAP, a continuación se presentan las características de esta variable. De acuerdo a los datos de la muestra, la distancia de los hogares al río oscila en un rango de 0 a 18.89 km, con un valor promedio de 5.73 km y una Desviación Estándar (SD) de 5.46 km. En el análisis original, Soto & Ramírez (2017) se utilizó una función exponencial inversa  $1/1 + \exp(\text{media de la distancia} / \text{SD})$  para capturar el efecto de la distancia en la función de la DAP. La variable de distancia inversa exponencial tuvo un efecto significativo, a Intervalo de Confianza (IC) del 99 %, lo que implica que la probabilidad de estar dispuesto a pagar es mayor cuando un hogar está cerca del río, pero disminuye rápidamente a partir de una distancia de aproximadamente 4.5 km.

Considerando esta información, la pregunta es cómo definir el punto donde la distancia reduce los beneficios percibidos por la mejora de la calidad del agua del río. La Tabla 1 muestra el efecto y la importancia de los diferentes valores de distancia, por medio de la beta, al IC del 95%, la significancia (z) y el porcentaje de la muestra que incluyen diferentes distancias. El IC capta el cambio en el comportamiento del efecto de la distancia en la DAP, con los valores entre 4.2 y 5 km. Mientras que para 4.26 km, la beta fue de 0.274 -con un nivel de significancia de 3.522-, a la distancia de 5 km, la beta redujo su influencia a 0.186, con un nivel de significancia menor de 2.359.

Con base en los resultados de estas pruebas, se decidió tomar el valor de la distancia media, 4,2 km, como el punto para dividir a la población. Por lo tanto, la población total se dividió en dos grupos: los que viven entre 0 km y 4.2 km del río y los que viven a más de 4.2 y hasta 18.89 km del río, que es el valor máximo. La prueba t de Student de muestras independientes mostró que las medias de los dos grupos son significativamente diferentes (con  $p < 0,001$ ).

**Tabla 1.** Efecto de la distancia en la disposición a pagar (DAP).

Valor de Distancia	Beta	95% Intervalo de Confianza (CI)	Z	Porcentaje de Muestra (%)
Dis. 2km	0.257	(0.097-.418)	3.140	34.4
Dis. 3km	0.315	(0.160-0.469)	3.991	42.6
Dis. 4km	0.275	(0.122-0.428)	3.532	48.4
Dis. 4.2km	0.274	(0.122-0.426)	3.522	50.0
Dis. 5km	0.186	(0.031-0.340)	2.359	58.2
Dis. 6km	0.192	(0.036-0.348)	2.417	60.7
Dis. 7km	0.144	(0.027-0.315)	1.652	73.0

## Modelos de DAP de hogares cerca y lejos del recurso

Para captar las similitudes y diferencias entre los dos grupos de población, en la Tabla 2 se presentan algunas estadísticas descriptivas generadas por la muestra de hogares. Además de las características socioeconómicas, se incluyen variables que exponen las percepciones de los encuestados respecto del río Atoyac y sus respuestas a la pregunta sobre la DAP.

La media de edad de los encuestados, el ingreso, la distribución de género, la educación, el precio ofrecido, el número de miembros en el hogar y la presencia de niños, en términos generales, se encuentran en el mismo orden de magnitud en ambos grupos. Por supuesto que cambian la distribución espacial de los hogares respecto a la calidad del agua del río y el contacto con él. El género de los encuestados es 60% y 57% de mujeres en ambas poblaciones, lo cual no es estadísticamente diferente.



La estructura de edad de los encuestados se encuentra alrededor de los 45 años en ambos casos. Se observan diferencias en las variables de educación e ingresos. Los años de educación son mayores entre los hogares que viven cerca del río, con 9.4 años en comparación con los 8.2 años de las personas que viven lejos. El ingreso promedio también es más alto: 4 196 pesos mensuales para los hogares que se encuentran cerca del río en comparación con 3 202 pesos mensuales para los que se ubican lejos. Esto se podría explicar porque las áreas cercanas al río muestran una mayor actividad económica, en el caso particular de la Ciudad de Puebla, y deberíamos considerar que existe una correlación positiva entre ingreso y educación (correlación de Pearson, es 0.421, con CI de 99%).

Como se esperaba, ambos grupos presentaron diferencias estadísticas significativas en el caso de la respuesta sobre la DAP, mientras que el 49.7% (IC 95 %: 0.46-0.53) de los encuestados que vivían cerca del río declararon que estarían DAP por el proyecto ofrecido, esta proporción se redujo a 39.7% (IC 95%: 0.38-0.45) para los hogares ubicados lejos del río.

