

LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL MEDIO AMBIENTE A TRAVÉS DEL MÉTODO DE  
VALORACIÓN CONTINGENTE: EL CASO DE LA CUENCA DEL ALTO ATOYAC EN PUEBLA,  
MÉXICO

# **UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA**

Estudios con Reconocimiento de Validez Oficial por Decreto Presidencial  
Del 3 de abril de 1981



**“LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL MEDIO AMBIENTE A TRAVÉS DEL  
MÉTODO DE VALORACIÓN CONTINGENTE: EL CASO DE LA CUENCA DEL  
ALTO ATOYAC EN PUEBLA, MÉXICO”**

## **TESIS**

Que para obtener el grado de

**MAESTRÍA EN POLÍTICAS PÚBLICAS**

Presenta

**ARACELI SOTO MONTES DE OCA**

Director: Dr. Isidro Soloaga

Lectores:

Dra. Carla Pederzini Villarreal

Mtra. Diana Piloyan Boudjikianian

Agradecimientos: Al Grupo Interdisciplinario del Agua por permitir utilizar la base de datos del “Estudio para estimar los Beneficios Ecológicos del Proyecto Integral para el Saneamiento del Alto Atoyac en el Estado de Puebla” y a la Dra. Gloria Soto Montes de Oca, Profesora-Investigadora de la Universidad Iberoamericana, por su asesoría.

Introducción.....	2
1. Revisión bibliográfica .....	4
2. La valoración económica del medio ambiente a través de la Método de Valoración Contingente .....	9
3. El caso de la Cuenca del Alto Atoyac en Puebla, México.....	15
3.1 Consideraciones metodológicas del cuestionario .....	15
4.- Aplicación Empírica .....	17
4.1 Descripción de las variables .....	17
4.2 Resumen estadístico .....	21
4.2.1 Precios sugeridos en la disposición a pagar .....	22
4.3 Regresiones econométricas.....	22
5. Resultados .....	30
5.1 Cálculo disposición de pago (DAP) .....	30
5.1.2 Fórmula para calcular la DAP .....	31
5.1.3 Resultados de la regresión .....	31
6. Conclusiones y recomendación de política pública .....	33
7. Bibliografía .....	35

## Introducción

Los ríos y arroyos del país constituyen una red hidrográfica de 633 mil kilómetros., en la que destacan 50 ríos principales por los que fluye 87% del escurrimiento superficial del país. Dos terceras partes del escurrimiento superficial pertenecen a siete ríos: Grijalva-Usumacinta, Papaloapan, Coatzacoalcos, Pánuco y Tonalá que corresponden a la vertiente del Pacífico, y los otros dos, Santiago y Balsas, a la vertiente del Golfo de México (CONAGUA, 2011).

La escasez de agua provocada por la falta de lluvias en diversas partes de la República Mexicana, más la contaminación del agua de los principales cuerpos se han convertido en una problemática en las últimas décadas. Aunado a estas causas se encuentran la vulnerabilidad de las personas en su bienestar social y también la afectación al desarrollo económico del país (Navarro, K. 2010).

De acuerdo al INE (2007) y GreenPeace (2012), en México más de 70 % de los cuerpos de agua presentan algún grado de contaminación lo que ocasiona graves problemas de disponibilidad y acceso a este líquido. Entre los ríos más contaminados se encuentran el Atoyac (Puebla, Tlaxcala y Oaxaca), el Lerma - Santiago (Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Nayarit), y la Cuenca del Río Apatlaco en Morelos (CONAGUA, 2012).

El enfoque de este proyecto de tesis será una extensión del “Estudio para Estimar los Beneficios Ecológicos del Proyecto Integral para el Saneamiento del Alto Atoyac en el Estado de Puebla” (Soto, G. et.al 2009), cuyo objetivo principal fue estimar los beneficios a través del método de valoración contingente. El valor agregado de esta tesis es profundizar en el análisis econométrico a través del programa Stata, para analizar las variables que no fueron significativas en dicho estudio y abundar en otras variables que pueden explicar la disposición a pagar.

En las últimas dos décadas se han elaborado un número importante de estudios orientados a estimar los beneficios de proyectos a través del cálculo de la disposición a pagar de los hogares. Diversos autores han realizado estudios, haciendo estimaciones de dicha disposición a pagar. Los estudios generalmente muestran la DAP promedio anual por las mejoras en los cuerpos de agua y la DAP agregada para determinar si los beneficios superan los costos. Entre estas mejoras que se ofrecen a los entrevistados se encuentran: reducir el mal olor, mejorar la calidad, recuperar poblaciones de especies animales y vegetales, entre otras.

En la sección 1 se presenta la revisión de la literatura, donde se menciona una breve descripción de los diferentes estudios que tratan el tema de los beneficios por la mejora de la calidad ambiental de cuerpos de agua y/o cuencas hidrológicas tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo. La sección 2 trata el tema de la valoración económica del medio ambiente a través del Método de Valoración Contingente que estima la disposición a pagar. En la sección 3 se aborda el caso de estudio de La Cuenca del Alto Atoyac en Puebla, México, incluyendo la descripción del cuestionario aplicado en el caso de estudio. En la sección 4 se presenta el análisis de la base de datos desde una aplicación empírica, utilizando un modelo de regresión Probit, tomando en cuenta variables citadas Sanchez., A. et.al (2010), quien hace un estudio que calcula la disposición a pagar por la mejora en el recurso hídrico en la Cuenca del Río Apatlaco Morelos en México. En la sección 5 se describen los resultados obtenidos de la estimación de la disposición a pagar y finalmente se presentan las conclusiones.

## 1. Revisión bibliográfica

El método de valoración contingente se ha convertido en un instrumento importante utilizado para estimar los beneficios de grandes proyectos de inversión orientados a mejorar bienes y servicios no comercializables en el mercado y, es particularmente recomendado en la captura del valor de no uso de bienes y servicios ambientales. En las últimas dos décadas se han elaborado un número importante de estudios orientados a estimar los beneficios de proyectos a través del cálculo de la disposición a pagar de los hogares (Bateman et al., 2002).

La figura 1 presenta una breve descripción de diferentes estudios que tratan el tema de estimación de beneficios por la mejora de la calidad ambiental de cuerpos de agua y/o cuencas hidrológicas. Algunos de ellos presentan estimaciones sobre la disposición a pagar de los hogares por mejoras específicas. Los análisis se han llevado a cabo en diversos países tanto desarrollados como en vías de desarrollo, incluidos México, la India, Nueva Zelanda y China.

**Figura 1. Revisión bibliográfica**

Autor	País	Observaciones
Soto, G. et.al (2009)	México Alto Atoyac en Puebla	Estudio para estimar los beneficios del proyecto integral para el saneamiento del Alto Atoyac en el Estado de Puebla. Utiliza el método de valoración contingente con un modelo probit. Las variables que son significativas en el modelo son: Precio ofrecido, ingreso, distancia al río, contacto con el río, edad y localidades de 10 a 50 mil habitantes. La DAP estimada promedio es de \$181.5 pesos bimestrales.
Sanchez., A. et.al (2010)	México Río Apatlalco, Morelos.	Se hace el Cálculo de la DAP por mejora en el recurso hídrico en la Cuenca del Río Apatlaco Morelos, México. Utilizada el Método Valoración Contingente, con un modelo probit a través de respuestas sobre la perspectiva ambiental. Las variables utilizadas son: monto ofrecido, distancia, enfermedades, ingreso, edad, escolaridad, sexo. La DAP bimestral \$174.00 pesos
CONAGUA, (2012)	México	Ofrece un balance sobre los Proyectos Estratégicos de agua potable, drenaje y saneamiento de los principales ríos contaminados en México 2007-2012
Martínez,	México	Analiza el caso del río Santiago como uno de los afluentes más

