

Assigned reading for the workshop

## **Regional Workshop on Compensation and Payments for Ecosystem Services**

***(Taller Regional: Compensación y Pago por  
Servicios Ambientales)***

August 9-13, 2010  
La Ceiba, Honduras

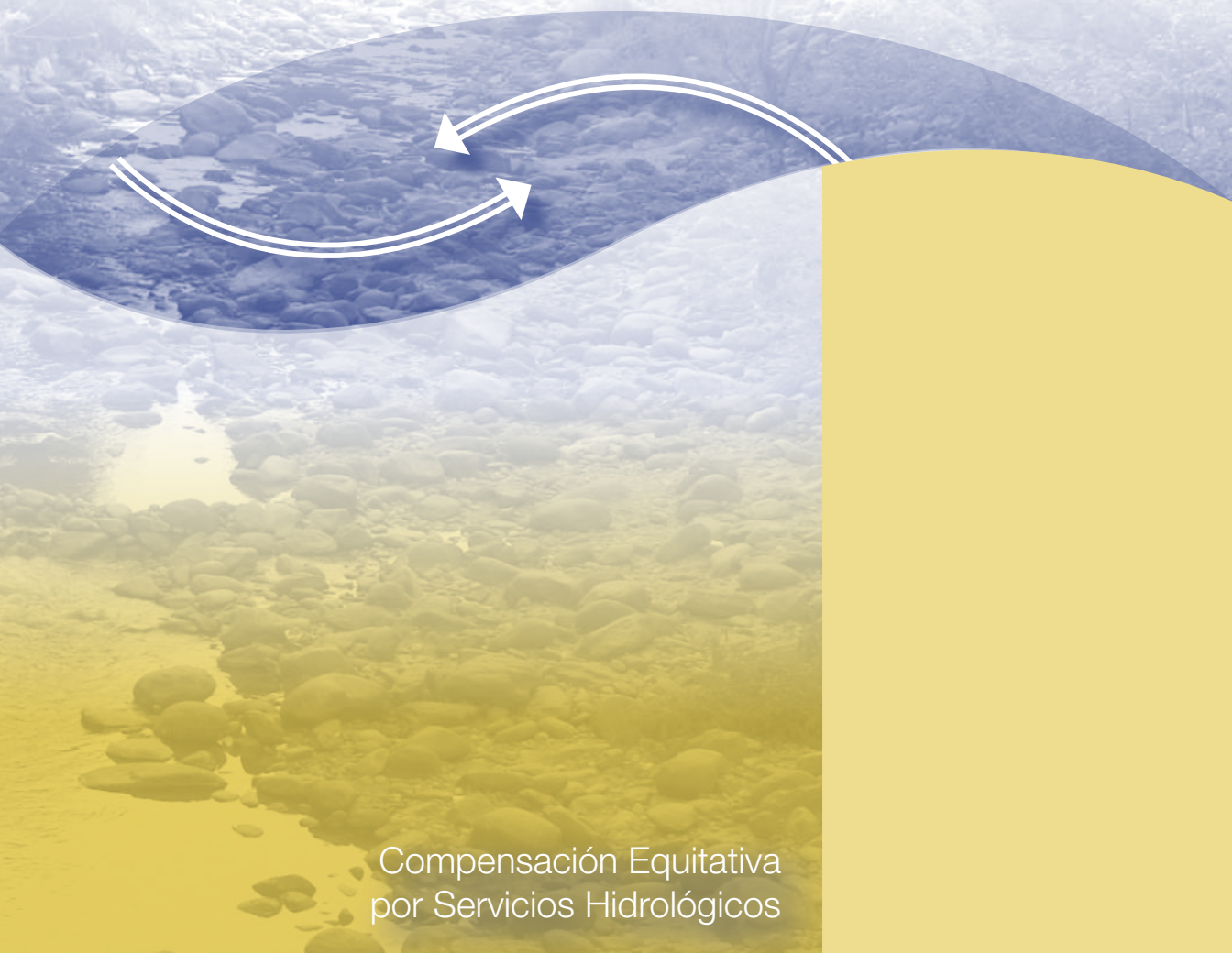
Hosted by:

Forest Trends, the Environmental Leadership and  
Training Initiative (ELTI), EcoLogic Development  
Fund and the Rainforest Alliance



This workshop was made possible by the generous support of the American people through the United States Agency for International Development (USAID), under the terms of the TransLinks Cooperative Agreement No.EPP-A-00-06-00014-00 to the Wildlife Conservation Society (WCS). TransLinks is a partnership of WCS, The Earth Institute, Enterprise Works/VITA, Forest Trends and the Land Tenure Center. The contents are the responsibility of the authors and do not necessarily reflect the views of USAID or the United States government.

# Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: Subcuenca del Río Teculután Guatemala



Compensación Equitativa  
por Servicios Hidrológicos

Miguel Martínez Tuna  
Leopoldo Dimas

# Contenido

Resumen Ejecutivo .....	5
Introducción .....	8
Descripción del Área de Estudio: Subcuenca Teculután .....	12
<i>Generalidades biofísicas</i> .....	12
Marco Conceptual .....	13
<i>La economía y el valor del ambiente</i> .....	13
<i>Valoración económica del ambiente</i> .....	14
<i>Valoración económica de los recursos hídricos</i> .....	15
<i>El rol de la valoración económica en la gestión del agua</i> .....	19
<i>Métodos de valoración económica</i> .....	20
<i>Aspectos conceptuales relacionados con la valoración contingente</i>	21
Metodología .....	24
<i>Valoración contingente</i> .....	24
<i>La encuesta y los supuestos de la investigación</i> .....	25
<i>Definición de la muestra</i> .....	26
<i>Análisis de la muestra</i> .....	26
<i>Estimación de los beneficios</i> .....	27
<i>Estimación de los costos</i> .....	28
<i>Análisis costo - beneficio</i> .....	28
Resultados y Discusión .....	29
<i>¿Cuáles son las opciones y sus impactos? (escenarios)</i> .....	29
<i>Escenario 1 (actual)</i> .....	29
<i>Escenario 2 (reducción de la deforestación)</i> .....	29

**Producido por:**

Programa de Comunicaciones  
WWF Centroamérica  
2007

**Edición filológica:**

Liliana Ureña  
fagonza@racsa.co.cr

**Edición técnica**

**y supervisión de diseño gráfico:**

Virginia Reyes  
Oficial del Programa de Agua Dulce  
WWF Centroamérica  
vreyes@wwfca.org

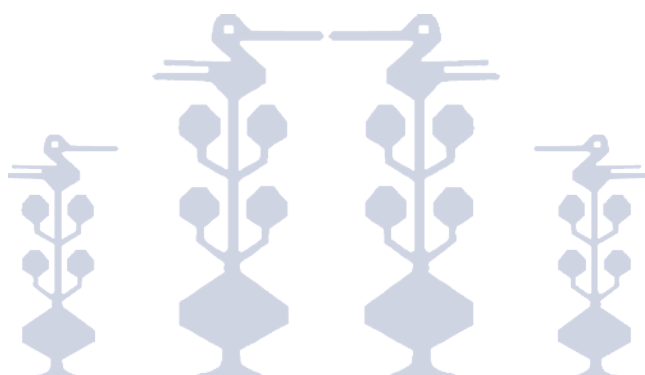
**Diseño y diagramación:**

Priscila Coto  
priscilacoto@gmail.com

**Fotografías:**

© Claudio VÁSQUEZ BIANCHI  
© Peter ROCKSTROH

<i>¿Quién cuenta? (actores involucrados)</i> .....	30
<i>Aspectos socioeconómicos</i> .....	31
<i>Variables relacionadas con la calidad del agua y del servicio</i> .....	32
<i>Aspectos relacionados con la protección e importancia del bosque</i> .....	32
<i>Disposición a pagar y la forma en que la contribución debe ser hecha</i> .....	33
<i>Estimación de la disposición a pagar</i> .....	35
<i>Modelo de elección discreta</i> .....	35
<i>Estimación de los costos ambientales</i> .....	38
<i>Análisis de costos y beneficios para Teculután</i> .....	39
<b>Conclusiones</b> .....	43
<i>El servicio ambiental</i> .....	43
<i>Actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental</i> .....	43
<i>El valor económico del servicio ambiental</i> .....	44
<i>Variables que influyeron en la DAP</i> .....	45
<i>Viabilidad económica de la implementación del PSA</i> .....	45
<b>Bibliografía</b> .....	46
<b>Anexo</b> .....	49
<i>Anexo 1: Encuesta</i> .....	49
<i>Anexo 2:Marco teórico y formal para la estimación de la DAP</i> .....	53



## Resumen Ejecutivo

El presente trabajo se desarrolló como parte de las actividades del proyecto “Compensación Equitativa por Servicios Hidrológicos: Fase I, Preparando el Caso de Negocios”, iniciativa de CARE y WWF que pretende la implementación de esquemas de compensación por servicios hidrológicos, CSH, que aseguren un manejo sostenible de las cuencas y reduzcan la pobreza de las comunidades en las áreas de trabajo.

El proyecto está siendo implementado en cinco países alrededor del mundo (Tanzania, Filipinas, Indonesia, Perú y Guatemala) y consta de dos fases. En la primera, que tuvo una duración de 18 meses, se desarrollaron los estudios que dan soporte técnico y científico a las iniciativas de compensación por servicios hidrológicos. La segunda fase tendrá una duración de cuatro años y en ella se implementarán, en el campo, las acciones proyectadas en la primera.

Los estudios realizados durante estos primeros 18 meses fueron: 1) Legal e institucional, 2) Selección de cuencas, 3) Hidrológico, 4) Sistemas de Vida, 5) Valoración económica y Análisis de costo - beneficio. Estos trabajos se desarrollaron de manera secuencial, de tal forma que si los hallazgos de uno eran positivos se daba curso al siguiente estudio.

Se partió de que, en primer lugar, deben existir las condiciones legales e institucionales favorables para poder implementar el esquema; en caso de que fuera así, se seleccionaban las cuencas con las condiciones mínimas requeridas para que un CSH funcionara tal y como se indica en el primer documento de esta serie. Al cumplir con este requisito, se determinó el tipo de servicio que brindan las comunidades a través del estudio hidrológico, así como las condiciones para que las comunidades se beneficiaran social y económicamente con el desarrollo del esquema. Finalmente viene la valoración económica y un análisis de costo -beneficio para determinar el valor de los servicios hidrológicos y evaluar la viabilidad financiera del proyecto.

En Guatemala, entre las áreas con la mayor probabilidad para implementar un esquema de CSA se seleccionaron las subcuencas de los ríos Teculután y Pueblo Viejo.

En el presente documento se presentan los resultados del estudio que tiene como objetivo la valoración económica y un análisis de costo - beneficio que demuestre la viabilidad financiera de un esquema de compensación por servicios hidrológicos en la subcuenca del río Teculután. Para ello fue necesario determinar la disponibilidad de pago de las comunidades usuarias de los servicios hidrológicos que proveen la parte media y alta de esta subcuenca.

La metodología utilizada fue la valoración contingente, que se basa en el desarrollo de un mercado hipotético, donde los usuarios de los servicios hidrológicos pagarían para reforestar las partes media y alta de la cuenca e implementar prácticas agrícolas apropiadas que contribuyan a mantener la cantidad de agua disponible en verano y a reducir la cantidad de sedimentos durante la estación lluviosa, con lo que los volúmenes de agua potable para consumo doméstico y su calidad se incrementarían.

La encuesta se aplicó a una muestra de 160 familias de las 3,174 que se abastecen de agua de la subcuenca del río Teculután con una confianza del 95%. El análisis cuantitativo de la información se hizo utilizando el paquete estadístico SPSS, mientras que el análisis econométrico se hizo con un modelo Logit a través del programa LIMDEP (Limited Dependent Variable) 7.0.

Los resultados obtenidos a través de la valoración contingente constituyeron los beneficios que se contrastaron con los costos de la implementación del proyecto, que comprenden los costos de reforestación y mantenimiento de las plantaciones que se establecerían, así como los costos de oportunidad de la tierra.

Con respecto a la pregunta sobre la disposición a pagar, DAP, el 70% de los entrevistados respondió afirmativamente y al igual que en otros estudios, a medida que los montos contenidos en la cuestión aumentaban, la probabilidad de obtener respuestas positivas iba disminuyendo.

De aquellos dispuestos a participar el 60% expresa que el pago debe hacerse a través de la municipalidad, el 25% afirma que debe hacerse a través de un fondo que se crearía para este fin, 7% dice que el pago debe efectuarse a través de la Asociación para la Recuperación del Río Teculután y Sierra de las Minas (ARTSIM) y finalmente, un 4% opina que debe darse a través del Fondo del Agua.

De los que no estaban dispuestos a pagar el 94% dice que su situación económica no se lo permite y el restante 6% considera que la corrupción puede evitar que los fondos lleguen a su destino.

Con base en las respuestas de población con DAP positiva se desarrollaron cuatro modelos de elección discreta, entre los que se seleccionó el siguiente:

$$\text{Pr } ob(Si) = 1.186139459 - 0.7829755788E - 01PH + 0.3355048548ING$$

Según este modelo la probabilidad de que el entrevistado diga que sí está en función del monto de pago, abreviado PH, y del ingreso del entrevistado, ING. Los signos de las variables denotan que se tiene una mayor probabilidad de obtener respuestas positivas cuando los montos de pago son bajos y conforme aumentan los ingresos de los entrevistados.

Se utilizó la prueba de razón de verosimilitud para determinar el conjunto de coeficientes que eran estadísticamente significativos con un 5%. A partir de este modelo se obtiene una DAP de Q26.30 (US\$3.5) por familia al mes. De ahí se tiene que el valor de los servicios ambientales para la población de Teculután es de Q1 millón por año (US\$131.8 mil/año).

