



## MONETIZACIÓN DEL BIENESTAR POR EL CONSUMO DE AGUA POTABLE: ENFOQUE DE VALORACIÓN CONTINGENTE

**Julio César Osorio Mendoza**

Economista, Especialista en Evaluación y Magister en Planeación

Correo-e: [cesarosoriom@gmail.com](mailto:cesarosoriom@gmail.com)

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Julio César Osorio Mendoza (2017): "Monetización del Bienestar por el Consumo de Agua Potable: Enfoque de Valoración Contingente", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (abril 2017). En línea: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2017/04/agua-catumare.html>

### RESUMEN

El propósito del artículo es explicar y aplicar un método de valoración contingente para monetizar los beneficios socioeconómicos generados por el consumo de agua potable de los hogares del Sector Montecarlo Bajo – Catumare, que hace parte de la Comuna Ocho de la Ciudad de Villavicencio, Departamento del Meta, República de Colombia. Para ello, se estiman modelos logit y tobit usando datos de un cuestionario aplicado a los jefes de hogar de una muestra de la población. Los resultados indican que hay una mejora significativa en el bienestar de los hogares, que en términos monetarios a valor presente neto equivale a \$20.415 millones. Igualmente, se identificó que variables como la salud, la propiedad de la vivienda, la presencia de hijos menores de cinco años, tienen un efecto económico en la disponibilidad a pagar de los hogares por un servicio de agua potable. El artículo tiene un interés científico dado el planteamiento de una serie de conceptos de valoración económica para monetizar impactos de bienes intangibles, los cuales generalmente no son considerados en una evaluación, por la dificultad que implica su monetización.

**Palabras claves:** Valoración contingente, probabilidad, dispuesto a pagar, bienes intangibles, no mercadeables, evaluación, eficiencia y equidad.

**Clasificación JEL:** C52

**MSC2010:** 62J02

**Monetization of the Well-being for the Consumption of Drinkable Water: Approach of Contingent Valuation**

**ABSTRACT**

This article pretend to apply a method of contingent valuation to monetize the socioeconomic benefits for the consumption of drinkable water of Sector Low Montecarlo's – Catumare homes, which makes a part of the Commune Eight of Villavicencio's City, Department of Meta, Republic of Colombia. For it, logit and tobit models are estimated using information of a questionnaire answered by chiefs of home from a sample of the population. The results indicate that there is a significant improvement in homes well-being, which in monetary terms the net present value is equivalent to \$20.415 million. Equally, it was identified that variables as health, the property of housing, the presence of five-year-old children's, have an economic effect in homes willingness to pay for a service of drinkable water. This article has a scientific interest in reason to economic valuation concepts for monetize impacts of intangible goods, which generally are not considered in an evaluation process, because his monetization implies a high grade of difficulty.

**Key words:** Contingent Valuation, probability, willing to pay, intangible assets, non-marketable, evaluation, efficiency and equity.

**JEL classification:** C52

**MSC2010:** 62J02

## **1. INTRODUCCIÓN.**

El propósito central del presente artículo es exponer la aplicación del método de la valoración contingente, para lo cual se realiza una presentación de su componentes teórico y matemático. Desde un enfoque conceptual se explica los orígenes teóricos del método, sus inicios, dificultades, críticas, avances y aplicación en un contexto internacional. Desde una óptica práctica se aplica el método a un caso específico, con el fin de monetizar la mejora en el bienestar generada por el consumo de agua potable en una comunidad, determinando sus bondades y futura aplicación a casos similares o iguales.

El artículo está organizado en cinco apartados, donde la introducción es el primero. En el segundo apartado se plantea la situación del consumo del agua en la comunidad, la

justificación, objetivos e hipótesis, desde la perspectiva de los recursos escasos y la importancia de asignarlos, atendiendo criterios de eficiencia y equidad. En el tercer apartado, se hace una revisión de conceptos teóricos que sustentan el método contingente, se presenta la formalización del método, sus variables y estadísticas y explica la estimación de la disponibilidad a pagar por el consumo de agua potable

En el cuarto se presenta un análisis de los diferentes resultados de la aplicación del método de la valoración contingente. Finalmente, se redactan las conclusiones que resultaron de la investigación.

## **2. SITUACIÓN ACTUAL**

Los 7600 hogares del Sector Montecarlo Bajo – Catumare, Comuna Ocho, de la ciudad de Villavicencio, donde habitan 26631 personas, consumen agua proveniente de la quebrada aledaña Caño Grande, la cual no recibe tratamiento de potabilización alguno.

El poblamiento de esta comuna se da a partir de la década de los 80, destacándose asentamientos como: Las Américas, Ciudad Porfía, Playa Rica. Los fundadores llegaron de los departamentos de Cundinamarca, Santander y Meta.

Según la Secretaria de Control Físico esta comuna acoge a 12 asentamientos informales los cuales son: San Francisco, Villa Carola, Villa Lorena, Villa Marina, las Brisas, Villa Unión, Nueva Fundación, Caño Grande, Guadales, Nuevo Amanecer, Santa Librada y Playa Rica.

Para el Subsistema de Información para la Vigilancia del Agua para Consumo Humano -SICAP, (2013), que hace parte del Instituto Nacional de Salud-Colombia en el Departamento del Meta, para el 2012, el 8.9% de la población (80856 habitantes) tomó agua directa de los ríos y caños, situación que las hizo vulnerables a enfermedades como la tifoidea (se caracteriza por fiebre continua), la hepatitis A (es una infección leve de tipo hepático), el cólera (enfermedad diarreica aguda, causada por infección intestinal) y la criptosporidiosis (se caracteriza por diarrea, náusea, retortijones y fiebre baja).

El mismo también encontró que 386.417 habitantes del Departamento del Meta, que corresponde al 42,6% del total, consumieron agua potable; el 17% de la población (154.649 habitantes) consumió agua segura; el 31,4% de la población (284.833 habitantes) utilizó agua de bajo tratamiento.

A pesar de las dificultades de tipo social que implica no tener agua potable, algunos habitantes del Sector Montecarlo Bajo – Catumare no muestran interés por tener conexión con el servicio de acueducto del municipio de Villavicencio. Su deseo es continuar con el servicio de agua no potable que presta una empresa privada, que se limita a bombear el agua de los caños hacia las viviendas, sin ningún tipo de tratamiento. En épocas de invierno el agua llega a las viviendas con mucho lodo, situación que dificulta utilizarla en tareas básicas como el lavado de pisos y andenes.

El agua es almacenada en cada vivienda en estanques, de donde es transportada a través de tubería a los diferentes sitios de la vivienda. Independientemente de la cantidad de agua utilizada cada vivienda paga actualmente una tarifa fija de \$5000 mensuales, costo que es la novena parte de lo que pagan las viviendas que tienen el servicio de acueducto suministrado por el municipio, que asciende a la suma de \$45000 en el estrato dos.

Para los habitantes del Sector, la conexión implica un costo adicional que no quieren cubrir dado su bajo nivel de ingreso e inestabilidad laboral. Los habitantes no tienen claro que por consumir agua no apta para el consumo humano incurren en una serie de mayores costos generados por enfermedad (médicos y medicamentos), ausencia al sitio de estudio, al lugar de trabajo, pérdidas de vidas (en especial de niños), costos ocasionales de hervir agua y los de comprarla embotellada que son muy superiores al costo de pagar una tarifa a la empresa de acueducto del municipio de Villavicencio.