**Tabla 2.** Variables descriptivas de hogares ubicados cerca y lejos del río.

		Hogares ubicados cerca (hasta 4.2 km)					Hogares ubicados lejos (más de 4.2 km)				
		N	Min.	Max.	Media	Std. Error	N	Min.	Max.	Media	Std. Error
DAP	Dispuesto a pagar X pesos cada 2 meses por un programa para limpiar el drenaje doméstico y mejorar la calidad del agua de ríos y presas  (1 = Sí; 0 =	599	0	1	0.5	0.02	586	0	1	0.42	0,02

	NO)										
Cantidad	Monto del precio para la pregunta dicotómica de valoración  (\$30, \$70, \$180, \$330, y \$500)	616	30	500	222	7	604	30	500	222	7,07
Preocupación	Nivel de preocupación de 0-4 sobre la calidad actual del agua de los ríos o presas. 0 = No preocupado a 4 = Muy preocupado	608	0	4	3.69	0.026	601	0	4	3.6	0.029
Pasar por el río	Pasa por algún río o la presa para realizar actividades diarias o para ir a trabajar	616	0	1	0.01	0.005	604	0	1	0.04	0.008
Uso del río	Alguna actividad que use los ríos o presa (domésticas, para ganado, irrigación, pesca, fines comerciales, recreación, disposición de drenaje, eliminación de basura) = 1	616	0	1	0.2	0.016	604	0	1	0.18	0.016
Edad	Edad en años	616	18	86	45.73	0.601	604	18	86	45.02	0.592
Género	Femenino = 1	616	0	1	0.6	0.02	604	0	1	0.57	0.02
Educación	Educación en años: ninguno = 0, primaria = 6, secundaria = 9, bachillerato = 12,	616	0	19	9.4517	0.19235	604	0	19	8.2056	0.16868

	licenciatura = 17, postgrado = 19										
Ingresos	Mediana de los rangos de ingreso familiar: \$1,500, \$2,250, \$4,500, \$7,500, \$12,000, \$22,500, \$30,000	549	1,500	30,000	4,196.7	189.095	532	1500	22500	3,202.4	103.25
Miembros	Cantidad de miembros que viven en el hogar	615	1	15	4.45	0.08	603	1	20	4.61	0.089
Niños	Niños menores de 12 años = 1	616	0	1	0.54	0.02	604	0	1	0.6	0.02
Sección 1	Km 0.0-17.0-nivel medio alto de contaminación = 1	616	0	1	0.25	0.018	604	0	1	0.27	0.018
Sección 2	Km 17.1-37.0-nivel medio de contaminación = 1	616	0	1	0.44	0.02	604	0	1	0.58	0.02
Sección 3	Km 37.1-65.0-nivel máximo de contaminación = 1	616	0	1	0.06	0.01	604	0	1	0.11	0.013
Sección 4	Km 65.1-85.0-nivel más bajo de contaminación = 1	616	0	1	0.24	0.017	604	0	1	0.03	0.007

La Tabla 3 presenta los resultados de los dos modelos *probit* con muestras por separado para cada uno de los dos grupos, lo que permite analizar los factores específicos que influyen en la DAP de los hogares en función de estar cerca o lejos del recurso. Como se esperaba, en ambos grupos, la variable del precio ofrecido tiene un efecto negativo y

significativo en la DAP de los hogares (99 % IC). Asimismo, la variable ingresos familiares es significativa en ambos grupos, con un efecto positivo y un nivel de significación del 99 %; sin embargo, para el resto de las variables cambia.

**Tabla 3.** Modelos de regresión de la disposición a pagar (DAP) de hogares que se ubican cerca y lejos del río Atoyac.

Variable	Hogares que viven cerca (hasta 4.2 km)			Hogares que se ubican lejos (más de 4.2 km)		
	Coefficiente	SE	t Student	Coefficiente	SE	t Student
Precio ofrecido	-0.004 <sup>a</sup>	0.000	-10,634	-0.003 <sup>a</sup>	0.000	-8,453
Log ingreso	0.431 <sup>a</sup>	0.144	2,995	.0354 <sup>a</sup>	0.114	3,112
Mujer	2,923 <sup>b</sup>	1,498	1,951	n.s.	n.s.	n.s.
Mujer *Log ingreso	-0.349 <sup>b</sup>	0.186	-1,875	n.s.	n.s.	n.s.
Ingresos inferiores a \$1,500*Sección4	0.555 <sup>a</sup>	0.269	2,062	n.s.	n.s.	n.s.
Pasa por/usa el río	n.s.	n.s.	n.s.	0.432 <sup>a</sup>	0.140	3,079
Edad	n.s.	n.s.	n.s.	-0.009 <sup>a</sup>	0.004	-2,48
Intercept	-2,737 <sup>a</sup>	1,163	-2,353	-2,066 <sup>a</sup>	0.929	-2,225

SE = Error estándar; <sup>a</sup> $p < 0.01$ ; <sup>b</sup> $p < 0.05$ ; <sup>c</sup> $p < 0.10$ ; n.s. = no significativo.

