

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**



**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA EN LA  
CIUDAD DE SALTILLO, COAHUILA**

**Por:**

**MIRIAM CÓRDOVA TOVAR**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**Licenciado en Economía Agrícola y Agronegocios**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO**

**NOVIEMBRE DE 2016.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA EN LA CIUDAD  
DE SALTILLO, COAHUILA**

**POR:**

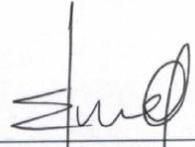
**MIRIAM CÓRDOVA TOVAR**

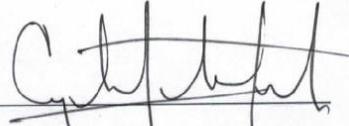
**TESIS**

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN POR EL H. COMITÉ DE TESIS COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

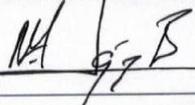
**LICENCIADO EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y AGRONEGOCIOS  
APROBADA**

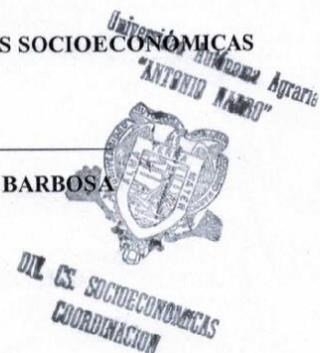
  
\_\_\_\_\_  
**DR. GREGORIO CASTRO ROSALES**  
**ASESOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. MARTHA ELENA**  
**FUENTES CASTILLO**  
**COASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. CEYLA ANTONIO**  
**ANDERSON**  
**COASESOR**

**EI COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIOECONÓMICAS**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. LORENZO ALEJANDRO LÓPEZ BARBOSA**



## **AGRADECIMIENTOS**

### **Al Dr. Gregorio Castro Rosales**

Director de esta investigación, por la orientación, seguimiento y supervisión continua de la misma, pero sobre todo la motivación y apoyo recibido en el proceso de culminación del trabajo.

### **A la Dra. Martha Elena Fuentes Castillo**

Por su valiosa participación, disposición, tiempo y recomendaciones en la elaboración de este trabajo.

### **MC. Ceyla Antonio Anderson**

Por su importante colaboración en este proceso de investigación, recomendaciones y asesoría para la realización de esta investigación.

### **A la C. Miriam Angélica Ventura Hurtado**

Por la importante aportación a la investigación con el suministro de datos que fueron de gran relevancia para llevarla a cabo.

### **Al Lic. Juan Antonio Jiménez Sosa**

Por el apoyo en la realización de encuestas, que fue uno de los trabajos más arduos del proceso de investigación.

### **A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

Mi Alma Terra Mater, por permitir terminar mi formación profesional, por brindarme la oportunidad de lograr una meta más en la vida y enseñarme que entre sus aulas y pasillos también existía una familia que no me dejaría sola.

## DEDICATORIAS

Antes que nada, quiero agradecer a Dios por haber permitido terminar con esta etapa de mi vida, en ti siempre encontraba la fortaleza y paciencia necesaria para salir adelante.

A mis tan amados padres **José Córdova Gutiérrez** y **Ma. De Jesús Tovar Tovar**, por la confianza y esfuerzos inimaginables que hicieron por conseguir la meta tan anhelada, nunca terminaré de agradecer la enorme herencia que me dejaron, los amo.

A mis hermanos **Claudia, Lorenzo, Ángel** e **Itzel**, sé que no fue fácil pero siempre apoyaron para que yo pudiera estar en la universidad, lo logramos.

A mi pequeño pedacito de corazón, mi motivación de cada día, a ti **David Jacob**, que eres mi orgullo más grande, lo mejor que la vida me ha dado. Este logro es de los dos.

A **Gregoria Gutiérrez Zúñiga, Andrés Rubio Castillo, Canuto Gutiérrez** y **Patricia Zúñiga (†)** esos señores tan especiales que, aunque no me lo decían estuvieron tan pendiente de mí y consintieron tanto cuando regresaba a casa.

A mis compañeros de aventuras, **Sergio, Jessi, Diego, Tera, Mely, Tonny, Fer, Mony, Miguelina, señores Montejo** y todos los que se convirtieron en la familia que siempre estuvo presente en esta etapa de mi vida, gracias por sus consejos, tiempo y compañía, los voy a extrañar.

A ti **Héctor Acosta** por todo lo que vivimos, momentos buenos y malos, sin tu tan importante aparición en mi vida jamás hubiera sido posible haber logrado esto y mucho menos conocer a todas las personas que fueron mis cómplices en tantas cosas, a pesar de todo me hiciste una mejor persona.

Nunca terminaré de agradecerles lo que han hecho por mí, a todos ustedes mi mayor gratitud y admiración.

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue realizar la valoración económica del agua en la ciudad de Saltillo, Coahuila, mediante el Método de Valoración Contingente (MVC). Se aplicaron 340 encuestas en las viviendas de la ciudad. Se identificaron 53 ceros protesta, por lo que el mercado hipotético fue de 287. Se encontró una Disposición a Pagar (DAP) promedio mensual de \$11.97, lo que permitió estimar el valor anual que los habitantes de la ciudad le otorgan al agua, siendo de \$75, 812, 617.44. Adicionalmente se estimó un modelo Probit para identificar los determinantes de la DAP. Se encontró que las variables edad (E), escolaridad (ES), tarifa mensual por el servicio (T), número de personas que conforman el hogar (H) y antigüedad de la casa (A) resultaron significativas, sin embargo solo las primeras tres variables E, ES y T presentaban un efecto positivo con relación a la variable DAP mientras que H y A manifestaron una relación inversa, por otro lado también se estimó un modelo Tobit para encontrar los determinantes de la cantidad que estaban dispuestos a aportar mensualmente, denominada Disposición a Pagar Monetaria (DAPM). En este se encontró que escolaridad (ES), tarifa mensual por el servicio (T), ingreso (I) y estado civil (casado, C) resultaron significativas al 1 por ciento, presentando una relación positiva con la DAPM, a excepción de la variable (C) que presentó relación negativa.

**Palabras clave:** Acuífero Saltillo- Ramos Arizpe, Valoración Económica, Método de Valoración Contingente, Disposición a Pagar.

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>iii</b>
<b>DEDICATORIAS .....</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>v</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>Capítulo I: Marco Teórico y Conceptual .....</b>	<b>10</b>
1.1. El Valor Económico del Medio Ambiente.....	10
1.2. Métodos de Valoración del Medio Ambiente .....	10
1.2.1. Métodos Indirectos. ....	12
1.2.1.1. Método basado en los Costos de Reposición.....	12
1.2.1.2. Método basado en la Función de Producción .....	12
1.2.1.3. Método de Costo de Viaje .....	13
1.2.1.4. Modelos de Utilidad Aleatoria.....	13
1.2.1.5. Método de Precios Hedónicos .....	14
1.2.2. Métodos Directos.....	14
1.2.2.1. Método de Valoración Contingente .....	14
1.3. Evidencia empírica Internacional mediante el Método de Valoración Contingente.....	17
1.4. Aplicación del Método de Valoración Contingente en México .....	19
<b>Capítulo II: Metodología y Datos de la Valoración Económica del Agua en Saltillo ..</b>	<b>22</b>
2.1. Método de Valoración Contingente .....	22
2.2. Descripción de la Región de Estudio .....	23
2.3. Diseño de la Muestra.....	25
2.4. Diseño de la Encuesta.....	26
2.5. Estimación Econométrica .....	27
2.6. Datos.....	29
<b>Capítulo III: Resultados y Discusión.....</b>	<b>35</b>
3.1. Perfil del Encuestado .....	35

3.2. Valoración Económica del Agua .....	38
3.3. Discusión.....	41
<b>Capítulo IV: Conclusión .....</b>	<b>44</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>46</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>48</b>

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Definición de las Variables .....	28
Cuadro 2. Estadística descriptiva de la Disposición a Pagar Monetaria.....	30
Cuadro 3. Estadística Descriptiva de las Variables .....	31
Cuadro 4. Matriz de Correlación .....	32
Cuadro 5. Características del Encuestado .....	36
Cuadro 6. Características de la Vivienda .....	37
Cuadro 7. Estimación del modelo Probit para la Disposición a Pagar .....	39
Cuadro 8. Estimación del modelo Tobit para la Disposición a Pagar Monetaria.....	40

### ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del acuífero Saltillo- Ramos Arizpe .....	24
---	----

### ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Integración por Sexo de la Disposición a Pagar Negativa.....	29
Gráfica 2. Mercado Hipotético Final .....	29
Gráfica 3. Relación entre las variables Disposición a Pagar y Escolaridad .....	33
Gráfica 4. Relación entre las variables Disposición a Pagar e Ingreso Promedio Mensual Familiar .....	34
Gráfica 5. Relación entre las variables Disposición a Pagar y Pago Promedio Mensual por el Servicio .....	34

## INTRODUCCIÓN

La constante migración de las personas hacia áreas urbanas ha ocasionado un problema de suministro de servicios y recursos, uno de los principales es el abastecimiento de agua. De acuerdo con el Consejo Consultivo del Agua, A.C.(2016) el ochenta y un por ciento de la población total se encuentra asentada en localidades urbanas, posicionando a seis entidades como las que concentran mayor población en áreas urbanas; el Distrito Federal, Nuevo León, Chihuahua, Tamaulipas, Baja California y Guanajuato, lugares donde ya existe un alto grado de escasez del agua. Es por ello que este Consejo afirma que la distribución geográfica del agua no coincide con la distribución geográfica de la población.

Gran parte del agua que es utilizada para la distribución potable que satisface las necesidades de toda la población es de origen subterráneo causando la sobreexplotación de los mantos acuíferos, debido a la mala calidad del agua superficial, 44.1 por ciento de esta agua observa calidad buena y excelente, 33.2 por ciento tiene calidad aceptable y el 22.7 por ciento restante se encuentra contaminada en gran medida (Consejo Consultivo del Agua, 2016).

En el país existen 653 acuíferos de los cuales 106 se encuentran en casos de sobreexplotación graves, especialmente los que se encuentran en zonas de producción agrícola y urbana, lo que implica un futuro próximo de agotamiento y contaminación por minerales químicos y naturales que significarían grandes problemas de bienestar y salud pública. Por otro lado, la insuficiencia y falta de capacitación por parte de organismos operadores de sistemas de agua para servicio público que funcionan bajo criterios políticos provoca el desperdicio de más del 40 por ciento del agua por fugas en las redes de abastecimiento y distribución del agua (Comisión Nacional del Agua, 2016).

Dentro de este contexto la ciudad de Saltillo, Coahuila, obtiene prácticamente toda el agua que consume de fuentes subterráneas destacando el acuífero Saltillo-Ramos Arizpe como la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad, sin embargo, existe una sobreexplotación de agua de 20 millones de metros cúbicos, que es más delo que la naturaleza recarga a través de lluvias, por lo que es sumamente necesario controlar su uso y

explotación en los próximos años (Comité Técnico de Aguas Subterráneas Acuífero Saltillo-Ramos Arizpe, 2016).

Es por ello que la presente investigación tiene como finalidad estimar el valor económico y la Disposición a Pagar (DAP) de los habitantes de la localidad mediante el Método de Valoración Contingente (MVC) para la realización de medidas de conservación y mantenimiento del acuífero Saltillo-Ramos Arizpe que abastezca la ciudad de Saltillo, Coahuila. Para llegar a los resultados obtenidos, se realizó una serie de procedimientos descritos en el documento de la siguiente manera.

En el capítulo I se hace mención de lo que es la valoración económica del medio ambiente, seguido de la explicación específica de los métodos más utilizados para la valoración del mismo, posteriormente se hace énfasis en el Método de Valoración Contingente que se utilizó para realizar esta investigación, adicionalmente se hace una reseña de los estudios que se han efectuado en el mundo y en México referente a este tema.

En el capítulo II se da una breve descripción del área de estudio, la ciudad de Saltillo, Coahuila, para tener una referencia del espacio en cuestión, posteriormente se inicia con la explicación de la metodología que se llevó a cabo para desarrollar el MVC, se hace descripción de la muestra, la estructura de la encuesta que se aplicó para la recolección de la información y se presentan los modelos econométricos propuestos para la obtención de los resultados de la investigación. Finalmente se presenta un apartado de datos con el fin de exponer la calidad de los mismos, las fuentes de información utilizadas para la estimación y manejo de los modelos econométricos.

