



Frontera Norte

ISSN: 0187-7372

revista@colef.mx

El Colegio de la Frontera Norte, A.C.

México

Avilés-Polanco, Gerzaín; Huato Soberanis, Leonardo; Troyo-Diéguez, Enrique; Murillo Amador, Bernardo; García Hernández, José Luis; Beltrán-Morales, Luis Felipe

Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal

Frontera Norte, vol. 22, núm. 43, enero-junio, 2010, pp. 103-128

El Colegio de la Frontera Norte, A.C.

Tijuana, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13612035005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Valoración económica del servicio hidrológico del acuífero de La Paz, B.C.S.: Una valoración contingente del uso de agua municipal

## Economic Valuation of Hydrological Services in the La Paz, B.C.S., Aquifer: A Valuation Contingent on Municipal Water Use

*Gerzain Avilés-Polanco*

Dirección electrónica: gaviles@cibnor.mx

*Leonardo Huato Soberanis*

Dirección electrónica: lhuato@cibnor.mx

*Enrique Troyo-Díez*

Dirección electrónica: etroyo04@cibnor.mx

*Bernardo Murillo Amador*

Dirección electrónica: bmurillo04@cibnor.mx

*José Luis García Hernández*

Dirección electrónica: jlgarcia04@cibnor.mx

*Luis Felipe Beltrán-Morales*

Dirección electrónica: lbeltran04@cibnor.mx

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Cibnor)

### RESUMEN

Los servicios hidrológicos son aquellos que la sociedad obtiene de los ecosistemas. El objetivo de este trabajo es realizar la valoración económica del acuífero de La Paz, Baja California Sur. Para conocer la disponibilidad a pagar (DAP) de los hogares por la provisión de agua se utilizó el método de valoración contingente (MVC). Los resultados revelan que el consumo diario del agua determina la DAP, implicando que hogares con mayor consumo tienen una menor DAP. Los hogares con tandeo de agua presentan una mayor DAP, respecto de aquéllos con flujo continuo.

*Palabras clave:* 1. Acuífero de La Paz, 2. servicio hidrológico, 3. sobreexplotación, 4. disponibilidad a pagar, 5. valoración económica.

### ABSTRACT

Society depends on ecosystems to service its hydrological resources. This study's objective was an economic assessment of the La Paz aquifer. We used the Contingent Valuation Method (VCM) to estimate households' willingness to pay (WTP) to maintain their water supply. The results reveal that the daily consumption of water determines the WTP. This implies that households with higher consumption have lower WTP, whereas households that have rotating access to water have a higher WTP, compared with those with continuous flow of water.

*Keywords:* 1. La Paz aquifer, 2. hydrological service, 3. overexploitation, 4. willingness to pay, 5. economic valuation.

Fecha de recepción: 15 de octubre de 2008

Fecha de aceptación: 2 de marzo de 2009

## INTRODUCCIÓN<sup>1</sup>

Los servicios hidrológicos (Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2003) se clasifican en cinco categorías: *a)* los derivados de la oferta de agua: uso municipal, agrícola e industrial; *b)* los de oferta de agua *in situ*: uso recreacional, transporte y otros provenientes del agua; *c)* los de mitigación: reducción de daños por inundación, salinización de tierras, intrusión de agua de mar y sedimentación; *d)* los espirituales y estéticos: provisión de religiones, educacionales y turísticos, y *e)* los de soporte: agua y nutrientes para estuarios vitales y otros hábitat, así como opciones de preservación. Cada uno de estos servicios tiene atributos de cantidad, calidad, localización y tiempo de flujo. La oferta de agua municipal, por ejemplo, requiere no sólo de una cantidad de agua adecuada, sino también de una calidad aceptable en el lugar correcto y tiempo correctos (Brauman *et al.*, 2007).

En este sentido, la importancia de los servicios hidrológicos es revelada por los beneficios en la modificación de cada uno de sus atributos. Los usos de agua municipal, agrícola e industrial, se caracterizan por estar regulados por mercados, donde el precio del agua sólo representa los costos de la energía requerida para su extracción, la amortización de la infraestructura hídrica, los costos de operación y distribución. La asignación del recurso agua en estos mercados ha tenido como consecuencia el agotamiento y la contaminación del agua, debido a que no considera el valor de largo plazo del recurso, así como los valores de existencia y legado; es decir, el valor de no uso.

A manera de introducción, se podría decir que la valoración de los servicios hidrológicos de los ecosistemas incluye los valores de uso (municipal, agrícola, industrial, ecológico, amortiguamiento, mitigación de daños, recreacional e intrusión de agua de mar) y de no uso, como los valores de existencia y legado. Una de las principales ventajas del método de valoración contingente para los servicios hidrológicos es que se trata de un método que mide los valores de uso y no uso (Committee on Valuing Ground Water, 1997).

El principal desafío de las grandes áreas urbanas de países en desarrollo consiste en enfrentar el problema de la sustentabilidad del servicio hidrológico de

<sup>1</sup>Agradecemos a los profesores e investigadores Manuel Ángeles Villa y Luis Óscar Palos Arocha, de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), su apoyo, comentarios y sugerencias, así como a los revisores anónimos que se permitieron leer y sugerir modificaciones a este trabajo. Queremos agradecer el apoyo del fondo sectorial Conacyt-Semarnat para realizar esta investigación, específicamente al proyecto Demanda de agua por tipo de consumidor: Un análisis socioambiental.

provisión<sup>2</sup> de agua, ya que éstas requieren cada vez mayores volúmenes de agua y un creciente desarrollo de la infraestructura para satisfacer la demanda, que con frecuencia excede la capacidad de oferta, dando lugar a desequilibrios ambientales (Soto y Bateman, 2006). Estos desequilibrios ambientales han motivado un rápido crecimiento en la literatura basada en el método de valoración contingente enfocado al análisis de política e investigación académica (Alberini *et al.*, 1997; Barrens *et al.*, 1997; Cameron y Englin 1997; Carson *et al.*, 1997; Hanemann, 1994; Harrison, 1992; Kanninen, 1995; McFadden, 1994; Mansfield, 1998; Smith, 1996 y 1997). La necesidad de evaluar sobre la perspectiva del análisis costo-beneficio ha motivado un creciente interés sobre la valoración de la disponibilidad de los hogares a pagar (DAP) por cambios en la oferta de agua (Hensher *et al.*, 2005).

En este sentido el área urbana de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, amerita particular atención, ya que los hogares representan el sector de mayor demanda con 60.86 por ciento del total de agua concesionada del acuífero de La Paz. Esta situación es contraria al escenario nacional pues, de acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (Conagua), a nivel nacional el sector con mayor demanda es el agropecuario con 76.75 por ciento del agua concesionada, mientras el abastecimiento público representa sólo 13.99 por ciento (Conagua, 2006). La ausencia de cuerpos de agua superficiales en la región de La Paz así como la escasa precipitación (una de las más bajas a nivel nacional), característica del clima de la región,<sup>3</sup> han llevado a la necesidad de sustraer agua subterránea mediante el bombeo en pozos costeros, generando la sobreexplotación del acuífero, y con esto indirectamente intrusión salina.<sup>4</sup> El volumen del déficit hídrico del acuífero de La Paz es de 2.98 millones de metros cúbicos (Conagua, 2005).

Debido a la evidente necesidad de explorar fuentes alternativas para el suministro de agua que permitan la recuperación del acuífero y mantenimiento del

<sup>2</sup>Los servicios ambientales son beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas. Éstos han sido clasificados en cuatro categorías principales: de provisión, de regulación, culturales y de soporte. Los servicios de provisión son aquellos bienes tangibles, recursos finitos aunque renovables, de apropiación directa, a los que se le puede medir, cuantificar e incluso poner precio, tal es el caso del agua que se extrae de un acuífero, donde generalmente el precio sólo refleja el valor de uso.

<sup>3</sup>De acuerdo con el criterio de clasificación de Köppen, es de tipo BW (h) hw(x'), que corresponde al tipo de clima muy seco con lluvias de verano y una precipitación promedio anual de 213.9 milímetros.