Dada la situación descrita, en este artículo interesa estudiar ¿Cómo el método de valoración contingente podría monetizar el bienestar socioeconómico de los hogares del Sector Montecarlo Bajo – Catumare, Comuna Ocho, en la ciudad de Villavicencio por la utilización del servicio de agua potable?

Desde el punto de vista empírico se tiene como referencias a Mendieta, J. (2001). Manual de valoración económica de bienes no mercadeables. Bogotá D.C: CEDE Universidad de los Andes; Contreras, E. (2004). Evaluación Social de Inversiones Públicas. Santiago de Chile: CEPAL 2004; Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". (2009). La Valoración Económica de los Servicios Hídricos y de Biodiversidad del Cerro la Judía. Bogotá D.C

## **2.1. Justificación**

La ciencia económica desde sus inicios ha tenido como prioridad la asignación de los recursos limitados que tiene el hombre entre aquellas alternativas de inversión que logren satisfacer sus necesidades. Se entiende como necesidad, la carencia de un bien

o servicio, que es tangible o intangible y que está en función de subjetividades por parte de los agentes económicos como lo son la edad, sexo, nivel educacional, lugar geográfico, nivel de ingreso, convicciones morales y políticas, entre otros.

Para satisfacer sus necesidades, los agentes económicos deben utilizar un recurso limitado, como lo es el ingreso, con el fin de hacer un intercambio, tras el objetivo de mejorar su nivel de bienestar (utilidad). En la asignación de un recurso escaso hay tres elementos determinantes a considerar: la eficiencia, la equidad y el costo de oportunidad. Asignar un recurso considerando estos tres elementos, implica utilizar una metodología como la formulación y evaluación de proyectos. Esta metodología aplicada con rigor técnico sirve para formular proyectos que tengan un impacto significativo en el bienestar de las personas.

Para adelantar el proceso de formulación con rigor técnico, bajos niveles de incertidumbre y riesgo se utiliza el Método del Marco Lógico, Ortegón, Pacheco y Prieto (2005). Este método ayuda a una correcta identificación del problema y de sus posibles alternativas de solución. Una vez se tiene seleccionada la mejor alternativa se realizan los estudios de tipo legal, mercado, técnico, ambiental y financiero. Sapag, (2006).

Con el proyecto formulado se procede a la aplicación de herramientas de evaluación como la evaluación financiera, que aporta información para la toma de decisiones, pero tiene la limitación de no analizar variables que tienen un efecto determinante en el crecimiento económico y el bienestar de la población y su relación con el medio ambiente.

Las variables que inciden en el bienestar de la población son foco de estudio en la evaluación socioeconómica de proyectos. Esta herramienta tiene como fin la identificación, cuantificación y valoración económica de los impactos directos, indirectos y las externalidades que pueden generar los proyectos financiados con recursos privados o públicos en el bienestar de la sociedad. Para la valoración económica de los impactos se aplican una serie de métodos o técnicas dependiendo de si los bienes son mercadeables o no mercadeables. Estos últimos no se tranzan debido a sus características intrínsecas, los cuales en su mayoría son provistos de forma gratuita por el medio ambiente y los ecosistemas naturales. (Mokate y Castro, 2003; Fontaine, 2008).

En razón al crecimiento y desarrollo económico de la humanidad muchos bienes no mercadeables son escasos, por causa de la contaminación, la deforestación, al uso indiscriminado y excesivo en procesos industriales, entre otros, lo cual disminuye su disfrute por parte de la misma humanidad, con efectos consabidos en la dinámica económica.

En ese sentido, la valoración económica tiene como objetivo establecer una aproximación a precios del mercado de los bienes y servicios no mercadeables para posibilitar el análisis de su distribución en las diferentes alternativas dentro de los marcos de decisión de los agentes económicos públicos y/o privados, por cuanto permite la comparación de precios con otros bienes y servicios sustitutos o complementarios. Lo anterior facilita la toma de decisiones por parte de la sociedad: usarlos, conservarlos, transformarlos o protegerlos.

Por otro parte, es importante tener en cuenta algunos conceptos alrededor del agua como sustancia natural, así, de acuerdo con Monge (2004), el agua está presente en los diferentes ecosistemas, y es esencial para el sostenimiento de todas las formas de vida conocidas, incluida la humana. Constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible.

Así mismo, según Rodríguez (2003) el 70% de la superficie terrestre está cubierta de agua, mayoritariamente salada, y representa el 97,5% del total. Los ríos, lagos, lagunas y humedales son una fuente importante de agua dulce, sin embargo, son los acuíferos subterráneos los que aportan hasta un 98% de las fuentes de agua dulce accesibles al uso humano, se estima que representan el 50% del total de agua potable en el mundo.

En relación al agua, Colombia es uno de los países con mayor número de recurso hídrico en el mundo: posee aguas lluvias, aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas termo minerales, aguas marinas y oceánicas y aguas de alimentación glacial. No obstante, según Avila (2015), el Estado está en deuda histórica con el 28% de la población rural por cuanto actualmente enfrentan una situación crítica por falta de un acueducto.

Frente al marco político del agua en Colombia se estableció en la Constitución Política de Colombia de 1991 que es interés y responsabilidad del Estado la solución de las necesidades básicas insatisfechas, entre las que está el acceso al servicio de agua potable, que es fundamental para la vida humana. La provisión del líquido y su abastecimiento de manera adecuada para el consumo humano, es necesario para evitar muertes por diferentes enfermedades conocidas por su ausencia (es importante que la población tenga acceso a una cantidad mínima de agua potable diariamente en promedio una persona debe consumir entre 1,5 y 2 litros de líquido al día dependiendo del peso) o mala calidad del líquido, por cuenta de enfermedades como el cólera y la diarrea. Se hace indispensable que el servicio de acueducto no sólo tenga una cobertura universal, sino que sea continuo.

## **2.2. Objetivo e Hipótesis**

El objetivo del artículo es presentar el diseño y aplicación de un método de valoración contingente para monetizar los beneficios y costos socioeconómicos del servicio de acueducto en los hogares del Sector Montecarlo Bajo – Catumare, Comuna Ocho, de la Ciudad de Villavicencio-Departamento del Meta-Colombia

Para determinar la DAP de las personas por el bienestar asociado a la provisión de agua potable, se plantearon las siguientes hipótesis de trabajo, que se aceptan o rechazan con un nivel de significancia del 95%.

La hipótesis principal consiste en determinar si *el aumento del bienestar por la implementación de un servicio de agua potable influye en la disponibilidad a pagar DAP de los hogares del Sector Montecarlo Bajo-Catumare, Comuna Ocho, de la ciudad de Villavicencio*. Otras hipótesis buscan analizar si las variables salud, hijos menores de cinco años, empleo y propiedad de la vivienda influyen en la DAP por un servicio de agua potable.

## **3. VALORACIÓN ECONÓMICA**

La implementación de un servicio de acueducto en el Sector Montecarlo Bajo – Catumare, Comuna Ocho, en la ciudad de Villavicencio tendrá un impacto positivo en el bienestar de los hogares. Por las dificultades que implica monetizar el bienestar, dado su carácter subjetivo y la ausencia de precios de mercado, es el método de valoración contingente la herramienta que estima la disponibilidad a pagar por recibir beneficios.