El capítulo III, contiene los resultados y discusión de la investigación, donde se describe el perfil del encuestado, el valor económico del agua y los determinantes de la DAP.

Finalmente, en el capítulo IV se presentan las conclusiones generales de la investigación. Asimismo, se hace mención de algunas sugerencias de cómo este estudio puede ayudar a la implementación de políticas públicas para mejorar el servicio y calidad del agua potable en la ciudad ocasionando una mejora en las condiciones del acuífero Saltillo- Ramos Arizpe.

## **Capítulo I: Marco Teórico y Conceptual**

En el presente capítulo se presenta la importancia de valorar económicamente el medio ambiente, así como los métodos que existen para estimar el valor económico de los activos ambientales que carecen de un mercado donde se pueda establecer los beneficios sociales, cambios de precios y políticas de conservación de los mismos. De igual forma se hace una revisión de literatura de los diferentes estudios que se han llevado a cabo en el mundo y posteriormente en México con la finalidad de enriquecer la investigación.

### **1.1. El Valor Económico del Medio Ambiente**

Desde tiempos remotos, la especie humana se ha organizado para la satisfacción de necesidades desde las más básicas, hasta en cierto punto las más extravagantes, de este modo todas las transacciones que se llevan a cabo en la sociedad, para cumplir este objetivo, son reguladas por un mercado de bienes y servicios, es aquí donde surge el valor de las cosas: los precios. Sin embargo, no todos los bienes y servicios pueden valorarse en este mercado. Activos como los que proporciona el medio ambiente son claro ejemplo de la inexistencia de mercados reales en los que se puedan intercambiar la mayoría de bienes y servicios provenientes de éste (Labandeira *et al*, 2007).

Por ello, la economía ambiental se ha dedicado a proponer métodos y técnicas de valoración económica, con el fin de estimar el valor que la sociedad le otorga a los bienes y servicios derivados del medio ambiente a través de las preferencias de los individuos. Mediante técnicas directas e indirectas se ha logrado establecer una metodología clara y aceptable para medir el valor del medio ambiente, estos métodos se especifican a continuación (Martínez y Roca, 2001).

### **1.2. Métodos de Valoración del Medio Ambiente**

El análisis económico proporciona diversos métodos útiles para la valoración del medio ambiente cuyo objetivo es descubrir la importancia que las personas conceden a las funciones que éste desempeña. Para su análisis y comprensión están divididos en dos grupos.

- 1) Métodos indirectos:** se apoyan en las relaciones que se establecen en las funciones de producción, ya sea de bienes y servicios, de utilidad, entre los bienes o servicios ambientales objeto de valoración, y bienes, servicios o insumos productivos que se adquieren en el mercado. Estas relaciones pueden ser de dos tipos:
- *Relaciones de complementariedad* que se establece cuando el deleite de los bienes ambientales, o de sus servicios, requiere o se ve potenciado por el consumo de bienes privados. Por ejemplo, para disfrutar de la observación de las tortugas galápagos en su medio natural, se necesita un pasaje aéreo o marítimo. El método de precios hedónicos y el método del costo de viaje se apoyan en este tipo de relaciones.
  - *Relación de sustituibilidad* que aparecen cuando los bienes ambientales entran en la función de producción de bienes y servicios, o de utilidad, junto con otros insumos que pueden ser adquiridos en el mercado y que podrían reemplazarlos en estas funciones. Por ejemplo: el agua que proporciona un río con una determinada calidad, y que utiliza una empresa de abastecimiento urbano, puede ser tratada con una serie de técnicas de depuración (que tiene un costo que viene dado, al menos parcialmente por el mercado), cuando por las razones que sean su calidad se deteriora. El método de costos de reposición y los métodos basados en la función de producción se basan en este tipo de relaciones (Azqueta *et al*, 2007).
- 2) Métodos directos:** se puede aplicar cuando no se cuenta con información acerca del activo a valorar. Crea mercados hipotéticos, a través de encuestas, para los bienes ambientales que se desean valorar, de esta forma se construye directamente la información permitiendo estimar una función de demanda para cualquier bien o servicio ambiental (Uribe *et al*, 2003).

A continuación, se describen puntualmente cada uno de los métodos que constituyen estos grupos.

### **1.2.1. Métodos Indirectos.**

#### **1.2.1.1. Método basado en los Costos de Reposición**

Consiste en calcular los costos necesarios para reponer a su estado original todos aquellos activos afectados negativamente por un cambio en la calidad de un recurso natural o ambiental. Este método suele ser preferido en la normativa relativa a la Declaración de Impacto Ambiental. Sin embargo, desde el punto de vista de la eficiencia, deja algo que desear ya que no permite a los afectados elegir su combinación preferida de atributos ambientales y bienes privados.

Los costos de reposición indican el esfuerzo necesario para recuperar el valor integral de un bien que se había perdido: la sociedad recupera el valor íntegro del activo que se había visto perjudicado por la pérdida de la calidad ambiental. La actividad responsable del deterioro ambiental generó una pérdida de valor económico que se podría medir analizando el costo de las inversiones necesarias para neutralizarla. De esta manera, cuando los costos de reposición dejan las cosas exactamente como estaban, devuelven al activo afectado su valor original.

Por otro lado, cuando el mercado no ofrece posibilidad de que cada persona esté disfrutando de los bienes con la combinación exacta de características que deseaba, hacer frente a los costos de reposición puede generar respuestas inadecuadas, es decir, que no cumplen con el objetivo de resolver el problema y por ello no se tendría una valoración correcta del objeto de estudio (Azqueta *et al*, 2007).

#### **1.2.1.2. Método basado en la Función de Producción**

Este método es algo similar al de los costos de reposición, sin embargo, en este caso se permite que la persona o empresa afectada reaccione libremente ante el cambio producido, es decir, el bien ambiental forma parte de una determinada función de producción, donde el analista observa la relación de los afectados ante un cambio en este último. Puede presentarse en dos contextos distintos:

➤ *Función de bienes y servicios.* Donde el aire o el agua aparecen como insumos en la función de producción de múltiples bienes. Por ejemplo, la productividad de la tierra agrícola depende de la calidad del aire que se encuentra sobre ella. Una

concentración excesiva de ozono troposférico<sup>1</sup> puede ocasionar severos daños en la cosecha.

- *Función de producción de utilidad.* La calidad del agua no solo entra directamente en la función de utilidad de una persona, sino que también influye en otros elementos que forman parte de su bienestar, la salud. Supongamos que las autoridades sanitarias lanzaran un programa para la fluoración del agua para combatir las incidencias de caries en la población infantil, de esta forma la función de producción de salud se vería afectada positivamente pues el bienestar de las personas beneficiadas incrementaría con esta acción (Azqueta *et al*, 2007).

#### **1.2.1.3. Método de Costo de Viaje**

Se utiliza para averiguar el valor monetario de espacios naturales utilizados con fines recreativos, este método intenta estimar el valor económico de estos espacios mediante los gastos de viaje, como su nombre lo señala, en los que incurre el visitante para llegar hasta ese lugar y también mediante el número de visitas con el objetivo de deducir una función de demanda que permita analizar e incluir todas las variables deseadas con la única limitante de la información disponible (Martínez y Roca, 2001).

#### **1.2.1.4. Modelos de Utilidad Aleatoria**

Estos modelos tratan de dar a conocer cuáles son las características que resultan más atractivas para cada tipo de visitante al momento de tomar la decisión de ir algún sitio turístico o recreativo, de forma que pueda adoptarse una política turística adecuada a la opinión de cada persona. En este sentido, sería de gran utilidad conocer los motivos por los cuales visita ese lugar, qué peso tuvo cada uno de dichos motivos o atributos que tiene el espacio natural en la decisión final de visitarlo, así como la probabilidad de volver al lugar en caso de que cambiara la cantidad o calidad de alguno de los atributos.

Existen dos enfoques básicos para llevar a cabo dichos modelos:

---

<sup>1</sup> Gas incoloro altamente irritante, creado por reacciones fotoquímicas entre los óxidos de nitrógeno y los compuestos orgánicos volátiles producidos en buena medida por la quema de combustible, vapores de gasolina y solventes químicos.

- 1) Se basa en la descripción detallada del producto para el que desean realizarse las predicciones de demanda, por ejemplo, una playa. En dicho caso, el énfasis de la fase de diseño del estudio debe recaer precisamente sobre la descripción precisa del bien en cuestión sobre el que se quiere estimar la demanda potencial.
- 2) El bien de interés se percibe únicamente como uno entre otros muchos, que difieren en la posición que ocupa en la estructura de preferencias de las personas, en función de una serie de rasgos clave (atributos) del activo de esta playa dentro de un conjunto más amplio de posibilidades vacacionales. Aquí el énfasis de la fase de diseño está en definir cuidadosamente características de los activos para desarrollar una descripción de la oferta en su conjunto sobre la que las personas puedan revelar sus preferencias. En esta segunda aproximación pueden distinguirse, a su vez, dos variantes: se pueden mostrar todas las descripciones de activos de una vez (análisis conjunto); o se pueden presentar conjuntos de opciones excluyentes (análisis experimental de elección) (Azqueta *et al*, 2007).

#### **1.2.1.5. Método de Precios Hedónicos**

Según Uribe (2003), este método se vale de la asociación que existe entre bienes comerciables, por ejemplo: los bienes inmuebles, con los activos ambientales que carecen de un precio de mercado para encontrar el valor económico de ellos. Identifica cada atributo, la importancia de cada uno y también el impacto que podría tener un cambio de estos atributos en el precio del bien en cuestión. Por lo tanto esta metodología permite valorar económicamente atributos como calidad ambiental, presencia de parques o cuerpos de agua relacionados con un bien. Para ejemplificar, suponemos que se cuenta con dos inmuebles disponibles en el mercado (casas) con las mismas características, excepto por la cercanía de un área verde en una de ellas (bosque), el valor económico de esta casa por la presencia del atributo área verde se deduciría por la diferencia de precios.

#### **1.2.2. Métodos Directos.**

##### **1.2.2.1. Método de Valoración Contingente**

Este método obtiene directamente, mediante encuestas, la valoración monetaria del individuo en un contexto representado por un mercado hipotético en el que el entrevistado tiene que manifestar su máxima DAP o su mínima disposición a ser compensado (DAC)

ante una potencial medida o cambio que altere la situación actual del bien público que se está analizando. El punto de partida del método son las encuestas, que pueden ser estructuradas en tres bloques:

- *Primer bloque*, contiene información relevante sobre el objeto de valoración.
- *Segundo bloque*, se dirige a intentar averiguar la disposición a pagar(o en su caso la compensación exigida) de la persona por el mismo.
- *Tercer bloque*, indaga sobre algunas de sus características socioeconómicas más relevantes, de acuerdo al problema objeto de estudio (ingreso, edad, estado civil, nivel de estudios, etc.).

Las entrevistas pueden ser aplicadas de tres maneras; entrevistas personales, telefónicas o enviarlas por correo, sin embargo, pueden presentarse algunos inconvenientes en la aplicación mediante correo o teléfono, por ejemplo, la poca respuesta de los entrevistados o sesgo que propicie la no representatividad de la muestra, es por ello que una de las mejores formas de aplicar la encuesta es de manera personal. Asimismo, existen diversas formas de plantear las preguntas que permitirán obtener la información necesaria para la valoración:

- *Formato abierto*. En este caso, el entrevistador simplemente espera la respuesta a la pregunta formulada, aunque esta pregunta puede generar un elevado número de no-respuestas debido al desconocimiento del tema que se pregunte o por razones de confiabilidad que no permita responder alguna pregunta tan directa, por ejemplo, el nivel de ingreso.
- *Formato subasta (biddinggames)*. Para evitar el problema anterior se utiliza una segunda posibilidad que consiste en que el entrevistador adelanta una cifra y pregunta al entrevistado si estaría dispuesto a pagar esa cifra o no, este proceso se repite hasta que el entrevistado finalmente se queda con una cantidad.
- *Formato binario o dicotómico*. Consiste en plantear una pregunta sobre la disposición a pagar (DAP) en forma binaria, por ejemplo, ¿pagaría usted tanto por...? ¿sí o no?, de esa respuesta se pueden analizar las respuestas positivas o negativas para cada precio y mediante una transformación Logit o Probit se realiza la estimación econométrica correspondiente a la DAP de la población por el cambio analizado (la curva de demanda implícita).