<sup>4</sup>Una explicación acerca de este fenómeno se encuentra en Piero *et al.* (2003), donde se afirma: "[...] Si el agua bombeada por los pozos es superior a las precipitaciones que se infiltran en el subsuelo se crea un descenso permanente y progresivo de la superficie piezométrica, ocasionando que la interfase de separación entre el agua dulce y el agua salada tiende a desplazarse favoreciendo la invasión del agua salada tierra adentro, a veces hasta varios kilómetros de la línea de costa".

servicio hidrológico de provisión, nos hemos propuesto valorar económicamente el servicio hidrológico del acuífero de La Paz mediante el método de valoración contingente (MVC). Con ello se espera ofrecer evidencia empírica que contribuya en la planeación de la oferta hídrica y el manejo de la demanda de agua urbana partiendo de la base del excedente del consumidor.

El presente trabajo se divide en cinco partes: en la primera se describe el área de estudio; en la segunda se presentan las hipótesis de trabajo; en la tercera se describen los materiales y métodos utilizados que incluyen el MVC, la descripción de los datos, la teoría del MVC y la especificación de los modelos probit y tobit; en la cuarta se desarrolla el análisis y discusión de los resultados y, finalmente, en la quinta se resume a manera de conclusión la contribución del estudio.

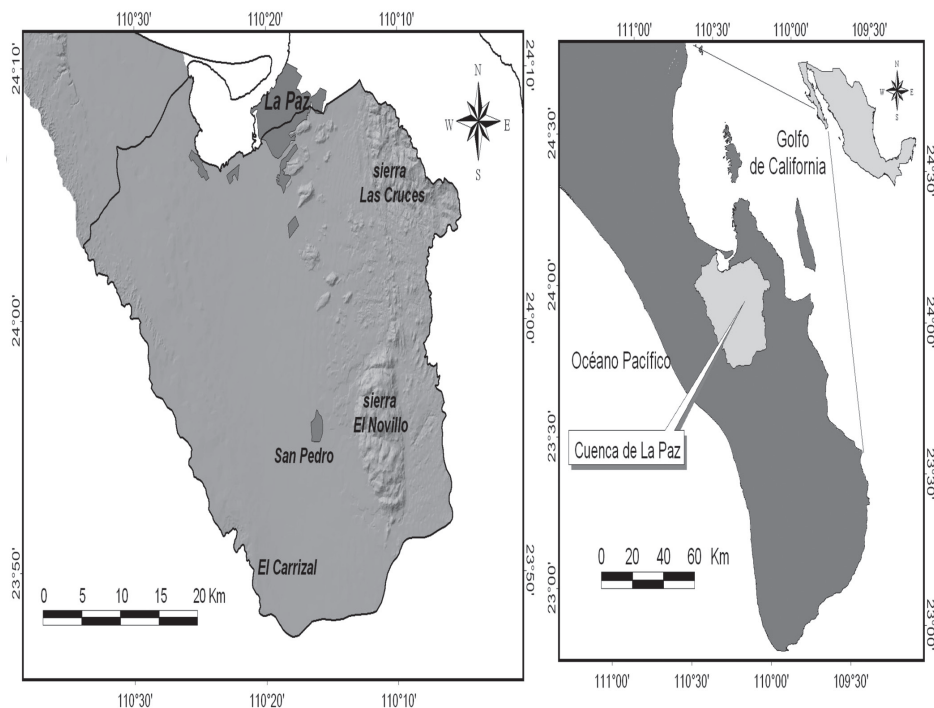
### *Área de estudio*

El acuífero de La Paz se localiza en la porción costera sureste del estado de Baja California Sur (mapa 1), en el denominado valle La Paz, que se ubica entre los paralelos 23°47'24" a 24°10'12" latitud norte, 110°04'48" a 110°35'12" longitud oeste con una superficie de 1 275 km<sup>2</sup> (Cruz, 2007).

El acuífero brinda el servicio de provisión de agua a la ciudad de La Paz, que cuenta con una población de 162 954 habitantes. El volumen total de agua concesionado fue de 30 018 597 m<sup>3</sup> para 2005, del cual 60.86 por ciento se destinó al consumo público-urbano, y 34.79 por ciento al sector agrícola (Conagua, 2005).

### *Hipótesis de trabajo*

La disminución en la cantidad y calidad de agua del acuífero, causada por la alteración del ciclo hidrológico, resultado de la sobreexplotación, repercute directamente en el bienestar de los hogares debido a que la cantidad y frecuencia en el suministro de agua disminuye. Otro aspecto importante es la disminución en la calidad del agua por el efecto de intrusión de agua de mar en pozos costeros. Para medir el efecto de la disminución en la cantidad del servicio hidrológico de provisión, en la disponibilidad a pagar (DAP) de los hogares por el mantenimiento y buen servicio de provisión gracias a una mejora en el balance hídrico del acuífero, se plantearon las siguientes hipótesis de trabajo:



Fuente: Cruz (2007).

MAPA 1. Localización del área de estudio y delimitación del acuífero

Hipótesis 1. El nivel de consumo de agua medido en metros cúbicos diarios (Cm3d) es un determinante de la DAP, ya que esta variable representa los efectos tanto de la demografía<sup>5</sup> de los habitantes de la vivienda como de las características físicas de la vivienda. Por ello, los incrementos en Cm3d representan una disminución en la probabilidad de aceptar pagar por mantener el servicio de provisión del líquido.

Hipótesis 2. La probabilidad de aceptar pagar por conservar el servicio de provisión del acuífero es mayor para hogares con tandeo en el suministro de agua.

<sup>5</sup>Área del terreno de la vivienda, metros cuadrados de construcción, número de grifos, número de baños-excusados, cisternas, jardines, albercas, número de miembros por hogar y estructura de edad al interior de los hogares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El uso del MVC para medir la disponibilidad a pagar para proyectos sociales es bien aceptado y ampliamente usado en muchas circunstancias en diferentes países en desarrollo. Sin embargo, en gran parte de la literatura se discute la exactitud del método (Arrow *et al.*, 1993), la cual se puede clasificar de la siguiente manera: sesgo estratégico, que ocurre cuando la persona encuestada cree que, con su respuesta, puede influir en la decisión final que se tome sobre la propuesta sometida a su consideración, de tal manera que resulte favorecida (Brookshire *et al.*, 1976; Rowe *et al.*, 1980; Hoehn y Randall, 1987; Milon, 1989; Bergstorm *et al.*, 1989; Mitchell y Carson, 1989); sesgo de diseño, cuando el diseño del cuestionario (formato) condiciona la respuesta (Boyle *et al.*, 1986); sesgo de vehículo de pago, cuando la respuesta de la persona está condicionada por el mecanismo propuesto para el pago (OECD, 1995); sesgo de información, cuando las posibilidades de que, con la respuesta dada, la situación se modifique: responde a la pregunta, pero no sabe si con la cantidad expresada y con la que están revelando los demás se llevará a cabo la modificación propuesta debido a su costo (Boyle *et al.*, 1988; Whitehead y Blomquist, 1991; Hanley, 1988); sesgo hipotético, cuando el entrevistado no tiene ningún incentivo para ofrecer una respuesta correcta (Bishop *et al.*, 1979; Thayer, 1981); sesgo de punto de partida, cuando la cantidad primeramente sugerida condiciona la respuesta final (Boyle, 1986; Randall *et al.*, 1983), y sesgo de operación, que tiene lugar durante la operación del método, en aspectos como tiempo (Cummins *et al.*, 1994).

La controversia acerca de la aceptabilidad del método de valoración contingente en cuanto a su exactitud hizo necesario que la Administración Nacional Atmosférica y de Océanos (NOAA, por su nombre en inglés) del Departamento de Comercio de Estados Unidos elaborará un informe sobre la confiabilidad del método, conocido como Reporte del Panel de la NOAA (1993) sobre valoración contingente, que indica aspectos importantes desde el diseño del cuestionario y la forma de hacer las preguntas. En lo que respecta al cuestionario, éste debe contener: *a)* una descripción clara y precisa del bien objeto de estudio, del bien que se pretende valorar, así como las modificaciones que se consideren; *b)* la persona encuestada debe estar familiarizada con el bien y el problema en cuestión; *c)* el cuestionario debe estar planteado de manera consistente con el marco teórico utilizado para la definición de los valores de uso y de no uso.