P. Hernández, E., (2009)	& Rio Santiago, Jalisco	contaminados en México, la problemática y la afectación del bienestar de la sociedad. Como instrumento de medición tomaron la calidad de vida, relacionado con la salud “Perfil de la Calidad de Vida de Enfermos Crónicos”, PECVEC. El cuestionario consta de 64 ítems que abordan la capacidad física, el bienestar social, la función psicológica, el estado de ánimo negativo y positivo, así como un apéndice socio-demográfico. Dicho índice se expresa en escalas tipo Likert que se expresan del 0 al 4. Donde 0 es nada en absoluto y 4 es muchísimo o muy bien. Los resultados fueron que la contaminación del río está causando enfermedades y muertes entre la población afectando su capacidad física. Por otro lado, <u>modifica las prácticas de convivencia familiar y comunitaria</u>
Navarro, Karina (2010)	México Tijuana	Trata sobre la problemática de la gestión del agua en Tijuana. Se utilizó una base de datos con información financiera y técnica sobre el saneamiento y reuso de agua. Metodología cuantitativa y cualitativa a partir de recolección de datos numéricos del sistema operador y otros organismos de agua y de entrevistas realizadas a funcionarios. Entre las variables analizadas fueron el abasto, distribución y consumo de agua potable; alcantarillado, saneamiento y reuso del agua residual tratada; la estructura institucional y planeación del agua. Concluye que existe un modelo de gestión insustentable llevando a una problemática de falta abasto de agua en algunas zonas de la ciudad de Tijuana generando a su vez un inequidad del recurso.
Aviles-Polanco et.al (2010)	México, La Paz, Baja California Sur	Valoración económica del acuífero de la Paz B.C.S para conocer la DAP de los hogares por la provisión de agua. Se utilizó el método de valoración contingente. Encuentran que hogares con mayor consumo tienen una menor DAP. Los hogares con tandeo de agua presentan una mayor DAP, respecto de aquéllos con flujo continuo. Utilizaron modelos probit y tobit con variables instrumentales. Entre las variables utilizadas fueron: monto a pagar, ingreso, educación, demanda diaria de agua, tandeo—La DAP de ingresos bajos es 115—DAP y de ingresos altos: 136 mensuales
Tait Peter., et.al (2012)	Nueva Zelanda	Habla sobre la valoración de la calidad de agua desde una perspectiva espacial, utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG) en Nueva Zelanda. Utiliza la metodología de Choice experiment para evaluar la DAP. Estima los beneficios de las políticas ambientales dirigidas a reducir los impactos agrícolas en Canterbury. Se utilizo el modelo NLogit 4.0 con variables como: calidad ecológica buena, calidad ecológica justa, costos. Los residentes se beneficiarán de la mejora de la calidad ecológica seguido de la reducción del número de meses en que el río tiene en un bajo flujo de agua. Así como redirigir los beneficios a los ríos y arroyos con calidad del agua relativamente baja.
Nallathiga y Paravasthu, 2010	Río Yamuna, Nueva Delhi, India	Utilizan el método de valoración contingente para evaluar bienes de no mercado. Se realizó un modelo de regresión lineal múltiple con las variables dependientes. Las variables que utilizaron fueron: tamaño del hogar, educación, consumo de agua, ingreso, percepción del uso del agua. Se estimó la DAP



		para purificar el agua, DAP por la contaminación del río, máxima DAP para la prevención de la contaminación del río.-- Para el mantenimiento de la calidad del agua \$18.96 anuales y para la restauración de la calidad del agua del río \$21.72 dólares anuales
Day, Brett & Mourato Susana, 1998	Ríos locales en el área metropolitana de Beijing, China	Utilizan el método de valoración Contingente para estimar la DAP con el objetivo de mejorar la calidad de los ríos locales del área metropolitana de Beijing, China. Las variables que utilizaron fueron de tipo económico como: Ingreso, gastos mensuales del hogar, tipo de electrodomésticos. También se incluyen variables de tipo demográfico, tales como: Genero, edad, estado civil, tamaño de la familia, y educación. La DAP resultante por mantener la calidad en todos los ríos fue de 22.44 dólares anuales.

Respecto a la calidad de los ríos, la CONAGUA en su programa de proyectos estratégicos (2012) hace mención del panorama actual de los principales ríos contaminados en México y las mejoras que se están realizando a través de ciertos mecanismos implementados por el mismo organismo.

El estudio de Martínez, P & Hernández., E. (2009) aborda el problema de la contaminación del recurso hídrico, pero se concentra en el río Santiago como uno de los afluentes más contaminados en México y la afectación del bienestar de la sociedad. Este estudio aborda la problemática de la contaminación respecto a calidad de vida que tienen los habitantes del lugar. Por otro lado, estudios como Navarro, K. (2010) nos muestran las deficiencias en la gestión del agua en Tijuana, a través de mapas puntualiza los problemas del agua en la ciudad. Utiliza una base de datos con información financiera y técnica sobre el saneamiento y re-uso de agua y encuentra que los sectores de bajos ingresos se ven afectados porque consumen poca agua debido a tarifas altas. Por otro lado, critica la falta de eficiencia del organismo operador para expandir la infraestructura de abasto y saneamiento.

Es importante mencionar que estudios que utilizan la metodología de valoración contingente para el tema contaminación de ríos en México han sido pocos. Entre ellos destaca nuestro caso de estudio Soto. G. et.al (2009) que hace un estudio para estimar los beneficios del proyecto integral para el

saneamiento del Alto Atoyac en el Estado de Puebla. En esta cuenca existen una serie de ríos y la presa Valsequillo que están fuertemente contaminados por descargas industriales y municipales. Por otro lado, en el estudio de Sanchez., A. et.al (2010) calculan la disposición a pagar por la mejora en el recurso hídrico en la Cuenca del Río Apatlaco Morelos en México. Utilizan la metodología de Valoración Contingente, con diferentes modelos, entre ellos el probit simple, el single bounded y el probit bivariado. El análisis lo enfocan en la perspectiva ambiental de la personas hacia el recurso hídrico. Las variables que utilizan son: monto ofrecido, distancia, enfermedades, ingreso, edad, escolaridad y genero. La disposición a pagar resultante fue de 87 pesos mensuales. Mientras, Avíles, Polanco et al. (2010) presenta un estudio valoración económica del acuífero de la Paz Baja California Sur para conocer la disposición a pagar de los hogares por mejoras en el servicio. Los resultados revelaron que el consumo diario del agua determina la disposición a pagar, implicando que hogares con mayor consumo tienen una menor DAP. Por otro lado, los hogares con tandeo de agua presentan una mayor DAP, respecto de aquéllos con flujo continuo.

Respecto a los estudios en otros países, el análisis sobre la contaminación del agua en ríos destaca los que utilizan el método de valoración contingente. Dichos estudios han sido aplicados en países tanto desarrollados como en vías de desarrollo, tales como la India y China. En ambos casos la DAP es por prevenir, mantener y mejorar la calidad del agua. Mientras que en el caso de Nueva Zelanda, se estiman los beneficios de las políticas ambientales dirigidas a reducir los impactos por procesos agrícolas en Canterbury. (Tait Peter., et.al. 2012).

El análisis aplicado a estos casos es a través de encuestas de valoración contingente, aunque cada uno de ellos es analizado con diferentes modelos econométricos. Entre ellos destacan el modelo probit, tobit, choice experiment y N. Logit. Por ejemplo, en el caso de China se utilizó un double-bounded

dichotomous choice. Entre las variables más utilizadas fueron: la DAP, precio, distancia y contacto al río, ingreso, educación, calidad del agua, costos, tamaño del hogar, consumo de agua, percepción del uso del agua.

Cabe destacar que sólo en los casos de Tijuana y Nueva Zelanda utilizaron el sistema de información geográfica, que es una herramienta que ayuda a proporcionar información puntual y detallada de comportamientos geográficos.

## 2. La valoración económica del medio ambiente a través del Método de Valoración Contingente

Analizar el valor de la calidad del agua en los ríos y otras fuentes naturales puede ser complicado, ya que no existe un mercado para los bienes y servicios ambientales. Los bienes y servicios ambientales se refieren a los beneficios que la población recibe de los diferentes ecosistemas, ya sea de manera natural o por medio de su manejo sustentable, a escala local, regional o global. Estos bienes influyen directamente en el ser humano generando bienestar y sustento para las comunidades. Algunos ejemplos son: la captación y filtración de agua; la mitigación de los efectos del cambio climático; la generación de oxígeno y asimilación de diversos contaminantes, la protección de la biodiversidad; el refugio de fauna silvestre o la belleza escénica (SEMARNAT, 2012).