Otro aspecto importante que se debe considerar a la hora del análisis de los datos obtenidos es la conocida como *respuesta-protesta*, las personas que no están de acuerdo con el planteamiento de la DAP por parte de ellos, no porque no les interese la valoración del recurso, más bien porque consideran que no es derecho u obligación de ellos hacerlo, si no del gobierno (si el bien que se está valorando es sobre el cuidado del agua, bosque u otro activo público a cargo del gobierno). Por ello es fundamental intentar descubrir la causa de esta respuesta presentando múltiples posibilidades que permitan conocer la causa de la negativa. Por ello se debe separar los que están dispuestos a pagar de los que no (se otorga “cero” a esa respuesta), para evitar tomar en cuenta las respuestas-protesta en el análisis de la DAP como si fueran respuesta afirmativas, lo que propiciaría distorsiones en el análisis final de los datos (Azqueta *et al*, 2007).

Sin embargo, este método no está exento de limitantes, según Azqueta *et al*, (2007) los principales problemas del Método de Valoración Contingente derivan básicamente de la posibilidad de que la respuesta ofrecida por el entrevistado no refleje la verdadera valoración que le confiere al recurso analizado. Se trata de evitar que la respuesta esté *sesgada* por algún motivo, que impida obtener la disposición a pagar real. Los posibles *sesgos* son los siguientes:

- Sesgo originado en el *punto de partida*. Este sesgo aparece cuando la primera cantidad sugerida, en el formato de subasta, condiciona la respuesta final; la persona ofrece una respuesta cercana a ella, para acortar el tiempo de la entrevista.
- *Sesgo del medio o vehículo de pago*. Las personas no son indiferentes a los diferentes medios de pago y el que solo se pueda ofrecer una opción en la encuesta puede condicionar la valoración del bien en cuestión: es posible que la DAP por el mantenimiento de un parque no sea la misma cuando se solicita una contribución para un fondo de conservación que cuando se planea cobrar a la entrada del mismo.
- *Sesgo del entrevistador o sesgo de complacencia*. En ocasiones el encuestado tiende a exagerar su DAP por mejorar el medio ambiente, por temor a parecer egoísta e inconsciente de los daños al mismo, por simpatía a la organización promotora o simplemente por caerle bien al encuestador.

- *Sesgo de orden.* Este sesgo aparece cuando se valoran simultáneamente varios bienes, y la valoración de cada uno de ellos es función del puesto que ocupa en la secuencia de la presentación, es decir, la DAP por un determinado bien es mayor cuando éste aparece en los primeros lugares de la secuencia, y menor si aparece en los últimos.
- *Sesgo de información.* Al momento de llevar a cabo la encuesta sobre un determinado activo ambiental, se da por hecho que las personas están informadas de la problemática, el cambio propuesto y las características de lo que se pretende hacer con la información que se está recabando, por lo que puede alterar la DAP de las personas.
- *Sesgo de la hipótesis.* Este problema parte de que cómo se está manejando la información de manera hipotética dada la situación que se maneja, no existe ningún incentivo para que la persona proporcione una respuesta correcta sobre la DAP.
- *Sesgo estratégico.* La persona puede recibir un incentivo para participar en la experiencia con interés, sin embargo, al presentarse esta cuestión la respuesta puede no ser honesta, sino estratégica.

### **1.3. Evidencia empírica Internacional mediante el Método de Valoración Contingente**

Contemplando la popularidad del método, puesto que se le ha confiado como una metodología apropiada para evaluar beneficios y prejuicios ambientales, a continuación, se presentan algunos estudios de valoración económica que se han llevado a cabo utilizando el MVC en otros países y posteriormente en México, esto con la finalidad de obtener un panorama más claro de los alcances que puede tener el mismo y poder enriquecer, con algunos otros análisis, la investigación que aquí se presenta.

Rojas *et al.*,(2001) presentan la valoración económica para evaluar la viabilidad financiera de los proyectos de tratamiento de aguas residuales en zonas rurales, específicamente manejan el caso de Ceylan, localidad de Valle de Cauca, Colombia, mediante el MVC estimaron la DAP por el beneficio de inversiones en tratamiento de aguas residuales, para ello se tomó una muestra de 112 encuestas y mediante un modelo Logit se estimó la DAP del servicio, el cual estaba en función de las variables jefe de hogar (variable de tipo

dicotómico, donde tomaba valores de 1 si era jefe de hogar y 0 si no lo era, de ser afirmativa la respuesta se procedía a averiguar características como edad, sexo, nivel educativo, número de años de estudio y ocupación del encuestado), variables socioeconómicas y percepción de ingresos. La conclusión de esta investigación afirma que la DAP es un buen mecanismo para facilitar las políticas tarifarias más acordes al nivel de ingreso, calidad del servicio y demanda de los usuarios.

De igual forma, en Guatemala, Martínez y Dimas, (2007) llevan a cabo un estudio de valoración económica para estimar la DAP por la protección de la subcuenca del río Teculután, para ello se toma una muestra de 160 familias. La encuesta aplicada fue de tipo dicotómica, lo cual permitía minimizar los sesgos posibles y estaba compuesta por tres segmentos: (1) exponía el uso que los entrevistados le daban al agua y calidad con la que la recibían; (2) preguntaba la DAP por la protección de la subcuenca y la forma de pago más conveniente (3) recogía información socioeconómica que podría inferir en la DAP de las familias. Mediante un modelo Logit se obtuvieron los resultados de esta investigación que arrojó una DAP afirmativa de los habitantes cuyo valor estaba entre los 26.30 quetzales por familia al mes (igual a 3.46 dólares por familia al mes), las variables de tipo socioeconómicas tales como educación, tamaño de familia y sexo no influyeron en la DAP final.

En el caso de Costa Rica se realizó una investigación para el análisis económico y el proceso de toma de decisiones en los proyectos de desarrollo valiéndose del MVC, específicamente en las ciudades de Jacó y Puntarenas en la costa Pacífico, estimando la DAP de los hogares por mejoras en la calidad del agua superficial y de pozos en zonas costeras. Obteniendo que la DAP para Jacó varía entre 3,085-4,789 colones por mes dependiendo de los supuestos estadísticos utilizados, mientras que para Puntarenas varía entre 2,347-6,617 colones por mes (Barton, 1999).

Por su parte Merayo (1999), busca aproximar el valor económico total del agua potable para uso doméstico producido en la cuenca del Río en Medio, Costa Rica. La investigación determina la DAP de los usuarios del agua potable por un mejoramiento en la calidad de la misma a través del MVC. Se determinó que la media de la DAP por familia es de 425 colones (1.49 dólares) adicionales a la tarifa que actualmente pagan. Al aproximar el costo

real del agua se determinó que la tarifa actual debe estar constituida por los costos de producción de agua (0.116 dólares/m<sup>3</sup>), de mantenimiento de la producción (0.963 dólares/m<sup>3</sup>), de limpieza (0.2172 dólares/m<sup>3</sup>), y fondo de reserva (0.0341 dólares/m<sup>3</sup>), todo lo anterior aunado a la tarifa actual (0.2446 dólares/m<sup>3</sup>) lo que representa un costo total de (0.6282 dólares/m<sup>3</sup>) para que exista una sostenibilidad financiera y ambiental del recurso hídrico en la zona de estudio.

Finalmente, en Venezuela Peña *et al.*(2004) estimaron el valor económico del beneficio generado por el servicio ambiental proveniente de los bosques y vegetación de las microcuencas de Las Quebradas, Montalban, Portuguesa y La Fría, que abastecen del recurso agua en cantidad y calidad al área urbana de municipio de Campo Elías. Para ello se aplicaron 499 encuestas al 95 por ciento de confiabilidad y formato dicotómico para minimizar todos los sesgos posibles. Los resultados finales muestran una DAP positiva de 47.8 por ciento y un 52.2 por ciento de DAP negativa (50.2 por ciento debido a razones económicas y el 2 por ciento restante respondieron que era responsabilidad del gobierno “ceros protesta”), del total de entrevistados 51.8 por ciento eran mujeres, de las cuales 23.3 por ciento no estaban dispuestas a pagar por la conservación de los recursos y mejora en la calidad el agua que recibían; el 24.9 por ciento eran hombres donde se observó que este segmento de la población tenían mayor DAP. Asimismo, se infirió que el método de pago de la cuota correspondiente que preferían los habitantes era mediante una ONG con un 27 por ciento de preferencia, seguido de la empresa responsable del agua y alcantarillado con un 14 por ciento y el porcentaje restante atribuía al ayuntamiento esta responsabilidad.

#### **1.4. Aplicación del Método de Valoración Contingente en México**

Los estudios que se han realizado en México utilizando el Método de Valoración Contingente sirvieron como herramientas para la conservación y recuperación de diversos recursos entre ellos el agua.

Resultados de investigaciones como el que se llevó a cabo en Aguascalientes proporcionaron información sobre la valoración económica del agua potable que servía de referencia para el diseño e implementación de políticas públicas para el mejoramiento del servicio del agua y la conservación del acuífero que suministra dicho recurso. Mediante este método y un modelo Logit se estimó la DAP que tienen los hogares por el servicio de

agua potable, la muestra total utilizada fue de 438 encuestas dividida en tres segmentos; el primero tenía la finalidad de conocer la DAP de los hogares mediante el cuestionamiento en forma dicotómica de este aspecto, el segundo mostraba la percepción de servicio y suministro de agua por parte de la entidad responsable y el tercero recopilaba aspectos socioeconómicos del encuestado, los resultados finales mostraron una mayor DAP por parte de las mujeres y de los hogares con menor ingreso, además de que la variable edad tuvo mayor inferencia con respecto a la valoración ambiental, los entrevistados más jóvenes mostraban mayor conciencia del cuidado ambiental, y por ende una mayor DAP por la conservación del mismo(González y Leal, 2016).

Otro caso particular es el de Brunnett *et al.* (2010), cuyo objetivo era estimar la DAP de los usuarios de agua potable por la conservación de los recursos hídricos del Nevado de Toluca, para ello se levantaron 384 encuestas distribuidas en tres colonias de esta ciudad, la entrevista estaba seccionada en dos partes: la primera tenía como objetivo familiarizar al encuestado con el problema de los recursos hídricos en este lugar y la segunda preguntaba la DAP de los usuarios por la conservación de los mismos. Finalmente se obtuvo un DAP de \$35.00 mensuales.

De la misma forma Sanjurjo(2006), llevó a cabo una investigación para estimar la DAP por la conservación del ecosistema de los humedales del delta del Río Colorado, los resultados obtenidos mostraron un aumento en el bienestar social de 38.78 millones de pesos al año, comparando este beneficio con el de las Organizaciones no Gubernamentales, en la zona se encontró una razón costo-beneficio de 2.28 pesos, este comparativo muestra que es más rentable y benéfico, en relación a la conservación del recurso, permitir el paso del agua a la desembocadura del río que detenerla en presas para sostener actividades agrícolas.

Finalmente, Avilés *et al.*(2010), realiza un estudio para la estimación de la DAP de los hogares de La Paz, B.C.S. con la finalidad de valorar económicamente el servicio hidrológico que provee el acuífero de La Paz. Para ello se realizaron 600 encuestas en los hogares de la ciudad, estas encuestas tenían formato de tipo dicotómico lo que permitía conocer aspectos socioeconómicos de los usuarios y la DAP de los mismos. Mediante un modelo Probit y Tobit se demostró que el consumo de agua diaria ( $\text{cm}^3\text{d}$ ) determina la disponibilidad a pagar, en el sentido de que el incremento en consumo de agua diario

representa una disminución en la disponibilidad a pagar de los hogares. Así como los hogares con tandeo (solo cuentan con el servicio de agua ciertos días u horas), manifestaron mayor DAP que los que cuentan con un servicio diario y continuo.

De esta forma, se encontró que el estudio llevado a cabo por Avilés *et al.*, (2010), está más relacionado con la investigación que se realizará en el presente trabajo, cuyo principal objetivo es estimar al DAP de los habitantes para la realización de acciones de conservación y mantenimiento del acuífero que abastece a la ciudad de Saltillo Coahuila, así como la identificación de los principales determinantes (variables) de dicha DAP, todo esto mediante la aplicación de los modelos econométricos Probit y Tobit.

## **Capítulo II: Metodología y Datos de la Valoración Económica del Agua en Saltillo**

La presente investigación pretende valorar económicamente el agua en la ciudad de Saltillo, utilizando el Método de Valoración Contingente, mediante encuestas directas que permitirán estimar la Disposición a Pagar que tienen las familias de la entidad para tomar medidas de conservación de los mantos acuíferos, de igual manera. Para ello se hace una descripción del área de estudio y ubicación geográfica del recurso en cuestión para tener un panorama de la situación actual del recurso. De igual forma, se proponen una serie de procedimientos, estimaciones econométricas y presentación de un apartado de datos con el objetivo de exponer la consistencia y calidad de la información recabada para la estimación de los modelos que se plantean. Dicha estructura se explicará en los siguientes apartados.