Con el fin de diseñar un cuestionario que tomara en cuenta las recomendaciones antes señaladas, se realizó una encuesta previa para saber qué tan familiari-

zados estaban los hogares de La Paz con el servicio de provisión del acuífero; de manera más específica, acerca del conocimiento del ciclo hidrológico, la situación actual del acuífero en cuanto a su balance hídrico, el conocimiento del grado de sobreexplotación del acuífero, así como la causa y el efecto de la intrusión de agua de mar en pozos de abastecimiento público. Los resultados de la encuesta previa mostraron que 80 por ciento de los hogares desconocían la situación de sobreexplotación del acuífero y el problema de intrusión salina. Estos resultados permitieron diseñar de manera adecuada el cuestionario, proporcionando a la persona encuestada información clara y actualizada acerca del problema en cuestión.

La encuesta definitiva se realizó durante septiembre y octubre de 2007, y fue aplicada por personal de la maestría en economía del medio ambiente y recursos naturales de la UABCS. En cuanto al tipo de encuesta de los tres reconocidos: personal, telefónica y postal (Mitchel y Carson, 1989), se optó por la personal con conocimiento del posible sesgo del entrevistador, el cual consiste en que el encuestado tiende a exagerar su DAP. Sin embargo, este aspecto fue tomado en cuenta, para lo cual se realizaron pruebas para contrastar diferencias en la DAP por nivel de ingreso; es decir, midiendo con cautela si los entrevistados consideraron su restricción presupuestaria al dar su DAP.

El tipo de pregunta fue dicotómico de doble límite, donde de acuerdo con la respuesta de valoración contingente se ofrecieron dos valores: según la respuesta a la primera cantidad propuesta, este valor es menor si la respuesta es negativa, y mayor si ocurre lo contrario (Hanemann *et al.*, 1991). La pregunta fue la siguiente: “¿Estaría dispuesto a pagar \$\_\_\_\_\_ para implementar medidas que permitan el mantenimiento del servicio de agua del acuífero de La Paz, de tal manera que esto le garantice el suministro de agua proveniente del acuífero para usted y su familia?” Las cantidades propuestas fueron en múltiplos de cinco pesos; estos montos fueron distribuidos proporcionalmente entre el número de encuestas, con ello se eliminó el sesgo de partida y problemas de perfecta predictibilidad en la especificación econométrica.

En cuanto al medio de pago, es habitual algún tipo de impuestos para destinar el dinero a programas específicos. Para la valoración del servicio de provisión se utilizó una tarifa de pago mensual incorporada en el recibo de consumo de cada mes. Esto debido a que a los hogares no les es ajeno el pago por el servicio de agua, y representa una opción realista. Otro aspecto importante respecto a la encuesta fue la obtención del consumo de agua de los hogares, así como las características socioeconómicas de los hogares encuestados, con el fin de estimar una función de



valor, donde la DAP pueda ser calculada a partir de esas características. La encuesta fue dirigida a hogares que cuentan con agua entubada y micro-medición; con esto se evita la heterogeneidad en la dotación que pudiera causar sesgos en la respuesta de valoración, debido a que la respuesta de valoración contingente de los hogares sin estas características no consideraría su verdadera restricción presupuestaria en función de la cantidad, precio (valor de uso).

### *Descripción de los datos*

En cuanto a los datos utilizados, se emplearon dos fuentes: *a*) datos oficiales de consumo por hogar facturado (información no disponible al público), proporcionada por el Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de La Paz (OOMSAPA); *b*) datos generados a partir de la encuesta de valoración contingente. En la primera base de datos se seleccionó a los usuarios domésticos mediante la clave de identificación individual, así como su consumo mensual promedio, con el fin de analizar la distribución de los hogares al interior de los 11 rangos de consumo de la estructura tarifaria de precios en bloque;<sup>6</sup> con ello se estimó el tamaño óptimo de muestra, utilizando el estimador de consumo de agua. Se encontró que 93.96 por ciento de los hogares se concentraron en los tres primeros bloques, donde 27 568 ubicaron su consumo en el rango de 0 a 17 m<sup>3</sup> mensuales; 9 515 en el rango de 17 a 24 m<sup>3</sup> mensuales, y 5 485 en el rango de 24 a 35 metros cúbicos.

El tamaño óptimo de la muestra se obtuvo mediante el método aleatorio estratificado con fijación proporcional de acuerdo con el estimador de consumo de agua antes mencionado, y con un error de cuatro por ciento, así como un nivel de confianza de 95 por ciento, el cual dio como resultado un tamaño de muestra óptimo de 594 hogares, ajustándolo a 600 hogares. Los datos obtenidos mediante la aplicación de la encuesta e información oficial fueron generados con el programa estadístico SPSS, mientras que las estimaciones econométricas fueron realizadas con los programas econométricos, Eviews y LIMDEP.

<sup>6</sup>Los cobros por el consumo de agua de uso residencial corresponden a *i*) tasas constantes y *ii*) tasas crecientes y decrecientes. La estructura tarifaria en la ciudad de La Paz corresponde a tasas crecientes de precios en bloque, que implican un mayor cobro por la última unidad consumida dentro de cada bloque.

### *Teoría del método de valoración contingente (MVC)*

Desde la perspectiva económica, el MVC se basa en la maximización de la utilidad de los entrevistados, donde la función de utilidad ( $U$ ) de los individuos está definida para bienes de mercado y no mercado, configurados por cantidades, precios y otros atributos. Otro componente es la función de utilidad indirecta, constituida por un elemento estocástico, que representa la aleatoriedad y constituye el modelo de maximización de la utilidad aleatoria (RUM). La base del análisis econométrico parte del modelo teórico de utilidad, para analizar las respuestas de las encuestas de MVC. De acuerdo con Hanemann y Kanninen (1996), debido a un estado inicial del bien ambiental  $q$ , denotado por  $q^0$ , al individuo se le plantea un cambio en la calidad del bien ambiental, pasando de  $q^0$  a  $q^1$  a un costo de  $T$ : Si  $T > 0$ .

$$U(M - T, q^1, X) - U(M, q^0, X) \geq 0 \quad (1)$$

Donde  $U$  representa la función de utilidad del individuo (no observable). Incorporando  $V(\cdot)$  que representa la función de utilidad determinística (observable) que contiene los mismos elementos que  $U$ , pero que sí son observables, y el elemento estocástico  $\varepsilon$ . Entonces se tiene que:

$$U(M, q, X) = V(M, q, X) + \varepsilon(q)$$

Y la probabilidad de obtener una respuesta positiva, frente a un cambio en el bien ambiental, está dada por:

$$Prob(S) = Prob[V(M - T, q^1, X) + \varepsilon_1 > V(M, q^0, X) + \varepsilon_0]$$