### **3.1 Métodos de Valoración Económica de Impactos**

En el análisis económico se han diseñado una serie de instrumentos para llegar a estimar valores de los bienes no mercadeables (sin precio de mercado). La utilización de estos instrumentos permite representar en equivalentes monetarios los cambios, tanto positivos como negativos, en el bienestar que un individuo percibe por modificación en las condiciones sociales y ambientales de su entorno.

Para monetizar se parte de una función de bienestar individual, la idea es pasar de preferencias individuales a preferencias colectivas que reflejen un nivel de satisfacción, por lo tanto una medida del bienestar se puede representar por lo que una persona está dispuesta a pagar o la disposición a una compensación por un cambio en la

situación inicial a un estado mejor o peor (perdida de bienestar). La Figura 1 representa una de las varias formas de clasificar los métodos de valoración de impactos. Barzev (2002).



Figura 1: Métodos de Valoración Económica  
Fuente: Elaboración del autor a partir de Barzev (2002)

En el caso de los métodos indirectos se valora los bienes y servicios asociándolos ya sea con el valor de bienes y servicios sustitutos mercadeables o a través del valor de los gastos potenciales en los que se incurriría al reemplazar parcial o totalmente los beneficios derivados de esos bienes o servicios. Por su parte en los métodos directos se ubica la valoración contingente o de preferencias declaradas que se fundamenta en el concepto de la disponibilidad a pagar Freeman (1979).

### 3.2. Método de Valoración Contingente

Según Riera (1994), el método de valoración contingente es una técnica para estimar el valor de bienes (productos o servicios) para los que no existe mercado, a través de la simulación de un mercado realizado mediante encuesta a los consumidores potenciales, a los que se les pregunta por su máxima disponibilidad a pagar por el bien o servicio si tuvieran que comprarlo. A partir de los resultados se deduce el valor que para el consumidor medio tiene el bien o servicio en cuestión.

De igual forma, de acuerdo con Kristön y Riera (1996):

A primera vista, el método de la valoración contingente es sencillo; consiste simplemente en preguntar a un grupo de personas cuánto estarían dispuestas a

pagar para obtener un determinado bien. Como hoy sabemos, esta descripción constituye una mera caricatura de una aplicación moderna basada no sólo en la teoría económica, sino también en otras disciplinas como la sociología, la psicología, la estadística y la investigación por muestreo (p.134).

El método contingente se clasifica como un método directo, específicamente de preferencias declaradas, se basa en una serie de preguntas que se efectúan a las personas identificadas como población beneficiaria o afectada negativamente por un proyecto. Las personas indican lo que estarían dispuestos a pagar DAP por una mejora ambiental o la disponibilidad a aceptar DAA como compensación por una pérdida ambiental o de bienestar social.

El aspecto central del método es el diseño y aplicación de un cuestionario, donde la pregunta para hallar la máxima disposición a pagar se hace en forma de referéndum, subasta, rangos o tanteo, tratando de simular la existencia de un mercado para el bien a valorar.

### **3.2.1 Orígenes del Método**

Los inicios del método se deben a Sigfried von Ciriacy-Wantrup, en 1947 propuso la utilización de entrevistas directas como método de valoración. Para el año 1952 publica un clásico de la literatura “conservación de recursos”, donde nuevamente sugiere la utilización de encuestas.

La propuesta de Ciriacy tuvo como contradictor a Samuelson (1954) que recomendó no utilizar encuestas para valorar bienes públicos por la presencia de sesgos de estrategia. Sería en la década de los 60s cuando en la Universidad de Harvard Robert K. David (1963) sentó las bases de la Metodología de la Valoración Contingente - MVC al proponer que el encuestador haría el papel de oferente y el encuestado de demandante (comprador), para así construir un mercado hipotético del bien que no tiene precio de mercado. Robert logró aplicar la MVC para determinar la cantidad de dinero que cazadores y usuarios (entrevisto a 121 personas) de los servicios recreativos de Maine Woods (USA), estaban dispuestos a pagar DAP por no tener que dejar de visitar el área. Ello lo realizó a través de un sistema de puja.

A finales de la misma década se conocen los estudios de Ronald Ridker que en 1967 aplicó la metodología en la valoración de la polución del aire en las ciudades de Filadelfia y Siracusa. Este punto de la historia fue el inicio de la aplicación y progresivo desarrollo del MVC.

En 1971 se conoce el trabajo de Peter Bohm que tiene como aspecto central el rechazo del sesgo estratégico que promulgó Samuelson en 1954. En 1974 se publica el trabajo de Randall, Ives e Eastman, donde se estudia la calidad del aire en la región conocida como las Cuatro Esquinas en Estados Unidos. El trabajo llamó la atención por su rigor teórico y técnico al valorar un bien que no era posible monetizar.

Siguiendo la línea histórica construida por Carson y Richard (2011), en el periodo comprendido entre la mitad de los 70s y los 90s se realizaron numerosos estudios de casos y aplicaciones del MVC en el campo de la recreación, donde se destacan los trabajos como el de McConnell (1977) y el de Cocheba y Langford (1978). Así mismo, surgieron estudios focalizados en áreas de congestión de parte de Walsh, Miller y Gillman, (1984) y en las plataformas petroleras en alta mar con el trabajo de Roberts, Thompson y Pawlyk (1985).

La mejora sobre la calidad del aire fue una prioridad y por ello a su alrededor hay extensas aplicaciones de la MVC, entre ellas se destacan el caso de estudio sobre el valor económico de la visibilidad por Brookshire, Ives, y Schulze (1976). De igual forma, autores como Gramlich (1977), Greenley, Walsh, y Young (1982) y Mitchell y Carson (1989) focalizaron sus trabajos y estudios de casos en la calidad del agua.

Por su parte, Bishop y Heberlein (1979) a diferencia del planteamiento de Robert K. Davis, plantearon un precio determinado sobre el cual sus encuestados debían aceptar o rechazar. Así mismo, analizaron datos agregados como alternativa a la explicación de las respuestas individuales basada en la teoría de la utilidad.

### **3.2.2 Desarrollo Teórico del Método**

A partir del anterior planteamiento, Hanemann (1984) analizó como los modelos lógicos debían ser formulados para ser consistentes con la hipótesis de la maximización de la utilidad y como las medidas compensatorias y el superávit equivalente debía ser derivado de los modelos construidos. Dos tipos de medidas del bienestar se introdujeron para luego ser estimadas a partir de los datos de Bishop y Heberlein.

Por su parte Cameron y James (1987), a diferencia del trabajo de Hanemann (1984) demostraron como la DAP podía obtenerse directamente de los parámetros de una ecuación tipo probit, partiendo de la suposición que la DAP sigue una distribución normal. Bajo estos parámetros Cameron (1988) demostró como la misma idea puede

aplicarse a la distribución logística. Esto fue posible dada la estructura especial de la situación “tómalo o déjalo” (Take-it-or-leave-it).

En la década de los ochenta aparecen nuevos trabajos, uno el de Cummings, Brookshire, y Schulze (1986) y el otro de Cameron y Carson (1989) que propone ampliar la utilización del método más allá de la economía ambiental.