En ocasiones los bienes ambientales tienen características de bien público, lo que conocemos como “*los comunes*”<sup>1</sup>. Algunos de estos bienes ambientales proveen beneficios intangibles; es decir, sabemos que existen, pero asignar un valor económico resulta complejo. En contraste, existen aquellos de los cuales nos beneficiamos directamente y tienen un valor en el mercado como es el caso de la madera, los frutos y las plantas medicinales, entre otros. La asignación de valores económicos<sup>2</sup> a los bienes ambientales se ha explorado por los avances en la economía ambiental,<sup>3</sup> que ha desarrollado una serie de

---

<sup>1</sup> Hardin., G. (1968) en su publicación “*La Tragedia de los Comunes*”

<sup>2</sup> Según Turner et al. (1994), la valoración económica significa expresar el valor de bienes y servicios ambientales en unidades de dinero.

<sup>3</sup> Según Kolstad.C. (2001). “La economía ambiental estudia los impactos de la economía sobre el medio ambiente, su importancia y la manera apropiada de regular la actividad económica con miras a alcanzar un equilibrio entre las metas de conservación ambiental, crecimiento económico y otras metas sociales, como por ejemplo, la equidad intergeneracional”.

técnicas de valoración directa e indirecta para estimar este tipo de efectos. Entre dichas técnicas está el método de valoración contingente.

El método de valoración contingente apareció por primera vez en el año de 1947. Posteriormente, a finales de los 80's en la legislación de Estados Unidos se mencionó por primera vez la conveniencia de utilizar esta metodología para recabar elementos que permitieran hacer efectiva la Ley. En 1989, a consecuencia del derrame petrolero de la compañía Exxon- Valdez, el Departamento de Comercio de los EEUU, a través del *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), constituyó un panel de expertos, encargado de preparar recomendaciones para regular la evaluación de daños, particularmente los relacionados con valores de existencia. Estos valores se refieren al bienestar que el individuo le da a un bien natural por el hecho de saber que un recurso existe, aún cuando no tenga intenciones de usarlo. Dicho proyecto concluyó que los estudios de valoración contingente pueden producir estimaciones suficientemente confiables, como punto de inicio para un proceso judicial de evaluación de daños, incluyendo los valores de no uso que son sinónimos del valor de existencia o valor de legado.

Este método es ahora ampliamente utilizado por su capacidad de brindar información para la compensación de externalidades o daños ambientales generados por diferentes actividades humanas.<sup>4</sup>

El método de valoración contingente consiste en simular un escenario mediante una encuesta a los consumidores potenciales, preguntándoles la cantidad máxima de dinero que pagarían por un bien si tuvieran que compararlo. Los escenarios propuestos deben presentarse de forma clara y concreta, de manera que le permita al entrevistado hacer una elección sobre el nivel de calidad ambiental al que podría acceder, o aspirar, como resultado de

---

<sup>4</sup> Las externalidades o daños ambientales se refieren cuando una persona o una empresa realiza actividades dañinas para la sociedad y que no asume los costos de dicho daño (INE 2007).

la intervención propuesta. Respecto a la decisión de pagar, el entrevistado debe contar con elementos suficientes, para considerar la mejora en su calidad de vida derivada del bien o servicio ofrecido. La credibilidad sobre el escenario hipotético es fundamental para la Disposición a pagar. (Kolstad, C., 2001)

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, existen otros tipos de métodos económicos para medir el medio ambiente y el valor de los recursos. Dentro de ellos se encuentran el método de preferencias reveladas y el método de preferencias expresadas. Ambos, al igual que el método de valoración contingente estiman el valor económico de los bienes y servicios que no tienen precio de mercado. Ver figura 2.

De acuerdo a Tietenberg y Lewis (2012), el *método de preferencias reveladas*, se basan en las preferencias de los consumidores, que son reveladas por sus hábitos de compra u observando su comportamiento en los mercados donde compran un bien o servicio ambiental. Mientras que el *método de preferencias expresadas* utiliza una serie de técnicas para provocar la disposición a pagar de una mejora marginal o para evitar una pérdida marginal. Este método estudia las preferencias de los consumidores, mediante el diseño de encuestas en mercados hipotéticos.

**Figura 2. Métodos económicos**

Métodos	Preferencias reveladas	Preferencias expresadas
Directos		Método de valoración contingente
		Método de selección contingente
Indirectos	Costo de viaje	
	Precios hedónicos	
	Precio del mercado	
	Método de dosis-respuesta	
	Método costo de reemplazo, daño evitado o sustituto	

Fuente: Jaime., A. y Tinoco-López., R. (2005).

### Métodos indirectos- *Preferencias Reveladas*

- Método del costo de viaje

El método del costo de viaje, es adecuado para estimar los costos externos relacionados generalmente a sitios de recreación. Se asume el valor del bien ambiental al tomar en cuenta el costo que implica el acceder al sitio. El valor se refleja en la cantidad de dinero y tiempo que está dispuesta la persona a pagar por disfrutar del servicio.

- Método de precios hedónicos

Este método se basa principalmente en el hecho de que algunos bienes o factores de producción no son homogéneos, tales como los mercados inmobiliarios que tienen algún atributo ambiental que los diferencia; por ejemplo, las casas habitación que están cerca de parques urbanos. Por lo tanto, la función hedónica sería la relación entre el precio de un bien heterogéneo y las características diferenciadas en él. (Handbook de Economía, 2005).

- Método del precio de mercado

Este método estima los valores económicos de servicios o productos ambientales que son comprados y vendidos en mercados comerciales; por ejemplo, las pesquerías, madera, agua, entre otros.

- Método de dosis–respuesta

Estima el vínculo entre un nivel de contaminación o alteración al ambiente dado (dosis) y algún impacto físico (respuesta). Este método puede verse más directo, ya que consiste en la observación de los cambios físicos que sufre el ambiente y estima qué alteraciones traerían dichos cambios en el valor de bienes y servicios. El método se aplica principalmente en cambios al ambiente que tienen efectos en los bienes comerciales. Entonces, la función dosis–respuesta puede multiplicarse por un precio unitario del daño físico a fin de dar un valor monetario al daño en cuestión.

- Método de costo de reemplazo, costo de daño evitado y costo sustituto

El método de costo de reemplazo, en particular, busca precios y cantidades de bienes en el mercado que puedan operar como sustitutos de los bienes que se busca valorar. El método en sí, estima valores económicos con base en el costo que implica evitar los daños resultantes de la pérdida de servicios ambientales.

### *Métodos directos- preferencias expresadas*

- Método de valoración contingente

Este método sirve para estimar el valor económico de cualquier servicio ambiental. Entre los valores que se pueden estimar dentro de esta metodología,



se encuentra el Valor Económico Total, que es la suma de todos los tipos de valores, (valor de uso y valor de no uso)<sup>5</sup>.

- Método de selección contingente

A diferencia del método de valoración contingente, en esta metodología no se les pide a los individuos que asignen directamente un valor monetario al bien o servicio evaluado. Estos valores se infieren mediante la elección que realiza el encuestado al presentársele distintas opciones de intercambio, por ejemplo, si prefiere un centro comercial, un conjunto habitacional, un estacionamiento, un edificio de policía, o mantener el parque, etc.

---

<sup>5</sup> Martínez., P. (2013) Como valor de uso se entiende a los derivados del uso actual de un bien o servicio; por ejemplo, las plantas medicinales, el turismo y la recreación. Mientras que por valor de no uso, se encuentran los que no están asociados con el uso actual o incluso la opción de utilizar un bien o servicio, por ejemplo, la conservación de un hábitat, la protección de la biodiversidad

### **3. El caso de la Cuenca del Alto Atoyac en Puebla, México.**

#### **3.1 Consideraciones metodológicas del cuestionario.**

La estructura del cuestionario contiene nueve secciones con preguntas abiertas y cerradas. Dentro de las secciones se incluyeron cuatro tarjetas de apoyo, donde se describe la localización de la región de la cuenca del Alto Atoyac (Tarjeta 1), las condiciones actuales de la calidad del agua del río Atoyac y la presa Valsequillo (Tarjeta 2), las mejoras que se presentarían debido al tratamiento de las aguas residuales de la industria que se llevaría a cabo en la primera fase del Proyecto (Tarjeta 3) y las mejoras que se esperarían como resultado de la segunda fase del proyecto que supone el tratamiento de las aguas residuales descargadas por las viviendas asentadas en la cuenca (Tarjeta 4).