Los modelos utilizados cumplen con lo establecido por Haab y McConnell (2003), según los que, para la valoración contingente y, específicamente, para la variante referéndum, el pilar de las formas funcionales es el modelo Logit lineal. Los resultados de los modelos muestran que las variables monto a pagar e ingreso familiar son las que influyen en el valor económico del servicio ambiental de protección del agua para consumo doméstico. La educación, tamaño del grupo familiar, sexo y otras variables no tienen peso en la respuesta positiva de DAP. En ese sentido, es fundamental educar y hacer conciencia sobre este tema en el área de estudio.

Los costos requeridos para la implementación del esquema varían a lo largo de la vida del proyecto, en rangos que van desde Q299,202 (US\$39,369) hasta Q1,413,900 (US\$186,039). Los costos más altos se presentan en el primer año y disminuyen gradualmente hasta el año diez, en el que se estabilizan hasta llegar al año 24, donde se incrementan, para permanecer luego estables hasta el año 50.

Al comparar los costos con los beneficios se tiene que el único año en el que se obtiene un flujo negativo es el primero. Al final de la vida del proyecto se tiene una relación beneficio - costo de 2.35, por lo que se puede decir que es factible desde el punto de vista financiero, ya que por cada quetzal (o dólar) invertido se obtendrán 2.35.



## Introducción

La cuenca hidrográfica es la unidad de paisaje donde se acumula toda el agua superficial y está disponible para el uso, por lo que tiene sentido que las decisiones estratégicas sobre la gestión del agua se desarrollen en las cuencas. Sin embargo las cuencas hidrográficas están limitadas por barreras físicas e hidrológicas, en lugar de administrativas o políticas, lo que dificulta su gestión integrada.

Los intereses económicos de los actores involucrados en el manejo de las cuencas hacen generalmente que desarrollen prácticas contrarias a la vocación de las tierras, lo que tiene como consecuencia las reducciones en la cantidad y calidad del agua, los movimientos de masas de tierras y las pérdidas de biodiversidad, entre otros efectos.

Debido a que el flujo de agua va de las partes altas a las bajas, los efectos de la mala gestión de los recursos en las cuencas se hacen sentir a gran distancia de su punto de origen. De ahí la importancia que tiene la gestión integrada de cuencas hidrográficas, GICH.

Para facilitar la comprensión, a lo largo del documento se entenderá por manejo integrado de cuencas hidrográficas el proceso que promueve la administración coordinada del agua, tierra y recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico, producto de esta gestión, de una manera equitativa sin comprometer la vida de los ecosistemas. La GICH es una estrategia para el desarrollo y manejo del agua como recurso y proporciona marco para la provisión de los servicios relacionadas con el agua (GWP, 2000).

La GICH ofrece un marco que abarca toda la cuenca para tomar decisiones estratégicas en favor de una gestión del agua que sea económica, social y ecológicamente sostenible. Asume que es necesario evaluar conjuntamente las necesidades y expectativas de agua de todos los interesados directos, en toda la cuenca y que las decisiones finales deben basarse en la mejor información ambiental y socioeconómica disponible (WWF, s. f.).

Una gestión integrada de cuencas promueve el uso adecuado de las tierras, lo que a su vez influye positivamente en el abastecimiento de servicios ambientales. Ejemplos de esto son:

- La reducción de la erosión, que tiene como resultado:
  - La disminución del azolvamiento de los cauces de los ríos.
  - La reducción de los costos de tratamiento del agua para consumo humano, industrial o agropecuario.
  - La disminución de los costos de producción de energía hidroeléctrica (al incrementarse la vida útil de las turbinas y reducirse la sedimentación en los embalses).
- La mejoría de la calidad del agua al hacer un uso racional de los agroquímicos en la agricultura.
- La protección de la biodiversidad al mantener sanos los ecosistemas acuáticos y al sostener un flujo constante de agua.
- Se promueve la regulación de caudales, con lo que en la estación lluviosa se reducen las inundaciones y se mantienen los caudales durante la estación seca.

A manera de resumen puede decirse que los cambios en las coberturas y usos de la tierra influyen directa o indirectamente en la cantidad y calidad de los recursos hídricos superficiales y subterráneos. Es por eso que se están desarrollando instrumentos económicos, como el PSA, para que apoyen la gestión integrada de cuencas (FAO, 2000).

Con base en este contexto y teniendo en mente la implementación de esquemas equitativos desde un punto de vista social, WWF y CARE desarrollan el proyecto “Compensación Equitativa por Servicios Hidrológicos: Fase 1, Preparando el Caso de Negocios”, que tiene como objetivo implementar un proceso que asegure un manejo sostenible de los recursos naturales de las cuencas seleccionadas, al tiempo que mejore las condiciones de vida de comunidades rurales pobres.

El proyecto se lleva a cabo en cuencas específicas de cinco países que son Tanzania, Indonesia, Filipinas, Perú y Guatemala. El área seleccionada en este último país corresponde a los ríos Motagua y Polochic, donde se localiza la Reserva de la Biosfera Sierra de las Minas, que concentra el 70% de la biodiversidad de Guatemala (885 especies de mamíferos, aves y reptiles).

Además, esta zona es importante por su potencial hídrico ya que en la parte alta de la reserva se originan más de 60 ríos que aseguran el funcionamiento del ecosistema en su parte alta y baja. Su conectividad es clave tanto en la calidad como en la cantidad de agua para la zona de bosque espinoso seco del Motagua y para el Arrecife Mesoamericano.

Se debe resaltar que la importancia del área va más allá de la biodiversidad, ya que el agua proveniente de estos ríos es un recurso esencial para una enorme cantidad y variedad de usuarios y usos productivos que incluyen más de 500 comunidades locales de escasos recursos (aprox. 500,000 personas), hidroeléctricas, sistemas de irrigación para agricultura local y de exportación, así como procesadoras de café e industrias.

Aún cuando la importancia de este recurso es reconocida en general, es muy claro que la sostenibilidad a largo plazo no es posible sin la conservación de la cuenca alta.

Dada la importancia hídrica del área, se desarrolla este estudio, que es el quinto de la serie de documentos descritos en la introducción, y que presenta la metodología y resultados de la estimación del valor económico de los servicios ambientales hídricos de la microcuenca del río Teculután, que tiene un alto potencial para establecer un esquema equitativo de compensación por servicios hidrológicos en las cuencas del Motagua y el Polochic.

Este trabajo es exhaustivo en lo que a metodología se refiere y es el primero que se realiza en Guatemala con este grado de rigurosidad. Los resultados de la valoración sirven de base para determinar la viabilidad económica de un esquema de compensación para los usuarios y proveedores de los servicios hidrológicos. Esta información es fundamental para llegar a la firma razonada de un acuerdo de entre los actores involucrados.

En este sentido, esta investigación se plantea como objetivo general “Valorar económica y socialmente los servicios hidrológicos que ofrece la subcuenca del río Teculután para determinar la viabilidad económica de implementar un esquema de Compensación por Servicios Hidrológicos (CSH) en dicha subcuenca.” Los objetivos específicos son los siguientes:

- Definir claramente el problema hidrológico que enfrentan las comunidades de Teculután.
- Establecer cuáles son los actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental.

- Estimar el valor económico de los servicios hidrológicos prestados por la subcuenca del río Teculután.
- Determinar la viabilidad económica de la implementación de un esquema de compensación equitativa por servicios hidrológicos.

Este documento está estructurado en cinco secciones. En la primera se presenta la descripción del área de estudio; en la segunda el marco conceptual, donde se abordan temas como la economía y el valor del ambiente, la valoración económica de los recursos hídricos, el rol de la valoración económica en la gestión del agua y los métodos de valoración.

En la tercera sección se describe brevemente el área de estudio, para posteriormente abordar la metodología utilizada, que corresponde a una valoración contingente tipo referéndum. Esta parte del documento habla sobre la encuesta y los supuestos de la investigación, la definición y análisis de la muestra, así como la forma en que se estimaron los beneficios y costos.

El capítulo cuatro constituye la parte medular del documento y en él se presentan y discuten los resultados del trabajo. Esta sección inicia con una descripción del escenario actual y los impactos sobre los servicios ambientales en un marco hipotético en el que se reforestarían 57 caballerías; posteriormente se discute sobre los actores involucrados, los aspectos socioeconómicos de los entrevistados, las variables relacionadas con la disposición a pagar y la forma en que la contribución debe ser hecha, para luego estimar la disposición a pagar, los costos ambientales y con esto, hacer un análisis de costos y beneficios.

Toda esta información sirvió para elaborar las conclusiones que conforman la sección cinco. Finalmente se presentan las referencias consultadas en el documento, la encuesta utilizada para hacer la valoración contingente y el marco teórico y formal para la estimación de la DAP.



## Descripción del Área de Estudio: Subcuenca Teculután

### Generalidades biofísicas

La microcuenca Teculután tiene un área de 228.27 km<sup>2</sup>, y se ubica en el departamento de Zacapa, localizado al oriente del país. Esta microcuenca pertenece a la subcuenca del río Motagua y se localiza en el municipio de Teculután.

El municipio de Teculután dista de la cabecera departamental de Zacapa en 28 kilómetros a través de la ruta principal de la Capital de Guatemala a Puerto Barrios, y del municipio a la Ciudad Capital a 121 Km.; está localizado exactamente en el valle formado entre el río Motagua y la Sierra de las Minas.

De la Microcuenca dependen once sistemas de agua potable, aunque también se extrae agua para 22 tomas de riego para todo Teculután y municipios vecinos. Su rango altitudinal está entre los 200 a 2,900 msnm, cuenta con una extensión de 20,033.071 ha. Según registros de los últimos años tiene un caudal promedio de 2,454.74 l/s, un caudal específico de 11.01 L/s/km<sup>2</sup>, una cobertura forestal de 10,842 Ha (49 % de la extensión total), posee una totalidad en longitud de ríos de 46,455.715 m. Esta microcuenca es en su zonificación en la parte alta y media zona núcleo y zona de recuperación y en la parte media y baja es zona de amortiguamiento.

La temperatura aproximada se sitúa entre los 16 y 36 grados centígrados a la sombra, según la época del año. En los meses de marzo y abril la temperatura asciende por encima de los 36 grados. La precipitación pluvial anual es 600 a 900 mm.

En la microcuenca Teculután se tienen las siguientes zonas de vida: bosque pluvial montano bajo subtropical (bp-MB), bosque muy húmedo subtropical (frío) (bmh-s(f)), bosque húmedo subtropical (templado) (bh.s(t)), bosque seco tropical (bs.S) y monte espinoso subtropical (me-s).

## Marco Conceptual

### La economía y el valor del ambiente

La economía neoclásica establece que la asignación eficiente de recursos sólo puede alcanzarse a través del mercado. Según Azqueta (1994), esta corriente plantea que en un mercado idealmente competitivo confluyen una serie de actores económicos que, a través de una serie de decisiones racionales, generan precios que pueden interpretarse como la representación de preferencias por una serie de bienes o servicios. Las empresas recogen esta información y, con esta base, organizan el proceso productivo. La competencia entre empresas, así como entre los consumidores, y entre los oferentes de servicios de los factores productivos garantizan que los resultados obtenidos serán los óptimos.

Es en este contexto que la economía ambiental plantea una economía inmersa en el sistema natural y se sirve de la naturaleza de dos formas: la primera es el abastecimiento de materias primas y energía para nutrir el sistema económico y que se haga posible la producción y el consumo. Luego encontramos las actividades de producción y consumo que generan una serie de desechos que, tarde o temprano, regresan a la naturaleza, lo que conduce a la segunda función, que es la recepción de desechos y residuos en la naturaleza (ver figura 1).<sup>1</sup>

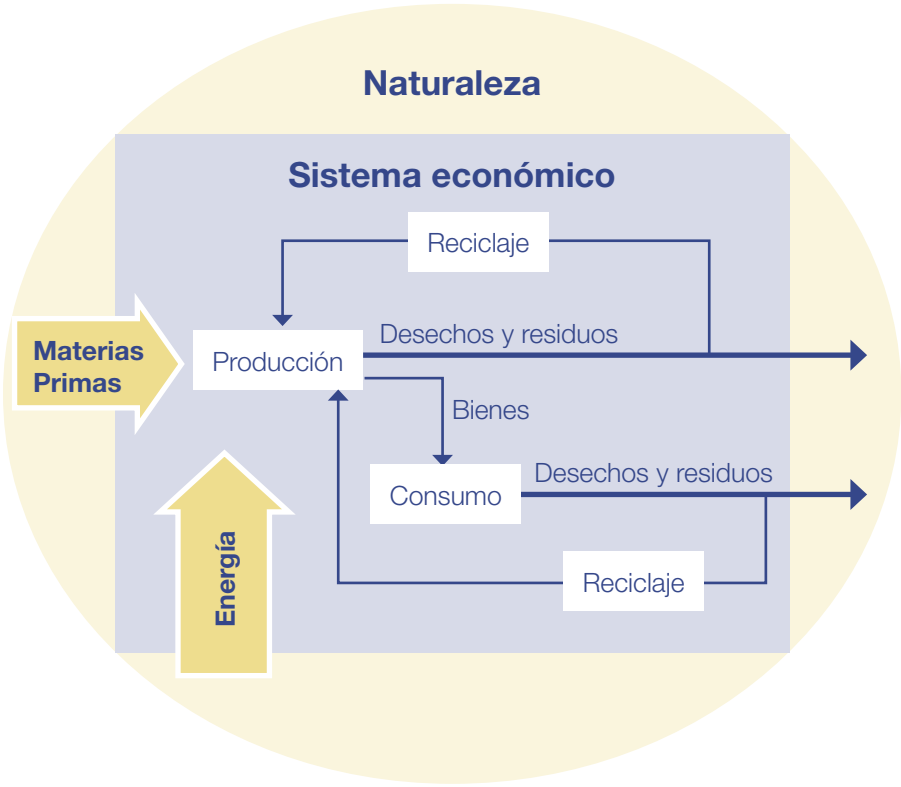
Generalmente las empresas y la sociedad en general no pagan por esta segunda función de la naturaleza y surgen así las denominadas externalidades. Según Azqueta (2002), dichas externalidades aparecen cuando el comportamiento de un agente cualquiera (consumidor o empresa), afecta el bienestar de otro (su función de producción o su función de utilidad, sin que este último haya elegido esa modificación, y sin que exista un precio o un valor monetario que lo compense.

