

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**VALORACION ECONOMICA DEL AGUA POTABLE EN LA CUENCA  
DEL RIO EN MEDIO SANTA CRUZ, GUANACASTE, COSTA RICA**

**POR**

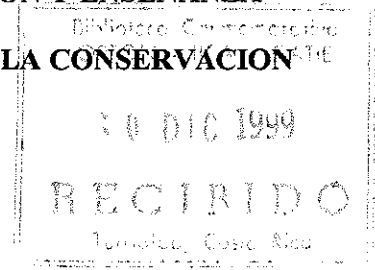
**ORLANDO MERAYO CALDERON**

**CATIE**

Turrialba, Costa Rica  
1999

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL AGUA POTABLE EN LA CUENCA DEL  
RIO ENMEDIO SANTA CRUZ, GUANACASTE, COSTA RICA**

**ORLANDO MERAYO CALDERON**

**TURRIALBA, COSTA RICA**  
**1999**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
CATIE**

**VALORACION ECONOMICA DEL AGUA POTABLE EN LA CUENCA DEL  
RIO ENMEDIO SANTA CRUZ, GUANACASTE,  
COSTA RICA.**

**ORLANDO MERAYO CALDERON.**

**Prof. Consejero: JUAN ANTONIO AGUIRRE Ph.D**

**Miembros del Comité: HERNAN SOLIS. Ph.D  
JOSE JOAQUIN CAMPOS. Ph.D  
ROBERTH HEARNE. Ph.D**

NOVIEMBRE, 1999.

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE EDUCACION PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

**VALORACION ECONOMICA DEL AGUA POTABLE EN LA CUENCA DEL  
RIO EN MEDIO SANTA CRUZ, GUANACASTE, COSTA RICA**

**Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de  
Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical  
de Investigación y Enseñanza para optar por el grado de:**

Magister Scientiae

**ORLANDO MERAYO CALDERON**

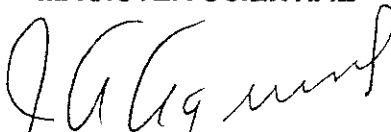
**Turrialba, Costa Rica.**

1999

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Dirección de la Escuela de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

**MAGISTER SCIENTIAE**

**FIRMANTES:**



---

Juan Antonio Aguirre, Ph.D.  
Consejero Principal



---

Hernán Solís, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



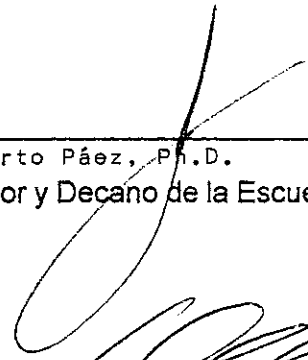
---

Robert Hearne, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



---

José Joaquín Campos, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero



---

Gilberto Páez, Ph.D.  
Director y Decano de la Escuela de Posgrado



---

Orlando Merayo Calderón  
Candidato

## DEDICATORIA

*A mi querida esposa por el inmenso apoyo y esfuerzo que me brindó en todo momento.*

*A mis hermanos por su apoyo incondicional y por creer en mí siempre.*

*A mi padre que ha sido un gran apoyo.*

*Y a mi madre que ha sido mi inspiración para lograr esta meta.*

## AGRADECIMIENTOS

- *Al Dr. Juan Antonio Aguirre por su apoyo y dedicación en la realización del presente estudio.*
- *A los doctores Robert Hearne, Hernán Solís, y José Joaquín Campos por sus aportes como profesores guías.*
- *A todo el personal de la Escuela de Posgrado por su valiosa colaboración.*
- *A todos aquellos que en algún momento me brindaron su ayuda.*
- *A Dios.*

## RESUMEN

**Merayo Calderón Orlando. 1999. Valoración Económica del Agua Potable en la Cuenca del Río En medio Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.**

**Palabras claves:** Método de Valoración Contingente; Voluntad de Pago (VDP), Costo Real del agua potable, Costo de producción hídrica, Costo de mantenimiento de la producción hídrica, Costos ambientales, Costos financieros.

En Costa Rica la presión por las fuentes de agua para uso doméstico se ha venido incrementando debido al acelerado y no planificado crecimiento de la población, lo que conlleva a un deterioro ambiental de las cuencas productoras de agua para consumo humano. Actualmente al agua no se le da el valor real que debiera tener, ya que solo se contabiliza aspectos operativos del servicio (recolección, conducción, mantenimiento etc.)

El presente estudio busca aproximar el valor económico total del agua potable para uso doméstico producido en la cuenca del Río En medio. Este se estructura en dos secciones, una que determina la Voluntad de pago (VDP) de los usuarios de agua potable por un mejoramiento de la calidad del agua a través del método de Valoración Contingente.

Se determinó que la media de la Voluntad de Pago (VDP) por familia o usuario es de 425 colones (US \$1.49) adicionales a la tarifa que actualmente pagan. Las variables que estadísticamente influyen la Voluntad de Pago (VDP) son los BIDS o tarifas propuestas a los encuestados, el precio que pagan los usuarios por el agua y el ingreso familiar, estos resultados son consistentes con la teoría económica que sustenta estos modelos econométricos.

La otra sección del estudio consistió en aproximar el costo real del agua potable, se determinó que la tarifa actual debe de estar constituida por los siguientes componentes para que exista una sostenibilidad financiera y ambiental del recurso hídrico en la zona de estudio. Los componentes son Costos de producción de agua (US \$0.116/m<sup>3</sup>), Costo de mantenimiento de la producción de agua (US \$0.0163/m<sup>3</sup>), Costo de limpieza del agua (US \$0.2172/m<sup>3</sup>) y Fondo de reserva (US \$0.0341/m<sup>3</sup>). Esto adicionado a la Tarifa actual (US \$0.2446/m<sup>3</sup>), nos da un costo total de (US \$0.6282/m<sup>3</sup>).

Los resultados anteriores son de gran relevancia para la planificación, elaboración y ejecución de políticas tendientes al manejo sostenible del recurso hídrico en la cuenca del Río En medio.



## SUMMARY

**Merayo Calderón Orlando. 1999. Economic Valuation of the Drinkable Water in the Watershed of the River Enmedio Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.**

**Key words:** Method of Contingent Valuation; Willingness to Pay, Real Cost of the drinkable water, Cost of hidric production , Cost of maintenance of the hidric production , environmental Costs, financial Costs.

In Costa Rica the pressure for the sources of water for domestic use has been come increasing due to the population's quick and not planned growth, that provokes an environmental deterioration of the basins producers of water for human consumption. At the moment the water is not given the real value that should have, since only the operative aspects of the service (gathering, conduction, maintenance etc.) are counted.

The present study looks for an approach to the economic value of the drinkable water for domestic use taking place in the basin of the River Enmedio. This is structured in two sections, one that determines the Willigness to Pay of the users of drinkable water for an improvement of the quality of the water through the method of Contingent Valuation.

It was determined that the averge of the Willingness to Pay per family or user is of 425 colones (US \$1.49) additional to the rate that at the moment people pay. The variables that statistically influence the Willingness to Pay are the Bids or rates proposed to those interviewed, the price that the users pay for the water, age, family boss and the family income, these results are consistent with the economic theory that sustains these econometric model .

The other section of the study consisted on approaching the real cost of the drinkable water. It was determined that the present tariff must include the following components to guarantee a financial and environmental sustainability of the hidric resource in the researched area. The components are Costs of production of water (US \$0.116/m<sup>3</sup>), Cost of maintenance of the production of water (US \$0.0163/m<sup>3</sup>), Cost of cleaning of the water (US \$0.2172/m<sup>3</sup>) and reservation Fund (US \$0.0341/m<sup>3</sup>). This added to the current Rate (US \$0.2446/m<sup>3</sup>), it gives us a total cost of (US \$0.6282/m<sup>3</sup>).

The previous results are of great relevance for the planning, elaboration and execution of politics for the sustainable handling of the hidric resource in the basin of the River Enmedio.

## CONTENIDO.

	Pag.
<b>DEDICATORIA</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>vi</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE CUADROS</b>	<b>xi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>I. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
1.2 Hipótesis	2
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 Valoración Económica de Servicios Ambientales	3
2.1.1 Generalidades	3
2.2 Valoración del Agua	7
2.2.1 Principios Filosóficos	7
2.2.2 Métodos para Valorar el Recurso Agua	8
2.3 Valoración Contingente	13
2.3.1 Aspecto Histórico	13
2.3.2 Concepto	13
2.3.3 Ventajas	14
2.3.4 Desventajas	14
2.3.5 Encuestas de Valoración Contingente (VC)	15
2.3.5.1 Técnicas	15
2.3.5.2 Métodos	16
2.3.5.3 Formato de Preguntas	16
2.3.5.4 Sesgos de las Respuestas	18
2.4 Efecto de los bosques en el manejo y regulación de agua	20
2.4.1 Efectos negativos de los bosques en la producción de agua	20
2.4.2 Efectos positivos de los bosques en el Régimen Hidrológico	22
2.4.2.1 Reguladora de la escorrentía superficial	22

	<b>Pag.</b>
2.4.2.2 Infiltración	22
2.4.2.3 Inundaciones	23
2.4.2.4 Calidad de Agua	24
2.4.2.5 Casos de Valoración Contingente utilizados para la determinación de la voluntad de pago y estimación del costo real para el agua potable.	25
2.5 Descripción de la Cuenca del Río En Medio	30
2.5.1 Ubicación Geográfica	30
2.5.2 Superficie y Tenencia de la Tierra	30
2.5.3 Características Biofísicas de la Cuenca	31
2.5.4 Problemas Ambientales de la Cuenca	32
III. METODOLOGIA	35
3.1 Valoración Contingente	35
3.1.1 Encuestas	35
3.1.1.1 Establecimiento de Objetivos	35
3.1.1.2 Población Objetivo	35
3.1.1.3 Marco Muestral	36
3.1.1.4 Diseño de Muestreo	37
3.1.1.5 Tamaño de la Muestra	37
3.1.1.6 Método de Medición	39
3.1.1.7 Instrumento de Medición	39
3.1.1.8 Prueba Piloto	40
3.1.1.9 Organización del Trabajo de Campo	40
3.1.2 Estructura de la Encuesta	41
3.1.3 Variables Independientes	42
3.1.4 Procedimiento de Análisis	46
3.1.4.1 Análisis Logístico	46
3.1.4.2 Estimación de la Media del Valor de Voluntad de Pago (VDP)	49
3.1.4.3 Estructura de Análisis de Datos	51
3.2 Oferta Hídrica de la Cuenca y Uso Actual	53
3.2.1 Uso Actual	53
3.2.2 Medición de Aforos	53
3.2.3 Cálculo de la Productividad Hídrica Mínima de la Cuenca	54
3.2.4 Cálculo de lo que puede abastecer (personas y años) la Cuenca con su crecimiento poblacional.	55
3.3 Estimación de Valores Económicos Ambientales	56
3.3.1 Costo de la Producción ó Captación Hídrica del Bosque	56
3.3.2 Costo de Mantenimiento de la Producción ó Captación Hídrica de la Cuenca	57

	<b>Pag.</b>
3.3.2.1 Administración y Vigilancia	58
3.3.2.2 Programa de Prevención y Control de Incendios	58
3.3.2.3 Programa de Educación Ambiental	58
3.4 Inversiones en Equipo y Tierra.	59
3.5 Gastos Realizados en la Cuenca	60
3.6 Costo de Limpieza del Agua (Costos defensivos).	61
3.7 Tarifa Actual	62
3.8 Fondo de Reserva	63
 IV. RESULTADOS Y DISCUSION	 64
4.1 Valoración Contingente	64
4.1.1 Análisis Descriptivo de la Encuesta	64
4.1.2 Modelo Logístico Multivariado	72
4.1.2.1 Modelo Completo	72
4.1.2.2 Modelo Reducido para el Cálculo de la Media de la Voluntad de Pago.	74
4.1.2.2.1 Probabilidad predica a una respuesta positiva	77
4.1.2.3 Efecto de las Variables más Significativas en la Voluntad de Pago	78
4.1.2.4 Estimación de la Media de la Voluntad de Pago	80
4.1.2.5 Voluntad de Pago Agregada	82
4.2. Productividad Hídrica Mínima de la Cuenca y Uso Actual.	85
4.2.1 Uso Actual	85
4.2.2 Producción Hídrica Mínima de la Cuenca	91
4.2.2.1 Cálculo del Caudal Medio Unitario de la Cuenca	92
4.2.2.2 Caudal Mínimo Subterráneo de la Cuenca	92
4.2.3 Producción Anual Mínima de la Cuenca	93
4.2.4 Cálculo del Consumo de Agua Per Capita	93
4.2.5 Producción Total por día	94
4.2.6 Cantidad de Personas Máximo que Puede Abastecer la Cuenca	94
4.2.7 Número de años máximo que la cuenca puede abastecer a los usuarios con una tasa de crecimiento de 1.46%.	94
4.2.8 Cálculo del número de años máximo de abastecimiento de agua	94
4.3 Estimación de Valores Económicos Ambientales	97
4.3.1 Información Básica (Costo de Producción Hídrica del Bosque)	97
4.3.1.1 Costo del valor promedio de la tierra.	97
4.3.1.2 Valor del costo anual uniforme equivalente (CAUE) del costo total de la inversión en compra necesaria de tierras para determinar el valor de captación.	98
4.3.2 Costo de la Producción ó Captación Hídrica del Bosque	99
4.3.3 Valor de Mantenimiento de la Producción Hídrica de la cuenca.	100

	<b>Pag.</b>
4.3.3.1 Determinación de Costos Anuales	100
4.3.3.2 Determinación de Costos Fijos	101
4.3.3.3 Costos de Mantenimiento de la producción Hídrica de la Cuenca	102
4.3.4 Gastos Realizados en la Cuenca	104
4.3.5 Costos de Limpieza del Agua (Costos Defensivos)	104
4.3.6 Costo de la Tarifa Actual	106
4.3.7 Fondo de Reserva	107
4.4 COSTO REAL DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO	109
4.4.1 Valor Ambiental del Agua	109
4.4.2 Costo Financiero	109
4.5 VOLUNTAD DE PAGO TOTAL VRS COSTO REAL DEL AGUA.	112
4.6 IMPLICACIONES POLITICAS PARA EL DISEÑO DE UNA POLITICA DELMANEJO DE AGUA EN EL AREA DE ESTUDIO.	113
V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	115
5.1 Conclusiones	115
5.2 Recomendaciones	117
VI BIBLIOGRAFIA.	119
VII ANEXOS	126

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pag.</b>
<b>Cuadro #1.</b> Cantidad de Abonados del Servicio de Agua Potable de (AyA) y Acueductos Rurales	36
<b>Cuadro #2.</b> Variables Incluidas en la Encuesta.	43
<b>Cuadro #3.</b> Distribución de Encuestas por Localidad.	64
<b>Cuadro #4.</b> Problemas Ambientales más graves de la Cuenca.	65
<b>Cuadro #5.</b> Actividades en que se Deberían Usar los Ríos y Bosques.	66
<b>Cuadro #6.</b> Porcentaje de Usuarios Según Tipo de Tarifa.	68
<b>Cuadro #7.</b> Descripción de la Educación y Edad Promedio de los Encuestados.	69
<b>Cuadro #8.</b> Modelo de Regresión Reducido.	74
<b>Cuadro #9.</b> Interpretación de Parámetros.	76
<b>Cuadro #10.</b> Media de la Voluntad de Pago.	81
<b>Cuadro #11.</b> Voluntad de Pago Agregada Adicional de los Usuarios de la Cuenca.	83
<b>Cuadro #12.</b> Descripción del Uso Actual de la Cuenca del Río En medio, Santa Cruz, Guanacaste(Febrero 1999).	85
<b>Cuadro #13.</b> Descripción del uso recomendado de la cuenca del Río En medio, Santa Cruz, Guanacaste (Febrero 1999).	86
<b>Cuadro #14.</b> Mediciones de Caudal de los Ríos En medio y Tigre.	91
<b>Cuadro #15.</b> Costo del Valor Promedio de la Tierra en la Cuenca Media y Alta del Río En medio.	97
<b>Cuadro #16.</b> Inversiones Requeridas Para el Mantenimiento y Protección de la Cuenca (Gastos Anuales)	100
<b>Cuadro #17.</b> Resumen de Inversiones Realizadas por el Estado en la Cuenca del Río En medio.	104
<b>Cuadro #18.</b> Costo Real del Agua para Uso Doméstico (Cuenca del Río En medio) (US \$/m <sup>3</sup> ).	110
<b>Cuadro #19.</b> Costo Adicional del Agua para uso doméstico (cuenca del río En medio) (US \$/m <sup>3</sup> ).	111

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
<b>Figura #1.</b> Valor Económico Total	6
<b>Figura #2.</b> Valor Marginal y Total del Agua.	7
<b>Figura #3.</b> Ubicación Geográfica de la Cuenca del Río En medio	34
<b>Figura #4.</b> Representación de una Curva Logística de VDP.	49
<b>Figura #5.</b> Precio que pagan los usuarios por el agua.	68
<b>Figura #6.</b> Razones del Porque no quieren pagar los encuestados.	70
<b>Figura #7.</b> Ingresos Mensuales (colones).	71
<b>Figura #8.</b> Probabilidad de VDP a diferentes niveles de BID.	78
<b>Figura #9.</b> Voluntad de Pago según ingreso familiar.	79
<b>Figura #10.</b> Uso actual.	87
<b>Figura #11.</b> Uso Recomendado para la cuenca del Río Enmedio.	88
<b>Figura #12.</b> Ubicación del Refugio Nacional de Vida Silvestre Bosque Nacional Diría.	89
<b>Figura #13.</b> Máximo de años de Suministro de Agua con un Crecimiento poblacional de (1.46% anual).	95

## I. INTRODUCCION.

La mayoría de las cuencas del país presentan deterioro ambiental por causas de la deforestación y erosión de suelos, lo cual reduce las posibilidades de captación de agua para consumo humano. En Costa Rica el 63% de las aguas para consumo humano son extraídas del subsuelo (Calvo 1991) citado por (Reynolds 1997). Por estas razones es necesario que los decisores políticos de este país, establezcan lineamientos con una perspectiva a largo plazo necesaria para enfrentar la degradación del recurso.

En Costa Rica al agua para uso doméstico o industrial no presenta el costo real que debiera tener en la determinación de tarifas, ya que solo se ha contabilizado los aspectos de recolección, conducción, distribución y tratamiento que cobran las entidades administradoras de dicho recurso con la finalidad de cubrir sus gastos operacionales e inversiones en equipo y maquinaria.

Realmente no se cobra el costo de captación de esa agua (filtración y purificación natural) realizados por las cuencas con cobertura boscosa (áreas de recarga acuifera) que alimentan y suministran tan importante recurso. El agua es un recurso limitado incluso se ha llegado a considerar que el agua es un bien gratuito. Aunque se ha venido desarrollando estudios de las causas y consecuencias que tiene el crecimiento poblacional y económico sobre los recursos hídricos (calidad), es necesario seguir realizando esfuerzos tendientes a fortalecer la valoración de ecosistemas para que estos sean utilizados como base técnica en la planificación y elaboración de políticas de manejo del recurso hídrico en el país.

Especialmente en la zona de Guanacaste el agua es escasa en verano y considerando que la tarifa actual del agua no refleja realmente sus costos desde un punto de vista sostenible, la realización del presente estudio toma gran relevancia ya que con los resultados nos podríamos acercar a una tarifa eficiente (real) que debe tener el agua potable en la zona de estudio, lo que podría conducir a la modificación tarifaria necesaria para generar recursos económicos para la sostenibilidad financiera del servicio de agua potable y de las áreas de recarga de acuíferos.



## **1.1 OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar el valor económico total del agua potable para uso doméstico producida en la cuenca del Río Enmedio.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los costos reales del agua potable tomando en cuenta tanto el costo del servicio (recolección, distribución, administración) como el costo del manejo de la cuenca.
- Determinar a través del método de Valoración Contingente (VC) la Voluntad de Pago (VDP) de los usuarios del servicio de agua potable, administrados por Acueductos y Alcantarillados (AyA) y Acueductos Rurales, por un mejoramiento de la calidad del agua, implementando técnicas de manejo sostenible en la cuenca .
- Identificar cuáles son las variables socioeconómicas que influyen la Voluntad de Pago de la población.

## **1.2 HIPOTESIS**

- La Voluntad de Pago Total de los usuarios del servicio del agua potable administrados por Acueductos y Alcantarillados (AyA) y Acueductos Rurales, es mayor que el costo real del agua producida en la cuenca del río Enmedio.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 VALORACION ECONOMICA DE SERVICIOS AMBIENTALES

#### 2.1.1 Generalidades.

El bosque genera beneficios directos (producción de madera, resinas, etc.) los cuales son los productos a los que se les atribuyen valores financieros. Sin embargo también generan beneficios indirectos, representados por los efectos producidos por el bosque desde su valor inicial, el período de producción y la tasa de evolución del mismo (Hosohanawa y López, 1995).

Existen dos posiciones con respecto a la valoración: una que apoya el dejar los procesos de valoración al mercado y otra que plantea la imposibilidad del mercado para proceder a hacer una valoración justa de los bienes y servicios ambientales. Esta última radica en cuatro elementos:

- La incapacidad del mercado para garantizar una distribución justa entre y dentro de las diferentes generaciones.
- Los actuales procesos de asignación intratemporal, donde los actuales niveles y valores de bienestar son superiores a la valoración del bienestar futuro.
- La dificultad que existe al dejar en manos del mercado la integridad de los sistemas naturales actuales.

- Los problemas de carácter ético y moral que se suelen presentar en los procesos de valoración cuando se deja en manos del mercado. (Aguirre, 1995)

Para este mismo autor la mayor opción de valoración de bienes naturales está en los denominados procesos de Seudo-Valoración con base al mercado. Los seudo-precios del mercado, en el caso de los bienes ambientales, son aquellos precios que reflejan lo que hubiera sido la voluntad o disponibilidad a pagar por un bien o servicio natural, en aquellas situaciones donde no existe una valoración competitiva del bien o servicio de parte del mercado.

Según (Azqueta, 1994) lo que le da valor al medio ambiente son dos líneas de pensamiento que seguidamente se presentan:

- La naturaleza tiene un valor intrínscico, per-se (no se necesita de nada y de nadie que se lo otorgue).
- Lo que le da valor al medio ambiente, es su relación con el ser humano, y tiene valor en la medida en que se lo dan las personas.