Con los aportes y avances de Bishop y Heberlein (1979), Hanemann (1984) y Cameron (1988) entre otros, la década de los 90s presenta nuevos estudios y aplicaciones cuyo enfoque se enmarcó en el campo de la estadística y en el modo en que se realizan las preguntas de valoración binaria o dicotómica.

En 1992 la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), del Ministerio de Comercio de los Estados Unidos, organizó un panel de expertos conformado por dos premio Nobel de economía; Kenneth Arrow y Robert Solo, para analizar si el método de valoración contingente es una técnica válida en la práctica para valorar. En enero de 1993 se pronunciaron dando vía libre a su aplicación como fórmula de valoración económica.

El método de la valoración contingente toma como referencia el trabajo desarrollado por Hanemann (1984), que se focalizó en la obtención de medidas de bienestar Hicksianas (variación equivalente y variación compensadora) a partir de variables dummy o binarias, aplicando funciones indirectas de utilidad. Se parte del supuesto que un individuo obtiene bienestar de la disponibilidad de un bien ambiental y de su ingreso. Adicionalmente este individuo tiene conocimiento de su función de utilidad con cierto nivel de certidumbre, la cual no es observable en su totalidad por el evaluador.

La parte no observable de la función de utilidad es explicada por las características socioeconómicas del individuo ( $S$ ) y los atributos del proyecto (Proyect); la parte observable es el ingreso del individuo ( $I$ ). (Osorio y Correa, 2009)

Se parte de una función de utilidad individual:

$$U = U(\text{Proyect}, I; S)$$

Donde:

$U$  = utilidad del individuo

Proyect = proyecto (existe 1, caso contrario 0)

$I$  = ingreso disponible del individuo

$S$  = características socioeconómicas del individuo

De acuerdo a lo anterior:

La utilidad con proyecto (CP) para el individuo será  $U_1 = U(1, I; S)$

La utilidad sin proyecto (SP) para el individuo será  $U_0 = U(0, I; S)$

Se debe cumplir que  $U(1, I; S) > U(0, I; S)$

La variación compensada (VC) del ingreso se puede definir como:

$$U(1, I - A; S) = U(0, I; S)$$

Donde  $A = VC$

La variación equivalente (VE) del ingreso se puede definir como:

$$U(1, I; S) = U(0, I + A'; S)$$

Donde  $A' = VE$

Desde la perspectiva de la teoría económica el método de la valoración contingente también se puede representar en los siguientes términos:

$$U_{ij} = U_{ij}(X_i, Y_i, -P_{ij}, \theta) + E_{ij}$$

Donde:

$i$  = individuo

$X_i$  = representa las características del individuo

$j$  = indica la situación con respecto a la compra del bien y tiene dos valores, (1) si el individuo decide comprar el bien y (0) en caso contrario.

$P_{ij}$  = representa la disposición a pagar del individuo  $i$

$\delta$  = representa variables desconocidas

$E_{ij}$  = parte del (bienestar) que no puede ser explicada con las variables del modelo

$$\text{Sea } Li = Ui1 - Ui2 = W(Xi, Yi, Pi1, \delta) + Qi$$

$$Q = Ei1 \text{ y } Ei2$$

Por lo tanto la probabilidad de que un individuo compre se puede representar en términos matemáticos así:

$$Pr [Li > 0] = Pr [ Qi > -W(Xi, Yi, Pi1, \delta) ]$$

$Q_i$  se asume que tiene las características de una función de probabilidad logística.

Al Aplicar un procedimiento de máxima verosimilitud se obtiene los estimadores de  $\delta$

Se estructura la función de utilidad indirecta:

$$U_{ij} = \delta d + B(Y - P_{ij}) + E_{ij}$$

Representa la máxima utilidad que puede alcanzar el individuo dado el ingreso y otras variables

Donde (d) puede tomar el valor de (1) compra y (0) no compra

$$\text{Entonces } L = \delta - BP1+q$$

Se obtiene  $\alpha$  y  $B$  y se despeja  $P^*$

Se calcula  $P^*$  para la situación de indiferencia,  $L = 0$

$$P^* = \partial / B + Q / B$$

Como  $Q$  corresponde a una función logística, se asume que  $E(Q) = 0$

Por lo tanto:

$P_i^* = \partial / B$  que corresponde a la disposición a pagar de un individuo por el bienestar a recibir por el consumo de un bien no mercadeable (intangibles o meritorios)

### 3.3 Variables y Estadísticas

El método contingente para monetizar el bienestar socioeconómico del Sector Montecarlo Bajo – Catumare, Comuna Ocho en la ciudad de Villavicencio por la utilización del servicio de agua potable se formalizó con las siguientes variables:

$$Probi = B_0 - B_1 Preci + B_2 Ingre + B_3 Salud + B_4 Estrat + B_5 Preoc + B_6 Provi + B_7 Emple + B_8 Hijos + B_9 Educa + B_{10} Nupevi + B_{11} Ocup + B_{12} Nifam + B_{13} Empresa.$$

Los datos para cada una de las variables se tomaron de un cuestionario que se aplicó en forma directa a una muestra de 413 jefes de hogar, que es representativa de la población objetivo del proyecto Levin y Rubin, (1996).

En la Tabla 1 se incluye la variable dependiente y las independientes con su descripción y el signo esperado, positivo o negativo, que se define de acuerdo a la relación directa o inversa que exista entre las variables, por ejemplo, si el precio ofertado (preci) por el servicio de agua potable es muy alto la probabilidad de pagar (probi) sería baja, por lo tanto entre las dos variables se espera una relación inversa (signo negativo).

Las estadísticas descriptivas para las variables del método se registran en la Tabla 2, en el caso del ingreso (Ingre), se observa que en promedio para un jefe de hogar es de \$ 715.908, con un mínimo de \$ 150.000 y un máximo de \$ 2.500.000.

Las otras variables, excluyendo precio (*preci*) y el número de personas que llega cada mes de visita a un hogar (*Nupevi*), están representadas como binarias, por esa razón el mínimo es cero (0) y el máximo uno (1).

Tabla 1  
Resumen de variables modelo

Dependiente	VARIABLES	Descripción	Signo Esperado
	<i>Probi</i>	Corresponde a la variable dependiente del modelo, probabilidad de estar dispuesto a pagar.	
	<i>Preci</i>	Es una variable que representa la tarifa o precio ofertado al consumidor.	-
	<i>Ingre</i>	Variable independiente continua que indica el ingreso del jefe de hogar	+
	<i>Educa</i>	Es una variable binaria que representa el nivel de educación del jefe de familia, toma el valor de 1 si es superior y 0 de otra manera. Es una variable independiente discreta.	+
	<i>Preoc</i>	Representa la preocupación por mejorar la calidad del agua. Es una variable binaria, toma el valor de 1 si está preocupado y 0 si no lo está. Variable independiente discreta.	+
	<i>Emple</i>	Es una variable binaria que toma el valor de 1 si la persona esta empleada y 0 en caso contrario. Variable independiente discreta.	+
	<i>Provi</i>	Indica propiedad de la vivienda, es una variable binaria, equivale a 1 cuando la vivienda es propia y 0 en caso contrario. Variable independiente discreta.	+
Independientes	<i>Nifam</i>	Indica el número de integrantes de la familia, es una variable binaria, equivale a 1 si tiene más de dos integrantes y 0 hasta dos integrantes. .	+
	<i>Ocup</i>	Variable binaria que representa el tipo de ocupación del jefe de familia. Es 1 si es dependiente y 0 si es independiente. Variable independiente discreta.	+
	<i>Estra</i>	Variable binaria que representa el estrato donde vive la familia. Es 1 si la familia vive en estrato tres (3) o cuatro (4) y 0 si vive en estrato 1 (uno) o dos (2).	+
	<i>Salud</i>	Variable binaria que toma el valor de 1 si la familia ha tenido problemas de salud por consumo de agua no potable y 0 en caso contrario.	+
	<i>Hijos</i>	Variable binaria que toma el valor de 1 si la familia que habita la vivienda tiene hijos de 5 o menos años y 0 en caso contrario.	+
	<i>Nupevi</i>	Es una variable independiente que representa el número de personas que llega de visita cada mes a una vivienda.	+
	<i>Empresa</i>	Variable binaria que toma el valor de 1 si el jefe de familia es empresario y 0 en caso contrario.	+