La sección I se refiere a los datos de ubicación de la vivienda, tales como municipio, localidad, AGEB, manzana de selección, número de vivienda seleccionada, domicilio y registro de visitas. La sección II identifica los principales problemas en Puebla que la población percibe como los más importantes. El objetivo de esta sección fue observar si las experiencias diarias de la población muestran que los problemas relacionados con la contaminación de la cuenca ocupan un papel importante.

La sección III, muestra el conocimiento sobre el río Atoyac, sus afluentes y la presa Valsequillo. El objetivo en general de esta sección fue proporcionar información a los encuestados sobre la situación actual de contaminación del río y la presa para homogenizar el contexto del bien a valorar. Mientras que la sección IV se refirió al conocimiento sobre de los problemas del río y la presa, brindó información sobre los problemas de contaminación.

La sección V habló sobre la importancia de la primera etapa del proyecto, se presentó la posibilidad de que el gobierno le exigiera a la industria tratar sus descargas y los cambios en la calidad del río y la presa. La sección VI, trata sobre la importancia de la segunda etapa del proyecto y el objetivo de presentar la propuesta del escenario a valorar, en esta sección se le propone a los encuestados instalar plantas de tratamiento para las descargas de los hogares y los beneficios que se obtendrían de las acciones.

En la sección VII, habla sobre la disposición a pagar del entrevistado para instalar y mantener las plantas de tratamiento. Si llegará a aplicarse el cargo sería de manera permanente a su recibo de agua, o en su caso en el recibo de luz.

En la sección VIII, se refiere a las características del entrevistado, su familia y su vivienda. Respecto al jefe de familia se obtuvo información sobre edad, género, estado civil, nivel máximo de estudios, ocupación, recepción de ingresos por alguna actividad económica y rama de actividad económica en la que labora. En cuanto a los datos del hogar, se registró su número de miembros, la existencia de niños menores de 12 años, y el ingreso total mensual del hogar. Sobre la vivienda se indagó su propiedad, tipo de materiales en la mayor parte del piso, existencia de drenaje, la recepción de recibos de agua y de luz, y los montos pagados más recientemente por estos dos servicios. Al final de esta sección se anotan los comentarios del entrevistado. En la última sección del cuestionario (IX) se registraron los datos del encuestador, así como sus mismas observaciones.

## **4.- Aplicación Empírica**

Se aplicaron 1220 encuestas, de las cuales 1068 observaciones son válidas. El modelo utilizado para analizar las variables que determinan la disposición de pago de los hogares es un modelo de regresión Probit, de respuestas dicotómicas para relacionar las respuestas positivas de los precios ofrecidos con diversas variables sugeridas por la teoría económica (Cameron 1988), donde la variable dependiente de disposición de pago es una respuesta dummy que toma el valor de 1 cuando se contesta de manera afirmativa a la pregunta. El software utilizado fue STATA 10.0.

El análisis se divide en tres partes: La primera consiste en la descripción de variables dicotómicas. La segunda parte, hace un resumen estadístico de las variables que se probaron en el modelo de la disposición a pagar, dando a conocer la media, la desviación estándar, el mínimo y el máximo. En la tercera parte se presentan los modelos con las diferentes regresiones, comenzando por un modelo general, el cual incluye la variable dependiente y 31 variables explicativas. Posteriormente, se presenta el modelo que incluye las variables significativas que considera los resultados de otros estudios sobre el tema (particularmente Sanchez., et.al 2010). Por último, a partir del modelo de disposición a pagar se estima la cantidad promedio que los hogares están dispuestos a pagar por el proyecto de mejora de calidad del agua de los cuerpos de agua.

### **4.1 Descripción de las variables**

A continuación la figura 3 presenta las variables que se probaron en el mercado contingente, en el se muestra la abreviación de la variable, su descripción y el indicador con el que se mide. Las variables dicotómicas toman

el valor 0 y 1, las variables explicativas se dividieron en categorías, entre ellas; las actividades para las que la población utiliza el río, la percepción ambiental que las personas tienen sobre la contaminación y por último las variables de tipo geográfico y socioeconómico.

**Figura 3. Descripción de las variables**

<b>Variable abreviada</b>	<b>Nombre de la variable</b>	<b>Indicador</b>
<b>dap_prueba</b>	Dispuesto a pagar	1=sí 0=no
<b>dislpre</b>	Primer precio sugerido	(30,70, 180,330, 500)
<b>p5_pruebadumm</b>	¿Ha tenido que pasar por el río de camino al trabajo?	1=sí 0=no
<b>Actividades para las que utilizan el río</b>		
<b>P8a_domestico</b>	Para uso doméstico	1=sí 0=no
<b>p8b_bybañanim</b>	Para dar de beber o bañar a los animales	1=sí 0=no
<b>p8c_agricola</b>	Para fines de riego agrícola	1=sí 0=no
<b>p8d_pesca</b>	Para actividades de pesca	1=sí 0=no
<b>P8e_trabajos</b>	Para actividades comerciales o de prestación de servicios	1=sí 0=no
<b>P8f_recreacion</b>	Para actividades recreativas	1=sí 0=no
<b>P8g_drenaje</b>	Para descarga de drenaje	1=sí 0=no
<b>P8h_basura</b>	Para arrojar basura o desechos	1=sí 0=no
<b>Percepción ambiental</b>		
<b>p12_salud</b>	Afecta a la salud	1=sí 0=no
<b>p12_olores</b>	Produce malos olores	1=sí 0=no

<b>p12_fnociva</b>	Se procrea fauna nociva	1=sí 0=no
<b>p12_vegetyanimal</b>	Perjudica a los animales y la vegetación en la orilla de los ríos y de la presa	1=sí 0=no
<b>p12_peces</b>	Disminuye o desaparece la vida acuática	1=sí 0=no
<b>p12_recreacion</b>	Perjudica las actividades recreativas	1=sí 0=no
<b>p12_agricolas</b>	Perjudica las actividades agrícolas y ganaderas	1=sí 0=no
<b>p12_contacuifero</b>	Contamina los acuíferos y pozos	1=sí 0=no
<b>p12_lirio</b>	Lirio o vegetación dañina que cubre a la presa	1=sí 0=no
<b>Socio-económicas</b>		
<b>lnIngres</b>	Logaritmo de Ingreso	\$1,500, \$2,250, \$4,500 \$7,500, \$12,000, \$22,500, \$30,000
<b>dis4km2</b>	Distancia menor a 4 k.m	1= distancia menor a 4 km 0=distancia mayor a 4 km
<b>tramo1</b>	0-17 k,m	1=si 0=no
<b>tramo2</b>	17.1 a 37 k.m	1=si 0=no
<b>tramo3</b>	37.1 a 65.0 k.m	1=si 0=no
<b>tramo4</b>	65.1 a 85.0 k.m	1=si 0=no
<b>mun015</b>	Amozoc	1=si 0=no
<b>mun034</b>	Coronango	1=si 0=no
<b>mun041</b>	Cucutlancingo	1=si 0=no

<b>mun060</b>	Domingo Arenas	1=si 0=no
<b>mun074</b>	Huejotzingo	1=si 0=no
<b>mun114</b>	Puebla	1=si 0=no
<b>mun119</b>	San Andres Cholula	1=si 0=no
<b>mun122</b>	San Felipe Teotlancingo	1=si 0=no
<b>mun132</b>	San Martín Texmelucan	1=si 0=no
<b>mun134</b>	San MatíasTtlalancaleca	1=si 0=no
<b>mun136</b>	San Mihuel Xoxtla	1=si 0=no
<b>mun140</b>	San Andrés Cholula	1=si 0=no
<b>mun180</b>	Tlahuapan	1=si 0=no
<b>sd1</b>	Edad	Variable continua
<b>edad2x</b>	Edad al cuadrado	Variable al cuadrado
<b>sd2_prueba</b>	Sexo	1=Hombre 0=Mujer.
<b>sd4_escolaridad</b>	Años de escolaridad	Ninguno=0 , Primaria=6, Secundaria=9, Preparatoria y técnica= 12, Licenciatura=16 , Postgrado= 18
<b>Sd20_niños</b>	Niños menores de 12 años	1=Sí 0=No
<b>sd22_vivpropia</b>	Dueños de la propiedad	1=Sí 0=No
<b>sd24_conectadoredp</b>	Hay drenaje	1=Sí 0=No
<b>sd25_reciboagua</b>	Boleta de agua	1=Sí 0=No

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos.