### **2.1.Método de Valoración Contingente**

Como ya se mencionó en el capítulo anterior, existen diversos métodos para la valoración económica de un bien ambiental, sin embargo, el método que se utilizará en la presente investigación será el Método de Valoración Contingente el cual consiste en cuestionar directamente a las familias la Disposición a Pagar (DAP) por cambios en los precios, cantidades o cualidades de los recursos naturales.

Existe amplia evidencia de que este método es uno de los mejores para la valoración económica de aquellos bienes y servicios que carecen de un mercado. En 1979, el WaterResource Council de los Estados Unidos incluyó el método dentro de los tres recomendados para valorar determinados beneficios de las inversiones públicas y en 1986 se le reconoció como un método apropiado para medir beneficios (y perjuicios) en el marco de la ComprehensiveEnvironmental Response, Compensation and LiabilityAct<sup>2</sup> lo cual consolidó su respetabilidad, propiciando la realización de diversas investigaciones basadas en este método (Azqueta *et al*, 2007).

---

<sup>2</sup> Respuesta Ambiental, Ley de Compensación y Responsabilidad, también conocido como “Superfund”, está dirigido a la limpieza de sitios contaminados con residuos peligrosos, y evitar la contaminación futura de sitios, mediante la asignación de la responsabilidad de las partes involucradas. La responsabilidad obliga a las partes a pagar por la limpieza de los sitios.

## **2.2.Descripción de la Región de Estudio**

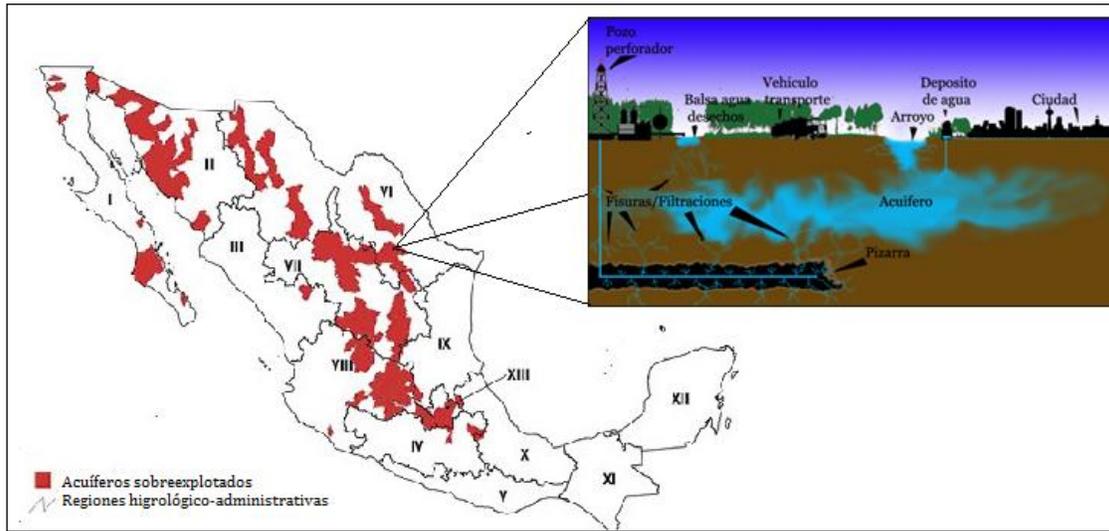
El municipio de Saltillo se encuentra localizado en el sureste del estado de Coahuila, a una altura de 1,600 msnm, con una población total de 807, 537 habitantes, según el INEGI(2016), tiene una superficie de 5,652.98 km<sup>2</sup> que representan el 3.72 por ciento del total de la superficie del Estado; el clima del municipio es seco semicálido, la temperatura media anual es de 14 a 18 °C y la precipitación media anual es de 326.8 mm, muy por debajo de la media nacional que asciende a 773.5 mm en promedio anual (Sistema Meteorológico Nacional, 2016).

Debido a las condiciones adversas del clima caracterizado por pocas precipitaciones, el municipio no cuenta con agua superficial, por ello la única fuente de abastecimiento de agua que tiene para satisfacer sus necesidades es la que se obtiene del acuífero subterráneo Saltillo-Ramos Arizpe, sin embargo, los fenómenos como la severa sequía han propiciado la sobreexplotación de este cuerpo de agua debido a que se está extrayendo más recurso del que se alcanza a recargar de manera natural (Comité Técnico de Aguas Subterráneas Acuífero Saltillo-Ramos Arizpe, 2016).

El acuífero Saltillo-Ramos Arizpe, con clave 0510 pertenece al organismo de Cuenca VI Rio Bravo abarca una superficie de 1, 460 km<sup>2</sup>, está ubicado en el sureste del Estado, en el territorio que queda comprendido en los municipios de Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga, para mantener los niveles de los acuíferos la extracción máxima anual es de 46.7 hectómetros cúbicos, mientras que en la práctica, en el año 2015, la sustracción fue de 46 hectómetros, es decir, muy cerca del punto exacto de equilibrio; los habitantes de Saltillo consumen en promedio para sus distintas necesidades 105 litros de agua diariamente, lo que sobrepasa lo recomendado por la Organización de las Naciones Unidas que sugiere la utilización de entre 50 y 100 litros por día (Comité Técnico de Aguas Subterráneas Acuífero Saltillo-Ramos Arizpe, 2016).

La población de esta ciudad consume en promedio 50 hectómetros al año y con el ritmo de crecimiento de la capital, para el 2030 lo requerido podría ascender a los 74 hectómetros, es decir, 74 mil millones de litros de agua. Esto genera que los indicadores de la ciudad estén en el nivel máximo de consumo (Comisión Nacional del Agua, 2016).

**Figura 1. Ubicación del acuífero Saltillo-Ramos Arizpe**



Fuente: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Adicionalmente, el territorio del acuífero se encuentra parcialmente vedado y sujeto a las disposiciones de cuatro decretos de veda, publicados en el Diario Oficial de la Federación (DOF):

- 1) “Decreto que establece veda por tiempo indefinido, para la excavacion de norias y galerias filtrantes y la perforación de pozos, para el aprovechamiento de aguas subterráneas, en la zona que circunda los manantiales de Guanajuato, en Ramos Arizpe, Coahuila”, establecido desde el 10 de marzo de 1951.
- 2) “Decreto que amplia la zona vedada para nuevos alumbramientos de agua del subsuelo, en Ramos Arizpe”, presentado el 08 de octubre de 1951.
- 3) “Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsueloen los terrenos de Saltillo, Coahuila, en la zona que el mismo delimita” establecido el 07 de febrero de 1952.
- 4) “Decreto por el que se establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas subterranas, de la zona no vedada en el artículo publicado el 07 de febrero de 1952, en el área que ocupa el municipio de Saltillo, Coahuila, y se

declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en dicha zona” publicado el 25 de abril de 1979 (Secretaría de Gobierno, 2013).

Cabe mencionar los dos primeros decretos establecen veda tipo I, en la que no es posible aumentar las extracciones sin peligro de agotar peligrosamente mantos acuíferos; por otro lado, los dos últimos decretos de veda son de tipo II, en la que la capacidad de los mantos acuíferos solo permite extracciones para usos domésticos.

### 2.3. Diseño de la Muestra

El mejor resultado para este estudio sería evaluar toda la población, sin embargo, esto representaría elevados costos y gran cantidad de tiempo para llegar a los resultados finales, por ello se estimó una muestra poblacional representativa donde la población objetivo será la población mayor de 18 años de la ciudad de Saltillo (527,796 habitantes).

Para la determinación de dicha muestra se procedió de acuerdo con la siguiente fórmula, (Suarez y Tapia, 2011):

$$n = \frac{z^2 \sigma^2 N}{e^2 (N-1) + z^2 \sigma^2} \quad (1)$$

Donde:

$n$  = Muestra

$N$  = Población total (527, 796)<sup>3</sup>

$Z$  = Valor obtenido mediante niveles de confianza (1.96)

$\sigma$  = Desviación estándar de la población (0.5)

$e$  = Límite aceptable del error muestral (0.05)

Sustituyendo en la fórmula:

$$n = \frac{1.96^2 0.5^2 527796}{0.05^2 (527796 - 1) + 1.96^2 0.5^2} \quad (2)$$

---

<sup>3</sup>Se determinó a través del Instituto Nacional de Geografía y Estadística (2016).

Resolviendo:

$$n = \frac{506,895.28}{1,320.45} \quad (3)$$

$$n = 383.88 \quad (4)$$

Redondeando el resultado, obtenemos un total de 384 encuestas, las cuales tuvieron que ser recortadas a 340 por la factibilidad de aplicación. Estas encuestas se aplicaron de forma aleatoria en 112 colonias que forman parte de la ciudad.

#### **2.4.Diseño de la Encuesta**

Para minimizar lo más posible los sesgos mencionados anteriormente, la encuesta final aplicada fue de tipo dicotómico (específicamente en la pregunta DAP). Consta de 32 preguntas (ver Anexo 1), divididas en tres elementos descritos a continuación:

- 1) Información socioeconómica, este elemento recoge información como edad, sexo, ocupación, ingresos, entre otros aspectos que permitan identificar el perfil de las personas.
- 2) Información sobre la vivienda, esta parte tiene como objetivo contribuir con el diseño del perfil de la vivienda preguntando características como número de habitaciones, antigüedad de la casa, entre otras.
- 3) En este apartado se recoge información sobre la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable que proporciona Aguas de Saltillo, el método de pago del servicio, el conocimiento de la situación del acuífero que abastece el agua, la DAP para tomar acciones para la conservación de dicho acuífero así como las personas que no consideran que deberían pagar algo ya que estas acciones son obligación del gobierno, para cuestiones de análisis de datos estos últimos se denominarán “ceros protesta”.

Con el objetivo de validar la encuesta, se llevó a cabo una prueba piloto, donde se mostró no haber ningún inconveniente con la estructura de las preguntas de la misma.

## 2.5. Estimación Econométrica

Como se menciona en capítulos anteriores, el método que se utilizará para la presente investigación será el método de Valoración Contingente que permite conocer la DAP de los habitantes de Saltillo, esta variable puede tomar dos valores, 1 si está dispuesto a pagar y 0 si no está dispuesto a pagar, también es conocida como variable dicotómica. Para explicar comportamientos de esta clase, es preciso utilizar una Función de Distribución Acumulativa (FDA), existen diferentes modelos como el Logit y Probit, que permiten estimar la probabilidad de este tipo de variables (Gujarati y Porter, 2010).

Para ello se plantea estimar los dos modelos, pues solo comparando los resultados de ambos se podrá determinar cuál es el que mejor se ajusta al análisis de la investigación, de esta manera se plantea la siguiente función para el modelo Logit y Probit:

$$DAP = \beta_0 + \beta_1 E + \beta_2 S + \beta_3 ES + \beta_4 I + \beta_5 V + \beta_6 H + \beta_7 P + \beta_8 J + \beta_9 A + \beta_{10} G + \beta_{11} T + \beta_{12} C \quad (5)$$

De igual forma, se pretende utilizar un modelo Tobit para complementar el análisis, puesto que este modelo permite conocer la Disposición a Pagar Monetaria (DAPM, cantidad en pesos promedio) que los habitantes de la ciudad están dispuestos a pagar y al mismo tiempo se pueden identificar los principales determinantes de esta disposición (Greene, 1998), por lo cual la función se expresa como:

$$DAPM = \alpha_0 + \alpha_1 E + \alpha_2 S + \alpha_3 ES + \alpha_4 I + \alpha_5 V + \alpha_6 H + \alpha_7 P + \alpha_8 J + \alpha_9 A + \alpha_{10} G + \alpha_{11} T + \alpha_{12} C \quad (6)$$

A continuación, se muestra la descripción de cada una de las variables que se incluirán en los modelos que se plantean.