La variable de género tiene un efecto significativo en el modelo de regresión que incluye a los hogares que están cerca del río: mientras que las mujeres de bajos ingresos tienen más probabilidades de pagar

cuando viven cerca del recurso, el signo negativo de la interacción entre el ingreso y mujer muestra que las mujeres de ingresos altos tienen menos probabilidad de pagar. Este efecto se ha observado en otros estudios, y podría explicarse por la vulnerabilidad de las mujeres de bajos ingresos frente a problemas relacionados con el suministro de agua y otros activos ambientales (Soto & Bateman, 2006; Meyerhoff, Boeri & Hartje, 2014). En este caso, debido a que están a cargo de preparar los alimentos y cuidar a los niños durante enfermedades, las mujeres podrían percibir un mayor beneficio de la restauración del río (WWPA, 2015).

Además, las mujeres de bajos ingresos pueden estar menos preparadas para enfrentar los problemas de mal olor, mosquitos o basura en las orillas del río. En otras palabras, las mujeres de bajos ingresos son más vulnerables y/o están más expuestas a problemas relacionados con la calidad del recurso en comparación con las mujeres de altos ingresos. De confirmarse esta hipótesis, la variable de género no tiene un efecto significativo entre los hogares que se encuentran lejos del recurso; por lo tanto, esta relación parece significativa solo cuando existe cercanía con el "mal" ambiental.

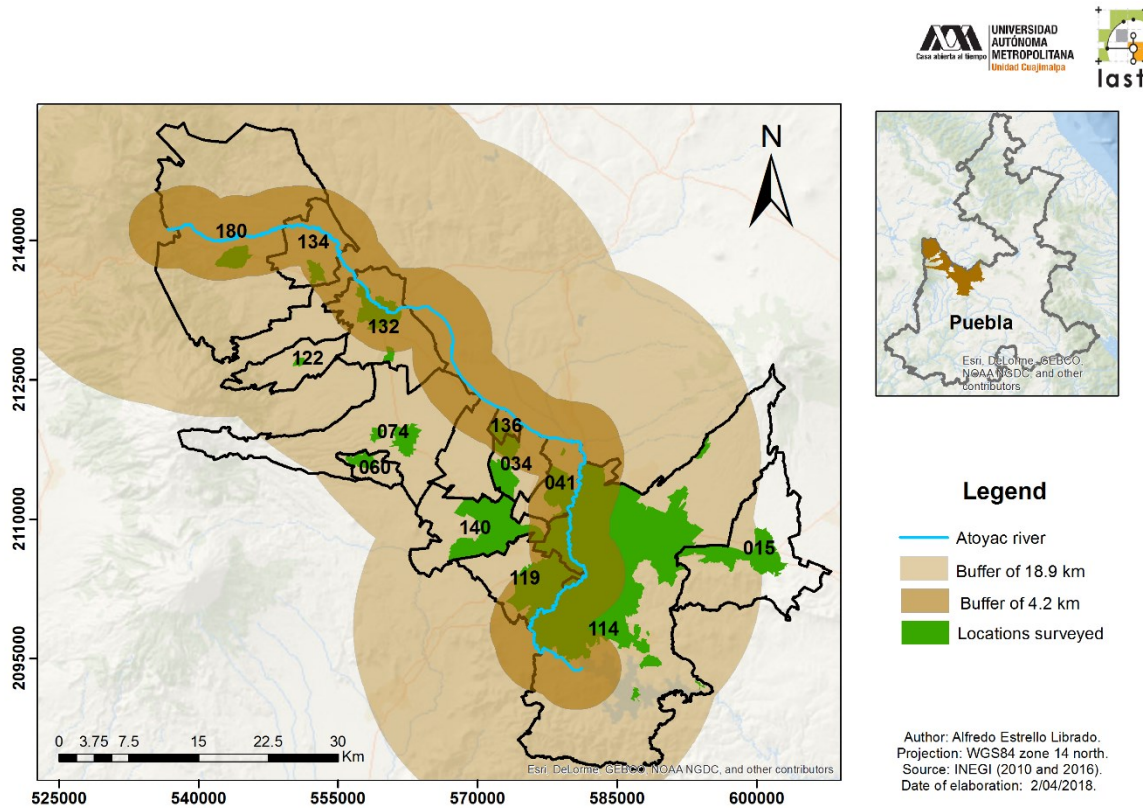
Los hogares de bajos ingresos que viven en zonas rurales aguas arriba (sección 4), donde se encuentra la mejor calidad de agua, tienen mayor probabilidad de estar dispuestos a pagar (interacción de ingresos de menos de 1 500 pesos \* vivir en sección 4). Este efecto demuestra que los hogares de más bajos ingresos tienen una DAP más alta por preservar el río en buenas condiciones, lo que podría deberse a su dependencia del recurso porque, como se explicó anteriormente, podrían obtener bienes y servicios ambientales gratuitos de la existencia del río, particularmente acceso a agua limpia para diferentes actividades y la pesca (Sukhdev, Schröter-Schlaack, Nesshöver, Bishop, C. & Brink., 2010).