## 4.2 Resumen estadístico

La figura 4 muestra el resumen estadístico donde se presenta la media, la desviación estándar, el mínimo y el máximo del precio sugerido, el ingreso, la edad y la escolaridad. Cabe mencionar que las demás variables son dummy y por lo tanto toman el valor de 0 y 1. Entre las dummy se encuentran las variables de las categorías de las actividades para las que gente utiliza el río (p8's), la percepción ambiental de las personas tienen sobre la contaminación (p12's), finalmente variables de tipo geográfico (municipios y tramos del río por nivel de contaminación) y socioeconómicas (sd's).

**Figura 4. Resumen estadístico.**

Variable	Mean	Std. Dev	Min	Max
dis1pre	220.15	173.45	30	500
Lningres	7.93	.59	7.31	10.31
sd1	44.53	14.74	18	86
sd4_escolaridad	8.35	4.07	0	18

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos

Como se puede observar, la media de la variable de precio ofrecido, dis1pre, es de 220.15 pesos, su mínimo es de 30 pesos y su máximo es de 500 pesos. El ingreso mensual del hogar en su función logarítmica, lningres, tiene una media de 7.93, el mínimo es de 7.31 y el máximo de 10.31. Respecto a edad del entrevistado, sd1, la media es de 44 años, el mínimo de 18 años y la edad máxima de 86 años. La escolaridad tiene una media de 8 años, que sería equivalente a la secundaria no terminada, la mínima de cero años cursados y la máxima de 18 años que equivale a Post-grado.



### 4.2.1 Precios sugeridos en la disposición a pagar

La figura 5 muestra los precios ofrecidos para el proyecto de rescate de la cuenca del Alto Atoyac.

*Figura 5. ¿Votaría a favor de realizar este proyecto?*

Precio sugerido	0=no	1=si	Total
30	59	181	240
	25%	75%	100%
70	95	146	241
	39%	61%	100%
180	134	102	236
	57%	43%	100%
330	175	60	235
	74%	26%	100%
500	193	41	234
	82%	18%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos

En el análisis de los precios ofrecidos, se encontró que la disposición a pagar decrece conforme el precio aumenta, esto muestra la tendencia esperada ya que refleja la relación negativa entre el consumo y el precio. Las personas que dijeron sí estar dispuestas a pagar 30 pesos bimestrales fueron el 75%, mientras que los que estuvieron dispuestos a pagar el monto más alto de 500 pesos fue sólo un 18%.

### 4.3 Regresiones econométricas

Para el análisis de las variables y su impacto en la disposición a pagar se corrieron diversas regresiones, cada una de ellas teniendo como variable dependiente `dap_prueba`. Las variables explicativas se cambiaron en cada modelo con el objetivo de estimar y dejar actuar libremente a los diferentes parámetros asociados a cada variable explicativa. Cabe mencionar que la

explicación de los modelos se hace de manera detallada en la primera regresión, en la cual el modelo incluye todas las variables.

En el primer modelo econométrico se corrió una regresión con 31 variables explicativas, las cuales de acuerdo a la revisión de la literatura (particularmente Sanchez., A. 2010 y Avíles- Polanco et.al 2010), son variables que estiman la disposición a pagar de los hogares para la mejora de la calidad ambiental de cuerpos de agua y/o cuencas hidrológicas. (Ver figura 6). La significancia de las variables que se incluyeron en el modelo es de al menos el 90% de confianza, con un número de observaciones de 1068 casos.

**Figura 6 Regresión con todas las variables explicativas.**

dap_prueba	Coef.	Std. Err.	Z	P>z	[95% Conf.	Intervall]
dis1pre	-.0035383	.000261	-13.56	0.000***	-.0040499	-.0030268
dis4km2	1.133593	.3912855	2.90	0.004**	.3666879	1.900499
p5_pruebadumm	.0990134	.1799825	0.55	0.582	-.2537458	.4517725
Lningres	.2381154	.0826621	2.88	0.004***	.0761006	.4001301
sd22_vivpropia	-.0615718	.1060733	-0.58	0.562	-.2694716	.146328
sd20_niños	.0395559	.0951832	0.42	0.678	-.1469998	.2261116
sd4_escolaridad	.0148023	.0129188	1.15	0.252	-.0105181	.0401227
sd2_prueba	-.0449865	.0900395	-0.50	0.617	-.2214607	.1314877
sd1	-.0372974	.0171802	-2.17	0.030**	-.07097	-.0036249
edad2x	.000329	.0001732	1.90	0.058*	-.0000105	.0006685
sd24_conectadoredp	.0144772	.1526494	0.09	0.924	-.2847101	.3136645
sd25_reciboagua	.104066	.1037844	1.00	0.316	-.0993478	.3074798
p8a_domestico	.2995316	.1916923	1.56	0.118	-.0761783	.6752416
p8b_bybañanim	1.140601	.5528079	2.06	0.039**	.0571178	2.224085
p8c_agricola	-.137465	.3701841	-0.37	0.710	-.8630126	.5880826
p8d_pesca	.0398716	.9641373	0.04	0.967	-1.849803	1.929546
p8e_trabajos	.5175515	.487142	1.06	0.288	-.4372293	1.472332
p8f_recrea~n	-.3632151	.3323831	-1.09	0.274	-1.014674	.2882439

<b>p8g_drenaje</b>	.3148244	.1358799	2.32	0.021**	.0485046	.5811441
<b>p8h_basura</b>	.3972825	.3966493	1.00	0.317	-.3801358	1.174701
<b>p12_salud</b>	-.0307774	.1277783	-0.24	0.810	-.2812183	.2196635
<b>p12_olores</b>	.0477109	.1210097	0.39	0.693	-.1894639	.2848856
<b>p12_fnociva</b>	.0957122	.1202185	0.80	0.426	-.1399117	.3313362
<b>p12_vegetyanimal</b>	.1137595	.1529574	0.74	0.457	-.1860315	.4135505
<b>p12_peces</b>	.0742253	.1312274	0.57	0.572	-.1829756	.3314262
<b>p12_recreacion</b>	.3139405	.1826275	1.72	0.086*	-.0440028	.6718839
<b>p12_agricolas</b>	.1338561	.1474509	0.91	0.364	-.1551424	.4228547
<b>p12_contacuifero</b>	-.1771296	.1380719	-1.28	0.200	-.4477455	.0934863
<b>p12_lirio</b>	-.1131714	.1935082	-0.58	0.559	-.4924405	.2660976
<b>mun140</b>	-.3655458	.1610094	-2.27	0.023**	-.6811185	-.0499731
<b>tramol</b>	.2453033	.1048524	2.34	0.019**	.0397964	.4508102
<b>_cons</b>	-1.764613	.8598987	-2.05	0.040**	-3.449984	-.0792428

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Como se esperaba el signo del parámetro encontrado para el valor precio es negativo, con una significancia del 99% y una z de -13.56. Esto quiere decir que a medida que aumenta el precio ofrecido en la pregunta de pago, disminuye la probabilidad de que el individuo responda en forma positiva y acepte el monto.

Respecto a la distancia (dis4km2) menor a 4 kms., se comprueba que la distancia a un cuerpo de agua de la vivienda es también significativa al 99%, con una z de 2.9. El modelo nos dice que incrementa la posibilidad de pago de las personas; es decir, mientras más cerca se viva de alguno de los ríos, mayor será la disposición de pago de las personas. De acuerdo a lo sugerido por la teoría económica, la cercanía al río tiene un efecto positivo sobre la disposición a pagar, pues la población tiene mayor contacto con el bien ambiental valorado y obtiene mayores beneficios (Aquamoney 2009).