**Cuadro 1. Definición de las Variables**

<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Descripción de la variable</b>
DAP	Disposición a Pagar	Variable dependiente dicotómica, utilizada para estimar los modelos Probit y Logit, indica la disposición a pagar del entrevistado, frente a la pregunta 13. Toma valor de 1 si la respuesta es positiva y 0 si es negativa.
DAPM	Disposición a Pagar Monetaria	Variable dependiente continua, utilizada en el modelo Tobit, indica la cantidad mensual en pesos que está dispuesto a pagar el entrevistado, frente a la pregunta 14.
E	Escolaridad	Variable categórica que muestra la escolaridad del entrevistado. Toma valor de 1 sin estudios, 2 primaria, 3 secundaria, 4 preparatoria, 5 licenciatura y 6 posgrado. Se espera que la relación de esta variable con la dependiente sea de tipo positiva, es decir, a mayor grado de escolaridad mayor disposición a pagar tendrá el encuestado.
S	Sexo	Variable binaria que muestra el género del encuestado, toma valor de 1 para mujer y 0 para hombre. Se espera que se presente una relación positiva.
I	Ingreso Familiar Promedio Mensual	Variable continua que muestra el ingreso Promedio Mensual Familiar del encuestado. La relación esperada de esta variable con la dependiente se espera sea positiva, pues según la teoría económica, a mayor ingreso mayor disposición a pagar.
V	Vivienda	Variable binaria que indica el tipo de vivienda del encuestado, 1 si es propia y 0 si es rentada. Para esta variable no existe evidencia empírica de la relación que pueda existir con la DAP, sin embargo, se espera que tengan una relación directa.
H	Número de habitaciones	Variable continua que muestra el número de habitaciones que conforman la vivienda del encuestado, sin incluir el baño. La relación de estas variables se espera sea directa, puesto que a mayor número de habitaciones mayor DAP tendrá el encuestado.
P	Número de personas que habitan el hogar	Variable continua que indica el número de personas que habitan en la vivienda del encuestado. La relación de estas variables se espera sea positiva, puesto que a mayor sea el número de integrantes en el hogar, se tendrá mayor ingreso y por lo tanto mayor DAP.
J	Jardín	Variable dicotómica que indica si el encuestado tiene jardín o alguna área verde en su vivienda. Se espera que la relación de estas variables sea positiva, pues si el encuestado tiene jardín mayor será la DAP.
A	Antigüedad de la casa	Variable continua que representa la antigüedad, en años, de la vivienda del encuestado. Se espera una relación positiva.
G	Almacenamiento de agua	Variable dicotómica, que muestra la relación que pudiese existir entre las personas que están dispuestas a pagar y por ende algún patrón de conducta, toma valor de 1 si el encuestado almacena agua y cero si sucede lo contrario, no se tiene evidencia empírica de la relación que se pudiese presentar con la variable dependiente, por lo que se prestará atención a la hora de estimar los modelos.
T	Pago promedio por el servicio de agua	Variable continua que indica el pago promedio mensual que paga el entrevistado por el servicio de agua. Se espera una relación positiva.
C	Estado civil	Variable dicotómica que indica el estado civil de encuestado, toma 1 si es casado y 0 para cualquier otra situación. Cabe señalar que no existe evidencia empírica a cerca del comportamiento de esta variable, sin embargo se prestará especial atención a la hora de estimar los modelos.

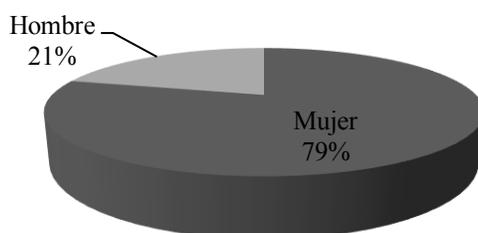
Fuente: elaboración propia.

## 2.6.Datos

A continuación, se presentan los datos estadísticos de la información obtenida de manera directa a través de las encuestas, con el fin de verificar la calidad y consistencia de los mismos, para posteriormente llevar a cabo las estimaciones econométricas planteadas en el apartado anterior mediante el programa Gretl.

Fueron 340 el total de encuestas realizadas, distribuidas aleatoriamente en la ciudad. Dentro de la muestra se encontraron 53 ceros protesta (personas que mostraron una DAP negativa debido a que piensan que medidas de conservación y mejoramiento de este tipo de áreas deben ser responsabilidad del gobierno), de las cuales el 79% fueron mujeres y el 21% restante hombres (ver Gráfica 1).

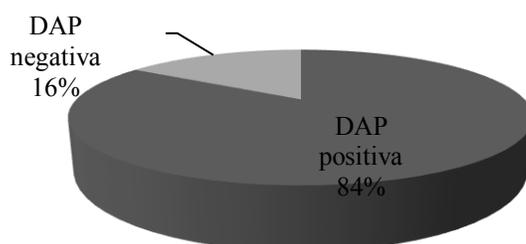
**Gráfica1. Integración por Sexo de la Disposición a Pagar Negativa**



Fuente: elaboración propia.

Por ello, el mercado hipotético final fue de 287 individuos lo que representa un 84% de la muestra final (Gráfico 2).

**Gráfica2. Mercado Hipotético Final**



Fuente: elaboración propia.

Se encontró que casi un 90 por ciento de los entrevistados tuvieron una DAP positiva, siendo el sexo femenino (62 por ciento) quienes mostraron mayor disposición de pago, en este sentido se pretende identificar las variables que influyen en esta respuesta.

En el cuadro 2 se presenta la descripción de la DAPM donde el promedio final fue de \$11.98 pesos mensuales, contrario a lo que ocurre con la DAP en este caso los hombres muestran mayor DAPM (\$12.02 pesos) que las mujeres (\$11.94 pesos). De igual forma, se estimará el modelo Tobit para identificar los principales factores que influyen en el comportamiento de esta variable.

**Cuadro 2. Estadística descriptiva de la Disposición a Pagar Monetaria**

<b>Variable</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Media</b>	<b>Promedio hombres</b>	<b>Promedio mujeres</b>
DAPM (\$/mes)	50	0	11.97	12.02	11.94

Fuente: elaboración propia.

Los entrevistados fueron adultos de 45 años en promedio, casados y poco más de la mitad eran del sexo femenino; perciben ingresos promedio de 12,082.58 pesos mensuales (ver Cuadro 3), asimismo se puede observar la gran disparidad que existe en la variable Ingreso Promedio Mensual (I), pues la cantidad mínima registrada fue de \$800.00 pesos mientras que la máxima era de \$35,000.00 pesos lo que nos puede indicar mayor disponibilidad de pago por parte de las personas con mayor ingreso. El tamaño familiar del hogar es de 3 personas promedio, cuya vivienda es propia con antigüedad de 21 años aproximadamente, nótese que en algunos casos los entrevistados habitan casas con antigüedad desde los 2 años hasta los 40 años.

La vivienda está conformada por 6 habitaciones (incluyendo sala, comedor cocina y recamaras), jardín o área verde, cuenta con un tinaco para el almacenamiento de agua y la tarifa que pagan por el servicio de agua es de 195 pesos mensuales promedio, en esta variable también se puede notar gran disparidad, puesto que la cantidad mínima de pago es de \$44.00 pesos mensuales y la máxima es de \$900.00, sin embargo esto puede deberse a la relación que existe entre gasto de agua y número de habitaciones de la vivienda, a mayor número de habitaciones mayor será el gasto en agua.

**Cuadro 3. Estadística Descriptiva de las Variables**

<b>Variable</b>	<b>Media</b>	<b>Máximo</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Desviación estándar</b>
E	45.34	80	18	13.141
S	0.62	1	0	0.486
I	12,082.58	35,000	800	4,905.190
V	0.95	1	0	0.208
H	5.85	1	12	1.489
P	3.38	6	1	1.080
J	0.89	1	0	0.315
A	21.48	40	8	7.426
G	2.87	4	1	0.464
T	195.34	900	44	106.104
C	1.95	2	1	0.280

Fuente: elaboración propia.

Además de los estadísticos antes mencionados, también se analizaron los niveles de correlación con el objetivo de identificar la relación entre las variables del modelo. A continuación, se muestran los resultados de la matriz de correlación, donde se puede observar que la DAP tuvo una gran relación con el nivel de escolaridad, seguido del ingreso familiar promedio mensual, la variable jardín o área verde, el pago mensual por el servicio de agua, la edad del encuestado, y por último con el número de habitaciones de la vivienda. Asimismo, se encontró una muy alta relación entre las variables ingreso y pago mensual por el servicio de agua, el pago mensual por el servicio de agua y el número de habitaciones de la vivienda, por lo que hay que poner especial atención en estas variables a la hora de estimar el modelo.

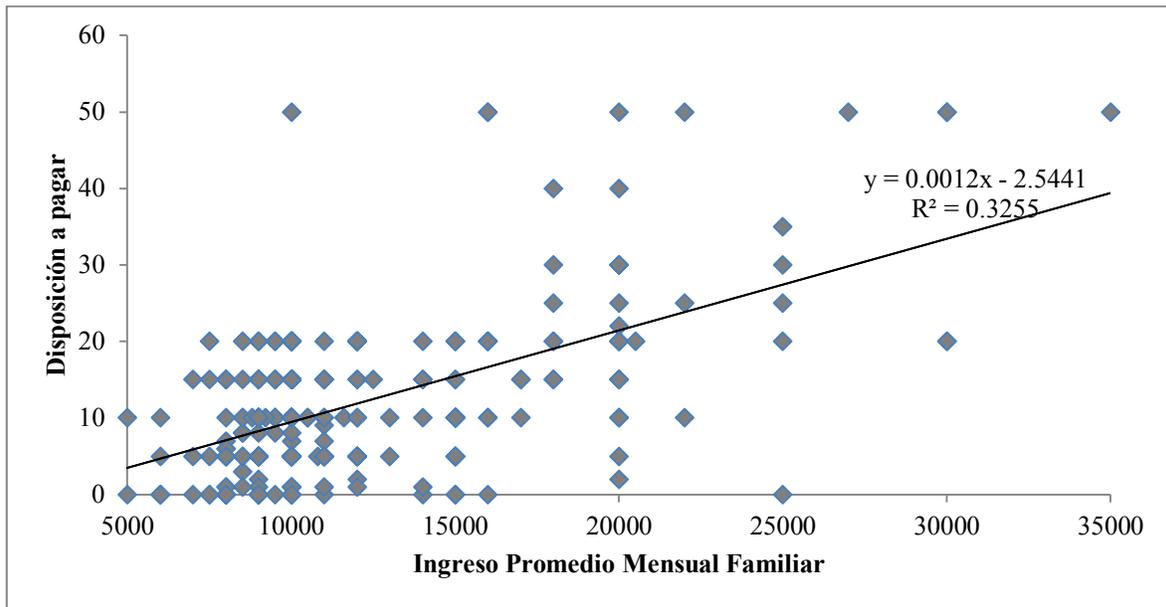
**Cuadro 4. Matriz de Correlación**

<b>DAP</b>	<b>E</b>	<b>S</b>	<b>ES</b>	<b>I</b>	<b>V</b>	<b>H</b>	<b>P</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>G</b>	<b>T</b>	<b>C</b>	
1	0.1461	-0.1567	0.3276	0.1840	0.0861	0.1168	-0.0849	0.1620	0.0239	-0.0458	0.1598	-0.0564	<b>DAP</b>
	1	-0.0166	0.0666	0.2790	0.2906	0.3198	-0.1874	0.3317	0.3477	-0.0382	0.2568	0.2685	<b>E</b>
		1	-0.2618	0.0047	0.0367	0.0630	0.1082	-0.0491	-0.0813	0.0516	0.1329	-0.0241	<b>S</b>
			1	0.4133	-0.0694	0.2296	-0.0602	0.1672	0.0794	-0.1222	0.1341	-0.1665	<b>ES</b>
				1	0.1012	0.4415	-0.0365	0.2393	0.1055	-0.1779	0.5777	0.0600	<b>I</b>
					1	0.1477	0.1993	0.2955	0.0660	0.0858	0.1281	0.3844	<b>V</b>
						1	0.2003	0.3376	0.0696	-0.0216	0.5543	0.1351	<b>H</b>
							1	0.0830	-0.0704	0.0808	0.1983	0.0566	<b>P</b>
								1	0.2080	-0.0960	0.2404	0.2199	<b>J</b>
									1	-0.1064	-0.0081	0.1130	<b>A</b>
										1	-0.2516	0.2255	<b>G</b>
											1	0.0164	<b>T</b>
												1	<b>C</b>

Fuente: elaboración propia.