Rideout y Hesseln, (1997) también proponen este tipo de clasificación, como Antropocéntrica la cual parte de la suposición de que la naturaleza es valiosa en tanto sea útil para el ser humano y la Ecocéntrica que se apoya en el principio de que el valor de la naturaleza es ajena a los intereses del ser humano.

### **Valor de uso.**

Es cuando una persona utiliza el bien y se ve afectada por cualquier cambio que ocurra respecto al mismo.

**Valor de no uso.**

Dentro de los cuales se han identificado.

- **Valor de Opción:**

Existen personas que aunque no están utilizando el bien, prefieren tener la opción abierta de hacerlo en algún momento futuro. Existen dos tipos diferentes de valor de opción.

- a- Valor de opción propiamente dicho.**

El que experimenta la persona respecto de si el bien ambiental estará disponible para su utilización en el futuro. Es decir, el valor que tiende a no cerrar la posibilidad de una futura utilización del bien.

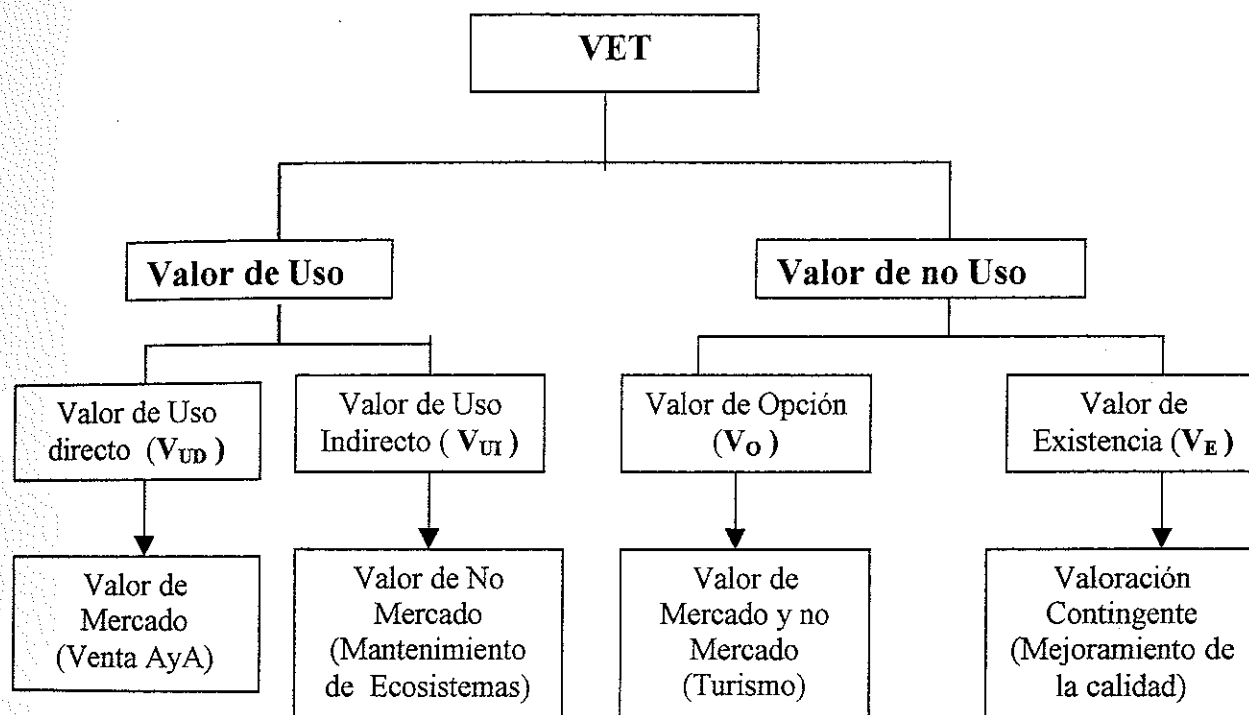
- b- Valor de información ( Valor cuasi- opción ) :**

Es el denominado de la incertidumbre del decisor. Este valor surge del hecho de quien toma las decisiones ignora en muchas ocasiones, la totalidad de los costos y los beneficios de las acciones emprendidas.

- **Valor de existencia.**

Es el de aquellos que no utilizan el bien ambiental directa o indirectamente (no son usuarios), ni piensan hacerlo en el futuro, pero valoran posiblemente el simple hecho de que el bien exista. Su desaparición, por tanto supondría para ellos una pérdida de bienestar (Azqueta, 1994).

En la figura 1 se presenta un resumen de los conceptos descritos anteriormente de los cuales se basan la mayoría de los análisis de valoración de recursos naturales en la actualidad el cual se denomina **Valor Económico Total**



$$VET = V_{UD} + V_{UI} + V_{O} + V_{E}$$

**Figura 1 .Valor Económico Total.**  
Fuente (Azqueta, 1994)

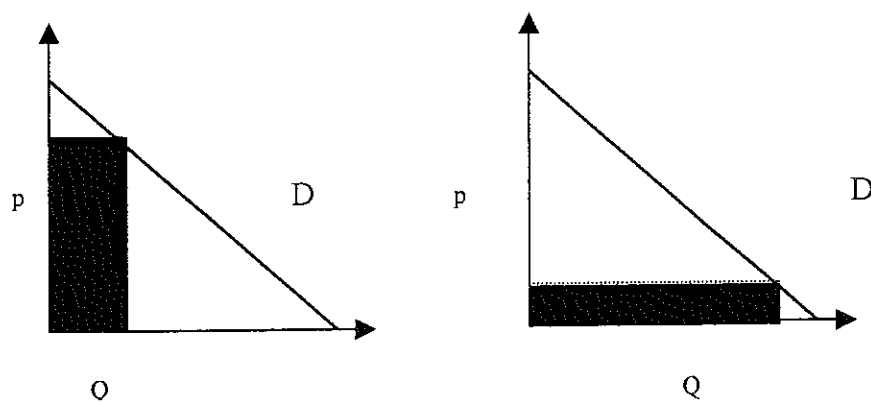
## 2.2 VALORACION DEL AGUA.

### 2.2.1 Principios filosóficos.

Al ser el agua uno de los más importantes recursos naturales debemos tener en cuenta los siguientes principios:

- a- El agua es nuestro principal recurso natural, ya que nos proporciona la satisfacción de necesidades de subsistencia, recreación y bienestar social.
  - b- El agua es un bien social y un bien estratégico para el desarrollo.
  - c- Debe tratarse que el mayor número posible de habitantes tenga acceso al agua, para ello debe de asignarse en forma justa, racional y equitativa.
  - d- El agua tiene una distribución espacial y temporal variables y múltiples usos.
- Su escasez obliga a su regulación y control .

El agua es un elemento esencial para la vida, este bien tiene un valor marginal y un valor total, los cuales están inversamente relacionados, por ejemplo, el precio del agua en el desierto es más alto que el precio del agua en el bosque húmedo tropical (Rideout y Hessech, 1997). Esto se demuestra en la siguiente figura.



Valor marginal del agua en el desierto  
húmedo.

Valor marginal del agua en bosque  
húmedo.

Donde:

P = Precio

Q = Cantidad

D = Curva de demanda

**Figura 2. Valor marginal y total del agua.**

(Rideout y Hessech , 1997).

Si se baja sobre la curva de demanda del agua, la disponibilidad del bien aumenta, por lo cual su precio baja. En estas condiciones se establece que “decrece su valor marginal, pero aumenta su valor total”.

De la utilización del recurso hídrico depende el desarrollo de muchas actividades. Cuando el recurso es abundante y de buena calidad, no existen conflictos, pero cuando el recurso es escaso sí se generan.

### **2.2.2 Métodos para valorar el recurso agua.**

El punto de partida para valorar un recurso es su valor de mercado. Para el caso de los servicios ambientales producidos por los bosques (recurso hídrico), no presentan en algunos casos un mercado directo, por lo que se debe buscar formas alternativas que aproximen su verdadero valor. Los recursos hídricos tienen un valor de existencia que hay que proteger para prevenir la disminución de la calidad y cantidad del recurso y así mantener un abastecimiento satisfactorio durante todo el año.

#### **Utilización de precios de mercado directos.**

##### **- Valoración por precios administrados.**

Su punto de referencia son los cánones que carga la empresa administradora de agua a los diferentes usuarios. Esta información se maneja en dos formas:

- a- Obteniendo información sobre las tarifas por tipo de usuario, que se aplica en la actualidad, para ver si existen diferencias por usuario

- b- Obteniendo información sobre los montos totales de metro cúbico vendido o facturado por la empresa administradora, para el país en su totalidad y separar esta facturación, si fuese posible entre facturación urbana y rural.

Paralelamente a los datos de facturación se tendría que obtener del valor total de facturación para cada uno de los usos para verificar los valores promedios facturados y ponderados debidamente al tener metros cúbicos y valor total por tipo de destinatario y usuario (Aguirre, 1995)

Para Costa Rica, el Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados (A y A), ha establecido tarifas para los diferentes tipos de uso y usuario que reconocen las condiciones particulares de cada grupo: domiciliaria, ordinaria, reproductiva, Preferencial y gobierno.

#### **Utilización de técnicas indirectas de mercado.**

##### **- Precios residuales o derivados.**

El costo de agua para riego en la agricultura, es uno de estos. Para Costa Rica en el Pacífico Seco, la institución estatal que maneja las aguas de riego es el Servicio Nacional de Riego y Anegación (SENARA). Este cobra una tarifa fija que trata de recuperar los costos de inversión.

##### **- Valor de los aumentos de producción**

El riego incrementa la productividad agrícola además de otros insumos como los fertilizantes, y este cambio en la producción puede ser usado para calcular el valor del



agua, este cambio en la producción multiplicado por el precio del producto agrícola (mercado) aproxima el valor del agua usada en la agricultura.

- **Costos de Oportunidad.**

Es la mejor alternativa (la de valor máximo) que se sacrifica al hacer una elección, es una herramienta que permite evaluar qué tan valioso es un bien para la sociedad.

Por lo tanto una hectárea de bosque se mantendrá o protegerá cuando su valor sea igual al costo de oportunidad de la mejor opción productiva para esta área (ganadería, agricultura, etc.). Si se identifica que el valor de un terreno en una cuenca está relacionado a la captación y retención de agua, se le podría dar un valor.

El suministro de agua debe ser estimada en época seca, ya que es cuando hay mayor necesidad, por lo tanto, el volumen de agua en época seca por el valor de captación del agua de bosque, en función de la captación de agua generará el costo social de la captación total de agua que produce la cuenca. Desde el punto de vista económico el no usar los bosques para otras actividades, se valora por la cantidad de agua captada en su costo de oportunidad.

- **Costos de reemplazo o costos evitados.**

El peso del recurso agua también se puede determinar por el valor de protección y mantenimiento de una cuenca o un bosque (costos evitados). Los costos en que se incurre se pueden determinar por los gastos de personal (salarios y otros), equipo, combustibles, infraestructura, que se hacen para la protección de las áreas.

### - Valoración en términos de costos energéticos.

La generación hidroeléctrica se ha convertido en el uso alternativo más razonable del agua. Para ello se necesita estimar cuántos Kilowatts/hora se puede generar en promedio con un metro cúbico del agua y valorar este en su costo de oportunidad (Aguirre, 1995). Estos pueden ser los montos de ahorro con producción hídrica en comparación con cualquier otra alternativa de generación eléctrica, incluyendo la importación, este ahorro corresponde al valor económico que se puede asignar al agua en la producción de electricidad.

En la producción de electricidad solo se ha tomado en cuenta los costos financieros, gastos operativos y de depreciación del capital.

### - Valoración por cambio de uso del agua.

En muchas ocasiones el agua que está disponible se recibe en condiciones que impiden su uso para un cierto tipo de actividad. En este caso se tipifican las características físicas que impiden el uso para el cual se desea destinar y se hace una estimación de cuanto cuesta poner el agua en condiciones de ser utilizada (Aguirre, 1995).

Además del caso anterior, cuando el agua es extraída de pozos se podría estar presentando **depreciación** tanto por degradación y agotamiento. Estos costos se pueden valorar mediante el cálculo de costos de reemplazo de la calidad o cantidad perdida.

En la metodología desarrollada por Barrantes y Castro, (1998 a) sobre la Valoración Económica Ecológica del Agua en Costa Rica; Estos proponen que

dentro del componente de **valor ecológico** se debe de considerar los siguientes aspectos:

- El valor correspondiente a los bosques (valor de captación)
- El valor de los montos destinados a la protección de las cuencas.
- El valor del agua como insumo de la producción.

Y dentro de componente de **valor económico** se debe considerar

- El valor relacionado con los gastos de operación de las entidades que administran recurso hídrico.
- El valor correspondiente a los costos de tratamiento pre y post servicio.
- El valor correspondiente al desarrollo de infraestructura administrativa de almacenaje y de distribución del recurso.
- El valor del monto requerido (ahorro) para la inversión futura de acuerdo a las exigencias del consumidor.

Estos mismos autores encontraron para la Región Chorotega un valor económico para el agua en el sector doméstico de 90.95 (colones/m<sup>3</sup>), siendo éste el monto mayor para el país en dicho estudio. Esta situación está acorde con la escasez del recurso y con la degradación de bosques existentes en la región.

## **2.3 VALORACION CONTINGENTE.**

### **2.3.1 Aspecto Histórico**

Se origina en la década de los sesenta por Robert Davis exactamente en 1963, (Hanley y Spash, 1995 ), como parte de su tesis doctoral. Luego esta metodología se fue mejorando y Water Resources Council de los Estados Unidos la incluyó en 1979 entre las tres recomendadas para valorar determinados beneficios de las inversiones públicas y en 1986 se le reconoció como apropiada para medir beneficios y perjuicios en el marco de la Comprehensive Environmental Response (Azqueta, 1994).

También The National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA, 1994), recomienda dicha metodología como medida de valoración de recursos naturales, (Piper y Martin, 1997). Por lo tanto según Shultz (1997) y Dixon et al (1994), el método de valoración contingente es el más utilizado en la valoración de bienes y servicios ambientales no basados en el mercado, en países en desarrollo, en casos como valoración de servicios recreativos y turísticos, valoración de calidad del aire y el agua entre otros.

### **2.3.2 Concepto**

Es el método directo más popular para estimar el valor de bienes sin mercado (Rideout y Hesseln, 1997). El método de valoración contingente determina, mediante el empleo de encuestas, la disposición de los individuos a pagar por mejoramientos hipotéticos de diferentes tipos de recursos naturales o servicios ambientales sin precio de mercado (Shultz, 1997). El nombre de contingente se debe a que este método intenta hacer que las personas expresen como actuarían si estuvieran en determinada situación hipotética o contingente (Field, 1995).

Este método supone que la disponibilidad de pago manifestada por el consumidor ante una situación hipotética es una medida del valor para el consumidor en una situación verdadera (Gregersen et al, 1997). Este método teóricamente pone mayor énfasis en la demanda del consumidor, dado un ingreso determinado. El excedente del consumidor está determinado por la diferencia entre el precio que paga este por un bien o servicio y el precio que estaría dispuesto a pagar (Nicholson, 1997).

### **2.3.3 Ventajas**

Señalan Mitchell y Carson (1989) algunas de las bondades de este método.

- La comunicación directa facilita que se entienda correctamente la información por parte del entrevistado, se puede explicar con medios visuales el cambio que se sugiere o modificar las preguntas.
- El método no es dependiente de una base de datos.
- Permite estimar el costo de oportunidad en una situación insegura, o sea, cuando las estadísticas económicas no son muy confiables.
- El método es honesto porque reconoce la situación hipotética.

### **2.3.4 Desventajas.**

El método de Valoración Contingente presenta varias desventajas, todas ellas relacionadas con el uso de mercados hipotéticos.

- Su flexibilidad y adaptación quedan restringidas por la necesidad de establecer mercados hipotéticos que sean comprensibles y creíbles para el sujeto. Por tanto las técnicas son menos confiables cuando se aplican a la valoración de posibilidades que escapan a las experiencias de los sujetos.

- Debido a que el conjunto de datos generados proviene de mercados hipotéticos, la validación de estos datos no es fácil.
- Este tipo de valoración ofrece oportunidades e incentivos para una conducta estratégica. Si un sujeto piensa que los resultados de la valoración, proporcionadas por el sector público le afectarán o mejorarán, pueden distorsionar sus respuestas al mercado hipotético con el fin de ejercer una influencia indebida en las políticas públicas que se adoptarán con el tiempo (Azqueta, 1994).

### **2.3.5 ENCUESTAS DE VALORACION CONTINGENTE (VC).**

#### **2.3.5.1. Técnicas.**

El instrumento de investigación por encuesta, es el más utilizado para determinar la voluntad de pago (VDP) de las personas por un bien o servicio. Azqueta (1994) sugiere una estructura basada en las siguientes tres secciones.

- Estas deben contener una descripción clara y precisa del bien que se pretende valorar, de modo que el encuestado tenga una información lo suficientemente precisa, como para identificar correctamente el problema del que se trata. Es importante para el caso de los bienes ambientales complementar estas con ayudas visuales como fotos u otros (Caban y Loomis, 1997)
- Se debe describir la modificación propuesta del bien o servicio ambiental y lo que éste representa para las personas, además se debe de indicar cual será el vehículo de pago mediante el cual se realizarán los aportes económicos, como pueden ser tarifas en recibos (agua), impuestos, etc. Posteriormente descrita la situación real y contingente se procede a hacer la pregunta para determinar la voluntad de pago del encuestado.

- Hay que incluir las características más relevantes de las personas relacionadas con el problema: ingresos, edad, sexo, estado civil, nivel de educación entre otros. Estas es recomendable hacerlas al final de la encuesta.

#### **2.3.5.2 Métodos.**

Existen varios métodos para implementar las encuestas las que dependen de las características del problema y del presupuesto con que se cuente. Entre ellas están las entrevistas telefónicas, por correo, en laboratorio y la más utilizada que es la entrevista personal.

#### **2.3.5.3 Formato de Preguntas.**

Existen dos modelos de pregunta abierto y cerrado, con ventajas y desventajas, y el formato escogido depende entre otros factores, del tipo de encuestado, el tipo de sesgo existente y el medio de pago escogido (Shultz et al, 1991).

##### **- Formato Abierto.**

En este caso solo se espera la respuesta de la cantidad que estaría la persona dispuesta a pagar por un bien ambiental o un mercado hipotético. Según Azqueta (1994) tiene la desventaja que se pueden obtener un gran número de no-respuestas, ante el hecho de que el entrevistado desconozca lo que podría constituir una cantidad razonable al planteamiento y el hecho de que la cantidad sea cero, no necesariamente refleja la VDP de la persona. Además que el formato de pregunta abierta hace que el mercado hipotético sea muy disímil a un mercado real de transacciones, esto significa que la precisión de las respuestas obtenidas sea dudosa. Menciona Shultz (1997), que aunque estos formatos son fáciles de diseñar y administrar, sus resultados a menudo aparecen muy hipotéticos y alejados de la realidad del mercado y están sujetos a sesgos estratégicos. Sin embargo este formato es recomendado para realizar encuestas

pilotos y así obtener un rango más realista de los valores de Disponibilidad de Pago que serán usados en otros formatos de preguntas (Shultz, 1989).

#### **- Formato Iterativo**

Para evitar el problema anterior, se le pregunta a la persona entrevistada, si estaría dispuesta a pagar una cantidad de dinero determinada, si la respuesta es positiva (o negativa) se aumenta (o disminuye) dicha cantidad y se repite el procedimiento hasta que por último la persona acepte un valor de Voluntad de Pago final. Tiene la desventaja de presentar el sesgo del punto de partida, pero permite a los encuestados considerar sus preferencias en un rango amplio de valores de pago (Shultz, 1989).

#### **- Formato Dicotómico**

La pregunta se realiza de una forma binaria, donde las únicas posibilidades de respuestas son "no" o un "si" por parte de los encuestados para el pago de cierta cantidad de dinero por la mejora de un bien ambiental. Inicialmente se divide a la población en subgrupos y a cada uno de ellos se les realiza la pregunta sobre la VDP pero con una cantidad diferente. Después con una transformación Logit, se extrae la estimación econométrica correspondiente a la disposición a pagar de la población. Este es uno de los formatos que están siendo más usados porque tiene la ventaja de llevar a la persona asemejar una transacción de mercado, el tiempo de respuesta es menor, además disminuye el efecto de los sesgos estratégicos e hipotético de las respuestas, las respuestas discretas permiten hacer inferencias precisas de los valores de medios de VDP, sin embargo tiene las desventajas que requiere un tamaño muestral bastante grande, es de elevado costo y requiere de conocimientos especiales para trabajar con modelos tipo logit (Hanemann, 1984)



#### 2.3.5.4 SESGOS DE LAS RESPUESTAS.

Cuando se aplican las encuestas y se obtiene las respuestas de las personas, las mismas pueden estar influenciadas por sesgos de diversa índole que afectan los resultados que se obtendrán al analizarlas, por lo tanto, se deben minimizar dichos problemas para tratar de mantener confiabilidad y seguridad estadística al conducir este tipo de estudio (Shultz, 1989).

Inicialmente se distinguen dos grandes categorías: **Sesgos Instrumentales** y **No Instrumentales**. Los primeros son de carácter operativo y que dependen en gran medida de la forma cómo esté estructurada la encuesta; mientras los segundos, los más difíciles de resolver, pues dependen de la actitud que tienen los entrevistados hacia la encuesta. (Asqueta, 1994).

- **Sesgos Instrumentales.**

- **Sesgo del Punto de Partida:** éste aparece cuando en las preguntas iterativas, la cantidad inicialmente sugerida (BID inicial) condiciona la respuesta final. Este sesgo se puede determinar si al subdividir la población e indicar a cada subgrupo una cantidad inicial diferente, se obtienen resultados diferentes. Se puede suprimir obligando al encuestado a elegir la cantidad a pagar desde el inicio
- **Sesgo del vehículo de pago:** este existe cuando la respuesta de la persona está sugestionada por el mecanismo propuesto para el pago, ya que lo puede considerar inadecuado o poco realista. También se detecta subdividiendo a la población en grupos homogéneos y realizando la pregunta con diferentes vehículos de pago. En caso de existir se debe buscar un vehículo de pago neutral
- **Sesgo de la Información:** Este ocurre cuando no se le informa a las personas, la situación real del problema que se intenta valorar y tampoco del cambio que

propone; así que responden a la pregunta con poca certeza si con la cantidad indicada se logrará el cambio.