La variable de p5\_pruebadumm, nos indica que la gente que ha pasado por el río de camino a su trabajo tiene mayor probabilidad de disposición de pago, sin embargo, la variable no resultó significativa en el modelo.

La variable de Ingreso es significativa al 99%, con una  $z$  2.88. Como se esperaba el ingreso tienen un efecto positivo, el cual nos dice que a mayor ingreso de la familia mayor disposición a pagar. En la variable de vivienda propia se esperaría que el signo fuera positivo y por lo tanto aumentará la posibilidad de pago de las personas que son dueñas de su vivienda. En este estudio la variable no resultó significativa y presenta signo negativo. En la literatura esta variable ha resultado con el signo positivo como es el caso del artículo de Sanchez., A. et.al (2010), sin embargo, estos resultados a veces pueden ser *ceteris paribus* y pueden variar por el efecto de otras variables.

En la variable *sd20\_niños* se presenta un signo positivo en el modelo lo cual indica que si hay un niño en la vivienda, los encuestados están más dispuestos a pagar pero no resulta significativa. La variable de *sd2\_prueba* muestra un signo negativo, que nos dice que si contestó un hombre la probabilidad de estar dispuesto a pagar es menor, aunque la variable no es significativa.

La variable de escolaridad tiene un efecto positivo y significativo sobre la disposición a pagar, siempre y cuando no se incluya la variable de ingreso. Sin embargo, en este modelo no resultó ser significativa, porque existe una multicolinealidad con la variable de ingreso. Al correr la regresión omitiendo la variable de escolaridad, el ingreso resulta con una significancia del 99% y una  $z$  de 3.64. Mientras que el modelo solo con la variable de escolaridad presenta una significancia del 95% y una  $z$  de 3.38. Por este motivo, se toma la decisión de dejar la variable de ingreso.

Las variables *sd1* de edad se corrió de manera continua y al cuadrado (*edad2x*). En el modelo ambas resultaron significativas. La variable *sd1* tiene signo negativo lo cual indica que conforme aumenta la edad la probabilidad de estar dispuesto a pagar se reduce aunque llega un punto en la edad en que la tendencia se revierte, es decir que las personas mayores están más dispuestas a pagar; el nivel de significancia es del 95% y del 90% respectivamente. Otros

estudios han encontrado que un aumento en la edad disminuye la probabilidad de la disposición a pagar. En Soto., G & I. Bateman (2006) encontraron que los jefes de familia jóvenes parecen más preocupados por la calidad del agua y del ambiente.

El que la vivienda esté conectada a la red pública tiene un signo positivo (presenta una z de 0.09) al igual que los casos de que sí lleguen recibos de agua a su hogar (presenta una z 1.00), lo que se traduce a que estos hogares tienen un efecto positivo sobre la probabilidad de pago, pero no presentan significancia en la regresión.

*Respecto a las variables sobre los individuos que utilizan el río se muestran los siguientes resultados:*

Las variables para p8b\_bybañanim y p8g\_drenaje que se refieren a usar el río para dar de beber y bañar a los animales y para descargas del drenaje resultaron con signo positivo, lo que nos indica que estas personas están más dispuestas a pagar. Ambas variables resultaron significativas al 95% con una z de 2.06 y 2.32 respectivamente. El resto de las variables no fueron significativas aunque las variables como p8c\_agricola y p8f\_recreacion arrojaron un signo negativo. Las variables restantes tales como, p8a\_domestico, p8d\_pesca, p8e\_trabajos o p8h\_basura resultaron con signo positivo y tampoco mostraron significancia para el modelo.

*Las variables de consecuencias de la contaminación del río reflejaron los siguientes resultados:*

Sólo la variable p12\_recreacion resultó ser significativa al 90% mostrando un signo positivo y una z de 1.72, con lo cual se concluye que las personas que les preocupa las afectaciones de las actividades de recreación como pescar o nadar en el río aumentan la probabilidad de pago. Las variables restantes no

mostraron significancia en el modelo. Sin embargo, algunas resultaron con signo positivo, tales como, p12\_olores, p12\_fnociva, p12\_vegetyanimal, p12\_peces, p12\_agrícolas. Por el contrario, las variables como p12\_salud, p12\_contacuifero, p12\_lirio mostraron signo negativo y tampoco fueron significativas para el modelo, lo que quiere decir, que mientras más se perciba que la contaminación del río pueda causar enfermedades o contaminar el acuífero o que exista flora nociva como el lirio, entonces la probabilidad de la disposición de pago es menor. Esto puede reflejar una posición de inconformidad de personas fuertemente afectadas por la contaminación.

Dentro de esta misma regresión se incluyeron las variables de trece municipios y cuatro tramos en los que se dividió el río de acuerdo a sus niveles de contaminación. Respecto a los municipios, solo el mun140, San Andrés Cholula resultó significativo al 95% con una z de -2.27, mientras que de los cuatro tramos solo el tramo1 resultó significativo también al 95% con una z de 2.34. El tramo 1 del río se asocia con el menor nivel de contaminación, lo que podría significar que los habitantes que viven en la parte más limpia del río valoran más la conservación y mejora del cuerpo de agua. Mientras que San Andes Cholula que tiene un efecto negativo, se ubica en la porción sur de la cuenca alta del río Atoyac, siendo un municipio que está en uno de los tramos más contaminados del río Atoyac (Gobierno de Puebla 2011).

Finalmente, la variable \_cons se refiere al intercepto de la regresión y representa todo lo que el modelo no es capaz de explicar con las variables explicativas; en este caso negativo y presenta una significativa al 95% con una z de -2.05.

El segundo modelo fue tomado a partir de la referencia al artículo de Sanchez., A. et.al (2010), dicho modelo se utilizó para calcular la disposición a pagar por la mejora en el recurso hídrico en la cuenca del río Apatlalco en Morelos. En el

modelo que se presenta en la figura 7 se descartan algunas variables que habían sido incluidas en el modelo anterior que no tienen significancia estadística.

**Figura 7. Modelo adaptado a los resultados de Sanchez., A. et.al (2010).**

dap_prueba	Coef.	Std. Err.	Z	P>z	[95% Conf.	Interval]
<b>dis1pre</b>	-.0034451	.000255	-13.51	0.000***	-.003945	-.0029453
<b>dis4km2</b>	1.381144	.3464105	3.99	0.000***	.7021918	2.060096
<b>p12_salud</b>	-.0434117	.1011083	-0.43	0.668	-.2415803	.1547569
<b>Lningres</b>	.2316084	.0791978	2.92	0.003**	.0763835	.3868333
<b>sd22_vivpropia</b>	.0021538	.1007499	0.02	0.983	-.1953124	.19962
<b>sd4_escolaridad</b>	.0079187	.012353	0.64	0.522	-.0162928	.0321302
<b>sd2_prueba</b>	-.0115023	.0872587	-0.13	0.895	-.1825261	.1595216
<b>sd1</b>	-.0352239	.0166203	-2.12	0.034**	-.067799	-.0026487
<b>edad2x</b>	.0002858	.0001681	1.70	0.089*	-.0000438	.0006153
<b>sd24_conectadoredp</b>	.0913059	.1331146	0.69	0.493	-.1695939	.3522057
<b>_cons</b>	-1.735341	.7664499	-2.26	0.024**	-3.237555	-.2331268

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Las variables de este modelo se comportan de manera similar a los resultados del modelo anterior que incluye las 31 variables. Los valores de los coeficientes y significancias estadísticas presentan diferencias pequeñas, sin embargo los signos de las variables y los niveles de significancias son iguales, a excepción de la variable sd22\_vivpropia que en este modelo sí resulto con el signo positivo esperado por lo tanto, nos indica que las personas que tienen vivienda propia aumentan la posibilidad de pago, aunque en este caso no es significativa.