Fuente: El autor, 2016

Tabla 2  
Estadísticos Descriptivos

Variable	Obs	Media	Desviación Estándar	Min	Max
probi	413	0.777	0.4166	0	1
preci	413	3245.8	2373.7	500	8000
ingre	413	715908	612634	150000	2500000
salud	413	0.603	0.4899	0	1
estrat	413	0.358	0.4801	0	1
preoc	413	0.467	0.4995	0	1
provi	413	0.661	0.4739	0	1
emple	413	0.692	0.4620	0	1
hijos	413	0.458	0.4988	0	1
educa	413	0.344	0.4756	0	1
nupevi	413	3.956	1.3928	2	6
ocup	413	0.404	0.4914	0	1
nifam	413	0.654	0.4764	0	1
empresa	413	0.610	0.4883	0	1

Fuente: el autor, 2016

## 4. RESULTADOS

Las variables determinantes de la decisión de estar dispuesto a pagar por el consumo de agua potable por parte de los hogares del Sector Montecarlo Bajo - Catumare de la ciudad de Villavicencio-Departamento del Meta se incluyen en la Tabla 1. Los resultados de estimar un modelo tipo logit y tobit indican el efecto que las diferentes variables tienen sobre probabilidad de estar dispuesto a pagar y el impacto sobre el bienestar de los hogares.

### 4.1 Modelos Logit, Tobi y la Disponibilidad a Pagar

Para estimar la probabilidad de estar dispuesto a pagar por el consumo de agua por parte de los hogares se construyó una función matemática Rosales, Perdomo, Morales y Urrego (2013), así:

$$\text{Probi}=(\text{Preci}+\text{Ingre}+\text{Salud}+\text{Estrat}+\text{Preoc}+\text{Provi}+\text{Emple}+\text{Hijos}+\text{Educa}+\text{Nupevi}+\text{Ocup}+\text{Nifam}+\text{Empresa})$$

Luego se definió un modelo inicial donde cada variable está acompañada de un coeficiente o beta, así:

$$\text{Probi}=B_0-B_1\text{Preci}+B_2\text{Ingre}+B_3\text{Salud}+B_4\text{Estrat}+B_5\text{Preoc}+B_6\text{Provi}+B_7\text{Emple}+B_8\text{Hijos}+B_9\text{Educa}+B_{10}\text{Nupevi}+B_{11}\text{Ocup}+B_{12}\text{Nifam}+B_{13}\text{Empresa}.$$

El modelo que se desarrolla en el artículo es cuantitativo, aclarando que la variable dependiente implica dos o más elecciones cualitativas, en este caso dos: (1) Dispuesto a pagar y (0) cuando no lo está. Gujarati y Porter, (2010).

Debido al tamaño de la muestra, la cantidad de variables y datos, la estimación del modelo sólo es posible con la aplicación de un programa estadístico como el Stata, creado por la StataCorp, normalmente utilizado en investigaciones de tipo económico y social, tiene entre sus capacidades el análisis estadístico y la simulación (López, 2012; Camarero, Almazán, Arribas, Mañas y Vallejos, 2013).

Los resultados del modelo logit se presentan en la Tabla 3:

Tabla 3  
Resultados de los Modelos

	Primera Corrida Modelo Logit		Segunda Corrida Modelo Logit		Tercera Corrida Modelo Logit	
	Coficiente	P> [Z]	Coficiente	P> [Z]	Coficiente	P> [Z]
Probi	-0.003	0.000	-0.003	0.000	-0.003	0.000
Preci	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001
Salud	3.472	0.021	3.205	0.023	2.931	0.024
Estrat	6.352	0.003	6.298	0.004	5.398	0.003
Preoc	3.021	0.018	2.791	0.024	2.364	0.024
Provi	9.762	0.001	9.762	0.001	7.949	0.000
Emple	3.672	0.010	3.553	0.010	3.434	0.010
Hijos	3.991	0.020	3.901	0.030	3.566	0.019
Educa	3.354	0.014	3.085	0.017	2.662	0.023
Nupevi*	0.728	0.058	0.685	0.065		
Ocup	7.271	0.007	7.541	0.006	7.570	0.000
Nifam	8.968	0.000	8.471	0.000		0.000
Empresa**	0.928	0.408				
Cons	-18.819	0.001	-17.348		-12.323	
Number of obs		413		413		413
Pseudo R2		0.9078		0.9062		0.897
Prob > chi2		0		0		0

\*Para la tercera corrida se elimino la variable Nupevi por tener un P>[Z] del 6.5% mayor al 5%

\*\* En la segunda corrida se elimino la variable Empresa por tener un P>[Z] del 40.8% mayor al 5%

Fuente: el autor, 2016

Los resultados indican que el modelo tiene por cada variable 413 observaciones y un nivel de confianza del 95%. Tiene un Pseudo  $R^2$  de 0,897, que se considera adecuado, aclarando que para un modelo logit no ordenado este resultado simplemente es una medida útil del ajuste del modelo a los datos, que no se puede considerar equivalente al  $R^2$  que se logra con mínimos cuadrados ordinarios.

De acuerdo con Bernal y Peña (2011), para el análisis de la validez teórica del modelo no solo interesa el signo esperado, también se recomienda considerar un nivel de significancia estadística, que por lo general es del 95% y otros criterios de bondad de ajuste como el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), que indica lo bien que una línea de regresión se aproxima a los puntos de datos reales.

En cada corrida hay una columna de coeficientes acompañado de un signo positivo o negativo y otra con el p valor o  $p > [z]$  que indica el error de confianza para cada variable.

Al analizar las variables de acuerdo al signo y error de confianza esperado, se observa que el precio (preci) tiene un comportamiento coherente con la realidad, ya que el signo generado es negativo, tal como se esperaba, igualmente el error de confianza no supera el 5%. Lo anterior significa que si el precio es alto efectivamente la probabilidad de estar dispuesto a pagar disminuiría

El resultado con la variable ingreso (ingre) significa que los habitantes en la medida que tengan un aumento importante de su nivel de ingreso tendrían una mayor probabilidad de estar dispuestos a pagar por una mejora de su bienestar, adicional el error de confianza es del 0%, lo cual indica que el coeficiente es significativo estadísticamente.

El signo del coeficiente para la variable salud (salud) es positivo como se esperaba y el error de confianza es inferior al 5%, por lo tanto en la medida que las familias hayan tenido problemas de salud por consumir agua no potable la probabilidad de estar dispuesto a pagar (probi) aumenta.