La teoría económica establece que las externalidades son fallas de mercado y para corregirlas es necesario darles un valor que permita su inter-

<sup>1</sup> También reconoce que la naturaleza y el medioambiente proporcionan una serie de bienes naturales y servicios que demanda la sociedad, y que una de las funciones más importantes es constituir un sistema integrado que proporcione los medios para sostener la vida.



nalización o compensación en las economías de los actores afectados y en el mercado en general. Es en este punto donde cobra importancia la valoración económica.



**Figura 1.** El medioambiente y su relación con la economía.

Fuente: Field y Field, 2002.

### Valoración económica del ambiente

Según Azqueta (1994), con el fin de comparar el ambiente con otros componentes del bienestar de la sociedad, todos deben estar expresados en una unidad de medida que, generalmente, es el dinero. La valoración económica es importante porque permite transformar los valores del ambiente (beneficios) a una escala monetaria que facilita la toma de decisiones.

El fundamento teórico de la valoración económica se encuentra en la teoría del bienestar. Según esta, el bienestar de los individuos no solamente depende del consumo de bienes y servicios producidos por el sector privado y el gobierno, sino también de cantidades y calidades de flujos de

bienes y servicios no mercantiles, provistos por el sistema de recursos naturales y ambientales. Por consiguiente, cualquier cambio en la base de estos recursos traerá consigo un cambio en el bienestar de las personas.

Según Mendieta (1999), esta teoría asume que las personas conocen sus preferencias y que tienen la propiedad de sustituir bienes mercantiles por no mercantiles. La sustitución establece una tasa de intercambio (*trade off*) entre pares de bienes haciendo que esta sea la esencia del concepto económico de valor. La medición del valor basada en la posibilidad de sustituir puede ser representada por medio de la disponibilidad de pagar, DAP, definida en términos de cualquier otro bien o servicio que el individuo esté dispuesto a sustituir por el que está siendo valorado.

Para la estimación del valor económico del ambiente, la disponibilidad a pagar marginal es la disponibilidad adicional de pago de una persona por una unidad más de calidad ambiental.

### Valoración económica de los recursos hídricos

En Guatemala, los cuerpos de agua poseen un caudal aproximado de 3,190 m<sup>3</sup>/s, (84,991 millones m<sup>3</sup>). El consumo de agua potable en el país es de alrededor de 284 millones de metros cúbicos anuales, volumen que representa el 1% del total de agua disponible. Se estima que para el año 2025 se incrementará hasta el 4% (1,211 millones de m<sup>3</sup> por año) (Guateagua, 2006).

Del total de agua que se consume, el sector agrícola es el mayor usuario con un consumo de 2,200 millones de metros cúbicos anuales, seguido por la industria y el sector doméstico que utilizan 825 y 284 millones de metros cúbicos y finalmente, el sector energético, que es el mayor usuario de agua no consuntiva con 2,283 millones de metros cúbicos al año (Guateagua, 2006).

Existen otros usos que aunque no consumen agua directamente (tales como la pesca, el turismo y el transporte acuático), requieren que el recurso tenga ciertas condiciones de calidad y que se encuentre en cantidad suficiente.

Los usos que se le dan al agua, así como sus características hacen que sea un recurso importante y difícil de valorar. Young (2005), agrupa estas características en atributos físicos e hidrológicos de la siguiente forma:

Atributos físicos e hidrológicos del agua:

- Es móvil: este atributo hace que el agua sea un recurso con alto costo de exclusión, por ello, hacer respetar la exclusión en los derechos de propiedad, que son la base del mercado o de la economía de intercambio, es relativamente difícil y costoso.
- Su suministro es muy variable: el abastecimiento de agua está fuera del control del hombre y varía de manera impredecible a lo largo del tiempo, en espacio y en calidad.
- Es casi el solvente universal: cuando se encuentra en cantidades abundantes proporciona (desde una perspectiva privada) una capacidad poco costosa de absorber desechos y contaminantes, así como para diluirlos y transportarlos hacia otros lugares.
- Existe una fuerte interdependencia entre los usuarios: después de utilizada un gran porcentaje del agua vuelve a los cauces de los ríos (en agricultura se estima que el 50% del agua regresa), causando externalidades negativas.
- Los problemas del agua se dan en sitios específicos: las variaciones en el abastecimiento de agua y la demanda local, así como otros problemas relacionados con los recursos hídricos están típicamente localizados, por lo que las políticas y estrategias para resolverlos a menudo deben adaptarse a las condiciones locales.

### Características desde la perspectiva de los usuarios

Young (2005) plantea que debido a que los diversos usos del agua requieren diferentes enfoques de manejo, se pueden agrupar de acuerdo al tipo de beneficio que generan a los usuarios:

- Beneficios como mercancía (bien o servicio).
- Beneficios por asimilar desperdicios.
- Valores estéticos, recreación, pesca, vida silvestre (públicos y privados).
- Preservación de la biodiversidad y ecosistemas.
- Valores sociales y culturales.

Los tres primeros deben ser considerados factores económicos, debido a que al incrementarse su escasez y los problemas relacionados con su distribución entre los diferentes usos, se maximiza su valor económico. Los últimos dos, deben discutirse como valores no económicos.

Las características económicas del agua varían de la rivalidad a la ausencia de esta, así como de la exclusión a lo contrario. La rivalidad de los bienes en términos prácticos significa que cuando una persona hace uso de un bien, evita que otra lo use. Por ejemplo, si una empresa embotelladora usa el agua y la vende, esta ya no está disponible para usos agrícolas, pecuarios u otros de tipo industrial. Por su parte los usos hidroeléctricos y el enfriamiento de calderas no presentan rivalidad ya que una vez usada el agua, esta retorna a los cauces y puede ser usada por otros actores. Generalmente, a los bienes con rivalidad en el consumo se les conoce como privados, mientras que los que no presentan rivalidad son los bienes públicos o colectivos.

La exclusión se refiere a la capacidad que se tiene para evitar que otras personas hagan uso de un bien. En relación con esto puede decirse que el agua tiene un alto costo de exclusión, debido a su naturaleza física.

Los beneficios del agua como bien incluyen el consumo humano, los usos sanitarios, así como los productivos en la industria, agricultura, comercio y turismo. Este tipo de beneficios se distinguen por ser rivales en su uso, de ahí que tiendan a ser bienes privados.

El valor del agua por asimilar desperdicios es distinto del anterior ya que significa que los cuerpos de agua transportan los desechos y los diluyen. Este valor está más cerca de ser público que privado, debido a la dificultad de excluir a los contaminadores para evitar que sigan haciendo descargas.

Los valores estéticos, recreación, pesquería y vida silvestre se consideraban inicialmente como bienes suntuarios, pero actualmente esto ha cambiado. De la misma forma, la asimilación de desechos, la recreación y los valores estéticos están más cerca de ser bienes públicos porque son de libre acceso.

Los valores de no uso constituyen otro valor económico potencial del agua. Los beneficios de no uso son aquellos por los que el individuo está dispuesto a pagar no importando si no se beneficia de ellos o no los experimenta. Un ejemplo de estos beneficios son las contribuciones voluntarias para preservar especies de peces (a pesar de lo controversial de este tema, muchos economistas están de acuerdo en que los valores de no uso deben incluirse junto con los de uso para obtener un valor económico más preciso) (Carson, 1999 y Freeman, 2003).

La demanda de agua varía tanto como la oferta. Las necesidades para agricultura oscilan con los cambios de la temperatura, y los patrones de lluvia varían según las estaciones del año a lo largo de ciclos. La demanda de agua residencial e industrial varía dependiendo de las consideraciones diarias, semanales y estacionales. De ahí que los sistemas de almacenamiento y transporte, así como las instituciones que los manejan deben estar preparados para satisfacer las descargas en horas pico y en los períodos de alta demanda.

### Actitud social hacia el agua

Debido a que el agua es esencial para la vida y la salud, como bien enfrenta, más que otros bienes, conflictos entre los valores sociales y culturales y el valor económico. De hecho muchos rechazan las asignaciones basadas en mercados y se inclinan por enfoques de regulación.

Para muchos, el agua tiene valores culturales, religiosos, y sociales, y estas personas prefieren que no se trate al agua como una mercancía. De hecho, hay quienes rechazan ponerle precio a algo que es necesario para la vida.

Aunque este enfoque resalta la necesidad del agua para la vida, tiende a ocultar el hecho de que en la mayoría de las sociedades solamente una cantidad minúscula de agua se usa directamente para beber y preservar la vida del hombre. La mayor parte se usa para brindar comodidad, confort y placer estético.

### Consideraciones políticas y legales

En este sentido, deben hacerse las siguientes tres consideraciones políticas y legales con respecto a la valoración económica del agua:

- Es necesario considerar los costos de transacción con relación a la escasez relativa del agua: El término costo de transacción se refiere a los recursos necesarios para establecer, operar y hacer cumplir la distribución y manejo de estos o su sistema de regulación. Debido a las características de la oferta y la demanda del agua, en muchos casos los costos de transacción, manejo y distribución tienden a ser más altos que su propio valor. De manera general, puede decirse que en los lugares en donde hay abundancia de agua las leyes tienden a ser simples y no existe mucha presión por hacerlas cumplir, en tanto que en los lugares donde el agua es escasa se han desarrollado sistemas de manejo más complejos.

- El impacto acumulativo de muchas decisiones pequeñas: En las instituciones de gobierno, quienes definen las estrategias en torno a la administración del agua se enfrentan a los problemas que generan las decisiones de actores individuales (lo que ocurre cuando no existen regulaciones claras para el manejo del recurso). Por consiguiente, cada decisión individual con respecto al uso del agua tiene un impacto en el recurso, pequeño si se considera aisladamente, pero significativo si se suman de todas las decisiones individuales sobre el uso y contaminación de las aguas. En resumen, las regulaciones eficientes de los actores individuales, aunque costosas y complejas en su administración, se vuelven necesarias para lograr una apropiada gestión de los recursos hídricos.
- El agua como un recurso de uso común: Estos recursos se caracterizan por ser rivales y porque los costos de exclusión son relativamente altos. El problema surge cuando los derechos de propiedad no están bien definidos y por ende los usuarios no tienen ningún incentivo para hacer un uso eficiente del bien ni piensan en conservarlo para el futuro; por el contrario consideran que otros los pueden excluir de su uso, lo que puede generar una sobre explotación de este. Por ello, en todo marco legal y de política es necesario que los derechos de propiedad por el uso del agua estén bien definidos.

En resumen, las características únicas del agua hacen que sea un recurso poco usual, debido a numerosas razones físicas, económicas, sociales y políticas, lo que nos enfrenta a numerosos retos para valorarlo y medir los costos y beneficios, así como para establecer arreglos institucionales apropiados.

### El rol de la valoración económica en la gestión del agua

Estimar el valor económico del agua proporciona señales de la escasez relativa, de ahí que el manejo integrado de las cuencas requiera la estimación de los beneficios o de los valores en la disponibilidad de agua.

Como se explicó anteriormente, la teoría económica plantea que la asignación eficiente de recursos escasos en diferentes sectores o para diferentes usos, requiere de una idea del valor y la ganancia que se generará en cada uno de ellos.

En ausencia de mercados o cuando estos son ineficientes, la evaluación de las decisiones económicas para la distribución de los recursos requiere que se apliquen métodos para estimar su valor.

## Métodos de valoración económica

Según Field y Field (2005), Azqueta (2002), y Field (1995) los métodos de valoración se dividen en tres grandes grupos. En el primero están los métodos basados en los precios de mercado donde los recursos naturales tienen un precio en los mercados locales o internacionales, caso del agua embotellada o la madera en pie. Dentro de estos métodos se contemplan los cambios en la productividad y las pérdidas de ingresos (o de la ganancia).

En el segundo están los métodos basados en precios indirectos, en los que la estimación del costo de un bien o servicio se realiza a través de sustitutos imperfectos, como por ejemplo, la determinación del valor de un lago con base en la estimación del valor de un balneario, que puede brindar un bienestar similar a las personas que deseen recrearse en él. Estos métodos contemplan costos de reemplazo, gastos preventivos, costos de restauración, costo de oportunidad y bienes sustitutos.

Por último están los métodos basados en mercados hipotéticos, que se basan en construir un mercado en el que se introduce a los usuarios de ese bien o servicio, con el fin de medir el bienestar que aporta. Se fundamentan en la aplicación de encuestas, mediante las que se determina la disposición a pagar o a ser compensado por el desarrollo de un proyecto o por un bien o servicio específico o las modificaciones a este. Aquí se contemplan los costos de viaje, precios hedónicos y valoración contingente.

### Métodos basados en precios de mercado

- Cambios en la productividad: se evalúan los cambios en la producción y en los insumos, asignándoles un precio de mercado.
- Pérdida de ingresos (o de ganancia): estimación por medio del cálculo de los ingresos que se dejan de percibir a causa de cambios en los medios de producción, ocasionados por los servicios ambientales o la falta de estos.

### Métodos basados en precios indirectos

- Costo de reemplazo: mide los beneficios mediante la estimación de los costos de reproducir el beneficio original.