La variable de calidad también fue significativa en otros estudios como en Canterbury, Nueva Zelanda, donde Tait, Baskaran, Cullen & Bicknell, (2012) encontraron que los encuestados que vivían en las cercanías de ríos con mala calidad tenían mayor disposición a pagar para llevar a cabo mejoras. Brouwer, Martin-Ortega & Berbel, (2010) también encontraron que en la cuenca del río Guadalquivir en España los encuestados valoraban más mejoras en su propia subcuenca, pero solo para el nivel más alto de calidad del agua.

Para los hogares lejos del río, la variable sobre contacto con el recurso tiene un efecto positivo y significativo. Los encuestados que mencionaron que usan el río directamente (para recreación, ganadería, pesca, etc.) y aquellos que dijeron que pasaban por el río a diario tienen mayor probabilidad de pagar el precio ofrecido. Este resultado es consistente con otros estudios internacionales, como Jørgensen *et al.* (2013) que encontraron que el efecto de la distancia para restaurar el río Odense en Dinamarca tuvo un impacto menor cuando los encuestados eran usuarios. La pregunta es ¿Por qué ser usuario no es significativo para los hogares que se encuentran cerca? Como explicamos anteriormente, estos hogares ya tienen contacto diario con el río, y cuando el río está contaminado, sus miembros están involuntariamente expuestos a malos olores, mosquitos, basura, etc. Por lo tanto, el contacto directo con el recurso es principalmente involuntario.

El modelo para el grupo de hogares que se encuentran lejos del río incluye la variable de edad con un efecto negativo y significativo- IC del 95%. Esto revela que los encuestados de mayor edad podrían estar menos preocupados por la restauración del recurso natural si no se encuentra cerca de su hogar. Este efecto de edad se encontró en otros estudios (Soto & Bateman, 2006). Sin embargo, esta variable no es significativa para el grupo de hogares ubicados cerca del río, lo que puede indicar que los hogares cerca del recurso prefieren pagar o no pagar por mejores condiciones del recurso, independientemente de su edad, dada su proximidad.

La Figura 2 muestra cómo se representan estas distancias respecto al río. Los resultados en estas dos unidades especiales indican que un estudio de preferencias declaradas debe considerarse una muestra estratificada espacialmente donde se encuentren rangos de distancias respecto al río. En este caso, el primer intervalo, desde cero hasta 4,2 km, encontró una DAP de los hogares mayor que para el segundo intervalo, de más de 4,2 km hasta los 18,3 km.



**Figura 2.** El río Atoyac con las dos áreas que muestran una DAP de los hogares diferenciada.

La Tabla 4 presenta un resumen de los valores de la DAP de los hogares estimados a través del modelo de Cameron, 1998. En el caso de los hogares cercanos al recurso, es decir, hasta 4.2 km, el promedio estimado de DAP por hogar fue de 220.6 pesos bimestrales, con una mediana de 213.5 pesos. En el caso de los hogares que viven lejos del recurso, es decir, a más de 4,2 km, la media de la DAP es de 135.4 pesos bimestrales, con una mediana de 121.5 pesos. Esto representa 39% menos para las personas que viven lejos del recurso, lo que demuestra un claro efecto de declive asociado a la distancia y confirma que los residentes que viven cerca del recurso perciben mayores beneficios del proyecto propuesto que los que viven lejos. Si comparamos esto con los resultados obtenidos por Soto & Ramírez (2017) del modelo general, que sólo incluyó la variable distancia, la DAP estimada fue 186.8 pesos bimestrales.