Según Mitchell y Carson (1989), no se debe llegar a los extremos, porque la descripción de escenarios de forma ineficiente o muy exagerada desde el punto de vista realista, puede causar sesgos importantes en los encuestados.

Es responsabilidad de los investigadores el proveer información objetiva y profesional tal como fuese posible (Bishop et. al., 1983).

- **Sesgo del Entrevistador:** cuando se realizan encuestas de forma personal, algunas personas dan respuestas exageradas ante el temor de quedar frente al entrevistado, como poco solidario o inconsciente del problema planteado o sencillamente para querer agradar.
  
- **Sesgo de la Muestra:** es otro de los sesgos importantes, especialmente cuando se conducen estudios de CVM en parques y áreas protegidas, ya que sólo se inspeccionan visitas reales a los parques y los resultados reflejan la VDP para repetir visitas y no arrojan nada sobre los valores que tienen las personas que aún no han visitado los lugares. Este sesgo es el responsable de que muchas variables socioeconómicas investigadas, no sean significativas en este tipo de estudio. La mejor forma de evitar el sesgo de muestra es realizando una buena definición de la población, la cual debe estar afectada por el cambio en los bienes y servicios ambientales (Mitchell y Carson, 1989).
  
- **Sesgos No Instrumentales.**
  - **Sesgo de la hipótesis:** aparece cuando el entrevistado no tiene ningún incentivo en brindar una respuesta correcta, por el hecho que la pregunta está basada en una situación hipotética.
  
  - **Sesgo Estratégico:** este representa el sesgo más problemático para los economistas, ya que se presentan cuando la persona entrevistada, no da una respuesta honesta, ya que asume que con su declaración puede influir en la decisión final que se dé sobre la

propuesta realizada, así que la respuesta es estratégica, es decir, la respuesta es falsa (Azqueta, 1994).

Este sesgo puede ser evitado a través de un diseño cuidadoso de la encuesta, para hacer la valoración contingente realista, viable y dependiente de muchas valoraciones individuales (Randall et. al., 1983).

## **2.4 EFECTOS DE LOS BOSQUES EN EL MANEJO Y REGULACION DE AGUA.**

Dentro de las funciones del bosque en los ecosistemas podemos mencionar que éste es regulador del volumen de agua superficial, da mantenimiento a los procesos naturales, mantiene el régimen de lluvias en la conservación de la humedad y mejoramiento de la calidad del recurso agua. Estos protegen los mantos acuíferos, para recargar el subsuelo y para mantener el flujo en época seca. El problema que se presenta es la degradación del recurso en función de su calidad y cantidad. Si en el proceso de utilización del recurso se da degradación del mismo, o si su extracción se realiza del subsuelo, entonces se podría estar generando *depreciación* manifestada en dos formas: disminución de la calidad (degradación) y disminución de la cantidad (agotamiento)

Con respecto a esto, existen grandes disyuntivas entre los expertos en el tema, unos apoyan la tesis de que **Bosque** no es igual a producción de agua y otros defienden que los bosque favorecen la recarga de acuíferos y así se mantiene el flujo constante de agua hasta en épocas secas.

### **2.4.1 Efectos negativos de los bosques en la producción de agua.**

Decenas de investigaciones alrededor del mundo, incluyendo el trópico húmedo, particularmente las realizadas para probar la hipótesis de que la cobertura vegetal afecta la captación y regulación de agua muestran una evidencia indudable de que

terrenos cubiertos por bosque producen menos agua que otros tipos de usos de la tierra.

Los bosques evapotranspiran más agua que cualquier cobertura vegetal, esto se debe a su alta capacidad de almacenamiento y a los valores elevados de transpiración y por los sistemas radicales externos y profundos.

Stadtmuller (1994) hace referencia a estudios realizados por Baumgarthen (1978) el cual menciona que la relación evapotranspiración / precipitación es menor al 30% en suelos descubiertos, entre 40 y 60% en cultivos y entre 60 y 70% en bosques.

Se insinúa frecuentemente que los cambios de la cobertura vegetal pueden mejorar los rendimientos hídricos durante el periodo seco; se dice que la reforestación producirá mas agua en zonas bajas de la cuenca. Sin embargo los resultados de muchos experimentos dicen lo contrario o sea la reforestación tendría la tendencia a disminuir los rendimientos hídricos.

La reforestación usualmente causa un decrecimiento en la tabla de agua, con efectos más pronunciados en regiones secas. Las raíces profundas de los árboles funcionan como bombas que succionan agua, siendo esto más evidente en periodos secos.

Pero esto se contrapone a la función que los bosques realizan en minimizar los efectos de las inundaciones, pérdidas de suelo por erosión, recarga de acuíferos entre otras. Se tendría que valorar cada situación, captación de agua, calidad, control de inundaciones o erosión.

## **2.4.2 Efectos positivos de los bosques en el régimen hidrológico.**

### **2.4.2.1 Reguladora de la escorrentía superficial.**

La escorrentía superficial es otro componente del ciclo hidrológico que se encuentra afectado por el uso de la tierra y las prácticas de manejo, fisiografía (pendiente y elevación) y clima.

Cuando existen cambios de uso del suelo de bosque o potreros, el ciclo hidrológico se ve afectado y sus principales efectos están dados por cambios en la intercepción, transpiración, infiltración lenta y efectos físicos del suelo.

Existe un consenso entre algunos expertos (Rieedl y Zarchart, 1983; Gutiérrez 1988) citados por (Rodríguez, 1989), indicando que la vegetación, al aumentar la capacidad de infiltración de los suelos, alarga el tiempo de concentración de la escorrentía superficial por lo cual el régimen de caudales es más regular en el tiempo.

Dentro de los beneficios de las cuencas boscosas más importantes independientemente de la porción de escorrentía que se deja de percibir si las cuencas tienen o no cobertura forestal son:

- a- Regulación o suavización de los hidrogramas por efecto de intercepción de lluvia, infiltración y retención superficial de la escorrentía.
- b- Baja tasa de erosión / sedimentación con lo que se produce agua más limpia y potable (Calvo, 1996).

### **2.4.2.2 Infiltración**

Por lo general en suelos con cobertura forestal hay mayor infiltración que los suelos sin vegetación, puesto que el mantillo del bosque permite al agua penetrar a las capas del suelo mineral.

Para (Cardozo, 1983) La pendiente afecta indirectamente la cantidad de infiltración, en pendientes fuertes el agua se mueve rápidamente dejando poco tiempo para la infiltración mientras que en superficies planas, el agua se mueve lentamente o da lugar a estancamientos que favorecen la infiltración.

Además este autor menciona que la cobertura vegetal tiende a incrementar la velocidad de infiltración en comparación con áreas de suelos desnudos, no solo retardando el flujo superficial, lo cual da lugar a un mayor tiempo para la entrada del agua al suelo, sino también protegiendo la superficie del suelo del impacto directo de las gotas de lluvia. Además la formación de un complejo sistema radical incrementa la permeabilidad de los estratos superficiales del suelo, existiendo un efecto muy marcado de la densidad radicular sobre el proceso de infiltración.

En los suelos con cobertura forestal, en la mayoría de los casos, la capacidad de infiltración supera la intensidad de la lluvia, lo que significa que la mayor parte del agua que llega al suelo bajo cobertura forestal se infiltra.

Estas altas tasas de infiltración favorecen aguas de alta calidad provenientes de cuencas en cobertura forestal.

#### **2.4.2.3 Inundaciones**

Existen creencias de que una cuenca con bosques no produce inundaciones, esto es falso ya que en presencia de lluvias fuertes y prolongadas el suelo se satura con agua sin importar la cobertura que exista. Es importante señalar que los procesos meteorológicos que condicionan y causan eventos de precipitación generalmente no dependen de la cobertura vegetal, pero si se mantiene dicha cobertura adecuadamente y se da un uso correcto a la tierra, se disminuye especialmente la velocidad del agua de escorrentía disminuyendo los caudales máximos, o sea la cobertura vegetal es un instrumento natural de control de inundaciones en una cuenca.

Dentro del papel que juegan los bosques en la mitigación de inundaciones están:

- Los bosques mantienen el suelo en su lugar así evitan procesos de erosión acelerada y transporte de material a los cauces.
- Con la presencia de bosques contribuye a estabilizar laderas contra la erosión disminuyendo así el riesgo de desplazamientos y derrumbes
- En cuencas pequeñas los bosques pueden mitigar eficientemente inundaciones de pequeña magnitud por su alta capacidad de infiltración, además si los eventos de lluvia se presentan después de un periodo seco, los bosques pueden aumentar la capacidad de recarga de los acuíferos. (Stadtmuller, 1994).

#### **2.4.2.4 Calidad de Agua**

Las áreas cubiertas por bosques son excelentes filtros naturales para el agua, la función de estos sobre la calidad de agua la describe muy bien Stadtmuller (1994).

- La presencia de bosques conlleva la ausencia de usos intensivos como la agricultura, potreros, industrias etc. y por ende de fuentes de contaminación.
- La sombra de árboles en los cauces de los ríos evita alteraciones con la temperatura del agua y así, cambios químicos y biológicos relacionados con la temperatura.
- Si las riberas de los ríos están cubiertas por vegetación generalmente impiden que sedimentos producidos por erosión lleguen al río.

Es un hecho comprobado que la cobertura boscosa reduce la captación de agua en una cuenca y esta situación puede ser más restrictiva en zonas secas. Por lo tanto si en una área de esta naturaleza que sea una zona de recarga de acuíferos, la incorporación de árboles producirían más bien una reducción en la cantidad de agua producida en dicha cuenca; consecuencia de esto es la gran incertidumbre que se tiene con respecto a la cobertura forestal y la captación de agua.

Sin embargo bajo estas consideraciones tenemos que llegar a un balance entre los objetivos de manejo de una cuenca como pueden ser la captación de agua o la minimizar los efectos de inundaciones, calidad de agua y pérdidas de suelos por altos niveles de erosión.

Por lo tanto este es un problema de prioridades CANTIDAD o CALIDAD que se debe de tratar según sean las condiciones particulares presentes en cada cuenca y los objetivos de manejo o conservación que se quieran implementar.

En la realidad dichas actividades no son tan antagónicas, podemos cumplir con ambos objetivos siendo flexibles con las prioridades presentes en las diferentes cuencas, por ejemplo si una cuenca ubicada en una región seca con presencia de altas pendientes se encuentra muy deteriorada por erosión y ésta es una zona de recarga acuífera, tendríamos que sacrificar un poco la producción de agua para así recuperar áreas de una forma económica con la incorporación de cobertura vegetal, y consecuentemente podríamos obtener los beneficios que se mencionaron con anterioridad sobre la reducción de erosión, frecuencia de inundaciones y una mejor calidad de agua.

#### **2.4.2.5 Casos de Valoración Contingente utilizados para el determinación de la voluntad de pago y estimación del costo real para el agua potable.**

##### **- Estudios de Voluntad de Pago**

En su revisión y análisis de casos (Shultz, 1997) discute sobre algunos de los problemas presentados con la Valoración Contingente aplicados al recurso agua en Centroamérica y el Caribe. Dentro de las observaciones más importantes mencionadas están, que en la mayoría de los estudios se han utilizados en las encuestas el formato de pregunta abierta con marcos informativos (situación real en que se encuentra el recurso natural) y escenarios contingentes insuficientemente detallados (descripción explícita del cambio propuesto para el recurso).



Además estos se basaron en muestras pequeñas de la población y estuvieron expuestas a en principio a los sesgos de culturales - estratégicos vinculados por la aplicación de encuestas personales a pobladores locales.

El problema del formato de preguntas abiertas, aunque estos son relativamente fáciles de diseñar y administrar, sus resultados a menudo son muy hipotéticos y alejados de la realidad del mercado. Además están relacionados con los sesgos estratégicos vinculados con la sobrestimación o subestimación intencionales de la disponibilidad de pago (DP). Para el autor el formato más utilizado es el dicotómico ya que la respuesta si/no es casi la misma que utiliza el consumidor en el mercado. Se ha demostrado que este formato de pregunta minimiza los sesgos hipotéticos y estratégicos y es congruente con la teoría de maximización de las utilidades, lo que facilita el calculo con buena base estadística de los valores medios de laa disposición de pago.

El Centro Científico Tropical (1995), realizó los primeros intentos en determinar el Valor Económico Ecológico del agua aplicando, entre otros métodos, el de Valoración Contingente, implementados en las provincias de Guanacaste y Limón.

Donde se manifestó una satisfactoria disponibilidad de pago, obteniéndose valores que podían incrementar las tarifas hasta un 82%, esto para dos comunidades de la provincia de Guanacaste.

Otro estudio realizado por (Hahn, 1996) en Matapalo de Santa Cruz, Guanacaste sobre el agua potable y la evaluación contingente concluyen que los factores socioeconómicos que tienen un vinculación clara y positiva con la voluntad de pago (VDP), fueron los ingreso per capita y el tamaño de la familia. Así mismo las mujeres mostraron una (VDP) superior, una edad mayor resultó en una (VDP) inferior.

Además menciona que los derechos de propiedad y el uso de los acuíferos de la región no son bien definidos, esta característica de los acuíferos de libre acceso resultan en que el agua subterránea se esté agotando mas rápidamente.

Se recomienda que el (A y A) debe cambiar el bloque de consumo mínimo, bajar el cargo fijo y subir sustancialmente la parte variable para todos los sistemas de medición de agua y establecer costos marginales crecientes especialmente en la época más crítica (en verano).

En su estudio de disposición a pagar para la sostenibilidad del servicio hídrico en el sector doméstico costarricense, Barrantes y Castro, (1998 b) encontraron para la Región Chorotega variable de gran relevancia para el presente estudio:

- Ingreso mensual (colones /mes) mínimo = 10000  
máximo =50000

-Pago mensual por el servicio de agua potable (colones /mes)

Promedio=1992      Mínimo=350      Máximo=6000

- Opinión sobre la tarifa que se paga por el servicio de agua potable (Porcentaje)

Barato = 16.67      Cara = 29.17      Adecuada = 54.17

- Dificultad para pagar mensualmente el servicio de agua potable ( porcentaje)

SI = 24.66      NO = 73.97

- Opinión sobre las condiciones del servicio de agua potable (porcentaje)

. Satisfacción con el servicio de agua = 85.33

. Satisfacción por cantidad de agua = 93.47

- . Confianza en la calidad de agua = 78.95
- . De acuerdo con medidores = 86.49
  
- Disponibilidad de pago para proteger el recurso hídrico por parte de los usuarios del servicio de agua potable ( colones/mes)  
  
    .Protección de nacientes = 244 (la mayor a nivel nacional)
- . Mantener el flujo constante = 228
  
- Disponibilidad de pago para mantener la calidad y cantidad de agua potable permanentemente (colones/mes)  
  
    .Mantener cantidad = 109
- . Mantener calidad = 115

Encontró (Valera. 1998) que la Voluntad de pago (VDP) por familia, para el mejoramiento y protección de los recursos hídricos de la cuenca del río Tárcoles, Costa Rica fue de 21545.4 colones (US\$82.87) y 21020 colones (US\$80.85) con el método de Single-Boundend y el Double - Bounded respectivamente, mencionando que el segundo método presentó intervalos de confianza más estrechos.

Si se tiene una muestra suficientemente grande como en este caso (997 encuestas) los métodos de análisis anteriores no presentan diferencias significativas, además si se puede tener un marco muestral bien definido y lograr hacer estratificaciones de la población como se tiene en nuestro caso de estudio, esto producirá mayor precisión de los valores de la media de la voluntad de pago, al reducirse la varianza de la población por efecto de la estratificación.

**- Estudios de estimación de costos ambientales.**

Son pocas las experiencias que se han realizado a nivel latinoamericano con respecto a la determinación de costos reales que debería tener el recurso agua y uno de ellos fue elaborado por Barrantes y Castro, (1998 a) cuyo propósito fue el de valorar los servicios ambientales hídricos ofrecidos por los bosques de Costa Rica. Dentro de los resultados más relevantes que encontraron fue que no se reconoce el servicio ambiental de los bosques en su función de captación de agua, ni los costos de protección. Por lo que proponen que la tarifa de agua se debe estructurar tomando en cuenta aspectos como el servicio ambiental de los bosques en su función de captación de agua, los costos de protección y mantenimiento con la finalidad de asegurarse con ello una oferta continua y permanente del recurso para el abastecimiento de la población. Además a la tarifa actual se le debería agregar el valor de tratamiento post servicio (limpieza del agua) y un rubro de ahorro/inversión que permita a las distintas instituciones responder oportunamente con el desarrollo de infraestructura.

## **2.5 DESCRIPCION DE LA CUENCA DEL RIO EN MEDIO.**

### **2.5.1 Ubicación Geográfica.**

La cuenca del Río En medio está ubicada en la Provincia de Guanacaste, en el Distrito primero (Santa Cruz), sétimo (Diriá) y tercero (27 de Abril) del Cantón de Santa Cruz. (Ver figura 3.)

Se encuentra entre las coordenadas de proyección Lambert: horizontal 233 – 251 y vertical 357 – 369 en las hojas cartográficas de Diriá 3046I y Cerro Brujo (3046 II) escala 1:50000.

### **2.5.2 Superficie y Tenencia de la Tierra.**

El área de la cuenca del Río Enmedio es de 10 091 ha 5193m<sup>2</sup> (Ver figura 10 y cuadro 12) de la cual según registros de la Oficina Regional del MINAE en Santa Cruz, el estado tiene protegidas a través de compras y traspasos de tierras 2 883 ha, en la cuenca alta. Se ha calculado que el área necesaria total a manejar y proteger en la cuenca alta y media para dar sostenibilidad a la productividad hídrica y demás recursos naturales es de 6814 ha 6431m<sup>2</sup> (Ver cuadro 13). Por lo que a este momento se encuentran en propiedad privada 3 931ha 6431m<sup>2</sup> (60%) que son prioritarios para el manejo y protección de los recursos naturales en la cuenca.

### **2.5.3 Características Biofísicas de la Cuenca.**

- **Zona de Vida.**

Reporta Herrera, (1992) que el área de estudio presenta dos zonas de vida, Bosque húmedo tropical (Bh-t) y bosque muy húmedo premontano (bmh-p) limitado por la cuenca alta del Río En medio, sobre los 600 metros de altitud

- **Vegetación Original**

Por los procesos de colonización de estas zonas entre los años 1950 y 1970 se destruyó prácticamente todo el bosque primario, actualmente se encuentran pequeños reductos de bosque primario intervenido en la cuenca alta y el resto de la vegetación existente es de bosque secundario con una edad aproximada que oscila entre 12 a 15 años, tacotales y bosques de galería en las riberas de los ríos Enmedio y Tigre. Esto se determinó a través de consultas personales a finqueros que viven en la cuenca.

- **Topografía.**

En la cuenca baja se encuentran una zona plana (Arado) con pendientes entre 2-5%.

En la cuenca media y alta predominan las pendientes muy fuertes (20% - 35%) a escarpado a muy escarpado (60 – 75%) y faraloso principalmente en la cabecera del río. El sector del Bosque Nacional Diríá se levanta desde los 120 mts en el nivel del río hasta los 983 mts de altitud del Cerro Vista al Mar, el segundo más alto de la Península de Nicoya.

- **Hidrogeología de la Cuenca.**

La cuenca alta del río Enmedio es una importante zona de recarga de acuíferos aluviales de donde la población de Santa Cruz toma la mayoría de agua para consumo humano.

En al área del poblado de Arado, se localizan depósitos aluviales en las zonas planas, las cuales constituyen un acuífero importante del tipo freático, cuya litología consta de limos, arcillas, arenas y gravas.

En consultas realizadas por Herrera, (1992) al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) sobre la producción de agua de los pozos profundos que abastecen la ciudad de Santa Cruz, éste encontró que aparentemente en época de verano la misma ha bajado de 64 l/s (1992) a 37 l/s (1996). Esto nos hace pensar que probablemente han sucedido cambios en el comportamiento del acuífero debido a factores como: alteración en el régimen pluviométrico, deforestación, mal uso del suelo, crecimiento de la población y en general deterioro ambiental de la cuenca.

#### **4.5.4 Problemas Ambientales de la Cuenca.**

- **Incendios forestales.**

Los incendios forestales son uno de los problemas que más afectan los recursos de flora y fauna de esta zona, todos los años se presentan en la estación seca y causan grandes alteraciones.

- **Extracción ilegal de recursos de flora y fauna.**

Esto ha sido a través de los años una costumbre de las comunidades que lo realizan como forma de subsistencia, además se da la cacería por comercio y deporte. El área se ve afectada por estas actividades amenazando así sus poblaciones silvestres.

- **Tenencia de la tierra.**

Actualmente el 60% de las áreas prioritarias para la producción hídrica sostenible se encuentra en propiedad privada.

Esto se determinó a través de la elaboración de mapas de uso actual y uso recomendado los cuales se presentan en las figuras 10 y 11.

- **Deforestación.**

Aunque el proceso de deforestación masiva que se dio en esta zona, fue década pasadas es sin duda alguna un problema latente, debido a que las personas que viven en la cuenca alta del río Enmedio constantemente cortan árboles para las necesidades de madera de sus fincas y venta comercial.

- **Mal uso del suelo.**

Como se ha venido describiendo en la cuenca alta del río los terrenos son escarpados, pedregosos y los suelos poco profundos (40 cm), por lo que las tierras son de vocación eminentemente forestal, lo que ha provocado un sobre uso y mal manejo del recurso suelo.

- **Otros problemas.**

Los anteriores problemas se agravan por la falta de presupuesto para desarrollar acciones tendientes al manejo del área como son: la compra de tierras de bosque prioritarias para la producción hídrica, falta de personal para vigilar adecuadamente los recursos naturales de la zona, medios económicos para operar adecuadamente (transporte, combustible, logística, equipo etc.) e implementación masiva de programas de educación ambiental.