- Gastos o costos de prevención o mitigación: técnica que estima el valor mínimo que las personas están dispuestas a pagar para conservar la calidad ambiental.
- Costos de restauración: con este método se calculan los costos de la restauración de las estructuras o activos físicos que se ven dañados por la potencial degradación ambiental.
- Costo de oportunidad: utiliza los costos de producción como una aproximación rudimentaria del valor de los servicios ambientales.
- Bienes sustitutos: asignación del valor a través del valor de la mejor alternativa o bien sustituto.

### Métodos que crean mercados hipotéticos

- Costo de viaje: se usa en la valoración de bienes que requieren movilización para su consumo. En este caso el mercado indirecto existente es el del transporte (espacios naturales, espacios recreativos, parques, zonas de interés paisajístico, reservas, etc.) y se basa en el supuesto de que los consumidores valoran un servicio ambiental en no menos que el costo de acceso al recurso, incluyendo todos los costos directos del transporte y el costo de oportunidad del tiempo gastado en viajar al sitio
- Precios hedónicos: consiste en aislar la influencia específica de un servicio ambiental sobre el precio de mercado de un bien o servicio. Se basa principalmente en el hecho de que algunos bienes o factores de producción no son homogéneos y pueden diferenciarse debido a sus numerosas características.
- Valoración contingente: se simula, por medio de encuestas y escenarios hipotéticos, un mercado para un bien o conjunto de bienes para los que no existe mercado.

## Aspectos conceptuales relacionados con la valoración contingente

Por ser el que se utilizará para hacer la valoración del agua de uso doméstico en Teculután, en esta sección, se hará énfasis en el método de valoración contingente.

Este es un método directo que se basa en la información que revelan las personas cuando se les pregunta sobre el valor del bien ambiental objeto de análisis, por lo que se necesita una encuesta o cuestionario que recoja la valoración que las personas hacen de los cambios que se producen en su bienestar con la alteración de las condiciones de oferta de dicho bien. A través de esta metodología se obtienen asignaciones de valor, por parte de las personas entrevistadas, a aumentos o disminuciones específicas en la cantidad o calidad de un servicio ambiental.

Este método no es nuevo y como explica Riera (1994), sus inicios se remontan a principios de la década de los setenta, y a finales de esa década el Water Resources Council de Estados Unidos lo reconoce como medio de valoración de cambios en el bienestar social debido a externalidades ambientales.

A principios de los ochenta, el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos comenzó a utilizar la valoración contingente para medir los beneficios de sus proyectos. A principios de los años noventa la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), del Ministerio de Comercio de los Estados Unidos, nombra una comisión que evalúa la metodología y concluye que es un instrumento sólido para calcular el valor de no uso (uso pasivo, según su terminología) en la pérdida de bienestar por desastres medioambientales.

Desde ese momento hasta la fecha, el método ha cobrado mucha popularidad y su uso se extiende en Estados Unidos y Europa.

Según Saz, Pérez y Barreiro (1999) y Azqueta (1994), para aplicar los cuestionarios hay que tomar en cuenta tres aspectos básicos. El primero es proporcionar al entrevistado la información sobre el bien que se pretende valorar de modo que este pueda conocer adecuadamente el problema que se está tratando. El segundo es la forma en que se ha de abordar la formulación de la pregunta sobre la disposición a pagar, DAP. Para esto el vehículo y frecuencia del pago deben quedar claros, así como también el formato de pregunta. El tercero es obtener información sobre las características socioeconómicas de las personas encuestadas con la finalidad de estimar una función de valor, donde la DAP expresada venga explicada por esas mismas características y otras variables relevantes.

Los formatos de las preguntas pueden ser:

- Abierto: En este caso el entrevistador espera la respuesta a una pregunta formulada, por ejemplo ¿cuánto es lo máximo que usted pagaría por...?

- Tipo subasta: El entrevistador plantea un cifra y pregunta al entrevistado si está dispuesto a pagar esta cifra o más; si el entrevistado responde afirmativamente la cifra original se eleva en una cantidad predeterminada, y si la respuesta es negativa se reduce, hasta que el entrevistado no quiera seguir adelante.
- Múltiple: Se presenta al entrevistado un cuadro en el que aparecen varias cifras ordenadas de mayor a menor y se le pide que seleccione una.
- Binario, dicotómico o referéndum: El entrevistado tiene que responder "sí" o "no" a una determinada cantidad propuesta. Como explica Azqueta (1994) este proceso es fácil de explicar pero complicado de implementar ya que primero se tiene que seleccionar una muestra representativa de la población, luego dividirla en grupos igualmente representativos y se hace la pregunta antes mencionada a cada uno de ellos, con una cantidad diferente. Mediante una transformación Logit de las respuestas se obtiene la estimación econométrica de la disposición a pagar de la población por el cambio analizado. En favor de esta alternativa se argumenta que se enfrenta a la persona con el mismo tipo de decisiones que toma cotidianamente en casi todos los mercados (se compra o no se compra), por lo que el entrevistado se encuentra en un entorno familiar, así el esfuerzo que tiene que hacer para encontrar la respuesta correcta es menor, y en consecuencia se reduce el tiempo de entrevista.
- Formato iterativo: En este se enfrenta a la persona con la cantidad inicial. El entrevistador no se conforma con la primera respuesta y entra en un juego iterativo en el que después de discutir un poco con el entrevistado le pregunta si cambiaría la respuesta inicial.

A pesar de las ventajas que presenta, el método de valoración contingente ha sido objeto de numerosas críticas debido a los sesgos que se tienen al establecer un mercado hipotético, y al comportamiento estratégico (*free rider*) de los entrevistados.





## Metodología

El primer paso en cualquier estudio de valoración económica es definir el servicio ambiental a valorar. En Teculután el servicio es la regulación de los flujos de agua durante la estación seca y la reducción en la carga de sedimentos en la época lluviosa que tiene implicaciones sobre la disponibilidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Una vez identificado el servicio ambiental se procedió a establecer la técnica de valoración a utilizar. Para este caso en particular se decidió usar el método de valoración contingente, tipo referéndum.

La valoración contingente sirve para estimar el beneficio social, que junto con el resto de beneficios que se obtienen del proyecto fue contrastado con los costos de dicha implementación, para hacer un análisis costo - beneficio.

### Valoración contingente

Se basa en el desarrollo de un mercado hipotético en el que los usuarios de los servicios ambientales pagarían para implementar un proyecto en el que se devolvería la cobertura forestal a la parte media-alta de la cuenca, con lo que los volúmenes de agua que se tienen en la estación seca se incrementarían, al tiempo que se reduciría la cantidad de sedimentos en el agua durante la estación lluviosa, lo que a su vez haría que los volúmenes de agua potable para consumo doméstico y su calidad se incrementarían.

Para que los entrevistados entiendan de que se trata el mercado hipotético se les presenta una serie de fotografías en las que se muestra la influencia del bosque en los servicios ambientales. Posteriormente se les explica la forma en que funcionará el proyecto y los beneficios que obtendrán de su implementación y entonces se les pregunta si están dispuestos a pagar para que este se lleve a cabo.

### La encuesta y los supuestos de la investigación

Como se explicó en el marco teórico, el método de valoración contingente utiliza encuestas para estimar el valor económico que los usuarios le otorgan al referido servicio.

En este caso se diseñó un instrumento de encuesta que consta de tres bloques (ver apéndice 1). En el primero se incluyeron preguntas generales o para ganar la confianza del entrevistado, a través de estas se determinó la calidad del servicio que reciben las personas. En el segundo se presentaron las fotografías para mostrar la relación existente entre los bosques y el agua, así como la importancia de la implementación del proyecto, para luego preguntar por la disposición a pagar para proteger las zonas de recarga hídrica, así como el mecanismo que tendría mayor aceptación para realizar el cobro y en el caso de respuesta negativa se preguntó por los motivos. La última parte recabó información sobre los aspectos socioeconómicos del entrevistado.

Con el fin de validar la encuesta, se realizaron grupos focales con la población objeto; también se sondearon los valores de disponibilidad a pagar. Con base en los resultados de los grupos focales se adecuó la encuesta y se hizo una prueba piloto que se aplicó a la población, en este caso el formato utilizado fue abierto.

El objetivo de la encuesta con formato abierto era obtener los montos que se aplicarían en la encuesta definitiva. Los montos obtenidos en quetzales fueron 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 25, 30 y 40, que equivalen a US\$ 0.26, 0.39, 0.53, 0.66, 1.32, 1.97, 2.63, 3.29, 3.95, y 5.26, respectivamente. Los montos se distribuyeron proporcionalmente entre el número de encuestas que se aplicaron en el muestreo (160).

### Definición de la muestra

La muestra se definió con base en el número de familias que se benefician del servicio ambiental, que se estiman en 3,174, haciendo uso de la siguiente formula de muestreo aleatorio irrestricto:

#### Ecuación 1.

$$n = \frac{Z^2 \left(1 - \frac{\infty}{2}\right) PQ + d^2}{d^2 \frac{Z^2 \left(1 - \frac{\infty}{2}\right) PQ}{N}}$$

Donde:

- n = Tamaño de la muestra
- N = Tamaño de la población (3174)
- $\infty$  = 0.05
- $Z^2 \left(1 - \frac{\infty}{2}\right)$  = Probabilidad al  $\infty$  grado de confianza (valor tabular de 3.8416)
- P = Probabilidad de éxito (0.5)
- Q = Probabilidad de fracaso (0.5)
- d = Precisión de los estándares (0.10)

Al introducir los valores dentro de la fórmula se tiene que el tamaño de la muestra es de 95 familias. Sin embargo, debido a que en este tipo de estudios siempre hay encuestas que se rechazan por estar incompletas o porque presentan inconsistencias se ajustó la muestra a 160.

### Análisis de la muestra

El análisis cualitativo de la información obtenida en la encuesta se realizó con el paquete estadístico SPSS. Para la estimación econométrica del modelo Logit y la obtención de las medidas de tendencia central de la disposición a pagar se utilizó el programa LIMDEP (Limited Dependent Variable) 7.0.

Las variables analizadas son:

- Características de los entrevistados
  - Sexo (% y DAP según sexo)
  - Edad (% y DAP según edad)
  - Educación (% y DAP según grado educativo)
  - Número de integrantes de la familia
  - Ingresos
- Variables relacionadas con el agua de uso doméstico
  - Calidad de agua
  - Calidad del servicio
  - Horas que recibe agua al día
  - Si tiene pozo, cisterna o depósito
  - Quién los abastece de agua (%)
  - Cuánto paga por el servicio
- Variables relacionadas con la DAP
  - Importancia del agua para el desarrollo de sus actividades diarias
  - Porcentaje de entrevistados que respondieron afirmativamente
  - Disposición a pagar
  - Razones por las que no están dispuestos a pagar
  - Institución adecuada para recibir el pago y funcionar como intermediario en el PSA
  - Importancia del bosque en el abastecimiento de agua en cantidad y calidad
  - Quién debe velar por la conservación de los bosques

### Estimación de los beneficios

A través de la valoración contingente se estimaron los beneficios sociales del proyecto, pero estos no son los únicos beneficios que se obtienen, ya

que al implementarlo también se logran ventajas del Programa de Incentivos Forestales, PINFOR, para el establecimiento de plantaciones forestales con fines de producción.

### Estimación de los costos

En este caso los costos estimados corresponden a los costos de reforestación, mantenimiento de las plantaciones y costo de oportunidad. Cada uno de ellos se define a continuación:

1. Costos de reforestación y mantenimiento: Para asegurar el flujo de servicios ambientales se deben reforestar las áreas degradadas. Estos costos corresponden al establecimiento y manteniendo de la plantación, replantación, costos de regencia y costos administrativos. Llegado el momento del aprovechamiento de la plantación en este rubro también se incluyen los costos de corta y transporte.
2. Costo de oportunidad: Es el valor máximo sacrificado alternativo al realizar alguna decisión económica. En este caso el costo de oportunidad es la alternativa más valorada en la que estos recursos financieros se habrían debido invertir y a los que la sociedad tendría que renunciar cuando los recursos se utilizan de otra forma. Se estimó mediante el valor de la producción de maíz por ser la principal actividad a la que dedican la tierra.

### Análisis costo - beneficio

Con base en los resultados anteriores se hizo un análisis costo - beneficio para establecer si los cambios en el uso de la tierra son la opción más efectiva en lo que a costo se refiere para que los usuarios aborden el problema. También arrojará evidencia sobre si la opción propuesta es viable para los propietarios de las tierras y si el incentivo es suficiente para que participen en el programa en el largo plazo.

Debido a que el objetivo del proyecto es la producción de servicios ambientales y a que el bosque tarda en llegar a su edad de turno un total de 25 años, se decidió hacer el análisis para un período de 50 años, que es el tiempo en el que según los supuestos técnicos contemplados en este trabajo se finalizaría con el primer ciclo de aprovechamiento.

## Resultados y Discusión

### ¿Cuáles son las opciones y sus impactos? (escenarios)

Para analizar las opciones que se presentan en la subcuenca del río Teculután se plantearon los dos escenarios que se describen a continuación.