**Tabla 4.** Valores estimados de la disposición a pagar (DAP) de los hogares.

	<b>Cerca (hasta 4.2 km)</b>	<b>Lejos (más de 4.2 km)</b>
Estimación de la DAP promedio (pesos bimestrales) (\$)	220.6	135.5
DAP promedio (pesos bimestrales) (\$)	213.5	121.5
Desviación estándar (SD) (pesos bimestrales) (\$)	57.09	92.4

Se estimó la DAP agregada para las dos poblaciones, empleando la DAP promedio por hogar multiplicada por el número de hogares en la población correspondiente a cada grupo (INEGI, 2010). La DAP agregada fue de 324 millones de pesos anuales para los hogares que viven cerca, hasta 4,2 km y 192.8 millones para los hogares que viven lejos, a más de 4,2 km del recurso, lo que arroja un total de 516.8 millones de pesos anuales (Tabla 5). Estos beneficios agregados son un 15% inferiores a los estimados con el modelo general, que estimaba 609,7 millones de pesos (Soto & Ramírez, 2017). Esto confirma que la restauración posee un gran valor para la población afectada, pero que el valor es percibido de manera diferente por aquellos que viven cerca y lejos del recurso, lo que impacta el beneficio agregado.

**Tabla 5.** Beneficios anuales por hogar y beneficios agregados.

	<b>Cerca (hasta 4.2 km)</b>	<b>Lejos (más de 4.2 km)</b>
DAP anual por hogar (pesos)	1,323.6	813



Núm. hogares en la cuenca	244,838	237,171	
DAP anual agregada (pesos)	324,067,576.8	192,820,023	516,887,599.8

## Conclusiones

El estudio analizó los beneficios de restaurar el río Atoyac y sus afluentes con el objetivo de resaltar las diferencias entre el grupo de hogares que se encuentran cerca y el grupo que vive lejos del recurso. Con los datos de una encuesta de valoración contingente (CV) llevada a cabo en 2009, se definieron con mayor precisión las variables que determinan la DAP de los hogares en cada grupo. Al utilizar los datos de la encuesta, se estimó la distancia a la que la probabilidad de estar DAP se redujo significativamente, esto es hasta 4,2 km. Una vez que se definieron los dos grupos de hogares, se generaron modelos independientes que incorporaron las variables que explicaron la DAP para cada grupo.

Los modelos *probit* de DAP confirmaron que las personas perciben mayores beneficios cuando están más expuestos o son más vulnerables a las malas condiciones de calidad del agua. Es bien sabido que los problemas de calidad del agua tienen un efecto desigual en las sociedades, y que los hogares pobres enfrentan mayores problemas.

Los resultados mostraron que las personas que viven cerca del recurso y quienes visitan el área otorgan mayor valor a las mejoras del recurso porque son usuarios, aunque cuando viven cerca del recurso es de manera involuntaria. Además de los valores de uso, el modelo capturó la importancia de las condiciones específicas de la calidad del agua del río. Se observó una mayor probabilidad de DAP para hogares de bajos ingresos en la zona rural aguas arriba que tiene mejor calidad de agua, lo que corresponde a una medida de bienestar de pérdida equivalente. Esto se podría explicar porque los hogares de bajos ingresos dependen más de los recursos naturales debido a que complementan sus ingresos, tal como se ha documentado en otros estudios.

Las mujeres de bajos ingresos tienen más probabilidades de pagar cuando viven cerca del recurso, pero el efecto desaparece para las

mujeres que viven lejos, lo cual se puede observar como un signo de mayor vulnerabilidad a la contaminación ambiental. Por otro lado, la edad ejerce un efecto negativo cuando se vive lejos del recurso, pero no cuando se vive cerca de él, lo que significa que los habitantes que viven cerca tienen una DAP independientemente de su edad, debido a los beneficios que se obtendrían del cambio, con valores de uso, de no uso y de opción, mientras que los habitantes de mayor edad que viven lejos del recurso perciben menores beneficios (valores de no uso y opción).

Los dos modelos registraron diferentes factores que influyen en las estimaciones de la DAP, y el argumento es que estos serían difíciles de capturar al incluir la variable distancia en un modelo general. El conocimiento de los beneficios asociados con los grupos vulnerables puede ser un punto de partida para diseñar proyectos de restauración con una perspectiva de equidad social. Hasta donde sabemos, este resultado es novedoso y resalta claramente la importancia de separar las poblaciones en el análisis preferencias expresadas a partir de la heterogeneidad espacial.

Con respecto a la agregación de la DAP, la estimación de los beneficios para los dos grupos de población proporciona estimaciones más precisas en comparación con un modelo general único que incluya la distancia. Aquí encontramos que los dos modelos produjeron una estimación agregada menor en 15% en comparación con la del modelo original. Sin embargo, cabe destacar que, si bien la DAP promedio de los hogares fue 39% menor para las personas que viven lejos del recurso, la DAP agregada se redujo sólo 15% porque los dos modelos permiten capturar la DAP mayor de los hogares que viven cerca.