$\varepsilon_i$  es aleatorio y recoge los elementos no observables de la función de utilidad del individuo, entonces la probabilidad se puede expresar de la siguiente manera:

$$Prob(S) = (1 + e^{-\Delta V})^{-1} \quad (2)$$

Donde  $\Delta V = V^1 - V^0$ . En caso de que la respuesta del entrevistado sea negativa al cambio ambiental, la probabilidad se expresa:

$$Prob(N) = (1 + e^{\Delta V})^{-1} \quad (3)$$

Entonces, la disponibilidad a pagar por el cambio ambiental  $q'$  (DAP) es aquella que el individuo acepta por el cambio, a costa de disminuir su nivel de ingreso. Al cambio en el nivel de utilidad causado por la disminución del ingreso disponible y compensado por el aumento en el bienestar al mejorar el bien ambiental, se le conoce como variación compensada y se expresa como sigue:

$$U(M-DAP, q^1, X) = U(M, q^0, X) \text{ y}$$

$$V(M-DAP, q^1, X) + \varepsilon_1 - \varepsilon_0 = V(M, q^0, X)$$

Esta última se encuentra en términos de la función de utilidad observable y es una variable aleatoria debido al error estocástico incluido; adicionalmente es una función acumulativa de densidad (FDA) denotada como  $F(T)$ . El valor esperado de la variable DAP se fundamenta en FDA como se muestra a continuación:

$$E(DAP) = \int_0^{\infty} [1 - F(T)] dT \quad (4)$$

Las respuestas que se obtienen, en principio son positivas o negativas, por tanto la variable dependiente podrá tomar valores de 1 o 0; es decir, es una variable cualitativa que representa probabilidades, la ecuación (5) matricialmente representa estas respuestas, siendo  $Y_i$  la variable dependiente, y el término de la derecha es el equivalente a la utilidad determinística:

$$Y_i^* = X_i \beta + \varepsilon_i \text{ donde } i: 1, 2 \dots N \quad (5)$$

Sin embargo, lo que en realidad se aprecia es la variable latente  $Y_i^*$ , con la siguiente expresión:

$$Y_i = X_i \beta + \varepsilon_i \quad (6)$$

que toma los valores:

$$\begin{aligned} Y &= 1 && \text{si } Y_i^* > 0 \\ Y &= 0 && \text{en otro caso} \end{aligned} \quad (7)$$

De acuerdo con (6) y (7), obtenemos:

$$Prob(Y = 1) = Prob(\varepsilon_i > -X_i \beta) = 1 - F(-X_i \beta) \quad (8)$$

Donde  $F(\cdot)$  es la función de distribución acumulativa para  $\varepsilon$ . El valor observado es la realización de un proceso binomial y el tratamiento para obtener los coeficientes de regresión será por medio de la maximización de la función de verosimilitud:

$$L = \prod_{Y_i=0} F(-X\beta) \prod_{Y_i=1} (1 - F(-X\beta)) \quad (9)$$

La función de distribución que se asume para el comportamiento de  $\varepsilon$  corresponde a una distribución normal,  $\varepsilon_i$  es  $N(0, \sigma^2)$  resultando el modelo probit:

$$F(-X_i\beta) = \int_{-\infty}^{-X_i\beta/\sigma} (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp -(t^2/2) dt \quad (10)$$

Retomando (1) y (2), se tiene que si  $T > 0$ ,

$$V(M-T, q^1, X) + \varepsilon_1 > V(M, q^0, X) + \varepsilon_0$$

$$V(M-T, q^1, X) - V(M, q^0, X) > \varepsilon_0 - \varepsilon_1$$

$$\Delta V = V(M-T, q^1, X) - V(M, q^0, X)$$

$$\eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1, \quad \text{entonces} \quad \text{Prob}(\text{Aceptar}) = \text{Prob}(\Delta V > \eta)$$

Considerando de nuevo la expresión (5), el término  $X\beta$  es una generalización matricial que recoge el conjunto de variables socioeconómicas y sus respectivos coeficientes, incluyendo el término independiente; entonces, la variación en la utilidad del individuo expresada en coeficientes observados es:

$$\Delta V = \alpha - \beta T \quad (11)$$

De esta manera, se observa que a mayor  $T$  se obtendrá menor  $\Delta V$ , es decir, que la probabilidad de una respuesta positiva (sí) será menor. De tal modo, se tiene que:  $\alpha$  muestra el cambio de utilidad por el cambio ambiental;  $\beta$  representa la utilidad marginal del ingreso. Si:  $\Delta V = 0$ , el individuo sería indiferente al cambio ambiental.

### *Especificación del modelo probit*

La especificación del MVC considera la siguiente representación de aceptar pagar por seguir haciendo uso del servicio de provisión del acuífero de La Paz, de tal manera que esto garantice el suministro de agua para los hogares, expresado por el siguiente modelo probit:

$$P_k = E(Y = 1/X_k) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{G_k} \frac{-t^2}{e^2} dt \quad (12)$$

Donde  $t$  es una variable aleatoria normal estandarizada,  $t = N(0,1)$ . En este modelo, la probabilidad  $P_k$  para  $Y = (1, \text{ si la respuesta es "sí"}, \text{ y } 0 \text{ si es "no"})$ , descansa entre cero y uno, ya que la probabilidad de la variable aleatoria normal estandarizada  $t$  es menor o igual a  $G_k$ . Cuando el índice de utilidad  $G_k$  incrementa de  $-$  a  $+$ , la probabilidad  $P_k$  para  $Y = 1$  incrementa monotónicamente. Ya que  $P_k$  representa la probabilidad de una respuesta afirmativa, ésta es medida por el área de la curva normal estándar desde  $-$  hasta  $G_k$ . La matriz  $X_k$  contiene las variables socioeconómicas que se describen en el cuadro 1.

CUADRO 1. *Descripción de variables*

Variable	Descripción	Unidades	Media	S. D.	Mínimo	Máximo
DAP	Disposición a pagar	Binario	0.5583	0.4969	0	1
Monto-DAP	Monto a pagar	\$ 000/mes	39.16	35.01	5	100
Ingreso	Ingreso familiar mensual	\$ 000/mes	8 364.50	7 702.05	3 000	40
Educación	Educación del jefe de hogar	Categorica	3.67	1.17	0	6
Cm3d	Demanda diaria de agua	m <sup>3</sup> /día	0.7069	0.31	0.05	3.07
Tandeo	Restricción en suministro	Binario	0.51	0.50	0	1

**Fuente:** Elaboración propia, con base en encuesta y datos proporcionados por el OOMSAPA (2008).

### *Especificación del modelo tobit*

Con el objetivo de analizar los factores que inciden en el monto de la disposición se realizó la siguiente estrategia econométrica. Se estimaron los determinantes del monto dispuesto a pagar, mediante un modelo de regresión censurada correspondiente a un tobit,<sup>7</sup> con variables instrumentales con el fin de confrontar el

<sup>7</sup>Esto se debe a que se considera sólo un punto de censura, aquellos hogares que expresaron no estar dispuestos a pagar.

problema de simultaneidad causada por el carácter endógeno de la especificación precio-cantidad en estructuras de precios en bloque. Para estimar el modelo se realizaron las pruebas de identificación, propuestas por Davidson y MacKinnon (1981 y 1993). La estimación censurada se debe a que la proporción de hogares que respondieron de forma negativa a la pregunta de valoración contingente es considerable, y la estimación por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) proporcionaría estimaciones sesgadas. Estimaciones por el método de máxima verosimilitud proporcionan estimaciones eficientes y consistentes (Greene, 1999), ya que la función de máxima verosimilitud integra información tanto de las observaciones censuradas como de las no censuradas:

$$I(\beta, \sigma^2) = L(\beta, \sigma^2) \quad (13)$$

$$\text{donde } L(\beta, \sigma^2) = \sum_{Y_i > a} -\frac{1}{2} \left[ \ln(2\pi) + \ln(\sigma^2) + \frac{(Y_i - X_i' \beta)^2}{\sigma^2} \right] + \sum_{Y_i \leq a} \ln \left[ \Phi \left( \frac{a - X_i' \beta}{\sigma} \right) \right]$$

En la ecuación (13) se muestra cómo es posible identificar las estimaciones de los efectos sobre la variable latente  $Y^i(\hat{\beta})$ , utilizando únicamente la variable  $Y$ .

Cabe mencionar que una alternativa consiste en la corrección en dos etapas del estimador de MCO propuesta por Heckman (1979). Este procedimiento proporciona estimados consistentes. Sin embargo, el modelo estimado por el método tobit facilita la interpretación directa del efecto marginal de cada una de las variables explicativas sobre el valor medio de la variable latente. La estadística descriptiva de las variables explicativas censuradas y no censuradas se muestra en el cuadro 2.