#### Escenario 1 (actual)

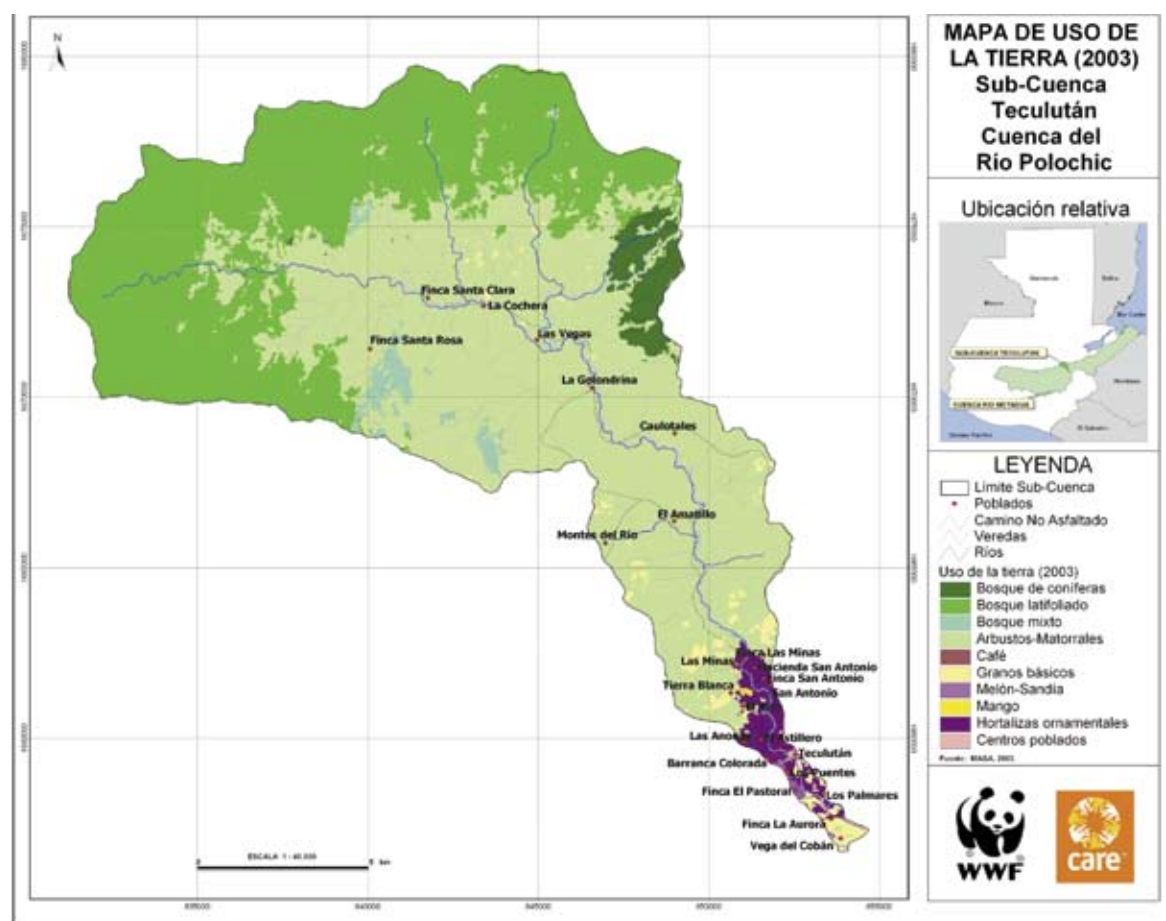
Según el mapa de dinámica de cobertura forestal de 1991 al 2001, la pérdida de dicha cobertura en ese período fue de 1,858.72 ha (9.3%), por lo que la deforestación anual es de 186 hectáreas (ver figura 2). A partir de este dato se estima que la pérdida de manto forestal en el área para el 2007 fue de 1,115.2 hectáreas. Al multiplicar esta área por el volumen de escorrentía por hectárea (16,639.2 m<sup>3</sup>/año) se tiene un volumen de 18,5 millones m<sup>3</sup>/año.

A partir de los datos generados por Ávalos (2007) se puede decir que la pérdida de una hectárea de bosque incrementa la erosión en 21.9 TM/año; al multiplicar este valor por la deforestación, el volumen de suelo erosionado es de 24,4 mil TM/año.

#### Escenario 2 (reducción de la deforestación)

La agricultura migratoria, principalmente de maíz, promueve las quemas en el área. Pese a que este tipo de agricultura ocupa un pequeño territorio, las quemas se salen de control y evitan que se den los procesos de regeneración natural y afecten un total de 57 caballerías (2,553.6 ha) que son propiedad de la municipalidad de Teculután.

Partiendo de los datos que sirvieron para generar el escenario anterior y suponiendo que se reforestarán las tierras municipales, se puede predecir que el volumen de agua en forma de escorrentía se reduciría en 42,5 millones m<sup>3</sup>/año, así mismo la pérdida de suelo por erosión se reduciría en 55,903.17 TM/año.



**Figura 2.** Mapa de cobertura vegetal y uso actual de la tierra 2003.

### ¿Quién cuenta? (actores involucrados)

La microcuenca cuenta con una población total de 13,626 habitantes, distribuidos en los municipios de Teculután (13,044 habitantes, 90 % de toda la población del municipio) y Usumatlán (582 habitantes de la comunidad Río Chiquito). De la población total el 39.3% es pobre y el 3.29 % es extremadamente pobre.

De esta población, 3,174 familias, en áreas urbanas y rurales, reciben agua potable. El alcantarillado cubre el casco urbano y varios poblados cercanos, este es del tipo de drenaje sanitario. El alcantarillado del área urbana

tiene cinco descargas, de las cuales tres van al río Teculután y el resto van a quebradas que llegan al río Motagua; en estas últimas van las aguas de las industrias.

A partir de los años ochenta y especialmente en los noventa, se ha producido un acelerado desarrollo en el campo agrícola con la implementación de cultivos de exportación, como melón y sandía, y un gran desarrollo industrial, específicamente, embotelladoras de bebidas gaseosas, cerveza y licores, además se han incrementado la prestación de servicios hoteleros y el comercio.

La mayoría de la tierra está dentro de la Reserva de Biosfera Sierra de las Minas (90%), de la tierra restante el 2% se usa para frutales, 2% para maíz, 1% para potreros y el resto para otros usos.

Según CARE -WWF-IIED (2007) las comunidades el Astillero, Las Anonas, Las Minas, El Arco, San Antonio, La Paz y El Oreganal son las que mayoritariamente implementan agricultura migratoria en las tierras municipales y por ende, son las que tienen influencia directa en el proceso de quema que a su vez evita la regeneración natural del bosque. La población que habita cada una de las comunidades se presenta a continuación:

#### Cuadro 1.

Población, por habitantes y número de familias, de las principales comunidades que hacen agricultura en las áreas municipales

Localidad	Población	No. Familias
El Astillero	256	49
Las Anonas	152	32
Las Minas	161	40
El Arco	1060	273
El Oreganal	874	198
Total	2503	592

Fuente: CARE -WWF-IIED (2007)

### Aspectos socioeconómicos

Se entrevistó un total de 160 personas de las que el 84% era de mujeres y el 16% de hombres. De la población total el 86% lo constituyen propietarios de sus viviendas. El 34% se ubicó dentro del rango de edades de 18 a

29 años, un 39% de 30 a 39 años, 23% de 40-59 años y 29% de mayores de 50 años. El 32% no estudió, 37% no terminó la primaria, 21% completó primaria, 4% estudió en secundaria y no la completó, en tanto que un 4% sí lo hizo, y un 2% es de profesionales universitarios. El 22% de las familias tiene de uno a tres integrantes, el 52% de cuatro a seis, el 22% de siete a nueve y el 4% de diez o más.

Al preguntarles sobre sus ingresos familiares el 20% respondió que ganaba menos de Q500/mes (US\$66/mes), 57% entre Q501 y Q1,500 (US\$66/mes y US\$197/mes), 19% entre Q1,501 y Q4,000 (US\$198/mes y US\$526/mes), y 2% más de Q4,000 (US\$526/mes), el resto no respondió a la pregunta.

### Variables relacionadas con la calidad del agua y del servicio

En cuanto a la calidad del agua, solamente el 39% dice que el agua que llega a su casa está clorada, dato revelador ya que significa que el 61% recibe agua entubada sin ningún tratamiento. Esto concuerda con la percepción de la calidad que tienen los usuarios, ya que según el 32% la calidad es regular o mala. En cuanto a la calidad del servicio 10% recibe menos de cinco horas de agua al día, 6% de seis a diez horas, 6% de once a quince, 78% más de quince.

Con respecto a si poseen filtro o pozo, sólo el 2% de los entrevistados respondió que tenía uno de los dos, los porcentajes de personas con depósito en sus casas y que compran agua para tomar son mayores, 13 y 43% respectivamente.

Sobre la pregunta de quién provee el servicio de agua potable el 5% no sabía o no respondió esta pregunta. Un 35% de los entrevistados paga menos de cinco quetzales al mes por el servicio de agua, 56% de seis a nueve, 2% más de diez y el resto no sabe o no responde a la pregunta.

### Aspectos relacionados con la protección e importancia del bosque

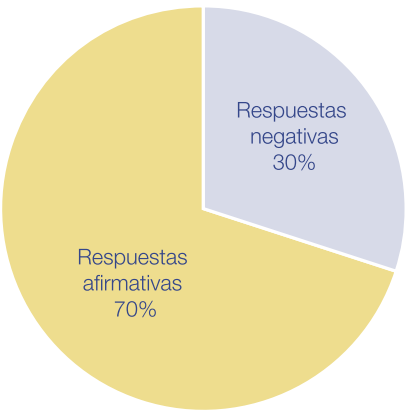
El 56% cree que la responsabilidad de la protección de los bosques recae sobre la sociedad guatemalteca, 34% considera que es responsabilidad de los ciudadanos

de Teculután, 8% que debe ser la municipalidad la que se encargue, 1% dice que debe ser el gobierno y 1% que debe ser la iniciativa privada.

En relación a la importancia del agua y la relación bosque - agua, el 99% opina que el agua es un recurso importante o muy importante para el desarrollo de las actividades diarias, y el 98% considera que los bosques mejoran la calidad y aumentan la cantidad de agua. El 98% de los encuestados sabía dónde se producía el agua que consumen en sus hogares.

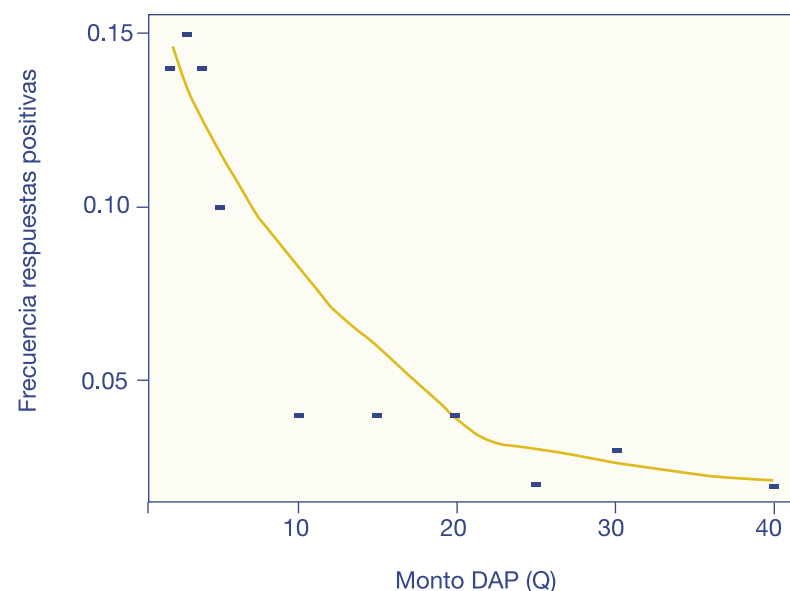
### Disposición a pagar y la forma en que la contribución debe ser hecha

El 67% de los entrevistados respondió afirmativamente a la pregunta de la DAP (ver figura 3). El comportamiento de los entrevistados resultó como se esperaba, a medida que los montos contenidos en la pregunta de DAP aumentaban la probabilidad de obtener respuestas positivas iba disminuyendo (ver figura 4).



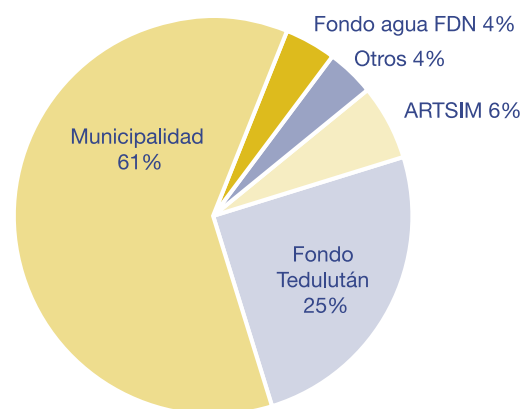
**Figura 3.** Número de respuestas afirmativas y negativas expresadas como porcentaje.





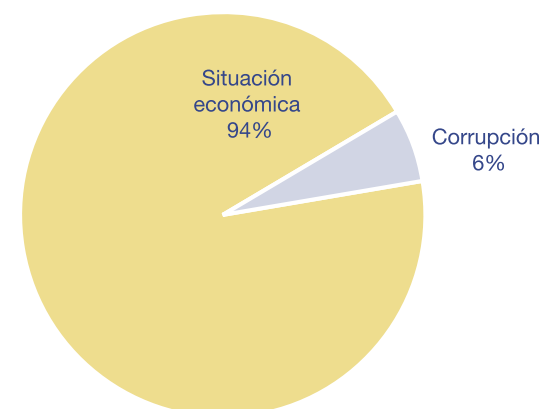
**Figura 4.** Probabilidad de respuestas afirmativas según el monto de la disposición a pagar.

De los que están dispuestos a participar el 60% expresa que el pago debe hacerse a través de la municipalidad, un 25% dice que a través de un fondo que debe crearse para este fin, un 7% a través de la Asociación para la Recuperación del Río Teculután y la Sierra de las Minas (ARTSIM), 4% a través del Fondo del Agua, 2% en el recibo del agua, 1% a través de los COCODES y 1% a través del recibo de luz (ver figura 5).



**Figura 5.** Percepción de los entrevistados sobre las instituciones que deben manejar el PSA.

De los entrevistados que no están dispuestos a pagar, el 94% no lo está porque su situación económica no se lo permite y el restante 6% porque considera que la corrupción puede evitar que los fondos lleguen a su destino (ver figura 6).