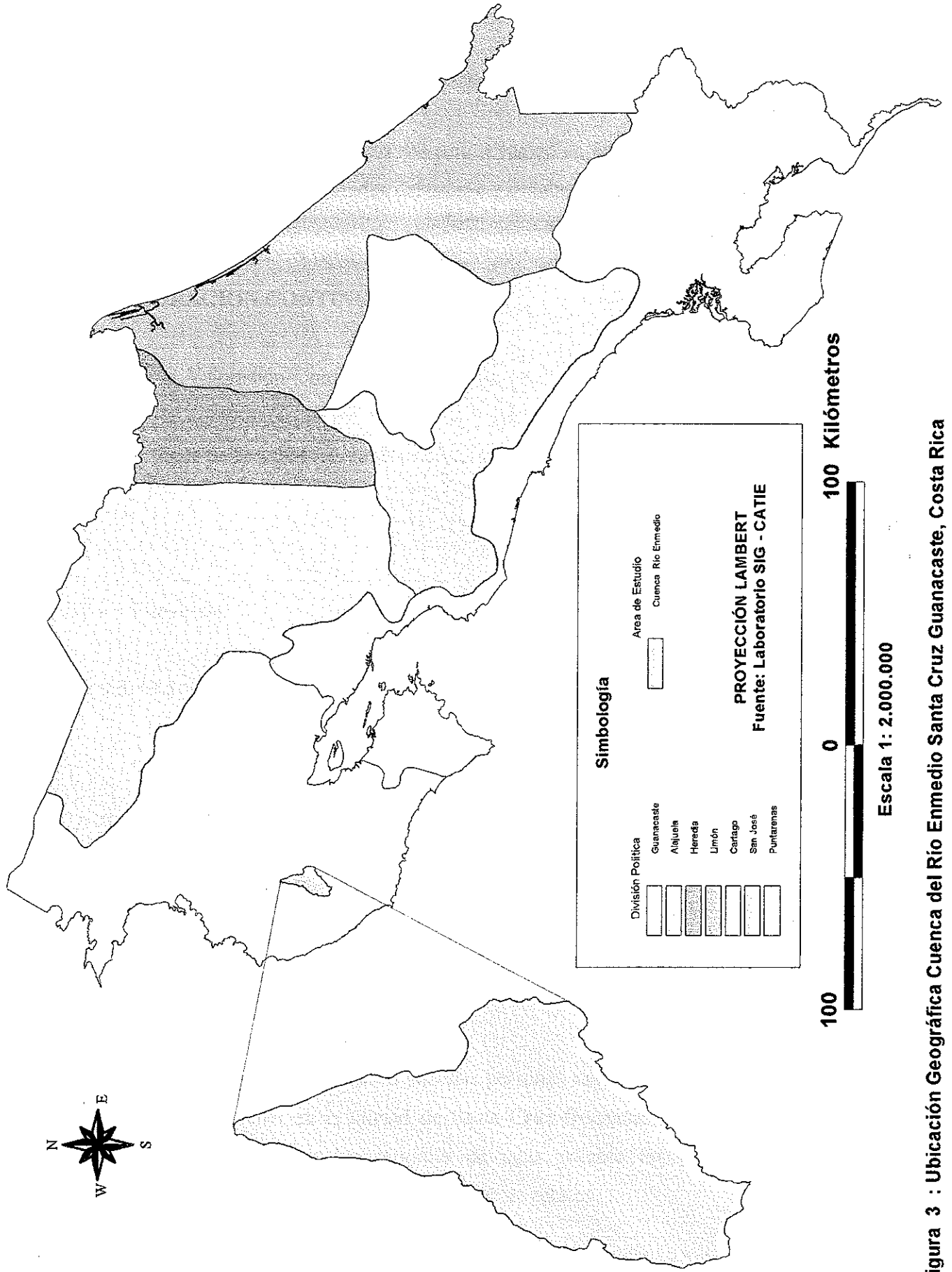


Figura 3 : Ubicación Geográfica Cuenca del Río Enmedio Santa Cruz Guanacaste, Costa Rica

### **III- METODOLOGIA**

En el Anexo 1 se presenta el desarrollo metodológico en forma esquemática que ha sido utilizado para obtener los resultados del presente estudio.

#### **3.1 VALORACION CONTINGENTE.**

Se aplicó la Valoración Contingente (VC), la cual determina mediante el empleo de encuestas la disposición de los individuos a pagar por mejoramientos hipotéticos de diferentes tipos de recursos naturales o servicios ambientales sin precio de mercado (Shultz, 1997).

##### **3.1.1 Encuestas**

Primero se diseñaron las encuestas tomando en cuenta los siguientes parámetros

###### **3.1.1.1 Establecimiento de Objetivos.**

- Determinar la voluntad de pago de los usuarios del servicio de agua potable, por un mejoramiento de la calidad del agua en la ciudad de Santa Cruz, Guanacaste.

###### **3.1.1.2 Población Objetivo**

La población objetivo, fueron aquellas personas mayores de 18 años, que viven permanentemente en la ciudad de Santa Cruz Guanacaste, y son usuarios que pagan las tarifas de los servicios de agua potable tanto de Acueductos y Alcantarillados (A y A) como los acueductos rurales

La encuesta se aplicó en el área urbana (centro), barrios periféricos, y dos distritos (Arado, San Juan) del cantón de Santa Cruz que utilizan agua captada por la cuenca del Río Enmedio. Dicha encuesta se llevó a cabo entre los meses de febrero - mayo de 1999.

### 3.1.1.3 Marco Muestral.

El marco muestral fue la lista de los usuarios del servicio de agua potable (AyA) y la lista de usuarios de acueductos rurales en el área de influencia de la cuenca en estudio.

**Cuadro 1: Cantidad de abonados del servicio de agua potable del (Ay A) y acueductos rurales.**

Localidad	Tarifa con Medidor					Servicios Fijos					Total
	1	2	3	4	Sub Total	1	2	3	4	Sub total	
<b>Santa Cruz</b>	2612	160	87	54	2913	39	6	5	16	66	2979
<b>Arado</b>	100				100	200				200	300
<b>San Juan</b>	83				83	66				66	149
<b>Total</b>	2795	160	87	54	3096	305	6	5	16	332	3428

**Fuente:** AyA, Acueductos Rurales

\* Tarifa 1 = Casas de habitación

\* Tarifa 2 = Oficinas pequeñas

\*Tarifa 3 = Hoteles, bares, comercio en general

\*Tarifa 4 = Iglesias, escuelas, policía

#### **3.1.1.4 Diseño de Muestreo.**

Se realizó un muestreo estratificado basado en características por tipo de usuario (Ay A, acueductos rurales) y dentro de ellos por tarifas de usuarios (con medidor, sin medidor). Los estratos de tipo de usuario son el centro de la ciudad (barrios) y 2 distritos rurales. Para el caso de AyA también se dividió según las tarifas a que pertenecen los usuarios.

Los anteriores estratos se definieron bajo las siguientes características con la finalidad de mejorar la estimación de la varianza.

- Los estratos son mutuamente excluyentes, o sea una persona no puede pertenecer a dos estratos.
- La suma de los estratos es igual a la población total.
- Entre los estratos los elementos son homogéneos y entre estratos son muy heterogéneos.

#### **3.1.1.5 Tamaño de Muestra**

Para muestreos estratificados hay dos preguntas que responden referentes al tamaño de la muestra. 1) ¿ Cuanto es  $n$ ? y 2) ¿ Cómo distribuirlos en los estratos?.

Estadísticamente se puede determinar el tamaño de muestra basado en criterios como:

- La confianza que se debe tener en los estimadores
- La precisión o error máximo permisible
- Variabilidad de la población, obteniendo la varianza de la población

En nuestro caso asumimos que la variable de respuesta Voluntad de Pago es una variable de tipo binomial (50% sí, 50%no).

Una vez establecido esto, se puede determinar el tamaño a muestrear a través de:

- Una prueba piloto
- Estimando un porcentaje de variabilidad según conocimientos y experiencias previas de la población
- Asumir la máxima variabilidad posible 50% sí, 50%no, lo cual se hizo en nuestro caso.

Fórmula a utilizar:

Como se explicó anteriormente se estimó el tamaño de la muestra como una proporción poblacional. La fórmula para el tamaño de muestra ( $n$ ) para un límite dado  $B$  del error de estimación es la siguiente, aquí  $\sigma^2$  esta dado por  $p_i q_i$  (Scheaaffer, Mendenhall y Ott, 1987)

$$n = \frac{\sum N_i^2 p_i q_i / w_i}{N_i^2 D + \sum N_i p_i q_i} \quad [1]$$

Donde:  $n$  = número de muestra.

$N$  = tamaño de la población.

$w_i$  = Fracción de observación asignada al estrato  $i$ ,  $w_i = N_i / N$

$p_i$  = Es la proporción poblacional del estrato  $i$ , en nuestro caso

$p_i = 0.5$ ;  $q_i = 1 - p_i$   $q_i = 0.5$

$D$  = Precisión o límite del error establecido por el investigador en nuestro caso será

$D = B^2 / 4$ , a un nivel alfa ( $\alpha = 0.05$ )

Para responder a la pregunta como distribuir (n) a los estratos, esto se realizó con la Alocación Proporcional a través de la siguiente fórmula:

$$n_i = n \frac{N_i}{N} \quad [2]$$

Donde:

$N_i$  = Tamaño de los estratos  $N_i$

$N$  = Tamaño de la población

El cálculo de (n) fue de 373 encuestas, lo anterior es el tamaño de muestra y su distribución en forma estadística pero en el campo se realizaron 387. No hay que olvidar que la aplicación de la encuesta, también está condicionada a una serie de situaciones que se deben de tomar en cuenta como son, el presupuesto disponible y el tiempo de ejecución (3 a 4 meses) que en la mayoría de los casos son los parámetros decisivos para alcanzar el tamaño de muestra óptimo. Por esto es que se ha planificado en detalle la encuesta, tomando en consideración estos aspectos los cuales minimizan el riesgo de situaciones imprevistas.

#### **3.1.1.6 Método de Medición.**

Se aplican entrevistas personales.

#### **3.1.1.7 Instrumento de Medición.**

Se diseñaron cuestionarios con la finalidad de minimizar los diferentes sesgos que se presentan en este tipo de encuestas, como los sesgos instrumentales (de vehículo de pago, de la información, del entrevistador, de la muestra) y los no instrumentales (de la hipótesis, estratégico). La encuesta se presenta en el anexo 2.

### **3.1.1.8 Prueba Piloto**

Previamente se identificaron grupos focales como son: Comités de Agua, Cámara de Comercio, Asociaciones de Desarrollo, entre otros. Lo que se pretende con esta prueba es mejorar y calibrar la encuesta definitiva en aspectos como lenguaje utilizado, conceptos que eran confusos o poco claros para los entrevistados. Además el resultado de estas pruebas permitió definir el rango de la VDP para el método dicotómico o sea los BIDS, término en inglés, que describe las tarifas de dinero que se proponen a los encuestados, para este caso encontramos que el rango de la Voluntad de Pago (VDP) está entre el rango 100 a 500 colones siendo 500 la máxima voluntad de pago de los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de Santa Cruz.

### **3.1.1.9 Organización del Trabajo de Campo.**

La ejecución de las encuestas se realizaron en la época seca en la zona, la cual se da entre los meses de febrero y mayo.

Dentro de los criterios para el trabajo de campo están:

- En el caso del centro de la ciudad, para el área de comercio se tuvieron mapas y en forma aleatoria se seleccionaron las cuadras y dentro de ellas se encuestaron tanto los comercios como las casas.
  
- De igual manera en el caso de los barrios y áreas rurales se identificaron las cuadras que aleatoriamente se seleccionaron y dentro de ellas se procedió como se mencionó anteriormente.
  - La aplicación de todas las encuestas se hizo por una sola persona.

### 3.1.2 Estructura de la Encuesta

Posteriormente después de la prueba piloto se hicieron las modificaciones del caso al formato original de la encuesta (Ver Anexo 2), seguidamente se describe la estructura de la encuesta.

- La primera sección (información sobre el bien) busca definir el conocimiento que tiene la población sobre los problemas ambientales de su comunidad y su uso.
- La segunda sección, trata de describir la función de los bosques de la cuenca con respecto a la producción hídrica (función de captación, infiltración, regulación de efectos de inundación). Además se presentaron un set de fotos donde se observa una cuenca con cobertura forestal y una totalmente degradada. Seguidamente se realizaron preguntas sobre el servicio de agua potable que tienen y aspectos de calidad de agua.
- En la tercera sección, se presentaron las modificaciones propuestas y beneficios que traerían a la comunidad el mejoramiento de las condiciones deterioradas de la cuenca en la producción de agua.
- La cuarta sección hace la pregunta de la Voluntad de Pago (VDP) ¿Estaría usted dispuesto (a) a pagar en la tarifa de agua un monto adicional de \_\_\_\_\_ (Colones) en la época de verano que se destine a proteger los bosques donde se captan gran parte del agua que usted utiliza, con la finalidad de mejorar así la calidad y suministro permanente de agua en su comunidad?

SI

NO

La VDP se determinó en una sola ronda de preguntas Sí o No, los Bids se asignaron a cada encuesta en forma predeterminada antes de su aplicación,



distribuyendo uniformemente los rangos (100 – 500) entre la cantidad de encuestas totales a realizar (387) encuestas, luego se mezclaron aleatoriamente y se aplicaron.

Es importante aclarar que se decidió preguntar por un monto adicional total y no por el consumo de agua ( $m^3$ / mes), debido que los usuarios del servicio manejan más el concepto de pago total de su recibo de agua y no su consumo.

- En la cuarta sección se pregunta por las características socioeconómicas de la población (ingreso, nivel de educación, etc.)

### **3.1.3 Variables independientes.**

Las siguientes variables que se incluyeron en el diseño de la encuesta se consideraron de gran relevancia para ayudar a explicar la VDP de los usuarios del servicio de agua potable por un mejoramiento de la calidad de agua en su comunidad.

Cuadro 2 : Variables Incluidas en la Encuesta.

Variables	Valores
Problemas ambientales	Sí=1 No=0
- Deforestación	Sí=1 No=0
- Contaminación de agua	Sí=1 No=0
- Quemaz	Sí=1 No=0
- Basura	Sí=1 No=0
- Otros	Sí=1 No=0
- Ninguno	Sí=1 No=0
Uso de ríos	
- Recreación	1
- Reservas de agua	2
- Irrigación y abrevadero	3
- Otros.	4
Uso de bosques	
- Conservación	1
- Manejo Sostenible	2
- Producción agrícola	3
- Ecoturismo	4
- Otros	5
De quien es obligación manejar y conservar los bosques y ríos.	
- Sector productivo	1
- Gobierno	2
- El contaminador	3

- Comunidad	4
- Todos	5
Quien le provee el agua	
- A y A	1
- Acueducto comunal	2
- Pozo propio	3
- Otros	4
Le gustaría recibir agua de buena calidad	Sí=1 No=0
Usted tiene medidor	Sí=1 No=0
Aceptaría tener medidor	Sí=1 No=0
Existe época en la cual le falta el agua.	Sí=1 No=0
Calidad de agua	
- Buena	1
- Regular	2
- mala	3
Cuánto paga por el agua	#
Tipo de tarifa	Fija =1 Con medidor =2

Institución administradora	A y A=1 Acueducto Rural =2
Tarifa A y A	
- Domiciliaria	1
- Ordinaria	2
- Reproductiva	3
- Preferencial	4
Precio del Agua	
- Barato	1
- Adecuado	2
- Caro	3
BID ó tarifa propuesta	# (100-500)
Voluntad de pago (VDP)	Variable dependiente
Porque no quiere pagar	
-Incapacidad económica	1
- Desconfianza en el gobierno	3
- Gobierno debe pagar	4
- No cree que los fondos sean usados en tales obras.	6
- las acciones de MINAE no son suficientes.	7
Es jefe de familia	Si=1 No=0
Edad	#
Sexo	Masc =1 femenino =2

Nivel de educación	
- Primaria	1
- Secundaria	2
- Universidad	3
- Otros	4
Ingreso	
< 30.000	1
31.000 – 50.000	2
51.000 – 75.000	3
76.000 – 100.000	4
101.000 – 150.000	5
151.000 <	6

### 3.1.4 Procedimiento de Análisis

#### 3.1.4.1 Análisis Logístico.

El análisis Logit del formato dicotómico corresponde a la técnica no lineal de la estimación por el método de Máxima Verosimilitud que ha sido usado para analizar la relación entre una variable dependiente binaria o dicotómica y una o más variables independientes continuas o discretas. En un estudio de Valoración Contingente, la ecuación logística describe el patrón de respuestas positivas y negativas (“sí”/“no”) que se obtiene a diferentes cantidades alternativas de dinero de VDP propuestas a los encuestados. El rango de valores de disponibilidad de pago que es usado, debe determinarse previamente con una encuesta piloto con

pago que es usado, debe determinarse previamente con una encuesta piloto con preguntas abiertas (Loomis, 1988). La siguiente ecuación expresa la probabilidad logística estimada de respuestas “sí”/”no”:

$$Z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + u_i \quad [ 3 ]$$

Donde: Z es la variable dependiente y está asociada a la ecuación 2:

$$Z = \log \frac{\text{(probabilidad de sí)}}{\text{(probabilidad de no)}} \quad [ 4 ]$$

$b_0, \dots, b_n$  son los coeficientes estimados de los parámetros,

$x_1$  = la disponibilidad de pago expresada en cantidad de dinero,

$x_2, \dots, x_n$  son las variables independientes que influyen la VDP

$u_i$  es el término del error.

Después de estimar el anterior modelo logístico, las probabilidades predichas se pueden calcular usando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{e^Z}{(1 + e^Z)} \quad [ 5 ]$$

Donde: P = la probabilidad de respuestas positivas (“sí”) a la pregunta de VDP, y

Z = el estimado logístico de la probabilidad de una respuesta positiva.

El análisis Logit involucra el especificar correctamente el modelo donde la variable dependiente es conocida por ser una función no lineal de sus variables independientes. Por esta razón, con un tamaño de muestra grande, los coeficientes estimados de una regresión Logit son asintóticos, insesgados y eficientes, sin problemas de homocedasticidad del error o multicolinealidad entre sus variables independientes. Por ello se permiten utilizar pruebas de “t” para la interpretación de los coeficientes de una manera similar como si se usara el método de “Cuadrados Mínimos del Error” (OLS) cuando el tamaño de la muestra es grande. Actualmente existen dos variantes del formato dicotómico que se utilizan, dependiendo del grado de confiabilidad estadística que se desea obtener, al determinar los coeficientes de la ecuación logística.

Los modelos Logit, usando variables dependientes dicotómicas tienen muchas ventajas sobre las otras técnicas para determinar VDP. En muestras relativamente amplias, los coeficientes obtenidos por una regresión logística son insesgados y eficientes en relación con el término de perturbación escolástica. (Pinazzo.J y Shultz.S. 1996)

La primera variante es el método tradicional llamado en inglés “**Single Bounded**” (SB), lo que puede traducirse como “**Límite Unilateral**”. En esta variante o método sólo se realiza una sola pregunta de VDP a los encuestados y es la diferencia fundamental con la segunda variante cuyo nombre en inglés corresponde a “**Double Bounded**” (DB) o “**Límite Bilateral**”, donde se realiza una segunda pregunta dicotómica que depende de la respuesta de la primera pregunta que dieron los encuestados: Si la primera respuesta es “Sí”, el segundo BID es una cantidad algo mayor que el primer BID; mientras, si la primera respuesta fue “No”, entonces el segundo BID es una cantidad algo menor (Haneman et. al., 1991).

Según Haneman et. al. (1991), el método del límite simple es fácil de entender para los encuestados, los cálculos son menos complicados, pero se requiere de una muestra grande para obtener resultados confiables.

Sin embargo, la eficiencia estadística de este método se mejora apreciablemente

cuando se realiza la segunda pregunta dicotómica.

### 3.1.4.2 Estimación de la media del valor de voluntad de pago (VDP)

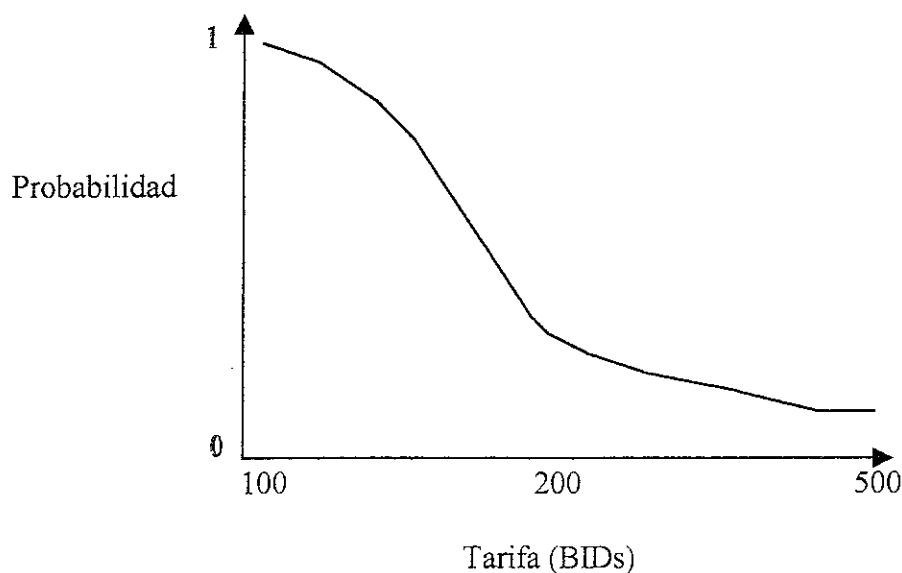
Conceptualmente, el valor esperado o media de VDP de una muestra de la población, está representado por el área bajo la curva de la distribución acumulativa (Figura 2).

Este valor puede ser obtenido a través de cualquier proceso matemático o geométrico de integración. Para estimar el valor promedio de la VDP, se debe obtener la integral de función inversa de la distribución acumulativa, la cual está representada por la siguiente ecuación:

$$\text{VDP}_{\text{promedio}} = \int^+ [1 - F_d(\$x)] d(\$x) \quad [6]$$

$F_d$  = Función de distribución acumulada para "d"

$d$  = término del error representando la diferencia de utilidad entre los encuestados. (Shultz y Lindsay, 1990).



**Figura 4: Representación de una curva logística de VDP.**



La determinación de la media por el método anterior, es ampliamente facilitado a través del uso de un programa de integración numérico. Esto requiere la estimación de una regresión logística (como la representada por la ecuación 6 y en la figura 4), el insumo de la constante obtenida y coeficiente de la disponibilidad de pago, y finalmente la especificación de un nivel de truncación.