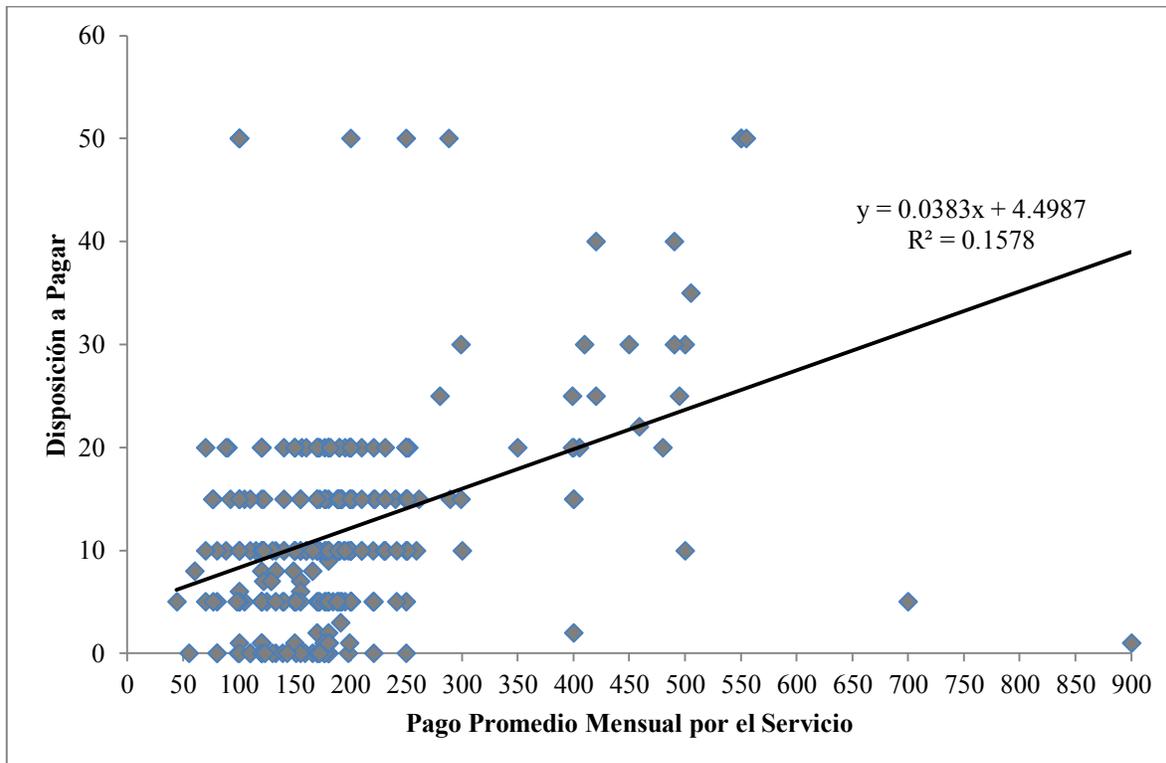


**Gráfica4. Relación entre las variables Disposición a Pagar e Ingreso Promedio Mensual Familiar**



Fuente: elaboración propia.

**Gráfica5. Relación entre las variables Disposición a Pagar y Pago Promedio Mensual por el Servicio**



Fuente: elaboración propia.

## Capítulo III: Resultados y Discusión

El apartado siguiente expone los resultados de las encuestas aplicadas incluyendo el perfil del encuestado, así como la DAP y la DAPM finales, resultados de los modelos econométricos que llevaron a estimar el valor total del agua para los de los habitantes de Saltillo y los principales determinantes que influyeron en dichos resultados. Finalmente, se presenta un apartado de discusión.

### 3.1. Perfil del Encuestado

Antes de iniciar con el análisis de resultados obtenidos en la investigación, se definirá el perfil del encuestado determinado a partir de los datos recabados en las encuestas.

- Se trata de un habitante de la ciudad de Saltillo, donde el 62 por ciento son mujeres y el 38 por ciento restante son hombres, con un ingreso promedio de \$12,082.58 pesos mensuales.
- El encuestado tiene en promedio 45 años de edad, el 91 por ciento es casado y el resto tiene otra situación, con un tamaño promedio familiar de tres personas, la vivienda es propia con antigüedad de 21 años en promedio, conformada por dos baños, seis habitaciones, jardín o alguna área verde dentro de la misma, usando como almacenamiento de agua un tinaco y paga tarifa de agua conocida como interés social.
- La escolaridad va desde preparatoria con un 46 por ciento, seguido de licenciatura con 39 por ciento, secundaria con 11 por ciento, posgrado con 2 por ciento y finalmente primaria con 2 por ciento.
- El 68 por ciento se dedica a las labores del hogar, mientras que el 41 por ciento trabaja y el 2 por ciento restante estudia.
- No es conocedor del problema de sobreexplotación del acuífero, pues solo el 32 por ciento afirma tener conocimiento de la situación, sin embargo, el 89 por ciento está dispuesto a pagar por el mejoramiento y conservación del mismo (ver Cuadro 5).

**Cuadro 5. Características del Encuestado**

<b>Variables</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Participación porcentual</b>
<b>Sexo</b>	Mujer	178	62.02
	Hombre	109	37.98
<b>Ocupación</b>	Estudiante	6	2.09
	Empleado	90	31.36
	Profesionista	29	10.1
	Hogar	162	56.45
<b>Estado Civil</b>	Casado	264	91.99
	Otra situación	23	1.74
<b>Escolaridad</b>	Primaria	5	1.74
	Secundaria	31	10.8
	Preparatoria	132	45.99
	Licenciatura	112	39.02
	Posgrado	7	2.44
<b>Edad promedio</b>		45 años	
<b>Ingreso Mensual Promedio Familiar</b>		\$ 12 082.58	

Fuente: elaboración propia.

El Cuadro 6 expone las características de la vivienda donde un 95.47 por ciento de los encuestados son propietarios de ella, mientras que solo el 4.53 por ciento rentan la casa, en promedio tiene 2 baños, y seis habitaciones, con un número máximo de tres personas que habitan el lugar, el 88.85 por ciento afirmó tener jardín o alguna área verde en su casa y contaban con almacenamiento de agua como tinaco (91.64 por ciento), cisterna (4.88 por ciento), cisterna con bomba (3.14 por ciento) o tanque (0.35 por ciento).

**Cuadro 6. Características de la Vivienda**

<b>Variables</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Participación porcentual</b>
<b>Vivienda</b>	Propia	274	95.47
	Rentada	13	4.53
<b>Jardín</b>	Si	255	88.85
	No	32	11.15
<b>Almacenamiento de agua</b>	Cisterna	14	4.88
	Cisterna con bomba	9	3.14
	Tinaco	263	91.64
	Tanque	1	0.35
<b>Tipo de tarifa del servicio</b>	Popular	110	38.33
	Interés Social	129	44.95
	Residencia	46	16.03
	No sabe	2	0.70
<b>Número de baños promedio</b>		2.00	
<b>Número de habitaciones promedio</b>		6.00	
<b>Número de habitantes promedio</b>		3.00	
<b>Antigüedad promedio de la casa (años)</b>		21.00	

Fuente: elaboración propia.

### **3.2. Valoración Económica del Agua**

De acuerdo con la teoría económica, para hacer el análisis de la DAP debe depurarse la base de datos con la finalidad de eliminar los ceros protesta que pudieran intervenir en los resultados finales, por ello el mercado hipotético final fue de 287 encuestas, en las que se muestra que el 89.20% de la población está dispuesta a pagar por la realización de acciones de conservación del acuífero, y solo el 10.80% mostraron una disposición negativa debido a que su ingreso no les permite contribuir, pero aun así les interesa el tema (ceros reales).

En apartados anteriores se mencionó la estimación de un modelo Logit y Probit para elegir cual era el modelo que mejor se ajustaba a la hora de determinar la DAP final. Comparando los resultados de ambos modelos resultó que el modelo Probit, estimación VIII, presentaba mejores resultados en criterios estadísticos, como  $R^2$  de McFadden, criterio de Akaike y Logaritmo de verosimilitud (ver Anexo 2).

La cantidad de DAPM encontrada fue de \$11.97 pesos mensuales promedio, siendo el sexo masculino quien determinó una mayor DAPM positiva y el monto máximo a pagar fue de \$50 pesos mensuales. La DAPM promedio multiplicada por la población objetivo total de Saltillo, muestra un valor promedio anual de \$75, 812,617.44 pesos para la realización de acciones de conservación de los mantos acuíferos que abastecen las necesidades de la ciudad, esta cantidad representa el valor de uso que la población le otorga al agua.

Se puede observar que de todas las variables independientes consideradas originalmente solo cinco resultaron significativos. En este contexto se puede confirmar la relación positiva propuesta de las variables, los resultados del coeficiente edad presenta un efecto positivo con relación a la variable dependiente; a mayor edad mayor será la probabilidad de que una persona esté dispuesta a pagar. De igual forma para la escolaridad, por cada aumento de nivel de educación la probabilidad de que el encuestado esté dispuesto a pagar aumentaría. El número de personas que habitan la vivienda resultó con signo negativo, es decir, que existe una menor probabilidad de DAP por parte de familias que tienen mayor número de integrantes que los hogares donde viven menos personas.

La antigüedad de la casa, presenta un comportamiento negativo con relación a la DAP, los resultados muestran una menor probabilidad de obtener un DAP positiva por parte de los encuestados que viven en casas antiguas, recordemos que se encontraron resultados donde el encuestado poseía o habitaba una vivienda que iban desde los 2 años hasta 40 años de antigüedad. Finalmente se infiere que las personas que más pagan por el servicio de agua tienen una mayor probabilidad de disposición a pagar por mejorar las fuentes de abastecimiento del vital líquido.

**Cuadro 7. Estimación del modelo Probit para la Disposición a Pagar**

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Z</i>	<i>Valor p</i>
CONSTANTE	-2.491***	-2.815	0.005
E	0.020*	1.779	0.075
ES	0.830***	4.839	0.000
P	-0.225*	-1.914	0.056
A	-0.035*	-1.916	0.055
T	0.007***	2.321	0.020
R-cuadrado de McFadden	0.247	Criterio de Akaike	159.991
Log-verosimilitud	-73.995		
Observaciones	287.000		
*** Significativo al 1 por ciento			
** Significativo al 5 por ciento			
* Significativo al 10 por ciento			

Fuente: elaboración propia.

En cuanto al ajuste del modelo se muestra un buen resultado, ya que el valor de  $R^2$  de McFadden es superior al veinte por ciento, valor que significa un ajuste aceptable, de acuerdo con lo encontrado en la literatura. De igual manera el logaritmo de verosimilitud y criterio de Akaike confirman la confiabilidad del modelo.

La tabla siguiente expone los resultados del modelo Tobit representado en la ecuación (6). En este caso solo resultaron significativas cuatro variables a un nivel de significancia del 1 por ciento, con signos consistentes con los esperados (para lograr este resultado se utilizó el mismo procedimiento del modelo Probit, se fueron descartando variables hasta conseguir la significancia de las variables más relevantes).

**Cuadro 8. Estimación del modelo Tobit para la Disposición a Pagar Monetaria**

<i>Variable</i>	<i>Coefficiente</i>	<i>Z</i>	<i>Valor p</i>
CONSTANTE	-13.526***	-3.5349	0.00041
ES	3.906***	5.0405	0.00001
T	0.106***	2.7418	0.00611
I	0.001***	5.8188	0.00001
C	-5.140***	2.71	0.00673
Log-verosimilitud	-933.263		
Criterio de Akaike	1878.526		
Observaciones	283		

\*\*\* Significativo al 1 por ciento  
\*\* Significativo al 5 por ciento  
\* Significativo al 10 por ciento

Fuente: elaboración propia.

Como se observa, la escolaridad vuelve a ser una de las principales variables que determinan la DAPM, el resultado puede interpretarse de la siguiente manera; por cada encuestado que presenta un nivel de educación más especializado la DAPM también aumentaría, la misma relación positiva se presenta con el ingreso y el pago mensual promedio de agua puesto que a mayor ingreso y pago de agua mensual mayor será la DAPM, sin embargo, el aumento en términos absolutos es muy pequeño por lo que casi no se vería reflejado en el resultado final. Contrario a las variables mencionadas, la variable estado civil (casado) presenta una relación inversa (disminución) de obtener una DAPM positiva.

### 3.3. Discusión

En el apartado anterior se exponen los resultados de los modelos econométricos donde resultó que un 89 por ciento de la población tiene DAP positiva, siendo en su mayor número personas del sexo femenino (62 por ciento) y el resto del sexo masculino (38 por ciento).

Las principales determinantes de la DAP se identificaron con el modelo Probit donde edad fue uno de los principales factores determinantes, puesto que a mayor edad mayor será el grado de concientización del cuidado de los recursos naturales y del mejoramiento del servicio de agua, la escolaridad es otra variable que está determinando la Disponibilidad a Pagar puesto que las personas con mayor grado de escolaridad tienden a tener un mayor grado de responsabilidad del cuidado del medio ambiente que se pudo haber adquirido o reforzado en las diferentes instancias educativas.