**Figura 6.** Motivos por los que los entrevistados no están dispuestos a participar en el PSA.

### Estimación de la disposición a pagar

La estimación de la DAP se hizo siguiendo el marco conceptual propuesto por Herrador y Dimas (2000), que se presenta en el apéndice 1. Se debe recordar que la disposición a pagar se estimó para un universo de 3,174 familias, a partir de una muestra de 160 familias.

Es necesario aclarar que la metodología utilizada permite estimar, en términos monetarios, los beneficios que genera a una determinada población (en este caso Teculután) el flujo de un servicio ambiental. Por lo tanto, no se están determinando montos de pago, tarifas o cargos.

### Modelo de elección discreta

En el cuadro 2 se muestra la descripción de las variables utilizadas para el análisis econométrico. Las medidas de tendencia central se describen en el cuadro 8 del anexo 2. Se corrió un modelo de elección Logit para las 160 observaciones obtenidas a partir de la encuesta, codificando la variable dependiente como 1 si la respuesta a la pregunta de disponibilidad a pagar es afirmativa y 0 si no.

**Cuadro 2.**  
Descripción de variables

Variable	Interpretación
PH	Variable independiente discreta, representa el monto de pago. Toma los diferentes valores del rango seleccionado, que fueron distribuidos proporcionalmente dentro del total de encuestas.
ING	Ingresos mensuales familiares totales. Variable independiente categórica que toma el valor de 1 a 7 dependiendo del estrato, donde 1 es el monto de ingresos más bajo y 7 el más alto.
SEXO	Variable independiente. Toma el valor de 1 si la persona encuestada es hombre y cero si la persona encuestada es mujer.
EDAD	Variable independiente. Toma el valor de 1 a 7 dependiendo del rango. En donde 1 es el rango de menor edad y 7 el de mayor edad.
EDU	Variable categórica independiente, toma el valor de 1 si la persona no estudió, 2 si posee educación incompleta, 3 primaria completa, 4 si posee básico o magisterio incompleto, 5 técnico, básico o magisterio completo, 6 universidad incompleta, y 7 universidad completa.
TRABAJA	Variable independiente. Toma el valor de 1 si tiene ocupación y 0 de lo contrario.
GRUPO	Variable independiente discreta. Representa el número de miembros en la familia.
IMP	Variable independiente categórica, representa la importancia que el agua tiene para el entrevistado.
PAGO	Variable independiente discreta que representa la cantidad de dinero que pagan por el agua potable al mes.
CALI	Variable independiente discreta que representa el número de horas que recibe de agua al día.
SABE	Variable independiente. Toma el valor de 1 si la persona encuestada sabe de dónde viene el agua y cero si la persona encuestada no sabe.
IMPBOS	Variable independiente categórica que representa la importancia de los bosques y cobertura vegetal en general con respecto a la provisión de agua.
DAP	Variable dependiente dicotómica que toma el valor de 1 si la repuesta es sí a la pregunta de disponibilidad a pagar, y 0 lo contrario.

A partir de los resultados del análisis econométrico y de significación estadística, se determinó que la probabilidad de responder de manera positiva a la pregunta de disposición a pagar, DAP, por el servicio ambiental está determinada por el monto a pagar, PH, y por el ingreso familiar, ING.

Las formas funcionales para los modelos de elección discreta estimados a partir de la encuesta se presentan en el apéndice II. Los resultados de las estimaciones a partir de la muestra total (n = 160) pueden verse en el cuadro 3.

**Cuadro 3.**  
Estimación del modelo Logit

Variable	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
Constante	2.004035099	3.556455861	1.186139459	2.770229256
PH	-0.7694243272E-01	...	-0.7829755788E-01	-1.150225880
ING	...	...	.3355048548	...
LPH	...	-1.138432552	...	0.3247051893
Log Likelihood	-87.09528	-84.65802	-84.60765	-82.33550
R-Log Likelihood	-101.6097	-101.6097	-101.6097	-101.6097
Media	26.0459025	168.310010	26.2994568	170.342313
Mediana	26.0459025	22.7369981	26.2994568	24.8778196

Fuente: elaboración propia

Todos los parámetros estimados resultaron significativos a un rango del 5% y tienen signos consistentes con los esperados. El modelo seleccionado para la muestra total es el modelo 3.

$$Pr ob(Si) = 1.186139459 - 0.7829755788E - 01PH + 0 .3355048548ING$$

Se utilizó la prueba de razón de verosimilitud para determinar el conjunto de coeficientes que eran estadísticamente significativos con un 5%. A partir de este modelo seleccionado se obtiene una DAP de Q26.30 por familia/mes (US\$3.46/ familia/mes).

A partir de la DAP anterior se tiene que el valor de los servicios ambientales para la población de Teculután es de Q83,476.20/mes (US\$10,983.71/ mes) o de Q1,001,714.40/año (US\$131,804.53/año).

Los modelos utilizados cumplen con lo establecido por Haab y McConnell (2003), según quienes, para la valoración contingente y específicamente para la variante referéndum, el pilar de las formas funcionales es el modelo Logit lineal. Los resultados de los modelos muestran que en este caso en particular las variables monto a pagar e ingreso familiar son las que influyen el valor económico del servicio ambiental de protección del agua para consumo doméstico. La educación, tamaño del grupo familiar, sexo y otras variables no tienen peso en la respuesta positiva de DAP. En ese sentido, es importante hacer conciencia y educar sobre este tema en el área de estudio.

Estimación de los costos ambientales

Los costos estimados para el proyecto corresponden al costo de oportunidad de la tierra (que en este caso es igual a los rendimientos obtenidos por producción de maíz) y los costos de establecer una plantación forestal en cinco caballerías.

Estos últimos se dividieron en costos directos e indirectos de la siguiente manera:

- Costos directos
  - Establecimiento de la plantación
    - Preparación de suelos para el establecimiento de la plantación
    - Trazo, estaquillado, ahoyado y siembra
    - Plantación
    - Fertilización
  - Mantenimiento de la plantación
    - Limpias
    - Plateo
    - Raleos (leña y postes)
    - Ronda contra fuegos
    - Gastos fitosanitarios
  - Plantas producidas en vivero
  - Costo de estudio de regencia
  - Costos de aprovechamiento o corta final
  - Costos de transporte
  - Costo de fertilizantes
- Costos indirectos
  - Administración 5%
  - Impuestos del extracción 10%

Como ya se mencionó en la metodología, por tratarse un de un proyecto de servicios ambientales, el período de análisis es de 50 años. Como se puede apreciar en el cuadro 4 los costos del proyecto varían durante los primeros nueve años y permanecen constantes hasta el año 24, a partir de ese momento aumentan, pero continúan estables hasta el año 50.

Cuadro 4.  
Costos de la implementación del proyecto  
para la generación de servicios ambientales en Teculután

Año	Costos (Q)	Costos (US\$)
1	1,413,900	186,039
2	708,432	93,215
3	634,974	83,549
4	550,970	72,496
5	446,118	58,700
6	925,555	121,784
7	393,508	51,777
8	393,508	51,777
9	1,054,948	138,809
10	299,202	39,369
24	299,202	39,369
25	422,008	55,527
50	422,008	55,527

Fuente: elaboración propia

Análisis de costos y beneficios para Teculután

Como se explicó en la metodología, los beneficios sociales del proyecto se definieron a través de la valoración contingente y equivalen a Q1 millón por año (US\$132 mil). Además de estos beneficios se tienen los que se obtendrían de incluir el proyecto dentro del Programa de Incentivos Forestales con lo que se empezarían a obtener ingresos adicionales entre los años dos y siete<sup>2</sup> (ver cuadro 5).

2 Siempre y cuando se cumpla con el porcentaje de pegue y prácticas establecidas en el reglamento del PINFOR.

**Cuadro 5.**  
Montos pagados por el PINFOR

Área	1 Ha (Q)	1 Ha (US\$)	5 Caballerías (Q)	5 Caballerías (US\$)
Año 1	0	0	0	0
Año 2	4,550	599	1,019,200	134,105
Año 3	1,911	251	428,064	56,324
Año 4	1,638	216	366,912	48,278
Año 5	1,274	168	285,376	37,549
Año 6	1,183	156	264,992	34,867
Año 7	728	96	163,072	21,457

Fuente: PINFOR, 2007.

Dentro de los beneficios también se incluyó el valor de la madera. Por tratarse de un proyecto para venta de servicios ambientales se definió que el turno de corta sería de 25 años, con lo que sólo se pueden aprovechar 8.69 hectáreas por año. Para fines del análisis costo - beneficio se asumió que a partir del año 25 se empezarían a obtener ingresos por la venta de madera. Los beneficios agregados se presentan en el cuadro 6.

Al hacer el análisis costo - beneficio del proyecto se tiene que sólo en el primer año los costos son mayores que los beneficios (ver cuadro 6<sup>3</sup>). Esto se debe a que los costos de implementación son más altos que los beneficios sociales para ese año. Pero en los siguientes años esta situación cambia y se tiene un flujo de efectivo y un flujo de efectivo acumulado positivos. Al hacer dicho análisis para los valores totales al final del período (50 años) se obtiene una relación de 4.04, es decir que por cada quetzal (o dólar) invertido en el proyecto se ganan 4.04.

Desde una perspectiva conservacionista extrema, es posible argumentar que por ser un proyecto de PSA el bosque debe estar destinado a la conservación y no debe utilizarse con otros fines. Por ello se elaboró el cuadro 7 en donde se comparan los beneficios sociales con los costos de implementar el proyecto.

El resultado de este análisis es muy similar al anterior ya que los beneficios sociales son mucho más altos que los costos y se tiene una relación costo - beneficio de 2.35, por lo que desde el punto de vista económico el proyecto es viable.

3 Debido a que los valores son constantes entre los años 10 y 24, así como entre los años 25 y 50, el cuadro presenta un resumen de los años en los que los datos varían.

**Cuadro 6.**  
Análisis costo - beneficio del proyecto incluyendo PINFOR  
y valor de los servicios ambientales

Año	Beneficios		Costos		Flujo de Efectivo		Flujo de efectivo acumulado	
	(Q)	(\$)	(Q)	(\$)	(Q)	(\$)	(Q)	(\$)
1	1,001,714	131,804	1,413,900	186,039	-412,186	-54,235	-412,186	-54,235
2	2,020,914	265,910	708,432	93,215	1,312,483	172,695	900,297	118,460
3	1,429,778	188,129	634,974	83,549	794,804	104,579	1,695,102	223,040
4	1,368,626	180,082	550,970	72,496	817,656	107,586	2,512,758	330,626
5	1,287,090	169,354	446,118	58,700	840,973	110,654	3,353,731	441,280
6	1,375,555	180,994	925,555	121,784	450,000	59,211	3,803,730	500,491
7	1,164,786	153,261	393,508	51,777	771,278	101,484	4,575,009	601,975
8	1,001,714	131,804	393,508	51,777	608,206	80,027	5,183,215	682,002
9	1,507,487	198,354	1,054,948	138,809	452,539	59,545	5,635,753	741,546
10	1,001,714	131,804	299,202	39,369	702,512	92,436	6,338,265	833,982
24	1,001,714	131,804	299,202	39,369	702,512	92,436	16,394,950	2,157,230
25	2,425,545	319,151	422,008	55,527	2,003,537	263,623	18,398,487	2,420,854
50	2,425,545	319,151	422,008	55,527	2,003,537	263,623	68,486,907	9,011,435
Total	90,988,723	11,972,200	22,501,816	2,960,765				

Fuente: elaboración propia



**Cuadro 7.**  
Análisis costo - beneficio del proyecto incluyendo solamente el valor de los servicios ambientales.

Año	Beneficios		Costos		Flujo de Efectivo		Flujo de efectivo acumulado	
	(Q)	(\$)	(Q)	(\$)	(Q)	(\$)	(Q)	(\$)
1	1,001,714	131,804	1,413,900	186,039	-412,186	-54,235	-412,186	-54,235
2	1,001,714	131,804	708,432	93,215	293,283	38,590	-118,903	-15,645
3	1,001,714	131,804	634,974	83,549	366,740	48,255	247,838	32,610
4	1,001,714	131,804	550,970	72,496	450,744	59,308	698,582	91,919
5	1,001,714	131,804	446,118	58,700	555,597	73,105	1,254,179	165,024
6	1,001,714	131,804	925,555	121,784	76,160	10,021	1,330,338	175,044
7	1,001,714	131,804	393,508	51,777	608,206	80,027	1,938,544	255,072
8	1,001,714	131,804	393,508	51,777	608,206	80,027	2,546,750	335,099
9	1,001,714	131,804	1,054,948	138,809	-53,234	-7,004	2,493,517	328,094
10	1,001,714	131,804	299,202	39,369	702,512	92,436	3,196,029	420,530
24	1,001,714	131,804	299,202	39,369	702,512	92,436	12,511,540	1,646,255
25	1,001,714	131,804	376,234	49,504	625,480	82,300	13,137,021	1,728,555
50	1,001,714	131,804	376,234	49,504	625,480	82,300	28,774,027	3,786,056
Total	50,085,720	6,590,226	21,311,693	2,804,170				

Fuente: elaboración propia

# Conclusiones

## El servicio ambiental

El bosque juega un papel muy importante en la regulación del ciclo hidrológico, especialmente en la distribución y almacenamiento del agua de lluvia. Al relacionar la cobertura forestal de la subcuenca del río Teculután con los volúmenes de agua que se transforman en escorrentía superficial y el consecuente incremento en la erosión, se tiene que por cada hectárea de bosque que se pierde, la escorrentía y la erosión se incrementan en 16,639.2 m³/año y 21.9 TM/año.