Es decir, el nivel donde se corta la curva logística para propósitos de la integración entre la máxima probabilidad de respuestas positivas y el máximo BID aceptado, el cual para muchos investigadores representa la mayor cantidad de disponibilidad de pago (Loomis, 1989).

La fórmula que se debe usar para determinar el valor promedio de la VDP en un análisis logístico, depende en gran medida del modelo utilizado. Hanemann (1984), propone la siguiente ecuación para modelos que utilizan variables independientes adicionales, con el propósito de cambiar la expresión logística y mejorar la bondad de ajuste del modelo:

$$\Delta v = \alpha - \beta A, \text{ con } \beta > 0. \quad [7]$$

Donde  $\alpha$  es una constante que se calcula al multiplicar cada uno de los coeficientes obtenidos por su media con la excepción de la variable VDP. Los coeficientes son obtenidos por estimación de la regresión logística. Estos productos son sumados y agregados a la constante original o valor del intercepto. Beta ( $\beta$ ) es el coeficiente para la variable voluntad de pago (A).

Variable	Coefficientes
Intercepto	$B_0$
Bids	$B_1$
$X_2$	$B_2$
$X_3$	$B_3$

En este modelo particular, la mediana de la distribución del verdadero valor de la VDP coincide con su media. El estimado de la mediana puede ser obtenido, al dividir la constante  $\alpha$  por el coeficiente de la disponibilidad de pago  $\beta$ :

$$\text{Mediana} = \alpha / \beta_1 = \text{media.} \quad [ 8 ]$$

$$\alpha = B_0 + (B_2 X_2 + B_3 X_3 + \dots + B_n X_n)$$

Esta fórmula permite asumir valores de VDP negativos, independiente del signo de  $\alpha$ . Hanemann (1984), es partidario de usar tanto la “mediana” como la “media” para realizar las inferencias sobre la población, especialmente en casos donde los puntos fugados u “outlier’s” pueden existir y el sesgo de truncación es un problema resultante de cantidades inadecuadas de voluntad de pago u otras anomalías. Virtualmente todos los investigadores reportan tanto sus medias como sus medianas derivadas de los estimados de VDP.

### 3.1.4.3 Estructura de Análisis de Datos

Se codificó cada variable de la encuesta como se muestra en el cuadro anterior para luego digitar los datos en la hoja electrónica Excel.

La base de datos se procesó en el programa Statistical Analysis System (SAS), realizando dos tipos de análisis que seguidamente se describe.

#### **Análisis Descriptivo:**

Aquí se realizaron análisis en términos absolutos (frecuencia) y porcentajes de todas las variables calificativas y se determinaron las medias aritméticas de las variables cuantitativas.

### Modelo Econométrico.

El análisis multivariado de los datos se realizó con el método “Single Bounded” o límite simple, que consiste en preguntar a las personas si está dispuesto a pagar un monto de dinero (BID) adicional a la tarifa que paga actualmente por un mejoramiento de la calidad del agua en su comunidad.

Se utilizó un modelo dicotómico logístico, donde el logaritmo de la probabilidad (p) de una respuesta positiva “Sí” sobre la probabilidad de una respuesta “No” a la pregunta de VDP, se tomó como variable independiente.

$$\text{Ln} (P^{\text{SI}}/P^{\text{NO}}) = B_0 + B_1 \text{ BID} + B_2 V_1 + B_3 V_2 + B_4 V_4 \dots B_{20} V_{20} + U_i \quad [ 9 ]$$

Antes de empezar a realizar el análisis logístico, se hicieron pruebas estadísticas tendientes a determinar multicolinealidad (relación entre las variables independientes) que pueden reducir en forma drástica la precisión con que se logran estimar los coeficientes del modelo (errores estándares muy altos).

La prueba realizada fue la matriz de correlación Pearson entre las variables independientes, en la cual se detectó correlación entre algunas variables por lo que se obtuvo un modelo reducido al eliminarse las variables correlacionadas o que no eran significativas con un  $\alpha$  de 0.05 al modelo.

Con los coeficientes del modelo reducido se calculó la probabilidad predicha (probabilidad que una persona puede contestar Si, cuando los valores de cada una de las variables independientes es igual a su valor medio).

$$\text{Modelo Reducido} = \text{Ln} (P^{\text{SI}}) = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + B_3 X_3 \dots = W \quad [ 10 ]$$

$$\text{Valor de una probabilidad predicha es } P^{\text{SI}} = 1 - (1 + e^W)^{-1} = \% \quad [ 11 ]$$

### **3.1.5 OFERTA HIDRICA DE LA CUENCA Y USO ACTUAL.**

#### **3.2.1 Uso actual.**

Se determinó el uso actual de la cuenca con la finalidad de calcular la cantidad de bosque existente como prioridad y los otros usos del suelo; ésta se hizo a través de recorridos con vehículo doble tracción por todos los caminos de acceso del área, ubicando vistas panorámicas y corroborando en el sitio las diferentes actividades que se estaban haciendo. Esto se facilitó por el hecho de que la mayoría de la cuenca media y alta del río En medio se encuentra bajo cobertura de bosque (secundario y primario intervenido), debido al abandono de las actividades productivas (ganadería y agricultura) que se realizaron en estas áreas hace aproximadamente 12 a 15 años.

Mediante recorridos por toda la cuenca, ubicación de sitios panorámicos y corroboración de las áreas en el lugar exacto se determinó el uso actual de la cuenca en un mapa a una escala de 1:50000 (Ver figura 10) Las áreas boscosas se clasificaron por su composición y estructura; en bosques secundarios y bosque primario intervenido. La elaboración del mapa se facilitó ya que los usos de la tierra se encuentran bien definidos y en su mayoría en bloques completos sin mucha mezcla entre los usos. Los mapas se digitalizaron en el sistema de información geográfica (GIS) con el programa ARC INFO y se generaron con ARC VIEW.

#### **3.2.2 Medición de aforos.**

Previa a la medición se seleccionaron los puntos de aforo en las dos vertientes más importantes de la cuenca; los cuales se ubican en las cuencas altas de los ríos En medio y Río Tigre. Los criterios de selección que se tomaron en cuenta fueron primero que en el punto de aforo siempre corriera agua aún en los meses mas secos (marzo – abril), segundo que el punto de medición estuviera en un lecho rocoso a ambos márgenes del río, con la finalidad de que se midiera la totalidad del agua que pasaba por ese punto.

Se realizaron mediciones entre los meses de febrero a mayo, por una cuadrilla especializada en ese tipo de trabajos de Acueductos y Alcantarillados (A y A), el instrumento utilizado fue el Molinete, la frecuencia de medición fue una vez al mes.

### **3.2.3 Cálculo de la productividad hídrica mínima de la Cuenca.**

Es importante hacer la aclaración que lo que se midió en el aforo es caudal total subterráneo, por el hecho de que en época de verano (sequía), en la cuenca del río En medio, los ríos se secan y no hay caudal superficial, excepto en los puntos de aforo realizados los cuales se ubican en la parte alta de la cuenca los que corresponden al caudal subterráneo.

Una vez obtenida la medición de escorrentía superficial en la cuenca alta del río En medio y Tigre, se calcularon las áreas arriba del punto de medición de aforo que influenciaban la recolección de aguas hacia ese punto. Se calculó el caudal unitario de las dos subcuencas, dividiendo el caudal de cada río (l/s) entre sus respectivas áreas; de estos caudales se sacó un promedio de las dos cuencas. Se calculó el caudal medio unitario de las dos subcuencas.

El caudal medio unitario multiplicado por el área total de la cuenca nos da la producción hídrica mínima de la cuenca (litros por segundo).

Para convertir el dato de litros por segundo (l/s) a metros cúbicos por año ( $m^3/año$ ) se dividen estos entre 1000 y para pasar a ( $m^3/s$ ), se multiplican por la cantidad de segundos que tiene un año (31536000 seg/año) para obtener el volumen de agua producidos en ( $m^3/año$ ).

### 3.2.4 Cálculo de lo que puede abastecer (personas y años) la cuenca con su crecimiento poblacional

El consumo diario de los usuarios del servicio de agua potable en la cuenca ( $m^3$  /individuo/día) se obtuvo de registros de los recibos de cobro en la oficina regional del A y A en Santa Cruz. Este consumo multiplicado por el porcentaje de desperdicio por pérdidas de agua (fugas, desperdicios y otras), dato que ha calculado el personal técnico del A y A, el cual por consulta personal se determinó que es de un 35%. Con esto se puede calcular el consumo en la estación de bombeo que sería el consumo total de agua potable extraído de los pozos profundos de donde se abastecen todos los usuarios. Además se conoce la tasa anual de crecimiento de la población de Santa Cruz (1.46%) la cual se explica en el anexo 3 y el número de personas que actualmente se abastecen del servicio (14680 personas), datos obtenidos de registros en la oficina regional del A y A en Santa Cruz. A través de la siguiente fórmula podemos calcular el número de años que puede crecer la población con la tasa de crecimiento mencionada antes de que el volumen de agua producida por la cuenca no sea suficiente y empiece a haber escasez del recurso.

Esto se calculó con la siguiente fórmula de interés compuesto (Caballero, 1999)

$$CF = CP * (1 + i)^n \quad [ 12 ]$$

Despejando:

$$n = \frac{\ln(CF / CP)}{\ln(1 + i)}$$

Donde :

CF = Capital futuro o número máximo de personas que abastecerá la cuenca.

CP = Capital presente o número de personas que actualmente se abastecen de agua

. i = Interés o tasa de crecimiento de la población.

.n = Número de años.

Ln = Logaritmo natural.

### 3.3 ESTIMACION DE VALORES ECONOMICOS AMBIENTALES.

#### 3.3.1 Costo de la producción o captación hídrica del bosque.

Para poder calcular el costo de la producción o captación hídrica del bosque hay que reconocer sus funciones como regulador de la escorrentía superficial (controlador de inundaciones), generador de bajas tasas de erosión (agua más limpia y potable), incremento de la velocidad de infiltración, (sus complejos sistemas radicales incrementan la permeabilidad de los estratos superficiales del suelo) entre otros. Es importante aclarar que el bosque físicamente no produce agua, pero en este estudio se utiliza el concepto de 'Producción o captación' para facilitar la comprensión de todos los procesos (captación purificación natural, almacenamiento etc.) que el bosque realiza para la disponibilidad de agua.

Una forma de llegar al costo de producción hídrica del bosque es valorar la cantidad de agua captada o disponible a través del costo de oportunidad de la mejor alternativa de uso de la tierra; o también valorar esa cantidad de agua captada por el costo real de la tierra, metodología que se utilizó en nuestro caso.

Primero se determinó el valor promedio del costo de la tierra en la cuenca, a través de consultas a especialistas en este campo como fueron los peritos del Ministerio de Hacienda, Sucursal del Banco Nacional de Costa Rica y Municipalidad de Santa Cruz, calculándose un costo promedio de las tierras de la cuenca media y alta del área.

En estudios realizados por Barrantes. G; Castro.E 1998a ellos calcularon un peso promedio al valor de la productividad de los bosques en Costa Rica como bancos exclusivos de producción de agua de un 56%, valor que aplicamos en nuestro caso.

Es importante aclarar cómo los autores calculan dicho factor. Este es producto de una consulta a nivel nacional en que se valoró el bosque en términos de los servicios ambientales que ofrece. El valor de 56% es un promedio que se estimó considerando un valor hipotético de los bosques en términos de producción – captación de agua, para seis regiones del país.

El valor asignado a los bosques de las diferentes regiones, en términos de su importancia desde el punto de vista hídrico, tuvo características diferenciadas para cada región como se describe seguidamente: Huetar Atlántica (48%), Huetar Norte (43%), Región Chorotega (0.78%), Central (68%), Pacífico Central (68%), y Brunca (60%). Los datos anteriores nos da un promedio ponderado de 56%.

En el presente estudio se utilizó el anterior parámetro ya que está calculado primero por una consulta directa a la población y además se determinó en la misma zona geográfica (Costa Rica) en que se realizó el presente estudio, lo cual le da mayor relevancia y certeza a los resultados ya que no son parámetros utilizados de otras realidades extremas. Por lo tanto el valor de captación del bosque se calculó de la siguiente forma.

$$PH = \alpha * CT * H/VA \quad [ 13 ]$$

Donde

PH= Costo de producción hídrica del bosque (\$/m<sup>3</sup>)

CT= Costo promedio del valor de la tierra (\$/ha)

H = Número de hectáreas de la cuenca del área de recarga (ha).

VA= Volumen de agua en la cuenca (producción mínima de agua) (m<sup>3</sup>/año).

$\alpha$  = Peso al valor de la función hídrica de los bosques (0.56) como servicio ambiental.

### 3.3.2 Costo de Mantenimiento de la producción o captación hídrica de la Cuenca.

Constituido por los gastos necesarios en el mantenimiento y mejoras en la cuenca. Para el área de estudio dichas necesidades fueron establecidas conjuntamente con funcionarios



del Area de Conservación Tempisque, oficina subregional de Santa Cruz, se determinaron tres acciones básicas.

### **3.3.2.1 Administración y Vigilancia**

Conformadas por los gastos anuales de personal administrativo, guardas de vigilancia, combustible, lubricantes, mantenimiento de infraestructura entre otros (Ver Anexo 5).

### **3.3.2.2 Programa de Prevención y Control de Incendios.**

Estas son actividades de gran importancia para la integridad de los recursos naturales de la cuenca, debido al alto riesgo de incidencia de incendios en la zona. Aquí se tomaron en cuenta los gastos anuales que se debe incurrir para tener un programa de prevención y control de incendios funcionando adecuadamente, se incluyen gastos de personal (guardas, vigilancia en torres), transporte, equipo básico para incendios, confección de rondas cortafuego, mantenimiento de caminos. (Ver anexo 5).

### **3.3.2.3 Programa de Educación Ambiental.**

Con la finalidad de ir promoviendo acciones de Educación Ambiental y capacitación en los pobladores que se encuentran dentro y alrededores de la cuenca se incluyó como prioridad estas actividades. Los gastos incluyen un Educador Ambiental, promotor, materiales, establecimiento de viveros comunales y escolares, gastos en combustibles. (Ver Anexo 5).

### 3.4 INVERSIONES EN EQUIPO Y TIERRA.

Este rubro se manejó como un concepto aparte ya que se consideró un costo fijo constituido por compras de radio comunicación, motocicleta, planta eléctrica, equipo audiovisual, bomba de espalda, entre otros necesarios para llevar a cabo los programas descritos anteriormente. Además de la inversión en compra de tierra necesaria que se debe hacer para proteger el área de recarga acuífera de la cuenca

Estas inversiones se anualizaron a través de la técnica del Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE), permitiendo expresar todos los flujos de un horizonte de tiempo, en una cantidad uniforme por periodo (Salguero, 1996). Para esto se necesita definir una tasa de interés y un periodo de tiempo de recuperación como se muestra seguidamente.

$$CAUE = CF * \frac{(i * (1 + i)^n)}{(1 + i)^n - 1} + CO \quad [14]$$

Donde :

CAUE = Costo anual uniforme equivalente

CF = Costo fijo

.i = Tasa de descuento (9%) en dólares

. n = Número de años de recuperación (25años)

CO =Costo de operación.

La tasa de descuento se seleccionó después de una serie de consultas a expertos sobre cuál es la más apropiada para este tipo de proyectos, donde hay que tomar en cuenta consideraciones socioeconómicas. Recomiendan (Aylward y Porras. 1998) en su estudio de análisis de tasas de descuento sociales y financieros de Costa Rica que la tasa más apropiada que incluye este tipo de efecto es de 9%.

Una vez obtenidos todos los gastos necesarios para mantenimiento y mejora de la cuenca se suman para obtener los gastos anuales.

$$CM = GAV + Gi + GEA + IEA \quad [15]$$

Donde:

CM = Costo de mantenimiento y protección de la cuenca

GAV = Gastos en administración y vigilancia

Gi = Gastos en prevención y control de incendios

GEA = Gastos en educación ambiental

IEA = Inversiones en equipo anualizados (CAUE)

$$CM^3 = \alpha * CM/VA = (\$/m^3) \quad [16]$$

Donde

$CM^3$  = Costo de mantenimiento por metro cúbico ( $m^3$ )

CM = Costo de mantenimiento y protección de la cuenca

VA = El volumen mínimo disponible en la cuenca

$\alpha$  = Coeficiente que explica el nivel de importancia que tiene la protección en función del recurso hídrico (0.56%) (Barrantes.G y Castro.E. 1998 a.

### 3.5 GASTOS REALIZADOS EN LA CUENCA.

El estado a través del Area de Conservación Tempisque (Oficina Subregional de Santa Cruz) ha venido invirtiendo en el manejo y conservación de la cuenca del Río Enmedio en forma más activa durante los últimos cinco años con inversiones en compra de tierras, administración y vigilancia, pago de incentivos para

reforestación con pequeños y medianos agricultores (CAFA) y protección de bosque (CPB).

Estas son acciones que el estado ya realizó y que han fortalecido el manejo integral de la cuenca. Dichas inversiones se tomaron en nuestro análisis como Costos Hundidos (Sunk Cost).

Para (Gittinger, 1984) estos son costos incurridos en el pasado que no pueden recuperarse como un valor residual de una nueva inversión para el retorno del proyecto solo se toman en cuenta los costos futuros, por lo tanto los costos hundidos son esos costos que se realizan en el pasado en el que una nueva inversión propuesta se basará.

Esta medida se fundamenta primero en que el estado ya realizó estas inversiones y que son parte de los impuestos ya pagados por los contribuyentes, y no sería justo para las generaciones presentes y futuras cargarles algo que otras en buena teoría pagaron.

Por lo tanto solo se consideran para el cálculo del mantenimiento y protección de la cuenca, los gastos anuales futuros que se deben incurrir para mejor y fortalecer el manejo y conservación de la cuenca con la finalidad de mantener y aumentar la disponibilidad de agua potable para consumo humano.

### **3.6 COSTOS DE LIMPIEZA DEL AGUA. (COSTOS DEFENSIVOS)**

La oficina subregional del A y A en Santa Cruz construyó en 1977 plantas de oxidación de las aguas residuales de las cañerías de la ciudad y actualmente están construyendo otras para dar a basto con la cantidad de agua que reciben.

Estas plantas tienen la finalidad de oxigenar y mejorar la calidad del agua residual para incorporarla al río y que pueden tener otros usos en agricultura y ganadería.

Para el cálculo los costos de la limpieza del agua se consultó con funcionarios del A y A encargados de la construcción y operación de la planta, se obtuvieron los costos de

inversión (inicial y actual), los costos de operación (mantenimientos e insumos) y los metros cúbicos que procesan por año.

Con estos datos se obtuvo el costo por m<sup>3</sup>/año de dos plantas de oxigenación, que corresponde al costo de recuperación a un nivel aceptable de las aguas de uso doméstico, o sea el costo de depreciación por degradación de las aguas.

$$CL = \frac{CI + CO}{M} \quad [17]$$

Donde

**CL** = Costo de Limpieza del agua

**CI** = Costo de Inversión

**M** = Metros Cúbicos procesados anualmente

**CO** = Costo de operación anual de la planta

### **3.7 TARIFA ACTUAL.**

Esto se determinó a través de información recolectada en las oficinas del A y A de Santa Cruz (Departamento Administrativo) de informes mensuales sobre el total facturado por mes de los usuarios, esto para el año 1998 y parte de 1999 (enero – marzo).

Además se determinó el número de usuarios (Santa Cruz Centro) por mes en el periodo anteriormente mencionado. Con esta información se procedió a dividir el total facturado por mes entre el total de usuarios de ese mes, así se obtuvo el pago mensual por usuario y luego se calculó un promedio general del periodo enero 98 marzo 99 y como resultado obtuvimos la tarifa mensual promedio pagada por los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de Santa Cruz.

$$CTA = \frac{TM(\$ / m^3)}{C} \quad [18]$$

CTA = Costo Tarifa Actual (precio / m<sup>3</sup>) pagado por los usuarios del servicio de agua potable.

TM = Tarifa Promedio Mensual

C = Consumo Promedio Mensual

### 3.8 FONDO DE RESERVA.

Si no incorporamos en el costo total del agua un fondo de reserva no se podría dar sostenibilidad ni a la cuenca ni al servicio de agua, su objetivo es el de recuperar las inversiones y poder responder al crecimiento poblacional para mejorar la demanda tanto del recurso hídrico como el servicio de suministros.

Este fondo servirá por ejemplo para poder comprar nuevas tierras y así aumentar las áreas de recarga acuífera, poder cambiar equipos básicos de transporte, control de incendios, educación ambiental cuando estos cumplan con su vida útil y crear nuevas infraestructuras para solventar el crecimiento de la demanda y mejorar la calidad de las aguas utilizadas la cual es una responsabilidad de los usuarios ya que si estos reciben el agua limpia de la cuenca, deben devolverla de la misma calidad para uso de otros usuarios aguas abajo (agricultura, ganadería).

Expertos proponen que para este tipo de cobros hay que ser conservador y no aplicar más del costo internacional del dinero

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 VALORACION CONTINGENTE:

#### 4.1.1 Análisis descriptivo de la encuesta.

- **Número de encuestas realizadas por localidad y caserío.**

En total se realizaron 387 encuestas en las localidades de influencia del área de captación de aguas de la cuenca del río Enmedio, las cuales se distribuyen como se muestra en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3 : Distribución de encuestas por localidad**

<b>Localidad</b>	<b>Caserío</b>	<b>No. Encuestas</b>
1- Santa Cruz Centro	Casco Central	81
	Santa Cecilia	96
	Buenos Aires	30
	Estocolmo	22
	Panamá	17
	Tulitas	26
	Lajas	25
Sub-Total		297
2- Arado	Central	64
Sub-Total		64
3- San Juan	Central	26
Sub-Total		26
<b>Total</b>		<b>387</b>

El número de encuestas se distribuyó según la cantidad de usuarios por localidad a través del tamaño de muestra calculada previamente.

- **Problemas ambientales más graves de la cuenca**

Las personas encuestadas coincidieron que el problema de contaminación es el más grave, el cual se evidencia con mayor importancia en la contaminación de ríos a través de la incorporación de agroquímicos y desechos sólidos, por lo que el 68,5% de las personas lo denunció a través de la encuesta. Seguidamente el segundo problema en importancia es la deforestación (68.2%) que corrobora el sentir y las condiciones biofísicas de la cuenca y en general de Guanacaste.