La variable que también resultó significativa fue la que llamamos T, pago promedio mensual por el servicio de agua, el coeficiente de esta variable resultó con signo positivo tal como se predijo al inicio, en el resultado estadístico de esta variable se pudo observar la gran disparidad entre las cantidades a pagar, puesto que el pago más bajo fue de \$44.00 pesos y el mayor era de \$900.00 pesos mensuales esto se puede deber a que el organismo operador del agua en Saltillo maneja diferentes tipos de tarifas de acuerdo a la cantidad de agua utilizada y el nivel de ingresos de los usuarios.

Los resultados de estas variables concuerdan con la predicción que se hizo anteriormente del signo esperado de los coeficientes, compartiendo el resultado con los obtenidos en la investigación de Avilés *et al.*, (2010), pues ambos estudios arrojaron la gran relación de la DAP con las variables edad y escolaridad.

Otra variable importante en la DAP es la que llamamos P, número de personas que habitan el hogar, presentó un coeficiente con signo negativo, es decir, establece una relación negativa con la DAP, a mayor número de habitantes de hogar menor será la disponibilidad a pagar, cabe señalar que no existe ninguna evidencia empírica que explique o sustente el comportamiento de este tipo de variables, sin embargo, si recurrimos al sentido común y

damos por hecho que cada integrante del hogar utiliza determinada cantidad de agua y además aporta recursos económicos para el pago de servicios de la vivienda, la relación existente entre estas variables sería de tipo positivo, puesto que a mayor número de habitantes de hogar mayor será la DAP.

La misma relación resultó con la variable A, antigüedad de la casa, al inicio se destacó la inexistencia de evidencia empírica de la relación que pudiese surgir de esta variable con la DAP, sin embargo, al momento de estimar el modelo, resultó con una relación inversa, el caso del comportamiento de esta variable es el mismo que el anterior, el resultado del coeficiente de A puede deberse a que si se le plantea a un encuestado que posee una casa antigua la mejora del servicio a través de cambios en la instalación original de la tubería y estos cambios representen un gasto no tan necesario para entrevistado en cuestión, la respuesta de DAP probablemente sería negativa, lo que significaría que la DAP y la conservación del recurso le son indiferentes.

Pasando a los resultados de la DAPM de los habitantes de Saltillo, se determinó que la DAPM fue de \$11.97 pesos mensuales promedio, si esta cantidad es multiplicada por la población objetivo podemos estimar la DAPM anual promedio cuya cantidad es de \$75,812,617.44 pesos, esta cantidad representa el excedente del consumidor.

En este caso el modelo Tobit ayudó a determinar los principales determinantes de la DAPM, una vez más el grado de escolaridad fue identificado como principal factor determinante, concordando con el signo antes predicho, presenta una relación positiva al igual que el pago promedio mensual de agua. A diferencia de la estimación de la DAP en la DAPM el ingreso (I) resultó significativo en este modelo y muestra una relación positiva con la variable dependiente, lo cual confirma lo que dice la teoría económica, a mayor ingreso mayor DAPM tendrán los individuos para pagar por el servicio o por realizar acciones de conservación al medio ambiente.

Por otra parte, la variable estado civil (casado) también resultó significativa para este modelo, contrario a lo que ocurre con el ingreso, esta variable presenta coeficiente negativo, lo que representa una relación inversa, cabe mencionar que este tipo de variables

no tiene sustento teórico que pueda explicar el comportamiento de la misma, sin embargo, se esperaba tener una relación positiva en relación a la DAPM.

La tarifa de agua que normalmente pagan los saltillenses es la conocida como interés social, esta tarifa se le otorga a las personas que no poseen ingresos suficientes para afrontar el costo total del servicio, por lo que resulta un tanto contradictorio con los resultados de la encuesta, puesto que muestra que el 41 por ciento de los usuarios del servicio trabajan, tienen un ingreso promedio de \$12, 082.58 pesos mensuales además de que la ciudad muestra una gran derrama económica y creación de empleos, por lo que este sería una posible causa de investigación más profunda a futuro.

En cuanto al conocimiento de quien es el proveedor de agua en la ciudad solo el 3.48 por ciento respondió no tener conocimiento de que Aguas de Saltillo es el organismo operador del recurso. La población se mostró muy satisfecha con el servicio que proporciona la empresa, pues 96.17 por ciento afirman tener un servicio constante de agua, con una buena o excelente calidad, cantidad, sin periodos de tandeo y no manifiestan tener algún problema con el mismo. La cantidad promedio que pagan por el agua es de \$195.34 pesos mensuales que prefieren pagar en una sucursal del organismo operador o en alguna tienda de conveniencia. Por otra parte, los habitantes de la ciudad no implementan técnicas de reciclado del agua (solo el 11.50 por ciento afirman reciclar el agua) y mucho menos conocen el problema de la sobreexplotación del acuífero Saltillo-Ramos Arizpe pues solo un 32.40 por ciento mostró conocimiento de este fenómeno de preocupación ambiental.

## Capítulo IV: Conclusión

La valoración económica de los recursos ambientales representa una manera eficaz de implementar acciones de conservación y protección de los mismos, la valoración llevada a cabo en esta investigación fue enfocada al acuífero Saltillo-Ramos Arizpe el cual es el mayor proveedor de agua de la ciudad.

El método utilizado fue el Método de Valoración Contingente mediante la aplicación de encuestas de forma aleatoria en la ciudad, por medio de estas se obtuvieron datos de tipo socioeconómico, información de la vivienda, servicio del agua por parte de Aguas de Saltillo, método de pago del servicio, conocimiento del problema de sobreexplotación de acuífero, la DAP y DAPM para tomar acciones de conservación y mantenimiento del agua.

Se tomó una muestra representativa de 340 encuestas, que se aplicaron en la ciudad, sin embargo, para el análisis econométrico y de DAP final se redujo el número de encuestas a 287, debido a que se encontraron 53 ceros protesta, es decir, personas que mostraron una DAP negativa debido a que piensan que medidas de conservación y mejoramiento de este tipo de áreas deben ser responsabilidad del gobierno. De esta forma se encontró que la mayor DAP la tuvieron las mujeres con un 62 por ciento del total y el resto fueron hombres.

Los resultados exponen una DAP promedio mensual de \$11.97 pesos, donde la mayor DAP positiva fue por parte del sexo masculino. Así mismo se encontró que las personas con mayor ingreso familiar mensual tienen mayor DAP por realizar acciones de conservación y mantenimiento del acuífero. Utilizando estos datos se puede afirmar que el valor económico global del manto acuífero para los ciudadanos es de \$75, 812, 617.44 pesos lo que representa el excedente de consumidor sobre el cual deben evaluarse los costos de implementación de medidas de mantenimiento y conservación del acuífero.

Se utilizaron modelos Probit y Tobit con ayuda del programa Gretl para identificar las principales variables que determinaban la DAP y la DAPM, estas fueron las siguientes; escolaridad, edad, ingreso familiar mensual, número de habitantes, antigüedad de las casas y la tarifa de pago por el servicio de agua, estas variables resultaron las más significativas a la hora de realizar el modelo.

Un resultado importante fue el relacionado a la pregunta de qué conocimiento tenía el encuestado sobre el problema de sobreexplotación del acuífero a lo que solo el 34 por ciento manifestó tener una idea del problema, contrastando con las continuas respuestas por parte de organismo operador de que se implementaban programas y campañas de concientización a la población para aminorar y prevenir el problema. Este hallazgo puede tomarse como antecedente para la futura implementación de acciones y medidas de conservación de medio ambiente que involucre a la mayor parte de los usuarios.

La realización de este tipo de investigaciones permite identificar la DAP de la población por la conservación del acuífero que abastece de agua a la ciudad, lo que pudiese contribuir al diseño de políticas públicas y ambientales en favor de la recuperación y sostenibilidad de esta fuente de agua adecuadas al ingreso y disposición de la población.

Finalmente, la presente investigación solo tomó en cuenta a las personas de la ciudad de Saltillo, dejando de lado los usuarios comerciales, industriales y agrícolas así como los habitantes de los distintos ejidos que conforman el municipio, por lo que este aspecto podría dar paso a futuras líneas de investigación donde se tome en cuenta la opinión de las personas de las comunidades, puesto que a lo largo de la última etapa de la investigación se presentaron diversas sugerencias de ampliar el análisis hacia esa parte de la población, lo que sería de gran interés, puesto que muchas personas pertenecientes a los ejidos no están de acuerdo con el servicio que ofrece el organismo operador y mucho menos con la administración que se le está dando al recurso, pues afirman que es por parte de ellos el gran problema de sobreexplotación que se presenta.

De esta forma, se podría identificar la DAP y en la DAPM totales, los principales factores que determinen esas variables y hacer un contraste entre la ciudad, las comunidades y las personas del ramo industrial, comercial y agrícola. Permitiendo el diseño de políticas que se adecuen a la solución de la problemática tomando en cuenta a toda la población afectada.

## **Bibliografía**

- Avilés, G., Huato, L., Troyo, E., Murillo, B., García, J. L., y Beltrán, L. F. (2010). Valoración Económica del Servicio Hidrológico del Acuífero de La Paz, B.C.S.: Una Valoración Contingente del Uso del Agua Municipal. *Frontera Norte*, 103-128.
- Azqueta, D., Alviar, M., Domínguez, L., y O'Ryan, R. (2007). *Introducción a la Economía Ambiental*. Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Barton, D. (1999). Valoración de la Calidad de las Aguas Marinas en el Pacífico Central de Costa Rica. 21.
- Brunett, E., Baró, J. E., Cadena, E., y Esteller, M. V. (2010). Pago por Servicios Ambientales: caso de Estudio Parque Nacional del Nevado de Toluca, México. *Ciencia ergo sum*, 286-294.
- González, R., y Leal, F. d. (2016). Cómo Valoran los Hogares el Servicio de Agua Potable en Aguascalientes. 1-20.
- Greene, W. (1998). *Análisis Económico*. Pentrice Hall.
- Gujarati, D. N., y Porter, D. C. (2010). *Econometría*. México: McGraw Hill.
- Labandeira, X., León, C. J., y Vázquez, M. X. (2007). *Economía Ambiental*. Madrid, España: Pearson Educación.
- Martínez, M., y Dimas, L. (2007). Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: subcuenca del Río Teculután. *Compensación equitativa por recursos hidrológicos*, 5-53.
- Merayo, O. (1999). Valoración Económica del Agua Potable en la Cuenca del Río En Medio Santa Cruz, Guanacaste. 22.
- Peña, K., Rivas, F., y Durán, M. (2004). Valoración Económica del Agua en el Municipio Campo Elías. *Revista Electrónica de la REDLACH*, 49-56.
- Rojas, J., Pérez, M., & Peña, M. (Marzo de 2001). La Valoración Contingente: una Alternativa para Determinar la Viabilidad Financiera de Proyectos de Tratamiento de Aguas Residuales en Zonas Rurales de Países Tropicales. 1-14.
- Sanjurjo, E. (2006). Aplicación de la Metodología de Valoración Contingente para Determinar el Valor que Asignan los Habitantes de San Luís Río Colorado a la Existencia de Flujos de Agua en la Zona del Delta del Río Colorado. 1-19.

Suarez, M., Tapia F., (2011). Interaprendizaje de Estadística Básica. Ibarra-Ecuador.

Uribe, E., Mendieta, J., Rueda, H., y Carriazo, F. (2003). Introducción a la Valoración Ambiental, y estudios de caso. Los Andes: Uniandes.

### **Fuentes de Información**

CONAGUA, C. N. (2016). *Comisión Nacional del Agua*. Obtenido de Comisión Nacional del Agua: <http://www.gob.mx/conagua>

Consejo Consultivo del Agua, C. (2016). *Consejo Consultivo de Agua*. Obtenido de <http://www.aguas.org.mx/sitio/>

COTAS, C. T.-R. (2016). *Comité Técnico de Aguas Subterráneas Acuífero Saltillo-Ramos Arizpe*. Obtenido de [http://www.cotas.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=45&Itemid=54](http://www.cotas.org/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=54)

INEGI, I. N. (2016). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Obtenido de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/temas/default.aspx?s=est&c=17484>

Secretaría de Gobierno. (2013). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5294654&fecha=05/04/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5294654&fecha=05/04/2013)

SMN. (2016). *Sistema Meteorológico Nacional*. Obtenido de <http://smn.cna.gob.mx/es/>

# **Anexos**

## Anexo 1. Encuesta aplicada en la ciudad de Saltillo.



Si es tan amable me gustaría que me respondiese una serie de preguntas relacionadas con el servicio de agua potable residencial de la ciudad. Estoy realizando un trabajo para el Verano de la Ciencia de la Región Centro que trata sobre la valoración económica del agua. Necesito conocer su opinión al respecto. El cuestionario es anónimo y con el fin de que los datos sean reales y verídicos, necesito que me responda con total sinceridad.