El 98% de los entrevistados opina que los bosques mejoran la calidad y aumentan la cantidad de agua. Entonces, podemos decir que la valoración contingente demuestra que los habitantes de Teculután están concientes, aunque de manera intuitiva, de la importancia que tiene el servicio ambiental en el mantenimiento del ciclo hidrológico para el abastecimiento de agua potable.

## Actores involucrados en la provisión y uso del servicio ambiental

La agricultura migratoria, principalmente de maíz, en cinco caballerías (224 hectáreas) provoca la pérdida de bosques en un área de 57 caballerías (2,553.60 ha) que son propiedad de la municipalidad de Teculután. Esto tiene un impacto directo en la reducción de la escorrentía superficial en 42,5 millones m3/año, así como un incremento en la erosión de 55 mil TM/año.

Las comunidades que más implementan la agricultura migratoria en las cinco caballerías son el Astillero, Las Anonas, Las Minas, El Arco, San Antonio, La Paz y El Oreganal y por ende, son las que tienen influencia directa en el proceso de quema que a su vez evita que la regeneración natural del bosque.



Al ser tierras municipales las comunidades no tienen un derecho de propiedad claro, sin embargo tienen un derecho de uso. Es por esto que para implementar un esquema de PSA se tiene que hacer un acuerdo con la municipalidad de Teculután, de tal forma que les dé una concesión que permita recibir los beneficios económicos del pago por servicios ambientales (que como mínimo deben ser iguales al costo de oportunidad de sus actividades agrícolas). Para poder obtener servicios ambientales se debe contar con un macizo forestal considerable (que en este caso sería de cinco caballerías), que pueda ser manejado de tal forma que además de los servicios ambientales también produzca bienes tales como madera, por lo que la concesión debe incluirlos.

En caso de que la municipalidad adopte el esquema de usufructo (con el que ya manifestó estar interesada) y que las comunidades que hacen agricultura migratoria en las cinco caballerías decidieran participar, estas últimas serían las proveedoras del servicio ambiental.

Los usuarios de los servicios ambientales son los 13,626 habitantes de la subcuenca del río Teculután. Debido a limitaciones de tiempo y recursos financieros, en este estudio en particular se consideró únicamente a las 3,174 familias que tienen acceso a agua potable.

Con base en la respuesta de los entrevistados con DAP positiva se puede decir que el intermediario con más aceptación es la municipalidad, seguida de un fondo que debe crearse para este fin.

### El valor económico del servicio ambiental

En relación con la valoración contingente se puede decir que el 67% de los entrevistados respondió afirmativamente a la pregunta de la DAP, y a medida que los montos contenidos en la pregunta de DAP aumentaban la probabilidad de obtener respuestas positivas iba disminuyendo.

La DAP de los entrevistados fue de Q26.30 familia/mes (US\$3.46 familia/mes), y la suma de las disposiciones a pagar de los habitantes de un total de Q1 millón/año (US\$132 mil/año).

Al momento de iniciar la negociación de un esquema de PSA la suma de las DAP de los habitantes es de mucha importancia ya que representa el valor que los Teculutecos asignan, en términos monetarios, al servicio ambiental, la regulación y el almacenamiento. Pero debe quedar claro que este no es el valor que se utilizará al momento de establecer una tarifa

de cobro por el servicio ambiental, y que tampoco representa el valor de todos los servicios ambientales proporcionados por el bosque. También se debe resaltar que este monto tiene una validez temporal y que puede cambiar a lo largo del tiempo.

### Variables que influyeron en la DAP

En este caso en particular los modelos evaluados demuestran que las variables que influyen el valor económico del servicio ambiental son el monto a pagar y el ingreso familiar.

Sorprendentemente las variables educación, tamaño del grupo familiar, sexo, y otras variables no tienen peso en la respuesta positiva de DAP. Es por esto que es importante hacer conciencia y educar en este tema en el área de estudio.

### Viabilidad económica de la implementación del PSA

Al comparar los beneficios y los costos del proyecto se demuestra su viabilidad, de tal forma que por cada quetzal invertido se obtienen 4.04 quetzales. Dicho de otra forma los beneficios son cuatro veces mayores que los costos, por lo que el proyecto es socialmente deseable.

Otro aspecto que se debe resaltar es que solamente en el primer año el flujo de efectivo es negativo, y que el flujo acumulado se hace positivo a partir del tercer año.

Aunque el proyecto es viable en términos económicos, al momento de implementar un mecanismo como el PSA se debe tener en cuenta que un 30% de los entrevistados presentaron una DAP negativa, y que la principal razón (94%) es que su situación económica no lo permite.

## Bibliografía

- Azqueta, D. *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Madrid: McGraw-Hill, 1996, p. 299.
- Azqueta, D. *Introducción a la Economía Ambiental*. Madrid: McGraw-Hill, 2002, p. 420.
- Ávalos, O. *Definición y Evaluación de la Problemática Relacionada con los Recursos Hidrológicos en las Subcuencas Pasabién y Pueblo Viejo en el Sistema Motagua-Polochic*. WWF, CARO, 2007, p.106.
- Cabases, J. *Análisis Costo Beneficio*. Granada, España, Escuela Andaluza de Salud Pública, 1994, p. 51.
- CARE -WWF-IIED. “Estudio de sistemas de vida en la microcuenca del Río Teculután, Cuenca del Río Motagua, ubicada en el municipio de Teculután, del departamento de Zacapa Guatemala, Centroamérica”. Informe de consultoría. Guatemala. CARE -WWF-IIED, 2007 p. 87.
- Carson, R. *Primavera Silenciosa*. España: Editorial Crítica S. L. 2001, 1a Edición. .
- Carson, R.T. Flores, N.E. Mitchell, R.C. The Theory and Measurement of Passive-Use Value. 1999. En Young. R. Determining the economic value of Water. Concepts and methods. “Resources for the Future” (RFF), Washington D.C., 2005, pp. 4-16.
- Castro, M. Indicadores de Desarrollo Sostenible Urbano. Una aplicación para Andalucía. Tesis doctoral. Facultad de ciencias económicas y empresariales. Universidad de Málaga, 2002, p. 536.
- FAO. 2000 b. Instrumentos y mecanismos para las relaciones aguas arriba-aguas abajo: Una revisión bibliográfica. Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales. Taller electrónico. 18 de septiembre – 27 octubre de 2000. Roma, p. 9.
- Field. B, Field. M. *Economía Ambiental*. España: McGraw. Hill, 2003, p. 556. 3ª ed.
- Freeman, A.M. The measurement of environmental and resource values: Theory and methods.2003. 2a edición. Washington D.C: Resources For the Future. En Young. R. Determining the economic value of Water. Concepts and methods. “Resources for the Future” (RFF), Washington D.C. 2005, pp. 4-16.
- Guatemala.¿Cuánta Agua Tenemos? 2006. Documento en línea disponible en <http://www.guateagua.org.gt/2.htm>
- Global Water Partnership (GWP). *Situación de los Recursos Hídricos en Centroamérica: Hacia una Gestión Integrada*. San José de Costa Rica: GWP, 2005, p.102.
- Hanley N. Cost- benefits analysis of environmental policy and management, in Van den Bergh JCJM (ed.), “Handbook of environmental and resource economics”, Edward Elgar, Cheltenham, 1999.
- Herrador, D. y Dimas, L. *Valoración Económica del Agua para el Área Metropolitana de San Salvador*. San Salvador: Prisma, 2001, p. 65.
- Martínez Alier J., Munda G., O’Neill J. Weak comparability of values as a foundation for ecological economics, “Ecological Economics”, 26, 1997, pp. 277-286.
- Martínez-Alier, J., Roca, J. *Economía Ecológica y Política Ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica, 2001, p. 499. Segunda edición.
- Mendieta, J.C. 1999. Manual de valoración económica de bienes no mercadeables. Aplicación de las técnicas de valoración no mercadeables, y el análisis costo beneficio y medio ambiente. Documento de trabajo. Santa Fe de Bogotá, Colombia, Universidad de los Andes, p. 294.
- Munda G. *Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment, Theory and Applications in Ecological Economics*, Verlag, Heidelberg, 1995.
- Munda, G. 2003. *Measuring Sustainability: a multi-criterion framework. Forthcoming paper, development and sustainability*, p.16.
- Municipalidad de Teculután, Zacapa. Monografía del Municipio de Teculután, Zacapa. Oficina Municipal de Planificación, 2002.
- Naciones Unidas, División para el Desarrollo Sostenible. Comprehensive Assessment of the Freshwater Resources of the World. Report of the Secretary-General. EE. UU. Naciones Unidas. Documento en línea, 1999. <http://www.un.org/esa/sustdev/water.htm>

Passet, R. *Principios de Bioeconomía*. Colección Economía y Naturaleza, Vol. V., España: Fundación Argentaria, 1996, p. 325.

Rus, de. G. *Análisis Coste-Beneficio*. España: Ariel S. A., 2001, p. 220.

Riera, P. *Manual de Valoración Contingente*. Instituto de Estudios Fiscales. Madrid, 1994, p.112.

Universidad Rafael Landívar (URL). Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambientales (IARNA). Instituto de Incidencia Ambiental. Perfil ambiental de Guatemala. Informe sobre el estado del ambiente y bases para su evaluación sistemática. Guatemala. URL, 2004, p. 461.

Saz, Salvador del; Pérez y Pérez, Luis y Barreiro, Jesús Valoración contingente y protección de espacios naturales. “Revista Valenciana D’estudios Autonómics”. Número 23, 1998.

World Wildlife Fund –WWF-. sf. Aprovechamiento racional del agua. Promoción del desarrollo sostenible a través de la gestión integrada de las cuencas hidrográficas. Living waters. Conserving the source of life. Inglaterra. WWF Internacional y WWF Reino Unido, p.7.

Young. R. Determining the economic value of Water. Concepts and methods. Resources for the Future (RFF), Washington D.C., 2005, pp. 4-16.



# Anexo

## Anexo 1: Encuesta

### Encuesta para determinar la voluntad de pago de los habitantes de la ciudad de Teculután por el servicio de agua potable

#### Introducción

Buenos días/Buenas tardes.

Mi nombre es \_\_\_\_\_, del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y CARE. WWF es una organización conservacionista y CARE es una organización que impulsa el desarrollo rural.

Estamos interesados en conocer su opinión sobre el problema que representa la cantidad, calidad y disponibilidad de agua en el municipio de Teculután. Por eso estamos realizando una encuesta de carácter confidencial. **Su nombre no será asociado con las respuestas que de aquí se obtengan.**

Por ello le agradeceríamos que nos dedicara 10 minutos para contestar algunas preguntas.

Le informo que no hay respuestas buenas ni malas.

Nombre del encuestador \_\_\_\_\_

Número de encuesta \_\_\_\_\_

Nombre del encuestado \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_

Comunidad o barrio: \_\_\_\_\_

#### Sección I.

Preguntas para determinar la calidad del servicio que recibe, la importancia del agua y la relación bosque - agua.

1. ¿La casa donde vive actualmente es propia?

Sí ☐ No ☐

2. ¿Tiene servicio de agua en su casa?

Sí

No (pase a la pregunta 10)
3. ¿Cree usted que el agua que consume tiene cloro?

Sí

No
4. ¿Actualmente cuántas horas al día recibe agua en su casa?
5. ¿Cómo calificaría la cantidad de agua que llega a su hogar?

Sí

No

Poca
6. ¿Quién le provee el servicio de agua potable?

Municipalidad

No sabe

No tengo

Pozo privado

Pozo Municipal

Otro

Camión cisterna

Proyecto comunitario
7. ¿Cuánto paga mensualmente por este servicio?
8. Según usted la calidad del servicio de agua potable que recibe es

Muy buena

Regular

Buena

Mala
9. Según usted la calidad del agua que recibe es

Muy buena

Regular

Buena

Mala
10. ¿Tiene filtro de agua?

Sí

No
11. ¿Tiene pozo?

Sí

No
12. ¿Tiene depósito o tinaco (en el techo de la casa)?

Sí

No
13. ¿Compra agua para tomar (Garrafones de Salvavidas, Xajanal, Escandia, Monte Blanco etc.)?

Sí

No
14. ¿Compra agua adicional para bañarse, lavar o para otros usos?

Sí

No

15. ¿Si le pidiera calificar la importancia que tiene el agua para el desarrollo de su vida diaria, qué calificación le pondría? (Mencione escala)

Muy Importante

Poco importante

Importante

No es importante
16. A las siguientes actividades relacionadas con el uso del agua en su casa, ¿cuál es la calificación que usted les pondría de acuerdo a su prioridad?

(Coloque el número a la par del cuadro según la calificación de uso indicada en el cuadro de intensidad de uso)

Para tomar y cocinar

Baño

Lavar ropa

Aseo casa

Lavar carro

Regar jardín

Regar cultivos

Otros

Cuadro de intensidad de uso

Intensidad de uso	Calificación
La uso mucho	5
La uso regularmente	4
La uso pocas veces	3
La uso ocasionalmente	2
Nunca la uso	1
17. ¿Sabe usted de dónde viene el agua que utiliza la municipalidad o el comité de agua potable para abastecer los hogares de Teculután? Especifique.
18. ¿Cree usted que son importantes los bosques y la vegetación para la existencia del agua que consume? (Mencione escala)

Muy Importante

Poco importante

Importante

No es importante
19. ¿Quién debería cuidar los bosques en Teculután?

Empresa privada

Todos los teculutecos

Gobierno

Combinación de las anteriores

Municipalidad

Otros

Sección II.

A continuación le voy a mostrar y a explicar unos esquemas sobre la importancia de los bosques en la protección del agua. (Mostrar esquemas de escenario 1 y 2, leer explicación).

Después de esta explicación, le haré el siguiente comentario para responder a la siguiente pregunta.