La variable estrato (estrat) tiene un coeficiente positivo y un error de confianza del 0,3% como se esperaba en la teoría, situación que al interpretarse indica que las personas ubicadas en los mejores sectores del barrio tienen mayor probabilidad de estar dispuestos a pagar por un mayor bienestar derivado del consumo de agua potable.

El comportamiento positivo del coeficiente de la variable preocupación (preoc) y el error de confianza generado por debajo del 5% tal como se esperaba antes de correr indica que tiene una relación directa con la probabilidad de estar dispuesto a pagar (probi).

En el caso de la variable propiedad de la vivienda (provi) el signo del coeficiente y el p valor generados son acordes a como inicialmente se esperaban, por lo tanto explica que tener la propiedad de la vivienda aumenta la probabilidad de estar dispuesto a pagar por un mayor bienestar.

El coeficiente de la variable empleo (emple) es positivo, tal como se esperaba desde el punto de vista teórico, por lo tanto tener un empleo implica una mayor probabilidad de estar dispuesto a pagar. El error de confianza generado indica que el coeficiente es significado en términos estadísticos.

El coeficiente de la variable hijos tiene resultados de signo y error de confianza positivo e inferior al 5% acorde al análisis teórico. Esto indica que tener hijos menores de cinco años incide en una probabilidad alta de estar dispuesto a pagar.

Hay un comportamiento positivo del coeficiente de la variable educación (educa) y un error de confianza inferior al 5%, resultados que son iguales a los inicialmente previstos en términos teóricos. El mayor nivel de educación, universitaria, tiene una relación directa con la probabilidad de estar dispuesto a pagar.

El número de personas que llega de visita cada mes a una vivienda (nupevi) a pesar de tener en el coeficiente el signo esperado, presenta un error de confianza del 5.8%, por lo tanto no es significativo en términos estadísticos y se excluye del modelo.

La variable ocupación (ocup) tiene un coeficiente positivo, como se esperaba, lo cual indica que tiene una relación directa con la probabilidad de estar dispuesto a pagar, adicional su error de confianza no alcanza al 1%.

El coeficiente de la variable número de integrantes de la familia (nifam) es positivo como se determinó en el análisis teórico de la variable y el error de confianza es del 0%, por lo tanto entre mayor sea el número de miembros por familia hay un aumento de la probabilidad de estar dispuesto a pagar.

La variable empresa donde se analiza si el jefe de familia es empresario presenta un error de confianza del 40,8%, por lo tanto no es potente en términos estadísticos para explicar la probabilidad de estar dispuesto a pagar.

De acuerdo a los anteriores resultados los coeficientes de las variables Nupevi y Empresa presentan problemas de significancia estadística.

Los signos generados en los coeficientes de las variables independientes diferentes a Nupevi y Empresa son consistentes desde el punto de vista teórico, adicional los errores de confianza ( $p > [z]$ ) son inferiores al 5%, por lo tanto se infiere que cada variable independiente es significativa desde el punto de vista estadístico, es decir que

cada una explica muy bien el comportamiento de la probabilidad de estar dispuesto a pagar (probi).

El modelo final que cumple con los signos y errores de confianza esperados es:

$$Probi = B_0 - B_1 Preci + B_2 Ingre + B_3 Salud + B_4 Estrat + B_5 Preoc + B_6 Provi + B_7 Emple + B_8 Hijos + B_9 Educa + B_{10} Ocup + B_{11} Nifam.$$

Una vez se tiene definido el modelo final se estimo la disponibilidad a pagar DAP, con los siguientes resultados:

Tabla 4

Resultados disponibilidad a pagar

Variable	Obs	Media	Desviación Estandar	Min	Max
Dap	413	\$6.870,8	4.126,2	-\$1.445,8	\$20.653,2

Fuente: El autor, 2016

La disponibilidad a pagar de \$ 6.870 indica que en promedio cada persona valora el beneficio de consumir agua potable en esa cantidad. Como los valores negativos para la DAP no tienen aceptación en bienes públicos es necesario hacer una nueva estimación que esté acorde con la teoría. Esta situación se presenta cuando el modelo de valoración contingente tiene variables censuradas.

Puntualmente hay variables censuradas cuando al implementar preguntas abiertas el encuestado tiene multiplicidad de opciones para responder según sus preferencias. En ese sentido, una de ellas puede ser la no disponibilidad a pagar por una mejora en su bienestar económico, social o ambiental.

Una variable se considera censurada si un gran número de observaciones de un cierto rango se transforman en un valor único. En otras palabras, si partimos que la variable dependiente es la DAP, y como es de conocimiento esta no puede ser descrita con valores negativos, de ser una variable censurada, muchas de sus observaciones se agrupan en torno a cero (0).

Para ilustrar lo anterior, supóngase que se estructura una encuesta dirigida a individuos para indagar su gasto mensual en manzanas. Algunos de ellos manifestarán el monto del gasto mensual y otros responderán que no incurren en ningún gasto de este tipo.

De acuerdo con Mendieta (2007) esto conduciría a dos situaciones:

- La presencia de un amplio rango de variación.
- La concentración de observaciones alrededor de cero.

Realizar una estimación que acoja los criterios anteriormente mencionados no podría ser desarrollada mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), por cuanto proporcionaría estimaciones sesgadas e inconsistentes para los parámetros debido al alto nivel de respuestas negativas en la muestra. (p. 202). Esta problemática fue analizada por Tobin (1958), que propuso un modelo estadístico conocido también como Tobit.

Con la aplicación del modelo Tobit, los coeficientes de las variables tienen los signos y errores de confianza esperados, tal como los genera el modelo logit, ver Tabla 5.

Tabla 5  
Resultados del Modelo Tobit

<b>probi</b>	<b>Coef.</b>	<b>Std.Err.</b>	<b>t</b>	<b>P&gt; t </b>	<b>[95% Conf. Interval]</b>	
preci	0.000	0.000	-10.76	0.00	0.000	0.000
ingre	0.000	0.000	5.88	0.00	0.000	0.000
salud	0.175	0.086	2.04	0.04	0.006	0.345
estra	0.522	0.113	4.6	0.0	0.299	0.745
preoc	0.274	0.078	3.49	0.0	0.120	0.427
provi	0.640	0.094	6.81	0.0	0.455	0.824
emple	0.191	0.085	2.25	0.0	0.024	0.358
hijos	0.349	0.102	3.43	0.0	0.149	0.549
educa	0.218	0.083	2.62	0.0	0.055	0.381
ocup	0.363	0.117	3.09	0.0	0.132	0.594
nifam	1.041.005	0.118	8.85	0.0	0.810	1.272.369
_cons	-0.159	0.145	-1.1	0.3	-0.443	0.125
Number of obs		413				
Pseudo R2		0.702				
Prob > chi2		0				

Fuente: El autor, 2016

Con el ajuste realizado con la aplicación del modelo Tobit (1958) se procedió a estimar nuevamente la disponibilidad a pagar DAP, con los siguientes resultados:

Tabla 1

Resultados disponibilidad a pagar - Tobit

Variable	Obs	Media	Desviación Estándar	Min	Max
Dap	413	\$1.270,06	5.033,2	\$2.211,07	\$27.393,6

Fuente: El autor, 2016

El procedimiento recalculó la DAP efectuando una ponderación de los datos por las probabilidades de que sean positivos, por lo tanto se generan únicamente predicciones positivas para la DAP estimadas. La media de la DAP es mucho mayor que la inicialmente estimada cuando no se aplicó tobit. Esta DAP media refleja el valor de los beneficios atribuidos por los hogares del Sector Montecarlo Bajo - Catumare al consumo de agua potable por la prestación del servicio a cargo de la empresa de acueducto del Municipio de Villavicencio.