Datos de la encuesta																						
No. Control _____	Encuestador _____	Lugar: _____	C.P.: _____	Fecha: _____																		
Datos socioeconómicos																						
Edad: _____	Sexo: (H) (M)	Ocupación: Estudiante( ) Empleado ( ) Profesionista ( ) Hogar ( )																				
Estado civil: Soltero(a) ( ) Casado(a) ( ) Otro ( )	Escolaridad: Sin estudios ( ) Primaria ( ) Secundaria ( ) Preparatoria ( ) Licenciatura ( ) Posgrado ( )																					
Ingreso familiar mensual: _____																						
Características de la vivienda																						
Esta vivienda es: (Rentada) (Propia)		Número de baños: _____		Número de cuartos: _____																		
¿Cuántas personas viven en esta vivienda? _____		¿Tiene jardín? (Si) (No)		Antigüedad de la casa: _____																		
Cuenta con alguna de las siguientes opciones para almacenar el agua en su vivienda: (Cisterna) (Cisterna con bomba) (Tinaco) (Tanque) (Cubetas o botes)																						
¿Qué tipo de tarifa paga por el servicio de agua potable?: (Popular) (Interés social) (Residencial) (No sabe)																						
1. ¿Conoce usted quien es el proveedor del servicio de agua potable en Saltillo? Sí ( ) No ( )		10. Al momento de tener un problema con el servicio de agua potable, ¿Cómo califica usted el servicio que ofrece Aguas de Saltillo?																				
2. ¿En su casa tiene servicio constante de agua potable? Sí ( ) No ( ) No sabe ( )		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Pésimo</th> <th>Muy Malo</th> <th>Malo</th> <th>Regular</th> <th>Bueno</th> <th>Muy Bueno</th> <th>Excelente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table>			Pésimo	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente	1	2	3	4	5	6	7				
Pésimo	Muy Malo	Malo	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente																
1	2	3	4	5	6	7																
3. La cantidad de agua que llega a su vivienda es:		11. ¿Cómo califica la calidad del agua que recibe?																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Poca</th> <th>Regular</th> <th>Buena</th> <th>Excelente</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		Poca	Regular	Buena	Excelente					<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muy mala</th> <th>Mala</th> <th>Regular</th> <th>Buena</th> <th>Muy buena</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>			Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena					
Poca	Regular	Buena	Excelente																			
Muy mala	Mala	Regular	Buena	Muy buena																		
4. ¿Hay tandeo (limitación del recurso) periódico del agua? Sí ( ) pasar a la pregunta 5 No ( ) pasar a la pregunta 6		12. ¿Está enterado de la sobreexplotación de los acuíferos que abastecen de agua a la ciudad? Sí ( ) No ( )																				
5. ¿Cuántos días a la semana le falta el agua? 1( ) 2( ) 3( ) 4( ) 5( ) 6( ) 7( ) Otro ( )		13. ¿Estaría usted dispuesto a pagar una determinada cantidad de dinero para realizar acciones de conservación de los acuíferos y para la mejora del servicio de agua en la ciudad?  Sí ( ) No ( )																				
6. ¿Cuánto paga al mes por el servicio de agua potable?		14. De acuerdo con sus posibilidades económicas ¿cuál sería la cantidad máxima que estaría dispuesto a pagar al mes?  _____																				
7. ¿Cuál es la opción de pago que usted utiliza por el servicio de agua potable? a) Sucursal de Aguas de Saltillo. b) Tiendas de conveniencia o comercios autorizados c) Pago por internet (en línea) d) Domiciliación bancaria		15. ¿Cuál es el motivo principal por el que estaría dispuesto a pagar esa cantidad? (Seleccione sólo uno). <input type="checkbox"/> Es suficiente con esa cantidad si todos contribuyeran. <input type="checkbox"/> Mi nivel de ingreso me lo permite <input type="checkbox"/> Estoy a favor de la conservación de este tipo de áreas. <input type="checkbox"/> Otro: _____																				
8. ¿Ha tenido usted algún problema con el servicio de agua potable? Sí ( ) No ( ) ¿Cuál? a) Fugas de agua (Banqueta, calle) b) Factura no llega a tiempo c) Corte injustificado d) Problema con el medidor		1. (Sólo para los que no están dispuestos a pagar) ¿Cuál es el motivo principal por el que no está dispuesto a pagar? <input type="checkbox"/> Es responsabilidad del gobierno. <input type="checkbox"/> Existen temas más prioritarios a los cuáles podría aportar. <input type="checkbox"/> Mi ingreso no me lo permite aunque me importa el tema. <input type="checkbox"/> No considero necesario conservar y restaurar la zona. <input type="checkbox"/> Otro: _____																				
Otros _____																						
9. ¿Utiliza alguna técnica de reciclaje de agua? Sí ( ) No ( ) ¿Cuáles? _____																						

## Anexo 2. Comparación de Modelos Logit y Probit

Probit					Logit				
<i>Variable</i>	<i>Coficiente</i>	<i>Z</i>	<i>Valor p</i>		<i>Variable</i>	<i>Coficiente</i>	<i>z</i>	<i>Valor p</i>	
CONSTANTE	-2.491	-2.815***	0.005	***	CONSTANTE	-4.905	-3.021	0.003	***
E	0.020	1.779*	0.075	*	E	0.039	1.818	0.069	*
ES	0.830	4.839***	0.000	***	ES	1.570	4.872	<0.00001	***
P	-0.225	-1.914*	0.056	*	P	-0.438	-1.996	0.046	**
A	-0.035	-1.916*	0.055	*	A	-0.063	-1.825	0.068	*
T	0.007	2.321**	0.020	**	T	0.012	2.294	0.022	**
R-cuadrado de McFadden	0.247	Criterio de Akaike	159.991		R-cuadrado de McFadden	0.249312	Criterio de Akaike	159.5138	
Log-verosimilitud	-73.995				Log-verosimilitud	-73.75692			
Observaciones	287				Observaciones	287			

### Anexo 3. Modelos econométricos estimados (Probit)

	A	B	C	D	E	F	G	H
CONSTANTE	-2.613 [0.115]	-2.619 [0.11378]	-2.675 [0.10327]	-2.711 [0.09819]c	-3.530 [0.00995]a	-3.857 [0.00404]a	-2.878 [0.00246]a	-2.491 [0.00487]a
E	0.0163 [0.17204]	0.0163 [0.16902]	0.0166 [0.16117]	0.0160 [0.16742]	0.0151 [0.19185]	0.0156 [0.17231]	0.0163 [0.15464]	0.0196 [0.0752]c
S	-0.3240 [0.25646]	-0.3230 [0.25727]	-0.3255 [0.25414]	-0.3297 [0.24773]	-0.3280 [0.25081]			
ES	0.7910 [0.00012]a	0.7959 [0.00003]	0.8037 [0.00002]	0.7995 [0.00002]b	0.8230 [<0.00001]a	0.8849 [<0.00001]a	0.8456 [<0.00001]a	0.8297 [<0.00001]a
I	2.48E-06 [0.94875]							
V	0.949 [0.22238]	0.726 [0.22116]	0.771 [0.17298]	0.767 [0.17377]	0.596 [0.24904]	0.581 [0.25711]	0.598 [0.24536]	
H	-0.039 [0.75657]	-0.039 [0.7558]	-0.032 [0.793]	-0.256 [0.03529]b				
P	-0.247 [0.04941]b	-0.247 [0.04786]b	-0.248 [0.04747]b	-0.029 [0.12324]	-0.265 [0.02746]b	-0.269 [0.02505]b	-0.248 [0.03509]b	-0.225 [0.05559]c
J	0.097 [0.79215]	0.098 [0.79173]						
A	-0.029 [0.13134]	-0.029 [0.12856]	-0.028 [0.13313]	-0.029 [0.12324]	-0.031 [0.09816]c	-0.033 [0.08244]c	-0.034 [0.06379]c	-0.035 [0.05536]c
G	0.377 [0.17556]	0.374 [0.17225]	0.372 [0.17485]	0.370 [0.17724]	0.339 [0.20856]	0.285 [0.28604]		
T	0.006 [0.03671]b	0.006 [0.03399]b	0.007 [0.0314]b	0.006 [0.02668]b	0.007 [0.02131]b	0.007 [0.01899]b	0.006 [0.02358]b	0.007 [0.02029]b
C	-0.534 [0.35778]	-0.528 [0.35704]	-0.523 [0.3624]	-0.527 [0.35649]				
Observaciones	287	287	287	287	287	287	287	287
R-cuadrada de McFadden	0.271	0.271	0.271	0.270	0.266	0.259	0.253	0.247
Log-verosimilitud	-71.62403	-71.62611	-71.66075	-71.69508	-72.14159	-72.82115	-73.3488	-73.99545
Criterio de Akaike	169.248	167.252	165.322	163.390	162.283	161.642	160.698	159.991
Notas: valores p entre corchetes a Significativo al 1 por ciento b Significativo al 5 por ciento c Significativo al 1 por ciento								

### Anexo 4. Modelos econométricos estimados (Tobit)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Constante	-13.2294 [0.01355]b	-13.300 0.01158	-13.484 [0.00928]a	-13.729 [0.00779]a	-13.753 [0.00778]a	-15.076 [0.00058]a	-12.637 [0.001]a	-11.500 [0.00203]a	-13.526 [0.00013]a
E	-0.005672 0.90634								
S	-0.224187 0.73475	-0.2288 0.73018	-0.2255 0.73052						
ES	3.57239 [0.00005]a	3.5762 [0.00005]a	3.5724 [0.00004]a	3.6242 [0.00002]a	3.7237 [0.00001]a	3.7102 [<0.00001]a	3.6781 [<0.00001]a	3.8663 [<0.00001]a	3.9063 [<0.00001]a
I	8.12E-04 [<0.00001]a	0.000811834 [<0.00001]a	0.000818521 [<0.00001]a	0.0008174 [<0.00001]a	0.000818426 [<0.00001]a	0.0008067 [<0.00001]a	0.000804129 [<0.00001]a	0.0008228 [<0.00001]a	0.000813539 [<0.00001]a
V	-3.417 0.13087	-3.503 0[.09244]c	-3.596 [0.07906]c	-3.598 [0.07782]c	-2.971 0.11715	-3.094 [0.08615]c	-3.010 [0.08283]c	-2.85127 0.10264	
H	0.504 0.2478	0.493 0.24548	0.481 0.25303	0.487 0.24781	0.569628 0.17396	0.544967 0.18777	0.590076 0.14666		
P	-0.144 0.75936	-0.123 0.7758							
J	1.869 0.35949	1.849 0.36512	1.848 0.36111	1.85344 0.35974					
A	-0.069 0.35484	-0.072 0.33237	0.336 0.32047	-0.072 0.32598	-0.061 0.40878				
G	0.936 0.31217	0.931 0.31021	0.911 0.32047	0.885 0.32671	0.776 0.38234	0.907 0.28581			
T	0.014 [0.01139]b	0.014 [0.01111]b	0.013 [0.01225]b	0.013 [0.0138]b	0.013 [0.0137]b	0.014 [0.00464]a	0.013 [0.00389]a	0.016 [<0.00001] a	0.016 [0.00001]a
C	-5.204 [0.00118]a	-5.209 [0.00113]a	-5.244 [0.00106]a	-5.254 [0.00104]a	-5.00262 [0.00169]a	-5.06181 [0.0015]a	-4.78928 [0.00201]a	-4.36589 [0.00494]a	-5.14028 [0.00019]a
Observaciones	283	283	283	283	283	283	283	283	283
Log-verosimilitud	-930.3296	-930.3366	-930.3668	-930.4305	-931.0394	-931.4243	-931.7285	-932.7008	-933.2628
Criterio de Akaike	1888.659	1886.673	1884.734	1882.861	1882.079	1880.849	1879.457	1879.402	1878.526
Notas: valores p entre corchetes a Significativo al 1 por ciento b Significativo al 5 por ciento c Significativo al 1 por ciento									