Los resultados de la DAP muestran un potencial importante para financiar la restauración de la cuenca de Atoyac, lo cual garantiza la inversión para tratar las aguas residuales municipales. La estimación sobre la DAP de las personas es un tema que necesita considerarse para informar sobre las políticas públicas de agua en México. Este estudio encontró que los usuarios y los no usuarios del recurso natural entienden que su participación es fundamental para resolver el problema de la contaminación del agua en la región. Sin embargo, las autoridades han mantenido una comunicación mínima y errática con la población. Los cambios en la política hídrica basados en las contribuciones económicas directas de la población requieren que las autoridades ganen credibilidad y apoyo social. Aunque los usuarios y los no usuarios de los activos naturales del río pueden entender la

necesidad de aumentar los precios del agua o hacer contribuciones económicas para proyectos de restauración, esto requiere que las autoridades mejoren su capacidad para trabajar a nivel social.

Las acciones diseñadas para interactuar directamente con personas con diferentes características son necesarias para mejorar esquemas de información, educación y participación pública. Proporcionar información sobre la gravedad del problema ambiental y sobre la política orientada a resolverlo es un elemento importante para el éxito de cualquier proyecto. La transparencia en todas las fases es importante para evitar la corrupción y para informar a la población sobre el progreso de las acciones que se llevan a cabo a partir del cobro de las contribuciones de la población. Además, los miembros de las comunidades locales y regionales deberían participar en todas las fases: discusión, diseño, planificación, implementación y evaluación de las políticas de la calidad del agua en la región.

Cualquier política pública que considere la contribución económica específica de los usuarios directos e indirectos de cuerpos de agua superficiales necesita fortalecer los aspectos administrativos del servicio. La capacidad de cobro para que todos paguen sigue siendo un problema central.

Esta investigación mostró que, en general, las personas apoyan los aumentos de las tarifas de agua con este objetivo. Sin embargo, deben considerarse tres principios para la equidad de pago: a) todos deben pagar al menos una cierta cantidad, independientemente de sus ingresos u otra condición, ya que tener sectores de la población o un gran número de hogares que no paguen provoca que otros sientan que el pago es injusto; b) el nivel de pago debe reflejar el efecto de la distancia, por lo que la eficacia del sistema de facturación para capturar las preferencias de las personas que viven lejos y cerca es fundamental para lograr este objetivo; y c) se debe evaluar una contribución diferenciada de acuerdo con el nivel de ingresos del hogar o la zona, con el fin de reflejar tanto la capacidad como la disposición a pagar de los hogares. Esto es coherente con la recomendación de reconocer los aspectos distributivos de la DAP.

Los resultados anteriores reflejan algunas de las recomendaciones que diversos organismos y estudios internacionales han señalado (PNUD 1990, Naciones Unidas 1992, Le Moigne y otros 1994, Water Academy 1997). Los resultados muestran el debate que se ha reconocido en la literatura de valoración económica, donde se resalta la importancia de

conocer las preferencias de las personas como una parte determinante del éxito de los proyectos. Estos elementos indican la posibilidad de implementar políticas de gestión del agua a largo plazo financiadas con recursos provenientes de los usuarios de los bienes y servicios ambientales. Esencialmente, esto significa que el gobierno podría mejorar el apoyo público y salvaguardar las políticas del agua basadas en los argumentos de la DAP al reconocer las preferencias públicas en un sentido amplio.

### **Agradecimientos**

Esta investigación se llevó a cabo como parte del Proyecto de Evaluación de la Restauración Ecológica de los ríos Atoyac y Alseseca, y la presa de Valsequillo, patrocinada por el Gobierno de Puebla, que fue presentada para un ACB a la Comisión Nacional del Agua (Conagua) y el Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP). Queremos agradecer al Grupo Interdisciplinario de Agua (GIA).

### **Referencias**

- Aquino, E., Rodríguez, L. & Morales, J. (2014). Valoración económica de los impactos ambientales en la salud por la contaminación del río Atoyac. SEMARNAT, Gobierno municipal de Puebla.
- Arrow, K., Solow, R., Portney, P.R., Leamer, E.E., Radner, R. & Schuman, H. (1993). *Report of the NOAA panel on contingent valuation*. United States of America: National Oceanic and Atmospheric Administration.
- 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*, XIV (46), 769-798.
- Bateman, I. J., Day, B. H., Georgiou, S., & Lake, I. (2006). The aggregation of environmental benefit values: Welfare measures, distance decay and total WTP. *Ecological Economics*, 60(2), 450-460. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.04.003>
- Bateman, I.J.; Carson, R.T.; Day, B.; Hanemann, M.; Hanley, N.; Hett, T.; Jones-Lee, M.; Loomes, G.; Mourato, S.; Ozdemiroglu, E.; Pearce, D.W.; Sugden, R. & Swanson, J. (2002). *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: A Manual*. Cheltenham, UK Northampton, MA:

Edward Elgar.