En la Tabla 7 se presenta la monetización del bienestar total que recibirán cada año los hogares de la zona de estudio por el consumo de agua potable.

Tabla 7

Monetización del Bienestar de los Hogares del Sector Montecarlo Catumare por Consumo de Agua Potable.

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Sector Montecarlo-Catumare Población	26.631	27.233	27.838	28.444	29.052	29.662	30.271	30.875	31.485	32.096	32.708
Sector Montecarlo-Catumare Hogares	7.600	7.838	8.081	8.324	8.567	8.812	9.061	9.324	9.583	9.847	10.116
Sector Montecarlo-Catumare Personas/hogar	3,50	3,47	3,44	3,42	3,39	3,37	3,34	3,31	3,29	3,26	3,23
Sector Montecarlo-Catumare \$ DAP media/Diaria/Hogar	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270	1.270
Beneficio Consumo Agua* Sector Montecarlo-Catumare Hogares		3.633	3.745	3.858	3.971	4.084	4.200	4.322	4.442	4.564	4.689

Nota: \*Los valores están expresados en millones de pesos.

Fuente: El autor, 2016

## 4.2 Flujo de Caja Socioeconómico y Análisis

Una vez estimado el beneficio socioeconómico se comparo contra los costos de implementar el servicio de agua potable, con un horizonte de análisis entre el 2016 y 2017 a precios económicos del 2016, Tabla 8.

**Tabla 8**  
**Flujo de Caja SocioEconómico**  
**Precios Económicos de 2016**

Año	Total Beneficios Socioeconómicos	Total Costos (Inversión, Operac y Maatto)	Flujo Neto SocioEconómico
2016		\$ 1.979.182.422	\$ (1.979.182.422)
2017	\$ 3.633.264.786	\$ 75.188.235	\$ 3.558.076.551
2018	\$ 3.745.912.115	\$ 76.692.000	\$ 3.669.220.115
2019	\$ 3.858.395.413	\$ 78.225.840	\$ 3.780.169.573
2020	\$ 3.971.183.684	\$ 79.790.357	\$ 3.891.393.327
2021	\$ 4.084.791.974	\$ 81.386.164	\$ 4.003.405.810
2022	\$ 4.200.060.123	\$ 83.013.887	\$ 4.117.046.236
2023	\$ 4.322.151.787	\$ 84.674.165	\$ 4.237.477.622
2024	\$ 4.442.363.912	\$ 86.367.648	\$ 4.355.996.264
2025	\$ 4.564.528.838	\$ 88.095.001	\$ 4.476.433.837
2026	\$ 4.689.472.511	\$ 89.856.901	\$ 4.599.615.610
		<b>Valor Presente Neto</b>	<b>\$ 20.415.249.571,46</b>
		<b>Valor Presente Beneficio</b>	<b>\$ 24.595.304.862,67</b>
		<b>Valor Presente Costos</b>	<b>\$ 429.304.109,39</b>
		<b>Relación Beneficio/Costo</b>	<b>\$ 57,29</b>
		<b>Tasa Interna de Retorno Modificada</b>	<b>35%</b>

Fuente: El autor, 2016

El valor presente de los beneficios por el consumo de agua potable es de \$ 24.595 millones resultado que indica un aporte significativo al bienestar de la población. Si a estos beneficios se resta en valor presente los costos del proyecto \$ 429 millones, el bienestar neto que recibirán los hogares es del orden de los \$ 20.415 millones, con una tasa interna de retorno modificada del 35%.

## 5.0 CONCLUSIONES

Se concluye que en términos estadísticos las variables del modelo matemático son significativas para explicar la disponibilidad a pagar por el consumo de agua potable (probi), en especial las variables salud, hijos, propiedad de la vivienda y empleo. Lo anterior significa que el modelo es una buena representación de la realidad, en otros términos está representando en forma simplificada y con símbolos matemáticos las relaciones económicas y sociales que se presentan en la zona de estudio

El modelo reúne las características mínimas de un buen modelo de orden teórico o económico, porque: a) su estructura matemática refleja el fenómeno socioeconómico

motivo de análisis, b) la representación del fenómeno es simplificada y c) la composición de las variables esta en términos cuantitativos.

El modelo si permitió predecir a la variable dependiente (probi) en función de las variables independientes (explicativas) y de los parámetros estimados, adicional un análisis de tipo estructural que permitió determinar la relación existente las variables independientes (explicativas) y la variable dependiente (explicada), a través de los resultados de sus coeficientes ( $B_0, \dots, B_{11}$ ) y los respectivos signos.

Los resultados indican que en la medida que aumenten los precios cae la probabilidad de estar dispuesto a pagar por el consumo de agua potable, mientras que los mayores ingresos, el estrato más alto, un incremento de los integrantes de la familia y un valor de uno (1) en las variables casos de enfermedades, manifestación de preocupación, la propiedad de la vivienda, tener un empleo, hijos menores de cinco años, la educación superior y la ocupación como dependiente hay mayor probabilidad que los jefes de hogar sean conscientes del consumo de agua potable y por lo tanto estén dispuesto a pagar.

En el modelo el valor p de  $\chi^2$  calculado ( $\text{prob} > \chi^2$ ) es 0.0 menor que el nivel de significación ( $\alpha = 0.05$ ), por lo tanto se puede decir que las variables independientes en su conjunto son estadísticamente significativas en la explicación de la variación de la variable dependiente (probi). Desde el punto de vista estadístico significa rechazar la hipótesis nula de  $H_0: \beta'_1 = \beta'_{11} = 0$  (todos los coeficientes  $\beta'$  son simultáneamente cero) a favor de la hipótesis alternativa ( $H_a$ ) según la cual no todos los coeficientes  $\beta'$  son simultáneamente cero. Lo anterior implica, que en su conjunto las variables independientes o explicativas si tienen un efecto sobre la variable dependiente en forma significativa.

Adicional el Pseudo  $R^2$  del modelo ajustado con tobit es del 70%, resultado que indica una buena relación entre las variables independientes y la dependiente, corroborando que el modelo si interpreta bien la realidad de la disponibilidad a pagar por el consumo de agua potable en la zona de estudio.

Una conclusión central es que hay una mejora significativa en el bienestar de los hogares de la comuna ocho (Sector Montecarlo Bajo-Catumare) de la ciudad de Villavicencio producto de la implementación de un servicio de agua potable. La monetización de ese bienestar en valor presente neto equivale a \$20.415 millones, adicional a ello, el indicador de relación beneficio costo es de \$ 57, según el cual por cada pesos en costos para ejecutar el proyecto se generan \$ 57 en beneficio.

La no implementación del servicio de agua potable implicaría sacrificar una ganancia neta de bienestar. Adicionalmente continuar con los costos de infecciones por

ingestión de agua contaminada debido a la presencia de microbios; infecciones por contacto debido a parásitos que penetran la piel o son ingeridos; y enfermedades de insectos vectores, que transmiten entre otros el dengue y la fiebre amarilla.