CUADRO 2. *Estadística descriptiva para muestra censurada y no censurada*

Variable	Datos no censurados (n = 335)		Datos censurados (n = 265)	
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar
Ingreso	9 035.2 239	8 190.99	7 516.6038	6 958.65
Educación	3.7522	1.2118	3.5774	1.1192
Precio	5.6924	1.6648	5.9582	1.9824
Cm3d	0.6859	0.2917	0.733	0.3399
Tandeo	0.5403	0.4991	0.4906	0.5009

**Fuente:** Elaboración propia, con base en encuesta y datos proporcionados por el OOMSAPA.

El método tobit estima el modelo incorporando a todos los hogares de la muestra mediante la utilización de una función de verosimilitud, en donde los parámetros que se eligen son aquellos que hacen máxima la probabilidad conjunta de que los hogares que no están dispuestos a pagar por conservar el acuífero no lo hagan, y que los que estén dispuestos a pagar lo hagan en el monto máximo de disponibilidad a pagar. Esto se explica por las mismas variables socioeconómicas de calidad del servicio expresada por la variable tandeo y los niveles de consumo de agua distribuidos por el organismo operador de agua municipal. Sin embargo, a diferencia de los modelos lineales, los parámetros estimados no tienen una interpretación directa, como pudiera ser el efecto marginal de una variable explicativa sobre la variable endógena. Para obtener los efectos es necesario realizar transformaciones adicionales considerando el factor  $\Phi\left(\frac{\beta'X}{\sigma}\right)$ , es decir, las estimaciones  $\hat{\beta}$  deben ponderarse por la probabilidad de que una observación no esté censurada. La probabilidad de no censura depende de los valores que tomen los hogares en cada una de las variables  $X_i$ ; debido a esto se evalúa en el hogar medio. La ventaja de este método consiste en que los parámetros estimados pueden utilizarse para analizar dos fenómenos diferentes: *a)* el efecto de cada variable sobre la probabilidad de que un hogar esté de acuerdo en pagar por conservar el acuífero, y *b)* el efecto de cada variable sobre el monto máximo dispuesto a pagar por conservar el acuífero (McDonald y Moffitt, 1980).

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del modelo probit se describen en el cuadro 3:

CUADRO 3. *Resultado de modelo probit*

Variable	Coficiente	Error estándar	Estadístico-z	Probabilidad
Constante	0.52427467	0.26190784	2 002	0.0453
Monto-DAP	-0.02323822	0.00179754	-12 928	0.0000
Ingreso	0.285063D-04	0.692441D-05	4 117	0.0000
Educación	0.15194768	0.05826889	2 608	0.0091
Cm3d	-0.60583722	0.16135627	-3 755	0.0002
Tandeo	0.37688291	0.14005043	2 691	0.0071
Log likelihood	-2 908 622	Restr. log likelihood	-4 030 397	
McFadden R-squared	0.31341			

**Fuente:** Elaboración propia, con base en resultado de modelo probit.

Todos los coeficientes resultaron con el signo esperado y sus errores estándar asintóticos corresponden a la raíz cuadrada de los elementos diagonales de la matriz de covarianza asintótica. Los estadísticos  $z$  son el cociente de los coeficientes y sus errores estándar. Aplicando los contrastes de hipótesis sobre significancia se encontró que todos son estadísticamente significativos con 99 por ciento de confianza. Para contrastar la significancia del modelo en general se aplicó la prueba de razón de verosimilitud, con una Chi cuadrada de 224.35 y 5 grados de libertad resultando  $[\text{Prob}(\text{ChiSq}d > \text{value}) = .0000]$  estadísticamente significativo. El porcentaje total correctamente predicho fue de 81.16 por ciento. El porcentaje correctamente predicho de estar dispuesto a pagar es de 87.16, y el incorrectamente predicho de estar dispuesto fue de 12.83 por ciento. En cuanto al porcentaje correctamente predicho de no estar dispuesto a pagar fue de 81.93, y el incorrectamente predicho de no estar dispuesto resultó de 18.06 por ciento.

La variable monto-DAP resultó estadísticamente significativa. Ésta representa el efecto del precio de salida e indica que cuanto mayor es el precio de salida ofertado al entrevistado, menor es la probabilidad de que responda afirmativamente a la pregunta dicotómica de valoración. Este resultado indica que los encuestados han percibido en el precio mostrado información sobre el valor del bien ambiental objeto de estudio.

La variable ingreso resultó significativa en la estadística con el signo teóricamente correcto, e indica que cuanto mayor sea el ingreso del encuestado mayor será su disposición a pagar. En este sentido, Kristrom (1995) señala que con esta relación positiva los bienes ambientales son bienes normales.

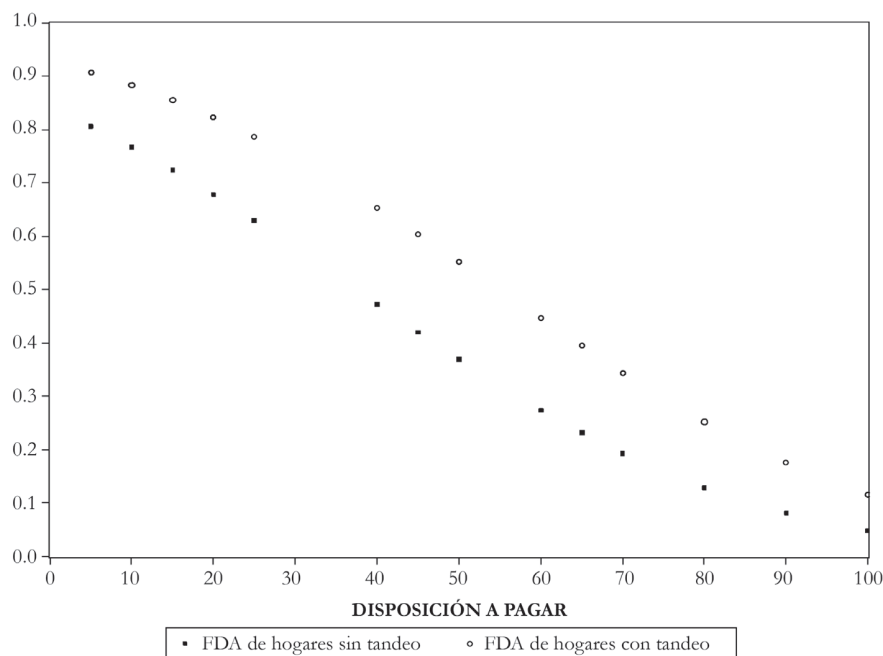
El coeficiente de la variable educación muestra cómo al incrementarse el nivel de instrucción de los jefes de hogar se incrementa la probabilidad de aceptar pagar por conservar el servicio ambiental. El parámetro de la variable de consumo de agua en metros cúbicos diarios resultó consistente en signo y magnitud al esperado, ya que los hogares se enfrentan a estructuras tarifarias de precios (que reflejan sólo el valor de uso) en bloques crecientes, y al incrementarse el consumo también lo hace el precio, afectando la restricción presupuestaria de los hogares. Por tanto, la valoración económica del servicio de suministro, en términos de la demanda diaria de agua, es menor para hogares que más consumen.

La variable tandeo resultó estadísticamente significativa y muestra que la valoración declarada no es independiente de cambios en la cantidad o calidad del bien valorado. Este resultado rechaza la presencia del denominado efecto de incrustación (*embedding effect*), señalado inicialmente por Kahneman y Knetsch (1992). La causa principal de la política de tandeo del organismo operador es el aumento en



el abatimiento de los pozos, debido a la disminución de la disponibilidad de agua subterránea. En este sentido, encontramos que la valoración del hidrológico de provisión es mayor en aquellos hogares que se ven afectados directamente por la disminución de la cantidad y calidad del servicio de provisión, ya que los hogares que se enfrentan al tandeo (suministro cada tercer día o más), presentan una mayor probabilidad de aceptar pagar en relación con aquellos que cuentan con suministro de agua continuo. La diferencia en la probabilidad de aceptar pagar por conservar el acuífero para hogares con tandeo y sin tandeo se puede observar en la figura 1, mediante la función de distribución acumulativa (FDA), controlando la variable tandeo.