Las variables de dis1pre, dis4km2, Lningres, sd1 y edad2x permanecen significativas. Las tres primeras variables presentan una significancia al 99% y la cuarta una significancia del 95%, mientras que edad2x es significativa al

90% con una  $z$  de 2.12 y 1.70 respectivamente. Por otro lado, la variable de salud se comporta igual que la regresión anterior mostrando un signo negativo y no siendo significativa para este caso de estudio.

Respecto a la variables restantes como `sd4_escolaridad`, y `sd24_conectadoredp` siguen manteniendo el signo positivo indicando que aumentan la probabilidad de pago, mientras que la variable de `sd2_prueba hombre` se comporta igual que en los casos anteriores mostrando el signo en negativo. Estas tres últimas variables no muestran significancia. La variable `_cons` sigue presentando significancia al 95% pero con una  $z$  de -2.26.



## 5. Resultados

### 5.1 Cálculo disposición de pago (DAP)

Para obtener la función de disposición a pagar en la Cuenca del Alto Atoyac se corrió una nueva regresión sólo con las variables que en los modelos anteriores resultaron significativas. Como se comentó en la regresión 1, se descartó la variable de escolaridad, pues producía multicolinealidad con la variable de ingreso (Ver figura 8). Se obtuvo el siguiente modelo:

**Figura 8. Cálculo de la DAP**

dap_prueba	Coef.	Std. Err.	Z	P>z	[95% Conf.	Interval]
dis1pre	-.0034898	.000257	-13.58	0.000***	-.0039935	-.0029861
dis4km2	1.168774	.387484	3.02	0.003***	.4093193	1.928229
Lningres	.275551	.0711599	3.87	0.000***	.1360802	.4150218
sd1	-.0347025	.0167614	-2.07	0.038**	-.0675543	-.0018507
edad2x	.000281	.0001705	1.65	0.099*	-.0000531	.0006152
p8b_bybañanim	1.210659	.5277145	2.29	0.022**	.176358	2.244961
p8g_drenaje	.2989118	.1327108	2.25	0.024**	.0388033	.5590203
mun140	-.4094948	.1577361	-2.60	0.009***	-.7186519	-.1003378
tramol	.1801037	.0985862	1.83	0.068*	-.0131216	.373329
_cons	-1.821506	.770612	-2.36	0.018**	-3.331878	-.3111346

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Las variables incluidas en el modelo son significativas al 99 (\*\*\*), 95 (\*\*) y 90 (\*) por ciento, entre ellas se encuentra el precio ofrecido, dis1pre, mostrando una significancia del 99% y una z de -13.58; ingreso lningres y distancia dis4km2, también son significativas al 99% con una z de 3.87 y distancia dis4km2, es con una z de 3.02, la edad sd1, significativa al 95% y con una z de -2.07, mientras que edad2x significativa al 90% y la z de 1.65, las personas que usan el río para dar de beber y bañar a sus animales, p8b\_bybañanim, y los que arrojan sus drenajes al río, p8g\_drenaje, al 95% con una z de 2.29 y 2.25

respectivamente. El municipio de San Andrés Cholula, mun140, mostró una significancia al 99% y una z de -2.60 y tramo1 (aguas arriba) también significativo al 90% y una z de 1.83. Finalmente, la variable \_cons mostró significancia del 95% y una z de 2.36

### 5.1.2 Fórmula para calcular la DAP

Considerando la importancia de obtener estimaciones conservadoras de la disposición a pagar se utilizó la respuesta del primer precio ofrecido siguiendo la recomendación de la literatura (Arrow et al 1993).

A continuación se muestran la función para estimar los resultados de la disposición a pagar para cada individuo de la muestra.

$$\text{gen rdispo}=(1.16854*\text{dis4km2}+.2772512*\text{lningres}-.0347025*\text{sd1}+.000279*\text{edad2x}+1.205298*\text{p8b\_bybañanim}+.3046272*\text{p8g\_dre} \\ \text{nae} -.4075502*\text{mun140}+.1790478*\text{tramo1} -1.825286)/(-.0034807)$$

### 5.1.3 Resultados de la regresión

Entonces, de acuerdo a la formula anterior y la figura 9, tenemos que el promedio de la disposición a pagar (DAP) es de 187.59 pesos bimestrales, con una desviación estándar de 91.02. El intervalo de confianza al 95% está entre 187.59 y 284.16 pesos, con un valor mínimo de 0 y máximo de 674.42 pesos. Estos resultados indican que los hogares estarían dispuestos a pagar una cantidad significativa por financiar el proyecto de rescate hidrológico de la cuenca (Ver figura 9).

**Figura 9. Función para estimar los resultados de la Disposición a Pagar**

Variable	Obs	Mean	Std. Dev	Min	Max
Rdispo	1068	187.59	91.02	0	674.42

Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos

Es importante mencionar que la disposición a pagar de este estudio resultó ser 6.09 pesos mayor que el estudio referido (Soto., G. et,al 2009) que mostró una DAP bimestral de 181.50 pesos, y 13.59 pesos más que el estudio de Sanchez., A. et.al (2010), quien cálculo una DAP de 174.00 pesos bimestrales. Estos datos demuestran que la población apoya este tipo de programas referentes a mejorar la calidad del agua de los ríos contaminados.

## 6. Conclusiones y recomendación de política pública

En México existe una problemática sobre la contaminación de los ríos y mantos acuíferos altamente contaminados, entre ellos se encuentran la Cuenca del Alto Atoyac que cruzan las ciudades de Puebla, Tlaxcala y Oaxaca; o el Lerma - Santiago que atraviesa el Estado de México, Guanajuato, Michoacán, Jalisco y Nayarit, y la Cuenca del Río Apatlaco en Morelos (CONAGUA, 2012). La contaminación ocasiona graves problemas no sólo de disponibilidad y acceso a este líquido, si no también tiene repercusiones en la salud y el bienestar de la sociedad.

En específico este estudio tuvo como objetivo estimar las disposición a pagar de los habitantes de Puebla que viven en las localidades de la cuenca del Alto Atoyac, calculado a través de un modelo econométrico con regresiones probit, a través de ciertas variables que se relacionaron con la calidad del agua de los ríos, variables de tipo geográfico, actividades para las que se utiliza en agua de los ríos, percepción sobre las causas y consecuencias de la contaminación ambiental y variables de tipo socioeconómico. Dicho estudio fue desarrollado bajo la metodología de valoración contingente.

Es importante mencionar que este documento es una extensión del estudio (Soto, G. et.al. 2009), cuyo objetivo principal fue estimar los beneficios sociales ecológicos del saneamiento de la cuenca del Alto Atoyac, en el área ubicada en el estado de Puebla, a través del método de valoración contingente.

La disposición a pagar que arrojó nuestro modelo fue de \$187.59 bimestrales. Lo que significa que los habitantes de Puebla apoyan el programa de mejorar la calidad del agua del río Atoyac y la presa Valsequillo. De acuerdo al análisis de las variables pudimos observar que para la población lo referente a los bienes y servicios ambientales de los cuerpos de agua son importantes y los relacionaron particularmente con la cercanía a algún río, pues de alguna manera se tiene

contacto con el bien ambiental valorado y obtiene mayores beneficios, entre otras variables figuran el ingreso, pues a mayor ingreso de la familia mayor disposición a pagar, la edad, el tramo<sup>1</sup> del río que se asocia con el menor nivel de contaminación, lo que podría significar que los habitantes que viven en la parte más limpia del río valoran más la conservación y mejora del cuerpo de agua y como contraste el Municipio de San Andres Cholula, que se ubica en los tramos más contaminados del río Atoyac con una menor disposición de pago.

Por el lado de las políticas públicas, Puebla necesita consolidar políticas que desalienten aquellas decisiones económicas que están ocasionando resultados socialmente negativos, e impulsar un mejor aprovechamiento de corto y largo plazo de los recursos naturales. Estos resultados indican que existe la opción de políticas ambientales encaminadas a la sustentabilidad que detengan la contaminación de los cuerpos de agua superficial y los mantos acuíferos. Por otro lado, México debe comenzar a reforzar sus políticas ambientales con estudios de este tipo, los cuales ya están siendo probados en otros países como Inglaterra, Estados Unidos, la India, entre otros. De igual manera, con este estudio se corrobora junto con los estudios de Soto, G. et.al (2009) y Sanchez., A. et.al (2010) que la disposición a pagar de los hogares por la mejora en la calidad de agua en los ríos contaminados en México es satisfactoria.