Actualmente, Teculután obtiene el agua para su consumo del río Teculután que nace en la Sierra de las Minas (Explicar mapa).

1. Tomando en cuenta lo anterior ¿estaría usted dispuesto a pagar Q\_\_\_\_\_ mensuales para que se protejan y desarrollen los bosques del área, de tal manera que esto le asegure el suministro de agua proveniente del río Teculután para su familia?

Sí

No (pase a la pregunta 3)

2. ¿De qué manera preferiría que la contribución fuera hecha?
- 1. ☐ Cargándola a su recibo del agua
  - 2. ☐ Cargándola a su recibo de la luz
  - 3. ☐ Haciéndola directamente a la Asociación para la Recuperación del Río Teculután y Sierra de las Minas (ARTSIM)
  - 4. ☐ Creando un fondo de agua específico en el municipio de Teculután
  - 5. ☐ Haciéndolo al Fondo de Agua de Defensores de la Naturaleza
  - 6. ☐ A través de la municipalidad
  - 7. ☐ Otros \_\_\_\_\_
- Pasar a sección III.

3. ¿Por qué no está dispuesto a pagar para hacer funcionar un programa?
- 1. ☐ No estoy de acuerdo con el programa
  - 2. ☐ Mi situación económica no me lo permite
  - 3. ☐ No creo que este tipo de medidas funcionen
  - 4. ☐ La corrupción puede evitar que los fondos lleguen a su destino
  - 5. ☐ Carezco de información suficiente
  - 6. ☐ Son otras las personas que deberían pagar
  - 7. ☐ Es el Estado el que debe pagar
  - 8. ☐ Es la municipalidad la que debe hacerse cargo
  - 9. ☐ No es necesario este tipo de programas
  - 10. ☐ Otras razones (especifique) \_\_\_\_\_

Sección III. Aspectos socioeconómicos

Las siguientes preguntas son muy importantes para el estudio. De nuevo le recuerdo, todas sus respuestas son estrictamente confidenciales.

1. ¿Sexo del entrevistado o entrevistada?
- Masculino ☐ Femenino ☐
2. Rango de edad
- |  |                                       |                                       |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 17 años o menor <input type="checkbox"/> | 18 a 19 años <input type="checkbox"/> | 20 a 29 años <input type="checkbox"/> |
| 30 a 39 años <input type="checkbox"/>    | 40 a 49 años <input type="checkbox"/> | 50 a 59 años <input type="checkbox"/> |
| 60 a 69 años <input type="checkbox"/>    | 70 o mayor <input type="checkbox"/>   |                                       |
3. Estudios realizados
- |   |  |   |
|---|--|---|
| No estudió <input type="checkbox"/>           | Primaria incompleta <input type="checkbox"/>   | Primaria completa <input type="checkbox"/>      |
| Básico incompleto <input type="checkbox"/>    | Básico completo <input type="checkbox"/>       | Técnico <input type="checkbox"/>                |
| Magisterio completo <input type="checkbox"/>  | Magisterio incompleto <input type="checkbox"/> | Universidad incompleta <input type="checkbox"/> |
| Universidad completa <input type="checkbox"/> | Postgrado <input type="checkbox"/>             | Otro _____                                      |

4. ¿Actualmente está trabajando?
- Sí ☐ No ☐
5. ¿Cuántas personas viven en su casa? \_\_\_\_\_
6. ¿Cuál rango es el más cercano a sus ingresos familiares totales por mes? Por favor incluya todas las fuentes de ingreso. (Mostrar rangos para selección)
- 1. ☐ Menos de 500 quetzales
  - 2. ☐ Entre 501 y 1000 quetzales
  - 3. ☐ Entre 1001 y 1500 quetzales
  - 4. ☐ Entre 1501 y 2000 quetzales
  - 5. ☐ Entre 2001 y 4000 quetzales
  - 6. ☐ Entre 4001 y 7000 quetzales
  - 7. ☐ Entre 7001 y 9000 quetzales
  - 8. ☐ Más de 9000 Quetzales

Anexo 2:  
Marco teórico y formal para la estimación de la DAP

Estimación paramétrica de la DAP<sup>4</sup>

Para estimar la DAP se debe tomar en cuenta la probabilidad de aceptar o no el precio ofrecido como función del mismo precio y algunas variables socioeconómicas que cambian la función de utilidad indirecta ( $\Delta h$ ). Se asume que la función de probabilidad sigue una distribución logística. Así, se desarrolla el método de máxima verosimilitud a través de un modelo Logit de elección binaria.

El modelo Logit

Considerando la siguiente representación logística de aceptar pagar el precio ( $P_k$ ) por tener asegurado la provisión del servicio ambiental proveído:

(1) 
$$P_k = E(Y = 1 / X_k) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k)}}$$

4 Tomado de Herrador y Dimas (2000).



donde  $Y = 1$  si la respuesta es afirmativa (“sí”) y 0 de otra forma y  $X_k =$  variables socioeconómicas.

Reescrito por propósitos de simplificación:

$$(2) \quad P_k = \frac{1}{1 + e^{-G_k}}$$

en donde  $G_k = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k$

La ecuación (2) es conocida como la función de distribución logística. Se puede ver como  $G_k$  se encuentra entre  $-\infty$  a  $+\infty$ ,  $P_k$  se encuentra entre 0 y 1. Además, se puede observar que  $P_k$  tiene una relación no lineal con  $G_k$ .

$P_k$  es la probabilidad de aceptar el precio (ecuación 2), por lo tanto,  $(1 - P_k)$  es la probabilidad de rechazar el precio.

Esto es:

$$(3) \quad 1 - P_k = \frac{1}{1 + e^{G_k}}$$

Si los datos son agrupados, por ejemplo, en vez de observar 0.1 para cada observación se considera el porcentaje del valor de agregación para cada precio:

$$(4) \quad \frac{P_k}{1 - P_k} = \frac{1 + e^{G_k}}{1 + e^{-G_k}} = e^{G_k}$$

La expresión de la izquierda es sencillamente la probabilidad de obtener repuestas afirmativas, o sea la razón entre la probabilidad de que el encuestado responda “sí” y la probabilidad de que responda de forma negativa. Se puede tomar el logaritmo natural de la expresión y obtener:

$$(5) \quad L_i = \ln \left( \frac{P_k}{1 - P_k} \right) = G_k = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k$$

En esta expresión se puede apreciar que  $L_i$ , el logaritmo de la razón es lineal en  $X$  y lineal en los parámetros.  $L$  es llamado el modelo Logit para datos agrupados (Gujarati, 1995). Ya que nuestros datos no están agrupados, (2) la estimación se hace por medio de la máxima verosimilitud.

Utilizando la información obtenida a partir de las encuestas, se desarrolla un modelo para estimar la verosimilitud de que una persona esté o no dispuesta a pagar por el monto establecido que asegura los beneficios proveídos a través del servicio ambiental. Con base en las estimaciones, se procede a calcular el promedio de la disponibilidad a pagar, DAP, por mes, por familia en el AMSS.

### Especificación del modelo<sup>5</sup>

Para estimar un modelo Logit se deben realizar ciertos pasos:

- Especificar los argumentos de la función de utilidad indirecta, es decir, las variables explicativas correspondientes al modelo deben ser escogidas de la encuesta.
- Especificar la forma funcional de la función de utilidad indirecta (lineal, logarítmica, etc.)
- Especificar la función de distribución acumulada.
- Especificar los límites de integración de la función de interés para derivar el valor esperado de la disponibilidad pagar.

### Marco teórico

Consideremos a una persona que deba responder positiva o negativamente a la siguiente pregunta: ¿Estaría usted dispuesto a pagar  $B$  quetzales mensuales, para que se protejan los bosques y agroecosistemas de la parte media alta de la cuenca del río Teculután, de tal manera que esto le asegure el suministro de agua proveniente de este río a su familia?. La provisión del servicio ambiental supone un aumento en la calidad ambiental ( $q$ ) de  $q^0$  a  $q^1$ .

Suponiendo que la función de utilidad indirecta es  $u(Y, q, S)$  donde  $Y$  representa el ingreso,  $X$  es un vector de características de la persona en-

5 Tomado de Herrador y Dimas (2000).

trevistada, el vector de precios de mercado  $\mathbf{P}$  es omitido ya que se asumen constantes.

La persona entrevistada responde afirmativamente a la pregunta si:

$$(7) \quad u(Y - B, q^1, X) - u(Y, q^0, X) \geq 0$$

y no de otra forma.

Sea  $h(\bullet)$  el componente observable de la utilidad. Aquí  $h$  representa una función de utilidad indirecta que en la estimación estadística es llamada normalmente función índice o índice de utilidad, denotada como el producto total de los parámetros estimados y las variables explicativas,  $X\beta$  (Greene, 1990). La probabilidad de una respuesta positiva está dada por:

$$(8) \quad P_1 = P[h(Y - B, q^1, X) + \varepsilon_1 \geq h(Y, q^0, X) + \varepsilon_0]$$

Donde  $\varepsilon_i$  ( $i = 0, 1$ ) son variables aleatorias independiente e idénticamente distribuidas con media 0. Este término de error representa las influencias sobre la utilidad no observadas por el analista o el error aleatorio en el proceso mismo de elección. Suponiendo que la diferencia de error sigue una distribución logística, la probabilidad de una respuesta afirmativa puede ser expresada como un modelo de utilidad (diferencial) aleatoria:

$$(9) \quad P_1 = e^{\Delta h} / (1 + e^{\Delta h}) = (1 + e^{-\Delta h})^{-1}$$

Donde  $\Delta h = h^1 - h^0$  y  $h^0$  representa la función de utilidad indirecta inicial y  $h^1$  es la función de utilidad indirecta reflejando la disminución de  $Y$  por  $B$  y el incremento en la calidad ambiental (generado por asegurarse el suministro del servicio ambiental) de  $q^0$  a  $q^1$ . El índice de utilidad diferencial lineal  $\Delta h$  en el modelo de utilidad aleatoria sin efecto del ingreso usualmente es especificado como una función del monto,  $B$ , y de un conjunto de variables socioeconómicas,  $S$ , incluyendo un término constante ( $\alpha_1 - \alpha_0$ ) sin incluir el ingreso como argumento. Estas especificaciones básicas imponen el supuesto de la utilidad marginal constante del ingreso, lo que simplifica la obtención del valor esperado de la DAP.

La disponibilidad a pagar por  $q^1$  (asegurar la provisión del servicio ambiental) se define por la cantidad de dinero que se le debe cobrar a la persona por disfrutar del mejoramiento de la provisión del servicio ambiental,  $q^1$ , que lo deja tan bien como en la situación inicial, esta es una medida del bienestar llamada Variación Compensada.

$$(10) \quad u(Y - DAP, q^1) = u(Y, q^0)$$

y

$$(11) \quad h(Y - DAP, q^1) + \varepsilon_1 - \varepsilon_0 = h(Y, q^0)$$

Debido al término  $\varepsilon_1 - \varepsilon_0$ , la DAP es una variable aleatoria. Entonces, la probabilidad de aceptar la oferta es también la probabilidad de que la  $DAP \geq B$ . Esto es una función de distribución acumulada que puede ser denotada como  $F(DAP)$ . Como señala Hanemann (1984), el valor esperado truncado de la variable aleatoria DAP puede ser obtenido a partir de la función de densidad acumulada, como sigue:

$$(12) \quad E[DAP] = \int_0^{\infty} [1 - F(DAP)] dDAP$$

La integración es sobre los valores positivos de la DAP, ya que si existe una mejora en la utilidad, la DAP teóricamente no puede ser negativa. Similarmente, el valor esperado truncado de la variable aleatoria DAP puede ser obtenido a partir de la función de densidad acumulada:

$$(13) \quad E[DAP] = \int_0^{\infty} [1 - F(DAP)] dDAP - \int_{-\infty}^0 [F(DAP)] dDAP$$

Esto último, tratando el dominio negativo de la DAP como admisible, generalmente es menor o igual a la DAP truncada representada por el primer término en la expresión de arriba (Johansson *et al*, 1989).

Para el modelo Logit probabilístico, Hanneman (1984) y Ardila (1993) aportaron las fórmulas de DAP mostradas en el cuadro para los valores esperados no restringidos de la media y mediana y los valores esperados que restringen la DAP a ser positiva (ver cuadro 1).

El término  $\alpha$  en el cuadro representa el intercepto aumentado que absorbe la constante estimada y las influencias de las variables socioeconómicas sobre  $\Delta h$ .  $C$  representa la medida de tendencia central de la DAP, siguiendo la notación de Hanneman (1984), la fuente original. En los modelos con varias variables explicativas, el parámetro  $\alpha$  puede ser sustituido por el intercepto aumentado, utilizando los coeficientes estimados evaluados con las medias de las variables independientes a excepción del monto,  $B$ .

### Cuadro 8.

Fórmulas para las medidas de tendencia central  
a partir del modelo de probabilidad

Descripción	Modelo	Símbolo	Ecuación
Media, $E(DAP)$ , $-\infty < DAP < +\infty$	Lineal	$C_+$	$\alpha / \beta$
Mediana DAP	Lineal	$C^*$	$\alpha / \beta$
Media truncada, $E$ (DAP), $0 < DAP < \infty$	Lineal	$C^+$	$\ln(1 + \exp(\alpha)) / \beta$
Integral valores positivos			
Media truncada, $E(\exp^{\ln(DAP)})$ , $-\infty < \ln$ $DAP < +\infty$	Log	$C_{\ln}^+$	$\exp(-\alpha / \beta) [(\pi / \beta) / (\sin(\pi / \beta))]$
Integral valores positivos			
Mediana truncada DAP	Log	$C_{\ln}^*$	$\exp^{\alpha / \beta}$

**Fuente:** Herrador y Dimas (2000), adaptado de Rodríguez (2000).