Como se muestra en la figura 1, la tasa de cambio de la probabilidad de pagar por conservar el acuífero, puesto que el hogar cuenta con restricción en el suministro del tipo tandeo resultó de 8.15 puntos mayor en hogares con tandeo,



**Fuente:** Elaboración propia, con base en los resultados del modelo probit estimado.

FIGURA 1. FDA de la DAP controlando la variable tandeo

respecto de hogares con suministro diario de agua, lo que revela el efecto de la escasez sobre la valoración del servicio ambiental del acuífero. Cabe mencionar que la incorporación del término “servicio ambiental de provisión de agua del acuífero de La Paz” fue vital para evitar el posible sesgo de información, ya que la encuesta piloto mostró que los hogares no estaban familiarizados con el servicio ambiental de provisión del acuífero, por tanto fue necesario informar acerca de éste, así como su situación actual, con el fin de evitar que los entrevistados valoraran la calidad del servicio de suministro del organismo operador, en lugar de valorar el servicio ambiental de provisión de agua del acuífero. En cuanto a la diferencia en la probabilidad de estar dispuesto a pagar por implementar medidas de conservación, este trabajo es consistente con la literatura de valoración contingente, debido a que es conocido que hogares con mejores servicios preferirán programas para mantener el *status quo*, mientras que hogares con nivel inicial bajo en la calidad del servicio tendrán una mayor disponibilidad a pagar por implementar medidas que mejoren la calidad del servicio (Soto y Bateman, 2006).

Los resultados anteriores permitieron estimar la valoración económica del acuífero evaluando la siguiente función en las medias con excepción de la variable monto a pagar.

$$Prob (Si) = 0.5242 - 0.02323822 (Monto-DAP) + 0.285063D-04 (Ingreso) + 0.1519 (Educación) - 0.6058 (Cm3d) + 0.3768 (Tandeo)$$

La evaluación de la función anterior hizo posible calcular el valor económico (VE) del servicio ambiental de provisión como puede observarse en el cuadro 4.

CUADRO 4. *Valor económico del servicio ambiental de provisión (2005)*

Servicio ambiental	Número de familias que reciben agua del acuífero	Beneficios económicos por familia	Beneficios económicos mensuales	Beneficios económicos anuales
Provisión	57.181	132.76	7 591 652.22	91 099 826.70

**Fuente:** Elaboración propia, con base en resultado de modelo probit estimado.

De acuerdo con el cuadro 3, la DAP por hogar asciende a 132.76 pesos adicionales al pago realizado al organismo operador. Los beneficios económicos de la valoración del acuífero de La Paz ascienden a más de 91 millones de pesos anuales; sin embargo, este valor es relativo, ya que debe ser evaluado en términos de los

costos de implementación de medidas de conservación, considerando que tales medidas no sólo consisten en la valoración económica. Adicionalmente, implican medidas de educación ambiental, para fomentar una nueva cultura de consumo de agua, medidas estratégicas en la distribución, así como exploración de nuevas alternativas, ya que la valoración económica y los instrumentos de manejo de la demanda de agua representan sólo una solución parcial a los problemas de presión sobre el recurso hídrico de largo plazo; es decir, ante incrementos en la demanda de agua por factores de crecimiento demográfico y limitaciones de la oferta hídrica en la región.

Con el fin de contrastar la existencia de diferencias en la DAP por características del nivel de ingreso se estimó un modelo con parámetros iterativos (Dingreso-bajo\*monto-DAP y Dingreso-alto\*monto-DAP), para esto se consideraron dos segmentos de ingresos: altos y bajos, siendo hogares de bajo ingreso aquellos que perciben un ingreso anual menor a 60 mil pesos, mientras que los hogares de mayores ingresos corresponden a aquellos con ingresos anuales iguales o mayores a 60 mil pesos. La identificación del tipo de segmento se realizó en forma dicotómica en cada segmento, para después realizar la iteración con el monto de disponibilidad a pagar (monto-DAP), esto permitió estimar la disponibilidad a pagar para ingresos bajos y altos. Los resultados del modelo iterativo pueden observarse en el cuadro 5.

CUADRO 5. *Resultado de modelo probit iterativo*

Variable	Coficiente	Error estándar	Estadístico-z	Probabilidad
Constante	0.6025693	0.267047	2 256	0.0240
Ingreso	0.0002510	0.000072	3 459	0.0005
Educación	0.1280560	0.058259	2 198	0.0279
Cm3d	-0.5609280	0.159322	-3 521	0.0004
Tandeo	0.3576892	0.139517	2 564	0.0104
Dingreso alto*monto-DAP	-0.0216272	0.001944	-11 122	0.0000
Dingreso bajo*monto-DAP	-0.0256711	0.002999	-8 559	0.0000
Log likelihood	-2 944 755	Restr. Loglikelihood	-4 030 397	
McFadden R-squared	0.3123			

**Fuente:** Elaboración propia, con base en modelo probit iterativo.

Los resultados del modelo revelan diferencias significativas a 99 por ciento de nivel de confianza en la disposición a pagar, para ingresos bajos y altos. El modelo iterativo presenta ligeramente un mayor ajuste, ya que la predictibilidad de estar dispuesto a pagar del porcentaje correctamente predicho fue de 81.33 por ciento, mientras que la predictibilidad de no estar dispuesto a pagar resultó en 18.67 por ciento. Con estos resultados se estimó la función en las medias obteniendo la DAP para ingresos bajos y altos, como se muestra en el cuadro 6.

CUADRO 6. *Disposición a pagar*

Ingresos bajos	Ingresos altos
115.38	136.96

**Fuente:** Elaboración propia, con base en modelo probit iterativo estimado.

Los resultados del modelo tobit, los efectos marginales<sup>8</sup> y sus errores estándar se obtuvieron mediante el método delta,<sup>9</sup> los cuales se muestran en el cuadro 7.

CUADRO 7. *Parámetros estimados y efectos marginales de modelo tobit*

Variable dependiente: Variable	Monto-DAP Coeficiente	Error estándar	Estadístico - z	Probabilidad
Ingreso	0.0007	0.00012801	6 028	0.0000
Cm3d	-9.2417	4 205 264	-2 198	0.0280
Tandeo	6.6021	319 108 540	2 069	0.0386
Factor de escala	0.5433			
Log likelihood function -701.09				
Efectos marginales	Estimado	Error estándar	Estadístico - z	Probabilidad
Ingreso	0.0004	0.0006844	6 126	0.0000
Cm3d	-5.0213	217 409 730	-2 310	0.0209
Tandeo	3.5871	175 285 639	2 046	0.0407

**Fuente:** Elaboración propia, con base en resultado de modelo tobit estimado.

<sup>8</sup>Sobre el valor esperado para la variable Y (censurada y sin censura), mediante el método de descomposición de McDonald y Moffitt, es decir:  $\frac{\partial E(Y)}{\partial X_k} = \Phi\left(\frac{\beta_k}{\sigma}\right)\beta_k$ , que reescrito:  $\frac{\partial E(Y)}{\partial X_k} = P(y > 0) \frac{\partial E(y|y > 0)}{\partial X_k} + (E(y|y > 0)) \frac{\partial P(y > 0)}{\partial X_k}$ , muestra cómo un cambio en  $X_k$  afecta la media condicional de  $X_k$  en la parte positiva de la distribución, afectando la probabilidad de que la observación caiga en esa parte de la distribución.

<sup>9</sup>El método delta se aplica para encontrar la distribución asintótica de una función no lineal de los estimadores.