Otro problema de gran relevancia en la zona es la incidencia de incendios forestales en época de verano, aunque esto, según los encuestados, ha disminuido pero todavía se presentan en forma preocupante (49,6%).

**Cuadro 4: Problemas ambientales más graves de la cuenca.**

Tipo de problemas ambientales	Porcentaje (%)
Contaminación	68.5
Deforestación	62.2
Quemas	49.6
Ninguno	4.4
Basura	1.3
Otros	2.3



- **Uso que se debería dar a los ríos y bosques**

**Cuadro 5 : Actividades en que se deberían usar los ríos y bosques.**

<b>Recurso Natural</b>	<b>Actividades de Uso</b>	<b>Porcentaje</b>
Ríos	Reserva de Agua Potable	55.1
	Recreación	30.7
	Irrigación	14.2
Bosques	Conservación	67.4
	Ecoturismo	18.1
	Manejo Sostenible	13.2
	Producción Agrícola	1.3

Los usos más importantes en que se deberían utilizar los recursos naturales mencionados son, para los ríos reservas de agua potable (55%) y para los bosques conservación (67.4%). Esto nos indica que la mayoría de las personas tienen una alta conciencia ambiental al querer conservar los bosques y ríos de la zona. En contraposición a esto solo el 13.2%, le gustaría que los bosques se pudieran aprovechar bajo un concepto de sostenibilidad. (aprovechamiento del recurso forestal sin disminuir su capacidad productiva).

- **Usuarios con o sin medidor**

El 87.1% de los usuarios del servicio de agua potable tienen medidor, sólo el 12.9% no lo tienen y de este porcentaje el 2.6% no quisieran tener medidor y seguir con una tarifa fija.

En conversaciones con funcionarios de AyA estos dijeron que están tratando de que todos los usuarios tengan un medidor, lo que reduciría el desperdicio de agua, el cual es de aproximadamente un 35% del agua distribuida causado por fugas en cañerías y desperdicio por mal uso (tarifa fija).

- **Calidad de agua**

A la pregunta ¿La calidad de agua que usted recibe es?, las personas respondieron mayoritariamente (94.1%) que el agua que reciben es buena, el (5.9%) dijo regular y nadie respondió que es mala.

Esto es un aspecto positivo del servicio que brinda el AyA y también de la excelente función que están realizando los bosques ubicados en el área de recarga acuífera de la cuenca. (Procesos de purificación natural), ya que el AyA se limita a clorar el agua extraída de los pozos. Si la cuenca incrementa su deterioro los costos de tratamiento pre-servicio aumentarían considerablemente ya que el AyA tendría que invertir en plantas de tratamiento para purificar el agua que distribuye. Saldría más barato que dicha institución invirtiera en acciones preventivas (costos evitados) como compra de tierras, control y vigilancia, educación ambiental etc.

- **Tipo de Tarifa**

En el siguiente cuadro se muestra el porcentaje de usuarios encuestados según la tarifa que pagan.

**Cuadro 6: Porcentaje de usuarios según tipo de tarifa.**

Tipo de Tarifa *	Porcentaje (%)
Domiciliario	80.6
Reproductiva	12.9
Ordinaria	3.9
Preferencial	2.6
Total	100

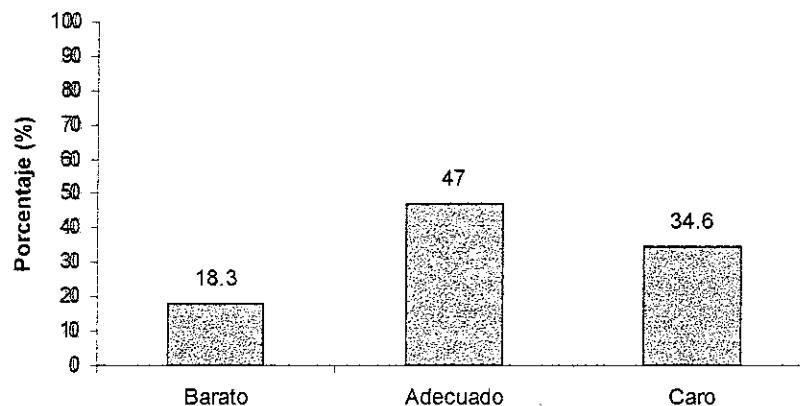
Domiciliaria = Casa de habitación

Reproductiva = Comercio, hoteles, bares etc.

Ordinaria = Oficinas (Abogados, médicos, etc.)

Preferencial = Escuelas, colegios, oficinas de gobierno.

- **Precio que pagan los usuarios por el agua**

**Figura 5: Precio que pagan los usuarios por el agua.**

Como se observa el 34.6% de las personas no están de acuerdo con la tarifa actual, pero cerca del 65% expresan que es barata o adecuada su tarifa. Esta situación

influye positivamente a los usuarios para que tengan una mejor disponibilidad de pago por un mejoramiento en la calidad de agua en su comunidad.

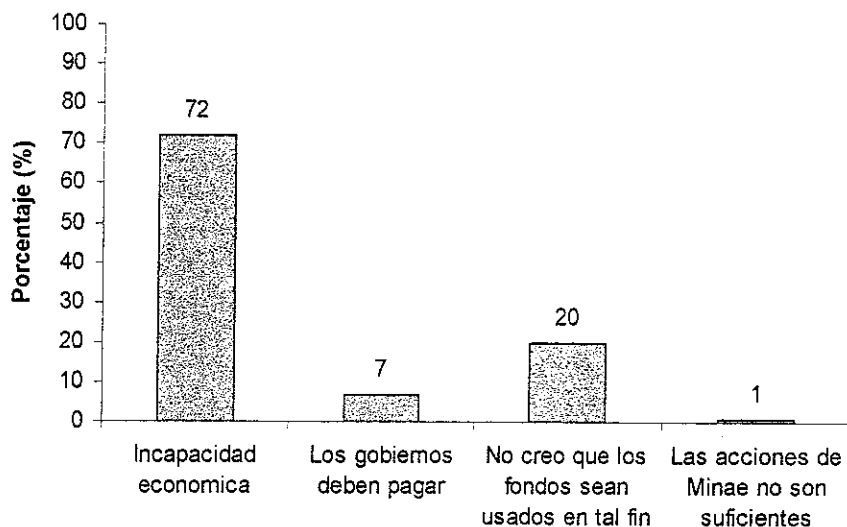
- **Nivel de educación**

**Cuadro 7 : Descripción de la educación y edad promedio de los encuestados.**

<b>Nivel de Educación</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Promedio (años)</b>
Primaria	39.8	
Secundaria	35.9	
Universidad	24.0	
Otros	0.3	
Edad		43

- **¿Porqué no quiere pagar?**

Con la finalidad de conocer más detalladamente la opinión de los usuarios que dijeron "NO" a la pregunta de disponibilidad de pago, se quiso conocer las causas de las respuestas.



**Figura 6: Razones del porque no quieren pagar los usuarios**

Es evidente que la mayoría de las personas que dijeron que “NO” fue por su incapacidad económica de pago extra en la tarifa del agua; a través del proceso de encuesta se nota que estos individuos de una u otra forma estaban de acuerdo con la idea propuesta pero su situación económica no se los permitía, por lo que se considera que son razones válidas de las verdaderas voluntades de pago (VDP = 0).

Las demás razones presentadas en la figura 4 se consideran respuestas protestas y dentro de ellas, la desconfianza en el uso y administración de los fondos fue la de mayor frecuencia (20%).

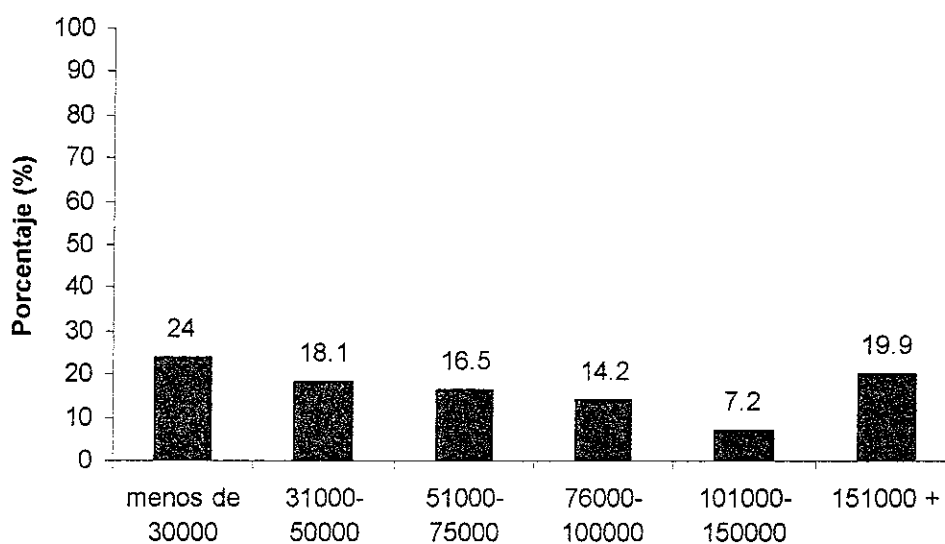
Esto muestra el sentir de la población sobre los problemas que vienen presentando las entidades gubernamentales, sobre corrupción y malos manejos de dinero, que le causan a los entrevistados desconfianza en el proyecto presentado.

Este es uno de los puntos débiles de la creación de mercados hipotéticos cuando se valoran bienes ambientales de libre acceso como es el agua; quien y como se manejan los dineros recolectados. Estas son las preguntas que deben estar muy claramente explicadas en la estructura del cuestionario para minimizar sesgos como el de vehículo de pago.

Según Piper y Martin (1997) citado por (Valera.V. 1998) las respuestas protesta deben de eliminarse de la muestra para no producir estimaciones sesgadas en el modelo econométrico lo que se realizó con nuestra base de datos excluyendo 24 respuestas que consideramos como protestas las cuales se encontraron en las siguientes categorías.

Los gobiernos municipales y los servicios del estado deberían pagar (1.6 %), No creo que los fondos sean usados en tales obras (4.4 %), Las acciones del MINAE no son suficientes (0.3 %). Estos porcentajes son del total de encuestas realizadas (387).

- **Ingresos familiares mensuales.**



**Figura 7: Ingresos Mensuales (Colones).**

Más del 42% de los encuestados tienen ingresos mensuales iguales o menores a 50.000 colones y de esos la mitad (24%) son menores a 30.000 colones, lo que muestra una situación económica muy restringida de la población. Este sector está constituido por obreros ocasionales en su mayoría, condición laboral característica de la región de Guanacaste, basada en temporadas (caña de azúcar, turismo, melón).

Aunque esta condición económica prevalece en la población, cerca del 80% de los encuestados dijo "SI" a la pregunta de un pago adicional por el mejoramiento ambiental de la cuenca, lo que muestra que las personas de menos recursos económicos tienen alto nivel de conciencia ambiental.

Esto podría atribuirse al hecho de que los sectores más pobres de la población dependen o son influenciados directamente por los cambios negativos que puede tener el ambiente, por ejemplo efectos de inundaciones, menor productividad de la tierra por erosión y otras.

#### **4.1.2 Modelo Logístico Multivariado.**

##### **4.1.2.1 Modelo Completo.**

Se procedió a formular el modelo completo donde la variable dependiente (o de respuesta) fue el logaritmo natural de la probabilidad de una respuesta positiva "sí" sobre la probabilidad de una respuesta negativa "no" a un BID (tarifa) ofrecida en la encuesta (B1) y como variables independientes todas las variables socioeconómicas además de la variable BID.

Al ajustar el modelo completo en SAS (Statistical Analysis System) se presentaron problemas ya que no encontró los estimados de Máxima Verosimilitud porque había una completa separación en los puntos de muestreo.

Posiblemente causados por la gran cantidad de variables incluidas (35 variables) lo cual muchas de estas podrían estar correlacionadas.

Estos resultados confirmaron la prueba de análisis de correlación de Pearson realizadas entre todas las variables independientes, la cual estimó altas correlaciones entre las variables de problemas ambientales de la cuenca y uso de los recursos naturales (bosques y ríos).

Posteriormente se comenzó a correr modelos eliminando las variables correlacionadas, hasta llegar al modelo que predecía mejor la relación de respuestas Si/No, dicha selección se basó en los siguientes criterios.

- Que tuvieran el mayor nivel de concordancia
- Que tuvieran las probabilidades chi- cuadrado de los coeficientes fueron significativos con un alfa ( $\alpha$ ) = 0.05.
- El valor de chi- cuadrado de la relación de probabilidades sean significativas al 99% entre las variables independientes y la variable dependiente (-2 log likelihood). Capacidad explicativa del modelo.



#### 4.1.2.2 Modelo reducido para el cálculo de la Media de la Voluntad de Pago.

**Cuadro 8: Modelo de Regresión Reducido.**

Variable	Coefficiente	Error Estándar	Wald Chi- Cuadrado	PR> Chi- Cuadrado	Media
Intercepto (Constante)	6.7821	1.2605	28.9478	0.0001	
BID	-0.00650	0.00125	27.0511	0.0001	289.256
Es jefe familia	1.2089	0.5344	5.1140	0.0235	0.8787
Edad	-0.0289	0.0131	4.8523	0.0276	42.50
Ingreso					
<30.000	4.0021	1.0556	14.3865	0.0001	0.2479
31000-50000	2.9799	1.0676	7.7901	0.0053	0.1818
51000-75000	2.8281	1.0875	6.7629	0.0093	0.6552
76000-100000	2.1184	1.1321	3.5016	0.0613	0.1404
101000-150000	2.1104	1.2660	2.7788	0.0955	0.0771

N=363; -2 Log likelihood=347.160; Chi-cuadrado( 8 g.l)=76.367 (p=0.0001)

Nivel de significancia ( $\alpha$ )= 0.05 (\*\*), 0.01 (\*\*\*)

Concordancia = 82.5%, Discordancia 17.3%.

Como se describió anteriormente las variables con asteriscos (\*) presentan diferentes niveles de significancia.

Por lo que las variables Bid, jefe de familia, edad y el ingreso familiar son las de mayor relevancia para explicar la relación de respuestas "SI / NO"(Voluntad de Pago) por un mejoramiento de la calidad de agua en la comunidad.

Además el modelo reducido tiene un valor de Chi-cuadrado, prueba que se realiza para determinar la significancia en conjunto de las variables independiente, nos muestra que el efecto combinado de estas (Chi-cuadrado= 76.367) es significativo a un nivel de  $p=0.0001$ . También el valor de Chi-cuadrado = 255.525 para  $-2 \log$  likelihood ratio indica una relación significativa entre las variables independientes y la variable dependiente con un valor de  $p=0.0001$ .

El modelo también predice correctamente la relación de respuestas "SI / NO" al 82.5% de las veces versus una tasa de discordancia de 17.3%.

Es importante aclarar que teóricamente desde el punto de vista de la demanda variables como el consumo de agua y tipo de tarifas estarían influyendo en la Voluntad de Pago, estas mismas fueron incluidas en el modelo pero ninguna fue estadísticamente significativa. Una de las razones de estos resultados es la existencia de correlación encontrada entre las variables, en el anexo 4 se presenta una discusión más amplia de estos aspectos y otras variables relevantes desde el punto de vista económico

La interpretación de los coeficientes de este modelo se describen según lo hace (Stokes M et al 1995

Cuadro 9: Interpretación de Parámetros.

Parámetro	Estimado	Error Estándar	Interpretación
B0 (intercepto)	6.7821	1.2605	Son los log ODDS de las respuestas "NO"
B1 (BID)	-0.00650	0.00125	Es el cambio de los log ODDS en (-0.00650) de las respuestas "SI" , cuando cambia en una unidad la variable BID.
Ingreso	4.0021	1.0551	Es el cambio del log ODDS en (4.0021) de las respuestas "SI" cuando cambia en una unidad la variable ingreso.

Los ODDS son una medida de asociación o relación entre dos probabilidades P(SI/NO)

que juntas suman a uno, lo que estamos haciendo son modelos LOG ODD en función de las variables independientes (BID, ingreso, edad etc.) como se muestra seguidamente.

$$\ln \frac{(P)}{(1-P)} = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 \dots B_n X_n + U_i \quad [19]$$

┌──────────┐  
ODDs

┌──────────┐  
LOG ODDS

#### 4.1.2.2.1 Probabilidad predicha a una respuesta afirmativa

Para calcular el estimado logístico de la probabilidad y la probabilidad predicha de las respuestas "SI", se necesita utilizar los coeficientes ( $B_i$ ) y los valores medios de las variables incluidas ( $Bid$  en el modelo reducido. ( Ver cuadro 8)

$$\begin{aligned} \text{Ln}(P^{SI}) = & B_0 + B_1(Bid) + B_2(\text{Jefe F}) + B_3(\text{Edad}) + B_{4\_1}(\text{Ingreso1}) \\ & + B_{4\_1}(\text{Ingreso2}) + B_{4\_1}(\text{Ingreso3}) + B_{4\_1}(\text{Ingreso4}) + B_{4\_1}(\text{Ingreso5}). \end{aligned}$$

$$\text{Ln}(P^{SI}) = 0.8889 \quad [ 20 ]$$

El valor de la probabilidad predicha es igual a

$$P^{SI} = 1 - [1 + e^{-0.8889}]^{-1} = 0.7086 \approx 70.86 \% \quad [ 21 ]$$

Este valor de  $p^{SI}$  indica la probabilidad que una persona puede contestar "SI" a las preguntas de (VDP) cuando los valores de cada una de las variables independientes es igual a su valor medio (Valera, V, 1998).

#### 4.1.2.3 Efecto de las variables más significativas en la Voluntad de Pago (VDP)

Como se mostró en acápites anteriores las variables de mayor significación estadística para el modelo son el BID (tarifa propuesta) y el ingreso familiar, seguidamente se muestra la influencia de estos en la VDP.

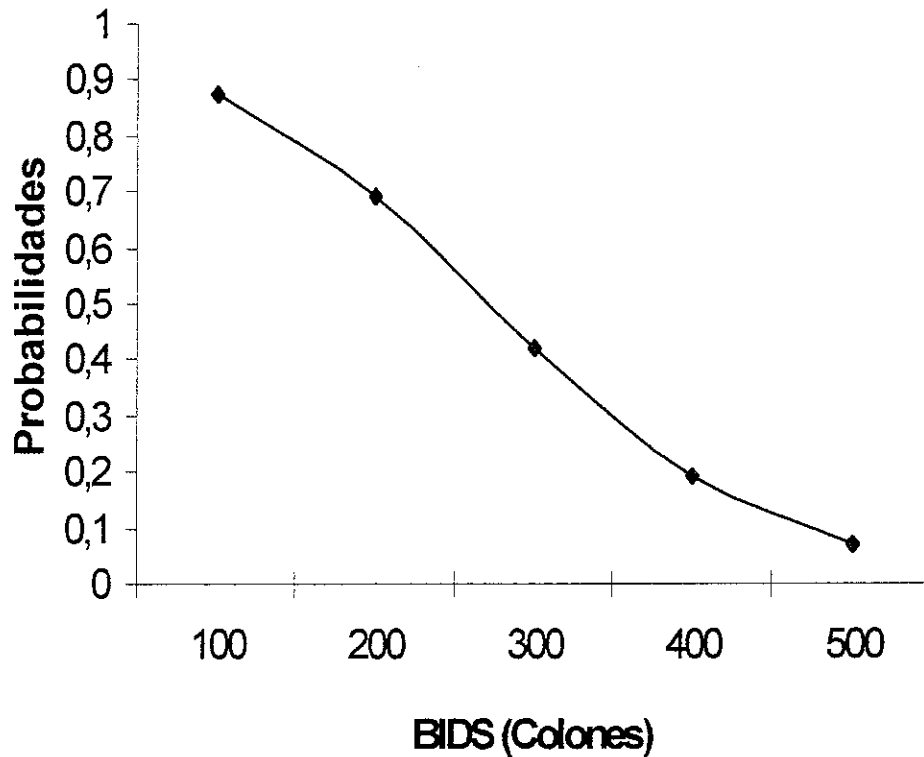
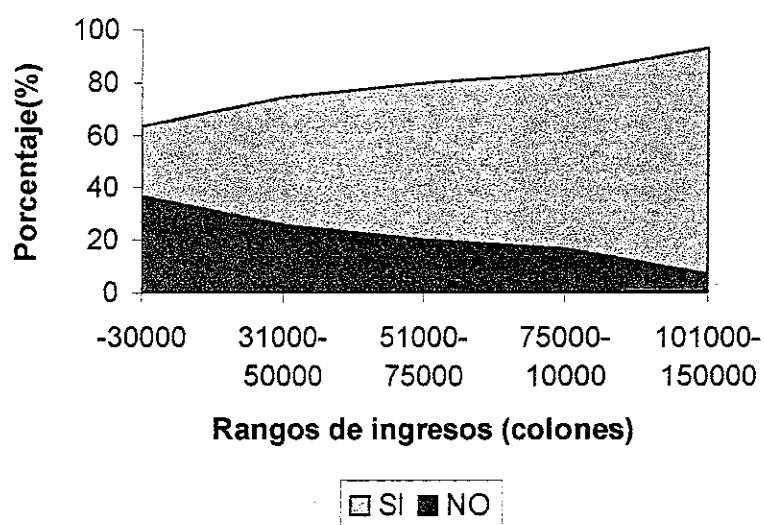


Figura 8: Probabilidad de VDP a diferentes niveles de BID.

Esta figura se construyó convirtiendo el valor logístico predicho de ( $p^{SI}$ ) a probabilidades predichas, gráficamente los BID en contra de la probabilidad de una respuesta afirmativa "SI", manteniendo constante el resto de las variables independientes (modelo reducido).

Aquí se muestra claramente la influencia de los BID sobre la probabilidad de respuesta positiva ( $p^{SI}$ ), al ir aumentando la tarifa propuesta la probabilidad disminuye. Aunque el BID máximo de la población encuestada fue de 500 colones.



**Figura 9: Voluntad de Pago según el ingreso familiar.**

Este es otro efecto de las variables independientes (ingreso familiar) en la (VDP), observamos que conforme aumenta el ingreso familiar aumenta el porcentaje VDP

(respuesta "SI") de las personas encuestadas, de igual manera el porcentaje de respuestas "NO" es mayor a menor ingreso familiar.