Finalmente, se concluye que el método de valoración contingente es un método adecuado para valorar económicamente recursos ambientales, pues a través de él se puede estimar la disposición a pagar de la población por una mejora ambiental, permitiéndonos detectar los factores que influyen en ella. Sin duda, esta es una herramienta que le permite a los tomadores de decisiones contar con información más fina y detallada para la estructura y orientación de los recursos a aquellos lugares donde se localizan puntualmente los problemas. Se confirma además que existen similitudes entre contextos mexicanos, Atoyac y Apatlaco, lo que da mayor credibilidad sobre esta metodología para la toma de decisiones.

## 7. Bibliografía

Aqua Money. (2009). Odense River Basin Case Study Fact Sheet. Retrieved September 7, 2009, from [http://www.aquamoney.ecologic-events.de/sites/download/Odense\\_River\\_Basin\\_Fact\\_Sheet.pdf](http://www.aquamoney.ecologic-events.de/sites/download/Odense_River_Basin_Fact_Sheet.pdf)

Arrow, K., R. Solow, P. Portney, E. Leamer, R. Radner and H Schuman (1993). Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation, National Oceanic and Atmospheric Administration

Autoridad Nacional del Medio Ambiente (2013) “Valor económico de los recursos naturales

Avíles- Polanco et.al (2010) Valoración económica del servicio hidrológico

Bateman, I.J., e.t.al. (2002). Economic valuation with stated preference techniques: A manual. Cheltenham, Edward Elgar Publishing.

Bateman, I., D. W. Pearce. (1993) Environmental Economics: An Elementary Introduction.

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 Management15: 355-379.

CONAGUA (2012) Proyectos Estratégicos de agua potable, drenaje y saneamiento. Programa Nacional de Infraestructura.

CONAGUA, (2012). “Programa Nacional de Infraestructura 2007-2012” - Proyectos Estratégicos de Agua Potable y Saneamiento. Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento.

Day, B., & Mourato S. (1998) Local rivers in the Metropolitan Beijing, China del acuífero de La Paz, b.c.s.: Una valoración contingente del uso de agua municipal Frontera Norte, Vol. 22, Núm. 43, enero-junio, 2010, pp. 103-128

Diario Momento (2011) San Andrés Cholula Participa En Saneamiento De Río Atoyac. Recuperado el 28 de mayo del 2013 en <http://www.diariomomento.com/san-andres-cholula-participa-en-saneamiento-de-rio-atoyac/>

Ecosystem Valuation Contingent Valuation Method. Recuperado el 26 de mayo del 2013 en [http://www.ecosystemvaluation.org/contingent\\_valuation.htm](http://www.ecosystemvaluation.org/contingent_valuation.htm)

El Universal (2013) “Río Atoyac, el tercero más contaminado del país”. Recuperado el 18 de abril del 2013 en: <http://m.eluniversal.com.mx/notas/web/917423.html>

Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México. Estado de Puebla, San Andrés Cholula. Recuperado el 26 de mayo del 2013 en <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/EMM21puebla/municipios/21119a.html>

Greenpeace México A.C (2012) Ríos tóxicos.

Handbook de Economía (2005) “Enfoque Indirecto de Valoración: El Método de los Precios Hedónicos” Universidad de los Andes. Facultad de Economía. Colombia.

Hardin., G (1968) *Tragedy of the common*. Science, 162(1968):1243-1248.

Hicks, J.R. (1943) “The four consumer surpluses”, Review of Economic Studies No 8, p. 108-116

INE (2007) “Los instrumentos económicos de la política ambiental” Recuperado el 20 de abril del 2013 en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/398/carmona.html>

INE (2007). “La cuenca del río Balsas: El escenario” Recuperado el 13 de abril del 2013 en: <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/402/cuencabalsas.html>

INE “Impuestos Ambientales”. Recuperado el 12 de abril del 2013 en: <http://www.ine.es/daco/daco42/ambiente/aguasatelite/metimpuestos.pdf>

Jaime., A. y Tinoco–López., R. (2005) Métodos de valuación de externalidades ambientales provocadas por obras de ingeniería. División de Ingenierías Civil y Geomática, Facultad de Ingeniería, UNAM

Kolstad, Charles, (2001) Economía Ambiental, Oxford.

Martínez, P. y E. Hernández, (2009) Impactos de la contaminación del Río Santiago en el bienestar de los habitantes de El Salto, Jalisco. Vol. 18 No. 4. 709 – 729

Martínez., M y L. Dimas (2007) *Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: Subcuenca del Río Teculután*. Guatemala. Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica

Nallathiga, R., & Paravasthu, R. (2009). Economic value of conserving river water quality: results from a contingent valuation survey in Yamuna river



basin, India. Retrieved October 12, 2009, from <http://www.iwaponline.com/wp/up/pdf/wp2009166.pdf>

Navarro, Karina., (2010) “La problemática del agua urbana en la Ciudad de Tijuana, Baja California y algunas alternativas para una gestión Sustentable”. Colegio de la frontera Norte.

Poblanerías.com (2013) “Río Atoyac, el 3º más contaminado del país: Conagua” . Recuperado el 18 de abril del 2013 en: <http://www.poblanerías.com/2013/04/rio-atoyac-el-de3o-mas-contaminado-del-pais-conagua/>

Sanchez., A. et.al. (2010) Tesis: Cálculo de Disposición de Pago por Mejora en el Recurso Hídrico en la Cuenca del Río Apatlaco Morelos, México. Usando el Método Valoración Contingente. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Sarala., J.. et.al. (2009) People’s attitudes towards paying for water. Current Science, VOL. 97, NO. 9, 10.

SEMARNAT, 2012 Bienes y servicios ambientales. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx>

SEMARNAT, CONAGUA, Gobierno del Estado de Puebla, Gobierno del Estado de Tlaxcala (2007). Proyecto del Rescate Ecológico de los Ros Zahuapan, Atoyac, Alseseca, y presa Valsequillo.

Sheppard., R. et.al. (1993) Contingent Valuation of Improved Water Quality in the Lower Waimakariri River. New Zealand. Canterbury. Lincoln University.

SICLA Puebla Noticias (2009) “Severa contaminación del Río Atoyac. Recuperado el 15 de abril del 2013 en:

<http://siclapueblanoticias.blogspot.mx/2009/10/rio-atoyac-contaminacion-que-ahoga.html>

Silva-Flores. R. et.al. (2010) Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango Madera y Bosques 16 (1), 2010:31-49

Soto Montes de Oca, G., e I. J. Bateman (2006a). “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

Soto Montes de Oca, G., e I. J. Bateman (2006b). “Going beyond Willingness to Pay: Socio-Political Determinants of the Feasibility of a Water Tariff Reform in Mexico City”, Third World Congress of Environmental and Resources Economist, Kyoto, July 3-7.

Soto. G. et.al. (2009) “Estudio para estimar los beneficios ecológicos del proyecto integral para el saneamiento del Alto Atoyac en el estado de Puebla”. Gobierno del Estado de Puebla y Comisión Nacional del Agua.

Tait Peter., et.al. (2012) “Nonmarket valuation of wáter quality: Addressing spatially heterogeneous preferences using GIS and a random parameter logit model. Ecological Economics.

Tietenberg, T & Lewis, L. (2012) “Environmental and Natural Resource Economics” IX edición, Pearson Education.USA.

Turner, R. K. (1993). Sustainable environmental economics and management: principles and practice. London, New York: Belhaven Press Co-published in the Americas by Halsted Press.

Turner, R. K., D. W. Pearce and I. Bateman (1994). Environmental economics: an elementary introduction. Hemel Hempstead, Harvester.

Zhaoyi S., et. al (2012) Assessing Local Communities' Willingness to Pay for River Network Protection: A Contingent Valuation Study of Shanghai, China. Int. J. Environ. Res. Public Health 2012, 9, 3866-3882; doi:10.3390/ijerph9113866.