Brouwer, R. & Pearce, D. W. (2005). *Cost-benefit analysis and water resources management*. Cheltenham, UK; Northampton, MA: Edward Elgar.

Brouwer, R., Martin-Ortega, J. & Berbel, J. (2010). Spatial Preference Heterogeneity: A Choice Experiment. *Land Economics*, 86(3), 552–568. <https://doi.org/10.3368/le.86.3.552>

Cameron, T. A. (1988). A new paradigm for valuing non-market goods using referendum data: Maximum likelihood estimation by censored logistic regression. *Journal of Environmental Economics and Management*, 15(3), 355–379. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(88\)90008-3](https://doi.org/10.1016/0095-0696(88)90008-3)

Carabias, J., Landa, R., Collado, J. & Martínez, P. (2005). *Agua, medio ambiente y sociedad: hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México*. México, D.F: Biblioteca Virtual RS.

Conagua, Comisión Nacional del Agua. (2007). *Proyecto del rescate ecológico de los ríos Zahuapan, Atoyac, Alseseca y Presa de Valsequillo*. Puebla, México: Gobierno del Estado de Puebla-Gobierno del Estado de Tlaxcala.

Conagua, Comisión Nacional del Agua. (2016). *Estadísticas del Agua en México*. México, D.F: Comisión Nacional del Agua.

DeShazo, (2002). Designing Transactions without Framing Effects in Iterative Question Formats. *Journal of Environmental Economics and Management*, 43(3), 360–385. <https://doi.org/10.1006/jeem.2000.1185>.

Domínguez-Mariani, E., Carrillo-Chávez, A., Ortega, A., & Orozco-Esquivel, M. T. (2004). Wastewater Reuse in Valsequillo Agricultural Area, Mexico. Environmental Impact on Groundwater. *Water, Air, & Soil Pollution*, 155(1–4), 251–267. <https://doi.org/10.1023/B:WATE.0000026531.37877.f8>.

Donoso, G. (2008). *Análisis de los Resultados de la Encuesta del Proyecto de Recuperación Ambiental del río Apatlaco. Disposición a pagar a través del método Valoración Contingente*. Morelos, México: Pontificia Universidad Católica.

GEP, Gobierno del Estado de Puebla. (2011). *Evaluación socioeconómica del rescate ecológico de los ríos Atoyac, Alseseca y presa de Valsequillo Puebla, México*. Puebla, México: Gobierno del Estado de Puebla.

Hampson, D., Ferrini, S., Rigby, D., & Bateman, I. (2017). River Water Quality: Who Cares, How Much and Why? *Water*, 9(8), 621. <https://doi.org/10.3390/w9080621>.

Hanley, N., Schläpfer, F., & Spurgeon, J. (2003). Aggregating the benefits of environmental improvements: distance-decay functions for use and non-use values. *Journal of Environmental Management*, 68(3), 297–304. [https://doi.org/10.1016/S0301-4797\(03\)00084-7](https://doi.org/10.1016/S0301-4797(03)00084-7).

Hanley, N., Wright, R. E., & Alvarez-Farizo, B. (2006). Estimating the economic value of improvements in river ecology using choice experiments: an application to the water framework directive. *Journal of Environmental Management*, 78(2), 183–193. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.05.001>.

IMCO, Instituto Mexicano para la Competitividad. (2014). *Guía para la creación de organismos metropolitanos de agua potable y saneamiento en México*. México: Instituto Mexicano para la Competitividad.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). *Censo de población y vivienda 2010*. Guanajuato, Mexico: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). *Censos Económicos 2014. Cuestionario de Organismos operadores de agua*. Guanajuato, Mexico: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

IPCC, The Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate Change. Synthesis Report Summary for Policymakers. Assessment of Working Groups I, II and III to the Third Assessment Report of the International Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Jiménez, B., Torregrosa, M. L. & Aboites, L. (2010). *El agua en México. Cauces y encauces*. México, D.F.: Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental.

Jørgensen, S. L., Olsen, S. B., Ladenburg, J., Martinsen, L., Svenningsen, S. R., & Hasler, B. (2013). Spatially induced disparities in users' and non-users' WTP for water quality improvements—Testing the effect of multiple substitutes and distance decay. *Ecological Economics*, 92, 58–66. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.07.015>.