#### 4.1.2.4 Estimación de la Media de Voluntad de Pago

Este es uno de los resultados de mayor interés para el estudio, este se calculó como se explicó en la metodología, la fórmula utilizada es:

$$\text{Media Voluntad de Pago} = \alpha/\beta$$

Se utilizaron los coeficientes obtenidos del modelo reducido para obtener ( $\alpha$ ), la cual es una constante que se calculó al multiplicar cada uno de los coeficientes por su media con la excepción de la variable BID.

Estos productos se suman y agregan al valor del intercepto ( $B_0$ ) y se dividen entre  $\beta$  que es el valor del coeficiente de la variable BID.

$$\alpha = B_0 + (B_2X_2 + B_3X_3 + \dots + B_nX_n)$$

$$\text{En nuestro caso } \alpha = -2.7676$$

$$\beta = -0.0065$$

**Cuadro 10: Media de la Voluntad de Pago.**

Modelo	$\alpha$	$\beta$	Media VDP	
			Colones	Dólares (US \$)*
Reducido	-2.7676	-0.00650	425	1.49

\* Tasa de Cambio: 1 US \$ = 285 Colones ( junio 99).

Este resultado nos indica que el 77.8 % (respuesta "SI") de los usuarios del servicio de agua potable de Santa Cruz, están dispuestos a pagar 425 colones adicionales a la tarifa de agua que pagan actualmente por un mejoramiento de la calidad de agua potable.

Otro aspecto importante de mencionar es que este monto adicional a pagar equivale a un 18% de la tarifa promedio que pagan los usuarios actualmente.

Pudimos confirmar rangos muy amplios de voluntad de pago en estudios de valoración de agua a nivel internacional, por ejemplo Coban y Loomis (1997) en estudios realizados en Puerto Rico, presentan valores de VDP que se encuentran entre los US \$26.75 y US \$28.12 por año.

También estudios realizados por Wiltington y Lauria (1995) en las Filipinas sobre la VDP para la limpieza de ríos y playas cercanas a la ciudad de Davao, obtuvieron un valor de US \$12/año.

Además Mc Connelly Ducci (1997) obtuvieron valores de VDP para el mejoramiento de la calidad del agua en Uruguay de US \$14.

Por lo que es más prudente hacer comparaciones para condiciones socioeconómicas y geográficas más homogéneas.



Reportan (Barrantes. G y Castro.E (b) 1998) en su estudio de disponibilidad de pago del servicio hídrico del sector doméstico en Costa Rica, que la disponibilidad de pago promedio a nivel nacional es de 367 colones /mes (adicional a lo que paga actualmente por el servicio de agua) y que esta crece hasta 477 colones/mes en la Región Chorotega.

También (Hahn, 1996) en su estudio agua potable y la evaluación contingente como parte de un manejo sostenible del recurso, determinó que en Matapalo de Santa Cruz, Guanacaste el 60% de los encuestados estaban en un rango entre 400 y 600 colones mensuales, y que el promedio de la VDP era de 737 colones.

Los estudios anteriores coinciden en que las variables de mayor relevancia o que influyen mas en la VDP son el ingreso y el número de integrantes por familia.

Además (Valera. 1998) reporta promedios de Voluntad de Pago por familia para el saneamiento y protección de los recursos hídricos en la cuenca del Río Grande de Tárcoles (Costa Rica) de 1795.45 colones/mes. .

#### **4.1.2.5 Voluntad de Pago Agregada.**

El cálculo de la Voluntad de Pago Agregada adicional anual total de los usuarios del agua potable en Cuenca del Río Enmedio por un mejoramiento en la calidad de agua potable, se determinó tomando en cuenta dos opciones, uno que paguen todos los usuarios del servicio 425 colones (\$1.49) adicionales a la tarifa que pagan (Opción A); los cuales según registros de la oficina del A y A de Santa Cruz a marzo 1999 eran 2936 usuarios y otra (Opción B) es que paguen este monto un 77.8% de los usuarios, el cual corresponde al porcentaje de los encuestados que respondieron "SI" a la pregunta de la VDP.

Es importante anotar que la pregunta se hizo para que este adicional se pagara solo para los meses de verano en la zona, que se considera que son 4 meses (enero – abril).

**Cuadro 11: Voluntad de Pago Agregada Adicional  
de los Usuarios de la Cuenca.**

Opción	Media VDP Mensual		# de Usuarios (marzo 1999)	Media VDP Anual	
	Colones	Dólares		Colones	Dólares
Opción A	425	1.49	2936	4 991 200	17 512
Opción B	425	1.49	2284	3 882 800	13 624

Tasa de cambio: 1 dólar = 285 colones (junio 99)

La Media de VDP anual adicional más conservadora es la (Opción B) de 3882800 colones/año (\$13 624/año), cantidad que los usuarios del servicio de agua potable en la cuenca estarían dispuestos a pagar adicional en sus recibos para un mejoramiento de la calidad de agua potable.

La utilidad de estos valores agregados es que pueden ser usados como puntos de referencia para planificar las acciones de manejo y protección de la cuenca alta (área de recarga acuífera) que se incluyeron en este estudio como son administración y vigilancia, prevención y control de incendios, programas de educación ambiental, compra de tierras y equipo.

Se presentarán seguidamente algunas alternativas de actividades las cuales pueden ser cubiertas por la (opinión B) en forma parcial o total; estas son excluyentes.

- Pago de Servicios Ambientales (Modalidad de Certificado de Protección de Bosque CPB).

Se podría aprovechar el sistema que está funcionando y es oficial en Costa Rica desde hace varios años, sobre el pago de servicios ambientales, para lo cual el MINAE podría priorizar la cuenca del Río Enmedio como de interés para la protección de los recursos hídricos y así la opinión B podría ser incorporada al Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para pagar Certificados de Protección de Bosque (CPB) en el área de estudio.

La opinión B (\$ 13 624/año) podría alcanzar para incorporar 324 ha / año al CPB, previendo una recuperación parcial de áreas degradadas de la cuenca o prioritarias para la productividad hídrica, en 10 años se podrían recuperar 648 ha a bosque secundario.

- Compra de tierras.

El promedio del valor de la tierra en la cuenca media y alta es de \$649 /ha esto alcanzaría para comprar 21 ha/año.

- Programa de Control y Prevención de Incendios.

El costo del programa es de \$ 18 770/año, lo cual solo alcanza para cubrir el 73 % de su implementación.

- Programa de Educación Ambiental.

El monto por año para su ejecución es de US\$ 20082 por lo tanto la Opción B puede cubrir el 68 % del programa.

- Administración y Vigilancia.

Su costo anual asciende a US\$ 22278 para el cual solo alcanza cubrir el 61 % de su ejecución.

## 4.2 PRODUCTIVIDAD HIDRICA MINIMA DE LA CUENCA Y USO ACTUAL.

### 4.2.1 Uso actual

Después de realizar recorridos por toda la cuenca y verificar los diferentes usos que se le dan a la tierra, se elaboraron los mapas de uso actual y uso recomendado que se muestran en los figuras 10 y 11, adicional a estos se realizó un mapa del Refugio de Vida Silvestre Bosque Nacional Diríá (Ver figura 12).

En el siguiente cuadro se describe el tipo de uso y sus respectivas áreas.

**Cuadro 12 : Descripción del uso actual de la Cuenca del Río Enmedio  
Santa Cruz Guanacaste (febrero 1999).**

Uso Actual	Area (ha)
- Bosque Primario Intervenido	1277 ha 5140 m <sup>2</sup>
- Bosque Secundario	5025 ha 3660 m <sup>2</sup>
- Bosque Protección	131 ha 1706 m <sup>2</sup>
- Pastos	2459 ha 7800 m <sup>2</sup>
- Potreros y Cultivos de Subsistencia	269 ha 1329 m <sup>2</sup>
- Tacotales	135 ha 0033 m <sup>2</sup>
- Reforestación	102 ha 8946 m <sup>2</sup>
- Producción Agrícola Intensiva	653 ha 7749 m <sup>2</sup>
- Torres Eléctricas	36 ha 8830 m <sup>2</sup>
<b>AREA TOTAL</b>	<b>10 091 ha 5193 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia (figura 10).

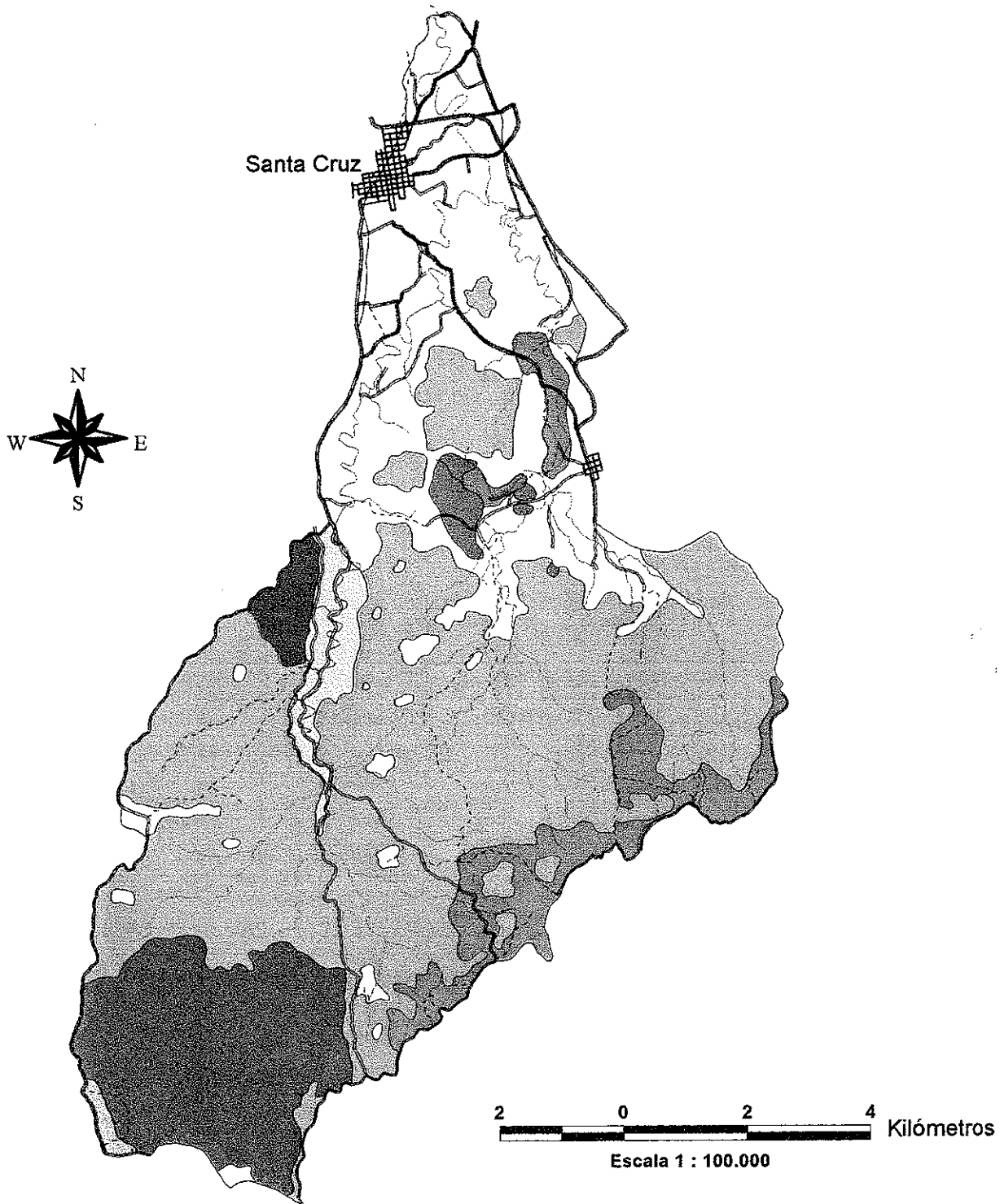
**Cuadro 13 : Descripción del Uso Recomendado de la Cuenca del  
Río Enmedio, Santa Cruz Guanacaste (febrero 1999).**

Uso Recomendado	Area (ha)
Bosque a proteger	6814 ha 6431 m <sup>2</sup>
Potreros y uso urbano	2309 ha 7180 m <sup>2</sup>
Producción agrícola intensiva	967 ha 1582 m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>10091 ha 5193 m<sup>2</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia (figura 11).

Como se describe en el cuadro 13 el área que se propone para ser manejada y protegida en la cuenca con la finalidad de brindar sostenibilidad a la producción de agua es de 6814 ha 6431m<sup>2</sup> (Ver figura 11), de las cuales solo 2883 ha son propiedad del Estado, esto indica que el 60% de las tierras en la cuenca media y alta del Río Enmedio son de propiedad privada (3931 ha 6431 m<sup>2</sup>) por las cuales las instituciones gubernamentales (MINAE, Municipalidad y otras), y la comunidad deberían priorizar para implementar programas tendientes al manejo y conservación tanto de los recursos hídricos como de flora y fauna.

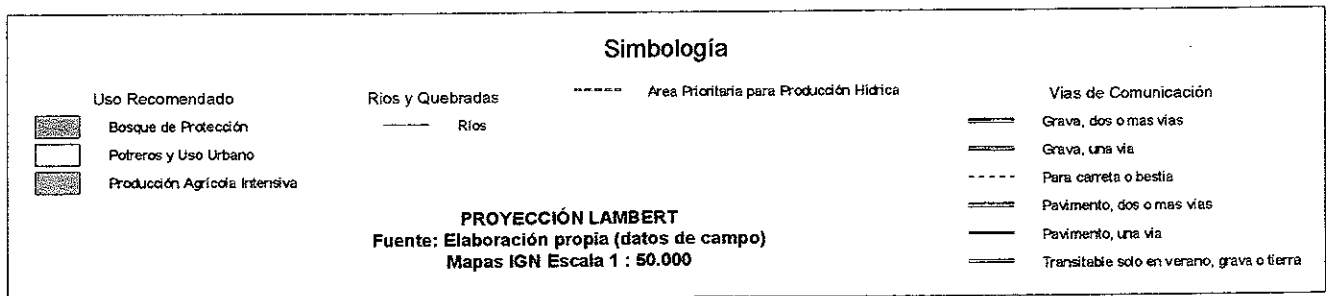
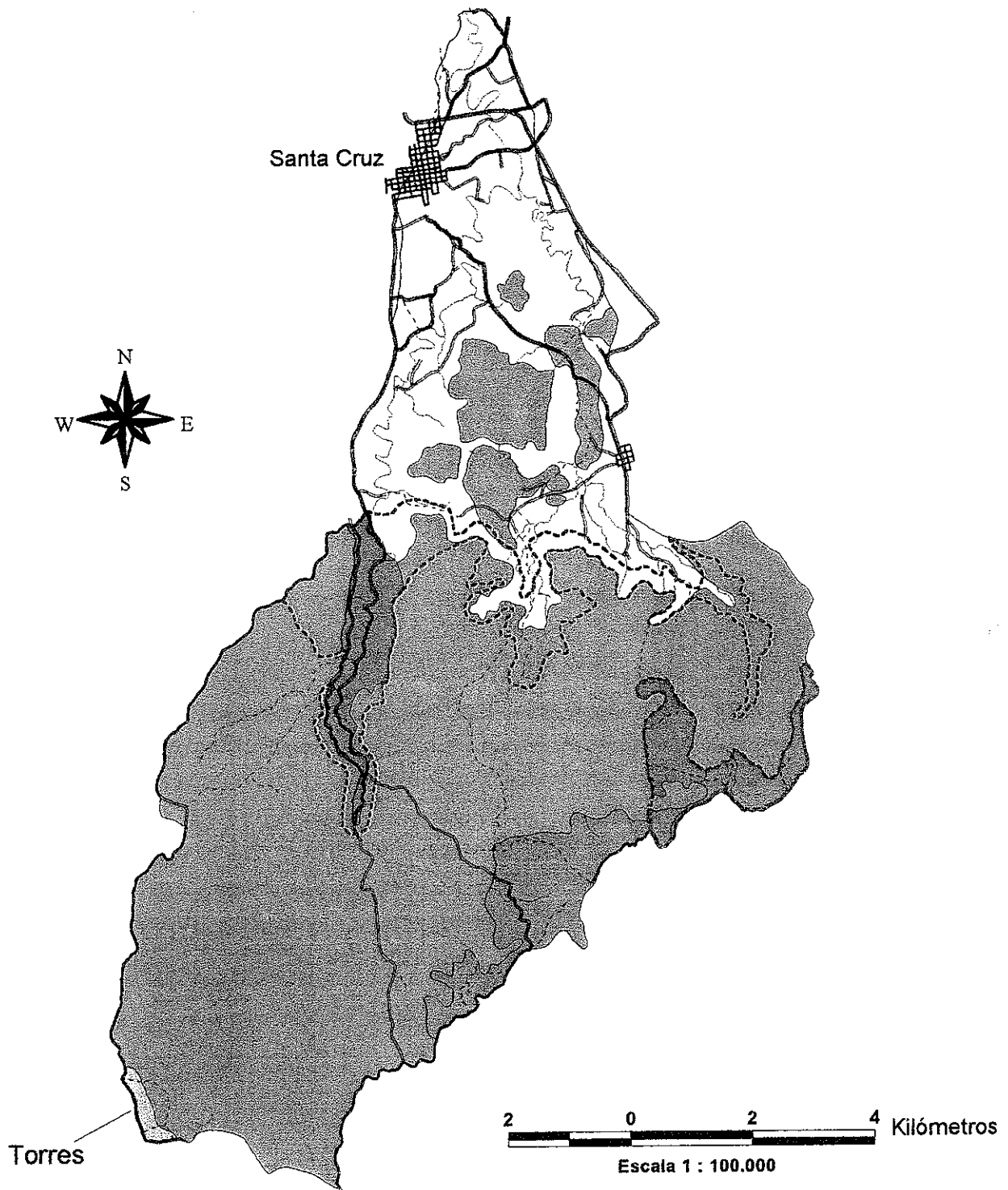
Muchas de estas áreas privadas presentan algún tipo de cobertura vegetal (Tacotales, bosque secundario o plantaciones forestales) pero lo importante de esto es asegurar que el uso de estas tierras se mantenga bajo cobertura boscosa y que no cambien por nuevos lineamientos de desarrollo agrícola o ganadero en el futuro, ya que estas tierras son eminentemente de vocación forestal.



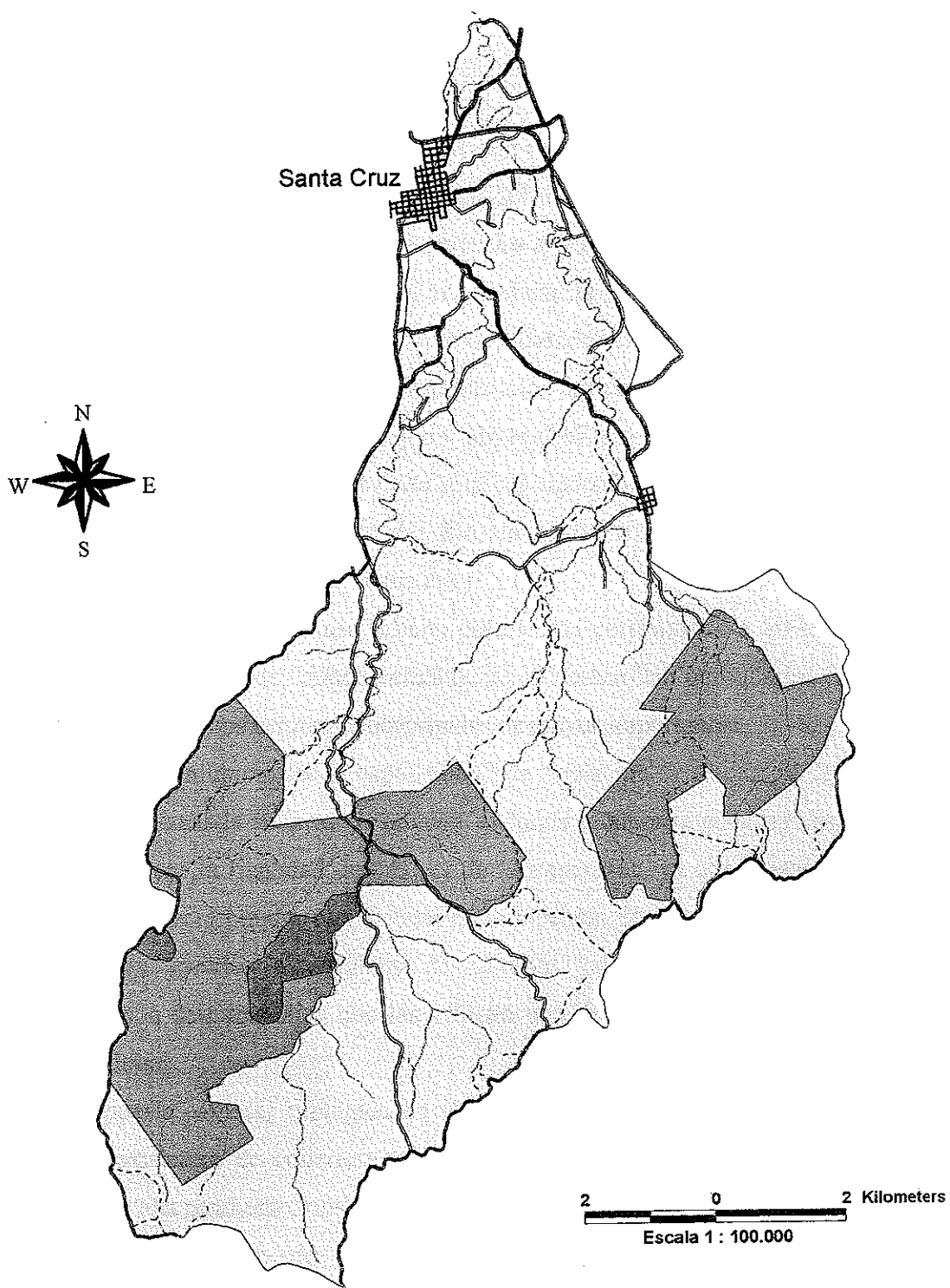
Simbología		
<b>Uso Actual de la Tierra</b>	<b>Rios y Quebradas</b>	<b>Vias de Comunicación</b>
Bosque de protección	Rios	Grava, dos o mas vias
Bosque primario intervenido		Grava, una via
Bosque secundario		Para correa o bestia
Potreros		Pavimento, dos o mas vias
Potreros y cultivos		Pavimento, una via
Potreros y localidades		Transitable solo en verano, grava o tierra
Producción agrícola		
Reforestación		
Tomas		

**PROYECCIÓN LAMBERT**  
 Fuente: Elaboración propia (datos de campo)  
 Mapas IGN Escala 1 : 50.000

**Figura 10 : Uso Actual Cuenca del Río Enmedio (Marzo 1999)**



**Figura 11 : Uso Recomendado para la Cuenca del Río Enmedio**



**Figura 12 : Ubicación del Refugio Nacional de Vida Silvestre Bosque Nacional Diria**



La figura 11 donde se presenta el mapa de uso recomendado de la cuenca, se elaboró basado en criterios como la capacidad de uso del suelo. No se pretende crear un área de conservación donde no se pueda tocar nada. Lo que se busca es que exista un balance entre productividad y conservación. Es una realidad la permanencia de población en la cuenca alta, esta no se puede sacar, por eso y basado en el uso actual del suelo y su capacidad se seleccionaron áreas para la producción agrícola intensiva, la cual tiene gran potencial para la producción de café y hortalizas (967 ha). Manteniendo estas áreas en producción y apoyando al agricultor con técnicas sostenibles, programas de extensión y educación ambiental la cuenca alta del Río En medio tendría menos presión por sus recursos naturales (hídricos, flora, fauna etc.)