Tener acceso a un suministro de agua potable saludable se considera vital para el desarrollo de las personas, porque se aumentan sus oportunidades de preservar su salud y mantener su dignidad humana, y en esa medida se reduce las probabilidades de una mayor pobreza y vulnerabilidad. Es tal la importancia del tema que fue objeto de estudio en el año 2000 durante la formulación de los Objetivos de Desarrollo del Milenio por parte de las Naciones Unidas, allí se propuso como meta reducir en un 50% las personas que no pueden acceder en forma sostenible.

Para Naciones Unidas tener acceso al agua limpia es primordial para lograr niveles de vida comparables con las naciones desarrolladas. Aquellas poblaciones que tienen dificultad para acceder al agua por lo general son económicamente pobres. Aunado a lo anterior, los niños menores de cinco años por enfermedad no pueden asistir a los centros educativos, retardando su aprendizaje e interacción con otros niños.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**Ávila, C (24 de marzo 2015).** ¿Cómo es el avance en la cobertura de acueducto en Colombia?. El Tiempo. Recuperado de <http://www.eltiempo.com/>

**Barzev, R. (2002).** Guía Metodológica de Valoración Económica de Bienes, Servicios e Impacto Ambientales. Serie Técnica 04. Managua-Nicaragua: PNUD

**Bernal, R., Peña, X. (2011).** Guía Práctica para la Evaluación de Impacto. Bogotá D.C: Universidad de los Andes.

**Bishop, R., & Heberlein, T. (1979).** Measuring Values of Extra Market Goods: Are indirect Measure Biased? American Journal of Agricultural Economics , 61, 926-930.

**Bohn, P (1971).** An Approach to the Problem of Estimating Demand for Public Goods. Swedish Journal of Economics Vol 73. Pp 56 – 66.

**Brookshire, D., Ives, B & Shulze, W (1980).** Valuing increments and decrements in natural resource service flows. American Journal of Agricultural Economics. Vol 62, núm 3, pp 478-488

**Camarero, Almazán, Arribas, Mañas y Vallejos, A. (2013).** Estadística para la Investigación Social. Bogotá D.C: Editorial Alfaomega.

**Cameron, T., & James, M. (1987).** Efficient estimation methods for "closed-ended" contingent valuation surveys. *Review of economics and statistics* , 69, 269-276.

**Cameron, T. (1988).** A new paradigm for valuing nonmarket goods using referendum data: maximum likelihood estimation by censored logistic regression. *Journal of Environmental Economics and Management* , 15, 355-379.

**Carson, & Richard, T. (2011).** *Contingent Valuation: A Comprehensive Bibliography and History*. Northampton: MA: Edward Elgar.

**Ciriacy-W. (1947).** Capital Returns from Soil Conservation Practices. *Journal of Farm Economics*, 29, 1180-1190.

**Cocheba, D y Langford D (1978).** Wildlife valuation: the collective good aspect of hunting. *Land Economics*. Vol 54, núm 4, pp 490 - 554

**Contreras, E. (2004).** *Evaluación Social de Inversiones Públicas*. Santiago de Chile: CEPAL

**David, R. (1963).** *The Value of Outdoor: an Economic Study of the Maine Woods*. Tesis Doctoral. U.S.A: University of Harvard.

**Fontaine, E. (2008).** *Evaluación Social de Proyectos*. Edición No - 13. Santiago de Chile: Editorial Pearson.

**Freeman, A. M. (1979).** *The Benefits of Environmental Improvement: Theory and Practice*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.

**Gramlich, F (1977).** The demand for clean water: the case of the Charles river. *National Tax Journal*. Vol 30, núm 2, pp 183-194.

**Greenley, D., Walsh, R & Young, Robert (1982).** Economic benefits of improved water quality: public perceptions of option and preservation values.

**Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010).** *Econometría*. McGraw Hill.

**Hanemann, W. (1984).** Discrete/continuous models of consumer demand. *Econometrica* , 52, 541-561.

**Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt". (2009).** *La valoración económica de los servicios hídricos y de biodiversidad del Cerro la Judía*. Bogotá D.C.

**Kristrom, B., & Riera, P. (1996).** El método de Valoración Contingente. Aplicaciones al Medio Rural Español. *Economía Agraria* , 179, 133-166.

**Levin, R y Rubin, D (1996).** *Estadística para Administradores*. Prentice-Hall.

- López, A. (2012).** Introduction to contingent valuation using Stata. Centro de Investigación y Docencia Económicas, CIDE
- McConnell, E. (1977).** Congestion and willingness to pay: a study of beach use.. Land Economics. Vol 53, pp 185-195.
- Mendieta, J. (2001).** Economía del Bienestar Aplicado: Notas de Clase. Facultad de Economía. Bogotá D.C: Universidad de los Andes.
- Mitchell, R.C., Carson, R.T. (1989).** Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Mokate, K y Castro, R. (2003).** Evaluación Económica y Social de Proyectos de Inversión. Bogotá D.C: Universidad de los Andes.
- Monge, C (2004).** La naturaleza del agua como recurso. Perspectiva social, económica e institucional de una gestión integral. Congreso Ibérico sobre gestión y planificación del agua. Tortosa.
- Ortegón, E., Pacheco, J., y Prieto A, (2005).** Metodología del Marco Lógico para la Planificación, el Seguimiento y la Evaluación de Proyectos y Programas. Santiago de Chile: ILPES
- Osorio, J y Correa, F. (2009).** Un análisis de la aplicación Empírica del Método de Valoración Contingente. Universidad de Medellín
- Randall, Ives e Eastman. (1974).** Bidding games for evaluation of aesthetic environmental improvements. Journal of Environmental Economics and Management Vol 1, pp 132 – 149.
- Riera, P. (1994).** Manual de Valoración Económica. Barcelona: Instituto de Estudios Fiscales.
- Ridker, R. (1967).** Economic Costs of Air Pollution: Studies in Measurement. Universidad de Wisconsin – Madison: Editor F.A Praeger.
- Roberts, K., Thopmson, M., & Pawlyk, P (1985).** Contingent valuation of recreational diving at petroleum rigs, Gulf of Mexico. Transactions of the American Fisheries Society. Vol 114, Núm 2, pp 214-219
- Rodriguez, G (2003).** Agua y Metrópoli: logrando la sustentabilidad. PUEC, UNAM. México. pp.1.
- Rosales, R., Perdomo, J., Morales, C y Urrego, J. (2013).** Fundamentos de Econometría Intermedia. Teoría y Aplicaciones. Bogotá D.C: Universidad de los Andes

**Samuelson, P (1954).** Pure theory of public expenditure. The Review of Economics and Statics. Vol 36, pp 387 – 389.

**Sapag, Nassir. (2006).** Proyectos de Inversión, Formulación y Evaluación. Santiago de Chile: Editorial Pearson Prentice Hall.

**Tobin, J. (1958).** Estimation of Relationships for Limited Dependent Variables. Econometrica, Vol. 26, No. 1. (Jan., 1958), pp. 24-36.

**Walsh, R., Miller, N & Gillman, L 1984.** Congestion and willingness to pay for expansion of skiing capacity. Lan Economics. Vol 59, pp 195-210