Kozak, J., Lant, C., Shaikh, S., & Wang, G. (2011). The geography of ecosystem service value: The case of the Des Plaines and Cache River wetlands, Illinois. *Applied Geography*, 31(1), 303–311.

<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.07.001>.

Loomis, J., Kent, P., Strange, L., Fausch, K. & Covich, A. (2000). Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*, 33(1), 103–117. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00131-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00131-7).

Meyerhoff, J., Boeri, M., & Hartje, V. (2014). The value of water quality improvements in the region Berlin–Brandenburg as a function of distance and state residency. *Water Resources and Economics*, 5, 49–66. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2014.02.001>.

Mitchell, R. C. & Carson, R. T. (1989). *Using surveys to value public goods. The contingent valuation method*. Washington, D.C.: Johns Hopkins University Press.

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*, 65(1), 155–166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.06.006>.

Palaniappan, M. (2010). *Clearing the waters: a focus on water quality solutions*. Oakland, CA, USA: Pacific Institute. [http://www.pacinst.org/reports/water\\_quality/clearing\\_the\\_waters.pdf](http://www.pacinst.org/reports/water_quality/clearing_the_waters.pdf).

Pate, J., & Loomis, J. (1997). The effect of distance on willingness to pay values: a case study of wetlands and salmon in California. *Ecological Economics*, 20(3), 199–207. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(96\)00080-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(96)00080-8).

Pineda-Pablos, N., Salazar-Adams, A. & Buenfil-Rodríguez M. (2010). Para dar de beber a las ciudades mexicanas. El reto de la gestión eficiente del agua ante el crecimiento urbano. En: Jiménez, B., Torregrosa, M. L. & Aboites, L. (eds.). *El agua en México: cauces y encauces* (pp. 117-140). México, D.F.: Academia Mexicana de Ciencias.

Rodríguez, L. & Morales, J. A. (2014). *Contaminación del Atoyac: daños ambientales y tecnologías de mitigación* (1ª edición). México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

Rodríguez-Espinosa, P.F., Morales-García, S.S., Jonathan, M.P., Navarrete-López, M., Bernal-Campos, A.A., González-César, A. &

Ruelas, L; M., Chávez, V., Barradas, A. & Miranda, L. C. (2010). Uso Ecológico. En: Jiménez, B., Torregrosa, M. L. & Aboites, L. (eds.) *El agua en México: cauces y encauces*. (pp. 237-264). México, D.F.: Academia

Mexicana de Ciencias.

Shang, Z., Che, Y., Yang, K., & Jiang, Y. (2012). Assessing Local Communities' Willingness to Pay for River Network Protection: A Contingent Valuation Study of Shanghai, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(12), 3866–3882. <https://doi.org/10.3390/ijerph9113866>.

Soto, G. (2007). *Agua, tarifas, escasez y sustentabilidad en las megaciudades. ¿Cuánto están dispuestos a pagar los habitantes de la Ciudad de México?* (1<sup>a</sup> ed). México, D.F: Sistema de Aguas de la Ciudad de México; Universidad Iberoamericana; Centro de Estudios Jurídicos y Ambientales, A.C.; Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal.

Soto, G. & Ramírez, A. (2017). The economic benefits of the Atoyac Basin's restoration in Puebla, Mexico. *Espacialidades* 7:1, 65-98.

Sukhdev, P. W., Schröter-Schlaack, H., Nesshöver, C., Bishop, C., & Brink, J. (2010). *Mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB* (Núm. 333.95 E19). Geneva, Switzerland: The Economics of Ecosystems and Biodiversity.

Tait, P., Baskaran, R., Cullen, R., & Bicknell, K. (2012). Nonmarket valuation of water quality: Addressing spatially heterogeneous preferences using GIS and a random parameter logit model. *Ecological Economics*, 75, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.12.009>.

Turner, R. K. (2004). *Economic valuation of water resources in agriculture: from the sectoral to a functional perspective of natural resource management*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Vaughan, W.J., Russell, C.S., Rodríguez, D.J. & Darling, A. H. (1999). *Willingness to Pay: Referendum Contingent Valuation and Uncertain Project Benefits*. (Technical Paper Series ENV-130). Washington, DC.: Publications, Environment Division Inter-American Development Bank.

WWAP, United Nations World Water Assessment Programme (2015). *The United Nations. World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. (chapters 11 y 14). Paris, France: UNESCO.

WWAP, World Water Assessment Programme. (2012). *The United Nations World Water Development Report 4: Managing Water Under Uncertainty and Risk*. (chapter 24). Paris, France: UNESCO.