Todos los parámetros estimados resultaron significativos a un nivel de  $p = 0.05$ , con signos consistentes con los esperados. Realizando las transformaciones antes descritas, considerando  $\hat{\sigma}^2$  se interpretan los coeficientes estimados como el efecto de los regresores sobre la variable latente. El nivel de ingreso de los hogares determina la probabilidad de estar dispuesto a pagar por gozar del servicio de provisión del acuífero; es decir, al incrementarse el nivel de ingreso se incrementa la probabilidad de encontrar respuestas afirmativas a la pregunta de valoración contingente. El consumo es consistente con los resultados obtenidos previamente con el modelo probit, y muestra cómo al incrementarse el nivel de consumo diario de agua, disminuye la probabilidad de que los hogares estén dispuestos a pagar por implementar medidas para que se les continúe proveyendo el servicio de agua del acuífero. Esto se debe a que los hogares con mayor nivel de consumo se enfrentan a precios mayores por metro cúbico de agua, lo cual afecta su restricción presupuestaria. Esto confirma la funcionalidad de la variable Cm3d, ya que refleja el efecto que tendrían variables de características físicas de las viviendas, y demográficas, en composición de miembros y estructura de edad de los hogares, como lo sugiere la literatura de demanda de agua urbana residencial (Jaramillo, 2005).

En cuanto a los efectos marginales de las variables sobre la cantidad dispuesta a pagar se encontró que el ingreso de los hogares es significativo; sin embargo, la magnitud del efecto es muy pequeña. En cuanto al efecto marginal de la variable Cm3d se tiene que, en promedio, un metro cúbico adicional de agua disminuye el monto dispuesto a pagar en cinco pesos, para un hogar promedio. El efecto marginal de la variable dicotómica tandeo sobre la cantidad dispuesta a pagar es el siguiente, en promedio los hogares que cuentan con restricción en el suministro debido al tandeo están dispuestos a pagar cuatro pesos más que hogares que no cuentan con restricción.

Considerando el valor de  $\alpha^2 = 122711$  del modelo tobit y sus coeficientes se compararon con los parámetros del modelo probit con el fin de estimar qué efecto tiene mayor peso de los incisos *a)* y *b)* señalados anteriormente, se encontró que los coeficientes del modelo probit son mayores en términos absolutos que los transformados del modelo tobit de lo cual se desprende lo siguiente en términos de magnitud de efectos: *i)* el nivel de ingreso del hogar ejerce un efecto mayor en la decisión de estar dispuesto a pagar, que en la decisión del monto que elige pagar; *ii)* la demanda diaria de agua en metros cúbicos tiene un mayor efecto sobre la probabilidad de aceptar pagar por conservar el acuífero que en el monto dispuesto a pagar, y *iii)* contar con restricción en el suministro de agua mediante la práctica de tandeo ejerce un efecto mayor en la decisión inicial de contribuir por conservar el acuífero que en la cantidad de disposición a pagar.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se estimó la disponibilidad a pagar de los hogares con el fin de obtener la valoración económica del servicio hidrológico de provisión de agua del acuífero de La Paz, y de probar dos hipótesis: *a)* El nivel de consumo de agua medido en metros cúbicos diarios (Cm3d) es un determinante de la DAP, ya que esta variable representa los efectos tanto de la demografía de los habitantes de la vivienda como de las características físicas de ésta. Por ello, los incrementos en Cm3d representan una disminución en la probabilidad de aceptar pagar por mantener el servicio de provisión del acuífero, y *b)* la probabilidad de aceptar pagar por mantener el servicio de provisión del acuífero es mayor para hogares con tandeo en el suministro de agua. Para probar tales hipótesis se aplicó el método de valoración contingente a través de la especificación de un modelo probit y un modelo de regresión censurada (tobit), con información de datos de consumo de agua individual de cada uno de los hogares encuestados (información proporcionada por OOMSAPA).

Los resultados confirman nuestras hipótesis de trabajo. La estimación del modelo probit para probar la primera hipótesis muestra evidencia consistente de que el consumo diario de agua (Cm3d) determina la disponibilidad a pagar, en el sentido de que incrementos en consumo diario de agua representan una disminución en la disponibilidad a pagar de los hogares, para que éstos implementen medidas que contribuyan en el mantenimiento y mejoramiento del servicio hidrológico de provisión del acuífero de La Paz. En relación con la segunda hipótesis, los resultados revelan, también de manera consistente, que la probabilidad de pagar por conservar el servicio de provisión del acuífero es mayor para hogares con tandeo en el suministro de agua.

Los resultados revelan la valoración que otorgan los hogares a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en las condiciones de oferta del bien ambiental agua, medida por su principal atributo *cantidad*. Los resultados que corroboran que los hogares están valorando la modificación en las condiciones de oferta del bien ambiental agua del acuífero corresponden a la *variación compensada*, es decir, el efecto de la disminución de utilidad causada por la disminución del ingreso disponible y compensado por el aumento en el bienestar al mantener o mejorar el servicio hidrológico de provisión de agua del acuífero de La Paz. Los resultados del modelo de regresión censurada (tobit) confirman que la variación compensada es mayor en hogares con tandeo de agua, que hogares con flujo con-

tinuo. De manera específica, en promedio los hogares que cuentan tandeo están dispuestos a pagar cuatro pesos más que hogares que no cuentan con tandeo. En este sentido, la valoración económica del servicio de provisión de agua del acuífero de La Paz es revelada por el beneficio en la modificación de su principal atributo de cantidad, tal como lo señalan Brauman *et al.* (2007) para la oferta de agua municipal, la cual requiere la cantidad adecuada y la calidad aceptable en el lugar y tiempo correctos.

Estos resultados tienen implicaciones en la región relacionadas con la política de uso y manejo del recurso agua, ya que el conocimiento del valor económico del recurso es de crucial importancia para determinar los beneficios netos de políticas y acciones de manejo. La disposición a pagar estimada representa el excedente del consumidor, sobre el cual deben evaluarse los costos de implementación de medidas de mantenimiento o mejora del balance del acuífero.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Alberini, Anna, Barbara Kanninen y Richard T. Carson, 1997, "Modeling Response Incentive Effects in Dichotomous Choice Contingent Valuation Data", *Land Economics*, 73, The University of Wisconsin Press, pp. 309-324.
- Arrow, Kenneth, Robert Solow, Paul R. Portney, Edward E. Leamer, Roy Radner, Howard Schuman, 1993, *Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation: National Resource. Damage Assessments Under the Oil Pollution Act of 1990*, *Federal Register*, 58, pp. 4601-4614.
- Berrens, Robert P., Alok K. Bohara y Joe Kerkvliet, 1997, "A Randomized Response Approach to Dichotomous Choice Contingent Valuation", *American Journal Agricultural Economics*, 79, Milwaukee, American Agricultural Economics Association, pp. 252-266.
- Bergstrom, John C., John R. Stoll y Alan Randall, 1989, "Information Effects in Contingent Markets", *American Journal of Agricultural Economics*, 71, Milwaukee, American Agricultural Economics Association, pp. 685-691.
- Bishop, Richard C. y Thomas A. Heberlein, 1979, "Measuring Values of Extra Market Goods: Are Indirect Measures Biased?", *American Journal of Agriculture Economics*, 61, Milwaukee, American Agricultural Economics Association, pp. 926-30.

- Boyle, Kevin J., Richard C. Bishop y Michael P. Welsh, 1986, "Starting Point bias in Contingent Valuation Surveys", *Land Economics*, 61, The University of Wisconsin Press, pp. 188-194.
- Boyle, Kevin J. y Richard C. Bishop, 1988, "Welfare Measurements Using Contingent Valuation: A Comparison of Techniques", *American Journal of Agricultural Economics*, 70, Milwaukee, American Agricultural Economics Association, pp. 20-28.
- Brauman, Kate A., Gretchen C. Daily, Ka'eo T. Duarte y Harold A. Mooney, 2007, "The Nature and Value of Ecosystem Services: An Overview Highlighting Hydrologic Services", *Reviews in Advance* 20, *Annual Review of Environment and Resources*, Palo Alto, California, p. 30.
- Brookshire, David S., Berry C. Ives y William D. Schulze, 1976, "The Valuation of Aesthetic Preferences", *Journal of Environmental Economics and Management*, Washington, D. C., Association of Environmental and Resource Economists, vol. 3, pp. 325-346.
- Cameron, Trudy Ann y Jeffrey Englin, 1997, "Respondent Experience and Contingent Valuation of Environment Goods", *Journal of Environmental Economics and Management*, 33, Washington, D. C., Association of Environmental and Resource Economists, pp. 296-213.
- Carson, T. Richard, W. Michael Hanemann, Raymond J. Kopp, Jon A. Krosnick, Robert C. Michael, Stanley Presser, Paul A. Ruud y V. Kerry Smith con Michael Conaway y Kerry Martin, 1997, "Temporal Reliability of Estimates from Contingent Valuation", *Land Economics*, 73, The University of Wisconsin Press, pp. 151-163.
- Cruz-Falcón, Arturo [tesis de doctorado], 2007, *Caracterización y diagnóstico del acuífero de La Paz, B.C.S., mediante estudios geofísicos y geohidrológicos*, México, IPN/CICIMAR.
- Conagua, 2003, *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación*, México.
- Conagua, 2005, *Estadísticas del agua en México*, México.
- Conagua, 2006, *Estadísticas del agua en México*, México.
- Committee on Valuing Ground Water, National Research Council, Valuing Ground Water: Economic Concepts and Approaches, 1997, en <[http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=5498](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=5498)>, consultado el 20 de febrero de 2008.
- Cummings, Ronald G., Philip T. Ganderton y Thomas McGuckin, 1994, "Substitution Effects in CVM Values", *American Journal of Agriculture Economics*, 76, Milwaukee, American Agricultural Economics Association, pp. 205-214.



- Davidson, Russell y James G. MacKinnon, 1981, "Several Test for Model Specification in the Presence of Alternative Hypotheses", *Econometrica*, 49, U. S., The Econometric Society, pp. 781-793.
- Davidson, Russell y James G. MacKinnon, 1993, *Estimation and Inference in Econometrics*, Nueva York, Oxford University Press.
- Evaluación de Ecosistemas del Milenio, 2003, *Ecosystems and Human Well-being: Our Human Planet*, Washington, D. C., Island.
- Greene, William H., 1999, *Análisis econométrico*, 3ª ed., España, Prentice Hall.
- Hanemann Michael, John Loomis y Barbara Kanninen, 1991, "Statistical Efficiency of the Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation", *American Journal of Agricultural Economics*, 73 (74), Milwaukee, American Agricultural Economics Association, pp. 1255-1263.
- Hanemann W., Michael y Barbara Kanninen, 1996, "The Statistical Analysis of Discrete Response CV Data", Working Paper 798, California, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California at Berkeley.
- Hanemann W., Michael, 1994, "Valuing the Environment Through Contingent Valuation", *Journal of Economic Perspectives*, 8, U. S., American Economic Association, pp. 19-43.
- Hanley, Nicholas, 1988, "Using Contingent Valuation to Value Environmental Improvements", *Applied Economics*, 20, U. S., Routledge, pp. 541-549.
- Harrison, Glenn W., 1992, "Valuing Public Goods with the Contingent Valuation Method: A Critique of Kahneman and Knetsch", *Journal of Environmental Economics and Management*, 23, Milwaukee, Association of Environmental and Resource Economists, pp. 248-257.
- Heckman, J. James, 1979, "Sample Selection Bias as a Specification Error", *Econometrica*, 47, U. S., The Econometric Society, pp. 931-954.
- Hensher, David, Nina Shore y Kenneth Train, 2005, "Households' Willingness to Pay for Water Service Attributes", *Environmental Resources Economics*, 32(4), The Netherlands, Springer Netherlands, pp. 509-531.
- Hoehn, P. John y Alan Randall, 1987, "A Satisfactory Benefit Cost Indicator from Contingent Valuation", *Journal of Environmental and Management*, 14, U. S., Association of Environmental and Resource Economists, pp. 226-247.
- Jaramillo Mosqueira, Luis A., 2005, "Evaluación econométrica de la demanda de agua de uso residencial en México", *El Trimestre Económico*, vol. LXXII (2), núm. 286, México, Fondo de Cultura Económica, pp. 267-390.
- Kahneman, Daniel y Jack L. Knetsch, 1992, "Valuing Public Goods: The Purchase of Moral Satisfaction", *Journal of Environmental Economics and Management*,

- 22, U. S., Association of Environmental and Resource Economists, pp. 57-70.
- Kanninen, Barbara J., 1995, "Bias in Discrete Response Contingent Valuation", *Journal of Environmental Economics and Management*, 28(1), U. S., Association of Environmental and Resource Economists, pp. 114-125.
- Kristrom, Bengt [ponencia], 1995, "Theory and Applications of the Contingent Valuation Method", Simposio Economía ambiental: Valoración, recursos naturales y política económica, Barcelona, Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, 26-28 de junio.
- Mansfield, A. Carol, 1998, "A Consistent Method for Calibrating Contingent Value Survey Data", *Southern Economic Journal*, 64(3), U. S., Southern Economic Association, pp. 665-681.
- McDonald, John F. y Robert A. Moffitt, 1980, "The Uses of Tobit Analysis", *Review of Economic and Statistics*, 62, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, pp. 318-321.
- McFadden, Daniel, 1994, "Contingent Valuation and Social Choice", *American Journal of Agricultural Economics*, 76, U. S., Agricultural and Applied Economics Association, pp. 689-708.
- Milon, J. Walter, 1989, "Contingent Valuation Experiments for Strategic Behavior", *Journal of Environmental Economics and Management*, 17, U. S., Association of Environmental and Resource Economists, pp. 293-308.
- Mitchell, C. Robert y Richard T. Carson, 1989, "Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method", Washington, D. C., Resources for the Future.
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD), 1995, *The Economic Appraisal of Environmental Projects and Policy: A Practical Guide*, París, OECD.
- Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de La Paz, B.C.S. (OOMSAPA), 2008, Base de datos internos sobre facturación por clave de usuario, proporcionados por la dirección general del H. XII Ayuntamiento de La Paz, Baja California Sur, México.
- Piero Deidda Gian, Ranieri Albert, Casas Ponsati, Marco Nuvoli, S. Erriu, Josefina Carlota Tapias, 2003, *Delimitación de la intrusión salina en el acuífero aluvial de la marina de Cardedu (Cerdeña Centro-Oriental) a partir de medidas electromagnéticas en el dominio de frecuencias. Tecnología de la intrusión de agua de mar en acuíferos costeros: países mediterráneos*, Madrid, Instituto Geológico y Minero de España.

- Randall, Alan, John P. Hoehn y David S. Brookshire, 1983, "Contingent Valuation Surveys for Evaluating Environmental Assets", *Natural Resources Journal*, 23, Albuquerque, New Mexico, University of New Mexico, pp. 635-48.
- Rowe, Robert y Ralph D'Argue y David Brookshire, 1980, "An Experiment on the Economic Value of Visibility", *Journal of Environmental Economics and Management*, 7, U. S., Association of Environmental and Resource Economists, pp. 1-19.
- Smith, Kerry, 1996, "Can Contingent Valuation Distinguish Economic Values for Different Public Goods?", *Land Economics*, 72, U. S., The University of Wisconsin System, pp. 139-151.
- Smith, Kerry, 1997, "Pricing What is Priceless: A Status Report on Not-Market Valuation of Environmental Resources", *International Yearbook of Environmental and Resource Economics*, U. S., Honk Folmer and Tom Tietenberg.
- Soto Montes de Oca, Gloria y Ian Bateman, 2006, "Scope Sensitivity in Households' Willingness to Pay for Maintained and Improved Water Supplies in a Developing World Urbana Area: Investigating the Influence of Baseline Supply Quality and Income Distribution Upon Stated Preferences in México City", *Water Resources Research*, 42, U. S., American Geophysical Union.
- Thayer, Mark, 1981, "Contingent Valuation Techniques for Assessing Environmental Impacts: Further Evidence", *Journal of Environmental Economics and Management* (8), U. S., Association of Environmental and Resource Economists, pp. 27-44.
- Whitehead, John y Glenn Blomquist, 1991, "Measuring Contingent Values for Wetlands: Effects of Information About Related Environmental Goods", *Water Resources Research*, 27, U. S., American Geophysical Union, pp. 2523-2531.