La clasificación de potreros y uso urbano establecida corresponde a áreas planas de la cuenca (0-5% de pendiente) donde actualmente se desarrollan actividades de ganadería extensiva y se ubican los centros poblacionales de mayor importancia.

Según autoridades municipales la expansión de la población de la ciudad de Santa Cruz en el futuro será hacia la zona sur de la cuenca, donde estamos ubicando el uso urbano en nuestro estudio con la finalidad de prever dicha expansión, ya que existe una limitante para expandirse hacia otras áreas, la cual es la tenencia de la tierra ya que fuera de la cuenca existen grandes extensiones de terrenos pero estas pertenecen a pocos propietarios, son de compañías que las utilizan para industrias (producción de azúcar, melón, ganadería).

El área propuesta para ser protegida en la cuenca (6614 ha) se seleccionó basado en criterios de existencia de cobertura boscosa (bosque secundario, charrales), zonas de protección por alta pendiente, ríos y quebradas.

En función del objetivo de producción de agua en la cuenca, autoridades gubernamentales como el MINAE o Municipalidad deben priorizar la compra de terrenos, pago de servicios ambientales ó protección a las áreas comprendidas en la figura 11 (Uso Recomendado) que se encuentran entre las líneas punteadas; ya que estas son zonas de la cuenca con mayor potencial de infiltración de agua para los acuíferos, considerados técnicamente como pie de monte, dichas áreas se ubican entre las zonas planas y el inicio de las montañas.

#### 4.2.2 Producción Hídrica Mínima de la Cuenca.

Como se describe en la metodología se realizaron aforos en las subcuencas del río En medio y Tigre, con la finalidad de calcular el caudal medio unitario de las dos subcuencas, las mediciones que se tomaron en cuenta fueron las de menor caudal en ambas subcuencas, ya que nos interesa saber la producción mínima de agua, para calcular la cantidad de agua necesaria de abastecimiento a la población y cuantos años alcanzaría esta cantidad de agua en el futuro.

**Cuadro 14 : Mediciones de Caudal de los Ríos En medio y Tigre.**

<b>Río</b>	<b>Fecha Medición</b>	<b>Caudal** (l/s)</b>	<b>Ubicación Cartográfica * (Proyecciones Lamberth)</b>
En medio			Horizontal: 361-362 Vertical: 239-240
	25-02-99	57	
	24-03-99	25	
	28-04-99	31	
	26-05-99	598	
Tigre			Horizontal: 367-368 Vertical: 241-242
	24-03-99	2	
	28-04-99	7	
	26-05-99	27	

\* Hoja cartográfica Diriá 3046I escala 1:50000

\*\* Instrumento de Medición: Método del Molinete

Fuente: Datos de campo medidos por cuadrilla especializada en aforos (Estudios y Proyectos del A y A).

#### 4.2.2.1 Cálculo del caudal medio unitario de la cuenca.

- **Subcuenca Río Enmedio.**

- Caudal mínimo = 25 l/s.

- Area de la subcuenca = 26.2781 Km<sup>2</sup>.

$$\text{Caudal Unitario} = \frac{25 \text{ l/s}}{26.2781 \text{ Km}^2} = 0.951 \text{ l/s / Km}^2$$

- **Río Tigre.**

- Caudal mínimo = 2 l/s

- Area de la subcuenca = 4.7942 Km<sup>2</sup>

$$\text{Caudal Unitario} = \frac{2 \text{ l/s}}{4.7942 \text{ Km}^2} = 0.4170 \text{ l/s / km}^2$$

$$\text{Caudal Medio Unitario} = \frac{0.951 \text{ l/s/Km}^2 + 0.417 \text{ l/s/Km}^2}{2} = 0.6840 \text{ l/s /Km}^2. \quad [ 22 ]$$

#### 4.2.2.2 Caudal Mínimo Subterráneo de la Cuenca.

El siguiente cálculo corresponde al caudal mínimo subterráneo de la cuenca, ya que en la época de la medición (verano) no hay caudal superficial en estos ríos, excepto en sus cuencas altas donde se realizaron estas mediciones. Después de estos puntos el caudal superficial pasa a ser caudal subterráneo.

Caudal total subterráneo = Caudal medio unitario \* Area total de la cuenca.

$$\text{Caudal total subterráneo} = 0.6840 \text{ l/s/Km}^2 * 100.9152 \text{ Km}^2 = 69.02 \text{ l/s.} \quad [ 23 ]$$

### 4.2.3 Producción Anual Mínima de la Cuenca.

- $69.02 \text{ l/s}/1000 \text{ l} = 0.06902 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- $1 \text{ año} = 86400\text{s/día} * 365 \text{ días} = 31\,536\,000 \text{ s/año}$   
Producción anual de la cuenca.
- $0.06902 \text{ m}^3/\text{s} * 31\,536\,000 \text{ s/año} = 2\,176\,614.7 \text{ m}^3/\text{año}$ . [ 24 ]

### 4.2.4 Cálculo del consumo de agua per capita.

- Consumo promedio anual =  $33.36 \text{ m}^3/\text{mes}/\text{casa}$
- Número de integrantes por familia = 5 individuos
- Porcentaje de desperdicio de agua = 35%

(Tuberías, malos usos etc.).

- Consumo en Domicilio.

$$- \frac{33.36 \text{ m}^3}{30 \text{ días} * 5 \text{ indiv/familia}} = 0.222 \text{ m}^3/\text{individuo/día}.$$

- Consumo en estación de bombeo

$$- 0.222 + (0.35 * 0.222) = 0.2997 \cong 0.3 \text{ m}^3/\text{indiv/día}.$$

Consumo per capita  $0.3 \text{ m}^3/\text{indiv/día} * 1000 \text{ l} = 300 \text{ litros /individuo/día}$ . [ 25 ]

#### 4.2.5 Producción total por día

$$- 69.02 \text{ l/s} * 86400 \text{ s/día} = 5\,963\,328 \text{ l/día} \quad [26]$$

#### 4.2.6 Cantidad de personas máximo que puede abastecer la cuenca.

$$- \frac{5\,963\,328 \text{ l/día}}{300 \text{ l/indiv/día}} = 19878 \text{ personas.} \quad [27]$$

#### 4.2.7 Número de años máximo que la cuenca puede abastecer a los usuarios con una tasa de crecimiento de 1.46 %.

- Número de usuarios actuales del servicio de agua potable (mayo 1999) = 14680 personas (CP).
- Cantidad de personas máximo que puede abastecer la cuenca = 19878 personas (CF).
- Tasa de crecimiento poblacional de Santa Cruz = 1.46 % anual, basados en datos de población entre 1990 – 1998 (Estadística y Censos. 1999).

#### 4.2.8 Cálculo del número de años máximo de abastecimiento de agua.

Este se calculó a través de la fórmula de interés compuesto (Caballero, 1999)

$$- CF = CP (1+i)^n$$

Despejando n

$$n = \frac{\text{Ln}(CF / CP)}{\text{Ln}(1 + i)} \quad [28]$$

donde

CF = Capital futuro o número máximo de personas que abastecerá la cuenca.

CP = Capital presente o número de personas que actualmente se abastecen de agua.

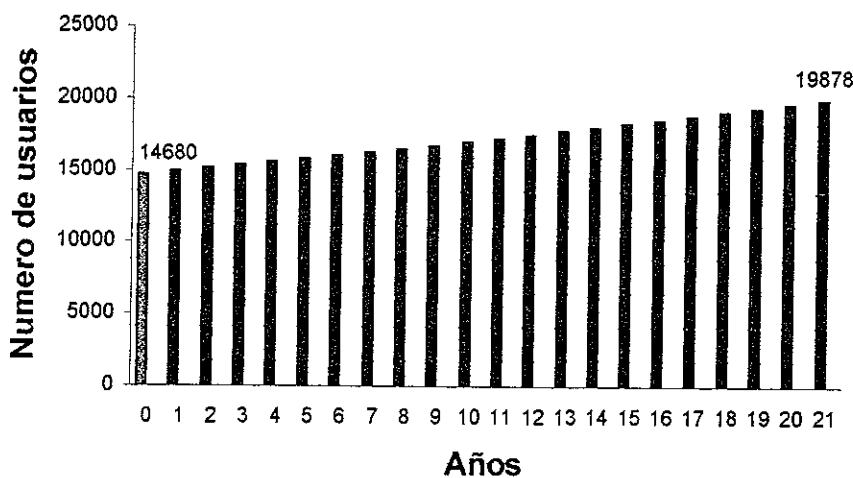
$i$  = Interés o tasa de crecimiento de la población.

$n$  = número de años.

$$n = \frac{\ln(19878 / 14680)}{\ln(1 + 0.0146)} = \frac{0.303}{0.0145}$$

$$n = 20.9 \cong 21 \text{ años.}$$

También se muestra en la siguiente figura la relación calculada anteriormente.



**Figura: 13. Máximo de años de suministro de agua con un crecimiento poblacional de (1.46% anual).**

La figura anterior nos confirma el gran potencial e importancia que tiene la cuenca alta del Río Enmedio como área de recarga acuífera para el abastecimiento de agua potable de la Ciudad de Santa Cruz.

La producción mínima de agua (caudal unitario) de esta cuenca alcanza como máximo para 19878 personas. Con el crecimiento que viene experimentando dicha población desde hace 8 años (1.46% anual) se necesitarían 21 años para que esta cantidad mínima de agua que está bajando por la cuenca en época de verano no sea suficiente para abastecer a más de 19878 personas.

Este concepto está basado en el supuesto de que toda el agua subterránea que existe en la cuenca sea consumida y además que el consumo per capita de los usuarios del servicio es constante y no cambia con un mejoramiento del ingreso.

Pero los cálculos toman gran relevancia para la planificación del desarrollo urbanístico de la Ciudad.

Sin duda alguna Santa Cruz es una de las poblaciones mas privilegiadas de la Península de Nicoya debido a este potencial hídrico que en muy pocas ciudades del área se presenta.

De allí la gran importancia que tiene el manejo y conservación de la cuenca del Río En medio para seguir suministrando agua potable a la población o en el futuro a otras comunidades con creciente escasez de agua potable.

### 4.3 ESTIMACION DE VALORES ECONOMICOS AMBIENTALES.

#### 4.3.1 Información Básica (costo de producción hídrica del bosque).

##### 4.3.1.1 Costo del Valor Promedio de la Tierra.

El valor de producción de agua del bosque se calculó valorando la cantidad de agua captada o disponible (caudal mínimo subterráneo de la cuenca) a través del costo promedio de la tierra.

**Cuadro 15 : Costo del valor promedio de la tierra en la cuenca media y alta del Río Enmedio**

Ubicación	Institución	Informante	Monto (colones/ha)	Monto(US\$) (dólares/ha)
Cuenca media y alta.	Ministerio de Hacienda	Ing.Manuel Fernández Brich.*	200 000	
	Banco Nacional Sucursal Santa Cruz,Guanacaste	Ing.Olger Barrantes *	125 000	
	Municipalidad de Santa,Cruz Guanacaste.	Departamento de Catastro.	230 000	
Promedio			185 000	649.12

Fuente: Elaboración propia (consulta personal).

\* Peritos evaluadores.

Tasa de cambio: 1 US\$= 285 colones (mayo 1999).



**4.3.1.2 Valor del Costo Anual Uniforme Equivalente(CAUE) y el costo total de la inversión en compra necesaria de tierra para determinar el valor de captación.**

- Costo total de áreas de bosque a comprar.

$$CTB = ABC * CPT \quad [29]$$

Donde:

CTB = Costo total de áreas de bosque a comprar (consolidación área de recarga acuífera).

ABC = Area de bosque a comprar.

CPT = Costo Promedio de la tierra.

$$CTB = 3953ha \ 7868 * US \$649.12/ha.$$

$$CTB = \$ 2 \ 566 \ 482.$$

- Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) (Salguero. 1996)

$$CAUE = CF * \frac{(i * (1+i)^n)}{(1+i)^n - 1} + CO \quad [30]$$

Donde:

CAUE = Costo Anual Uniforme Equivalente.

CF = Costo Fijo

i = Tasa de descuento en dólares = 9%

n = Periodo de tiempo para la recuperación = 25 años

CO = costo de recuperación (en este caso no tomo como cero, porque lo que se necesita para el cálculo del valor de captación solo es la anualización del monto total de la tierra a comprar).

$$CAUE = 2\,566\,428 * \frac{[0.09 (1+0.09)^{25}]}{[(1+0.09)^{25}-1]}$$

CAUE = US \$ 261 267.86/año.

#### 4.3.2 Costo de la Producción o Captación Hídrica del Bosque.

El valor de producción hídrica del bosque se calculó de la siguiente forma. (Barrantes; Castro..(a)1998).

$$VP = \alpha * VH * \frac{N}{VA} N \quad [31]$$

Donde:

VP = Valor de producción de agua por el bosque (\$/m<sup>3</sup>)

VH = Costo por hectárea del valor de la tierra anualizado (CAUE) ((\$/ha/año). Area del bosque a comprar (3953 ha 7868 m<sup>2</sup>)

N = Número de hectáreas total de bosque en la cuenca (ha)= 6837 ha 1868 m<sup>2</sup>

VA = Volumen de agua (producción mínima de la cuenca) (m<sup>3</sup>/año)

α = Peso al valor de la función hídrica de los bosques como servicio ambiental (0.56).

$$VP = 0.56 * \frac{(261267 / \text{año})}{(39537868m^2)} * \frac{(68371868m^2)}{(2176614.7m^3 / \text{año})}$$

$$VP = \$ 0.116/m^3.$$

### 4.3.3 Valor de Mantenimiento de la Producción Hídrica de la Cuenca.

#### 4.3.3.1. Determinación de costos anuales.

Para la determinación de dichas actividades se realizaron reuniones con el personal técnico y administrativo de la oficina subregional del MINAE en Santa Cruz, los cuales consideraron que éstas son las acciones prioritarias a implementar en la cuenca con la finalidad de manejar y conservar adecuadamente el área, por lo que se procedió a calcular con cada encargado los presupuestos de los programas mencionados. En el anexo 5 se muestra el desglose de los gastos por actividades a realizar en colones.

**Cuadro 16 : Inversiones requeridas para el mantenimiento y protección de la cuenca (gastos anuales).**

Actividades a realizar	Monto US \$ /año.
1- Administración y vigilancia	22 278.60
2- Programa prevención y control de incendios.	18 770.89
3- Programa de educación ambiental	20 082.80
<b>Total</b>	<b>61 132.29</b>

**4.3.3.2. Determinación de costos fijos.**

Se aplicó la fórmula de (CAUE) para anualizar los costos fijos en equipo necesarios en los programas y luego se suman a los gastos anuales en mantenimiento y protección de la cuenca.

$$CAUE = CF * \frac{i * (1+i)^n}{(1+i)^n - 1} + CO \quad [32]$$

donde:

CAUE = Costo anual uniforme equivalente para la inversión en equipo.

CF = costo fijo (inversión total en equipo = US \$ 14 707.89).

i= 9%

n = 10 años(depreciación de equipo).

$$CAUE = 14\ 707.89 * \frac{[0.09 (1+0.091)^{10}]}{[(1+0.091)^{10}-1]}$$

**CAUE = US \$ 2 291.49/año.**

#### 4.3.3.3 Costos de mantenimiento de la producción hídrica de la cuenca.

- Estos son los gastos incurridos en las actividades necesarias para mantener y proteger la cuenca.

$$CMP = CAV + CI + CEA + IEA \quad [ 33 ]$$

Donde:

CMPT = Costos de mantenimiento y protección total.

CAV = Costos de administración y vigilancia

CI = Costos prevención y control de incendios

CEA = Costos programa de educación ambiental.

IEA = Inversiones en equipo anualizado (CAUE).

$$CMP = \$ 22\,278.60 / \text{año} + \$ 18\,770.89 + \$ 20\,082.80 / \text{año} + \$ 2\,291.49 / \text{año}.$$

$$CMPT = \$ 63\,424.79 / \text{año}.$$

Costos de mantenimiento por hectárea ( $CM_{Ha}$ ).

$$CM_{Ha} = \frac{CMPT}{AT} \quad [ 34 ]$$

Donde:

$CM_{Ha}$  = Costo de mantenimiento por hectárea.

CMPT = Costo de mantenimiento y protección total.

AT = Area total de la cuenca = 10 090 ha 5193m<sup>2</sup>.

CM<sub>Ha</sub> =  $\frac{\$ 63\,423.79/\text{año}}{10\,090\text{ ha } 5193}$  = US \$ 6.285/ha/año.

- Costos de mantenimiento y protección por metro cúbico (m<sup>3</sup>).

$$CMP^3 = \frac{\alpha * CMPT}{VA} \quad [35]$$

$CMP^3$  = Costo de mantenimiento y protección por m<sup>3</sup>.

CMPT = Costo de mantenimiento y protección total.

$\alpha$  = Nivel de importancia del mantenimiento y protección en función del recurso hídrico 0.56% (Barrantes y Castro.(a) 1998).

VA = Volumen de agua mínima producida por la cuenca anualmente.

$$CMP^3 = \frac{0.56 * \$ 63\,423.79/\text{año}}{2\,176\,614.7\text{ m}^3/\text{año}} =$$

$$CMP^3 = \text{US } \$ 0.0163/\text{m}^3.$$

#### 4.3.4 Gastos realizados en la cuenca.

El estado ha invertido en el manejo y conservación de la cuenca, en rubros como compra de tierras, administración y vigilancia e incentivos de reforestación y conservación de bosques un monto de US\$ 546 965, los cuales se hicieron en los últimos 5 años. Estas inversiones se tomaron en nuestro análisis como Costos Hundidos (Gittinger.1984), por lo tanto no se tomaron en cuenta en nuestro análisis como se justificó en la metodología.

Seguidamente se presenta una descripción de estos gastos.

**Cuadro 17. Resumen de inversiones realizadas por el Estado en la Cuenca del Río En medio**

<b>Rubro</b>	<b>Monto (Colones)</b>
Terrenos Comprados	80 186 422
Incentivos CAFA	10 800 000
Incentivos CPB	54 520 000
Administración y vigilancia (1996-1998)	10 378 628
<b>Total</b>	<b>155 885 050</b>

Fuente: Archivo Oficina Subregional de MINAE Santa Cruz, Guanacaste.

#### 4.3.5 Costos de limpieza del agua (costos defensivos).

La institución administradora del servicio de agua potable (A y A) toma de pozos profundos el agua que distribuye, ésta viene sin contaminación.

Esta agua al ser usada en diferentes actividades (industria, comercio, uso doméstico) sufre un deterioro de sus características físicas, químicas y biológicas.

Aunque el agua tiene otro componente de depreciación que es por agotamiento cuando la extracción es superior a la tasa de recuperación, éste no se consideró, ya que no se pudo obtener la información necesaria para su cálculo.

- Cálculo del costo de limpieza del agua post servicio.

**- Inversión Inicial.**

El AyA invirtió en 1977, 60 millones de colones en la construcción de una planta de tratamiento post servicio para devolver al río el agua utilizada por sus usuarios, con mejores características de calidad.

Esta inversión no se tomó en cuenta en el costo de limpieza, por lo que se consideró como un costo hundido, justificación que se realizó en acápites anteriores.

**- Inversión necesaria actual.**

Para construir otra la planta de tratamiento post servicio se necesitará una inversión inicial fija de 97.5 millones de colones la cual se desglosa de la siguientes forma: Obra civil 70 millones, obras de egreso e ingreso (tuberías y otros) 10 millones, compra de terreno 17.5 millones

**- Costo de inversión:**

97.5 millones de colones  $\cong$  US \$ 342 104

**- Costo de operación anual:**

9.6 millones de colones  $\cong$  US \$ 33 684

tasa cambio 1\$ = 285 colones mayo 1999)

Se aplicó el concepto de CAUE que se explicó en acápites anteriores.

$$\text{CAUE} = 342\,104 * \left[ \frac{0.09(1+0.09)^{25}}{(1+0.09)^{25}-1} \right] + 33\,684 \quad [36]$$



$$CAUE = \text{US } \$ 68\,510 / \text{año}.$$

**- Metros cúbicos que procesa por año la planta de tratamiento post servicio.**

$$10L/s = \frac{10l/s}{1000} = 0.01m^3 / seg. \quad [37]$$

$$0.01 m^3/s * 86\,400 s/día * 365 días = 315\,360 m^3/año.$$

**- Costo de limpieza del agua (\$/m<sup>3</sup>/año)**

$$CL = \frac{CAUE}{M^3P} \quad [38]$$

Donde:

CL = Costo de limpieza del agua (\$/m<sup>3</sup>/año).

CAUE = Costo anual uniforme equivalente (inversión necesaria) (\$/año).

M<sup>3</sup>P = Metros cúbicos procesados en la planta (m<sup>3</sup>/año).

$$CL = \frac{US\$68510 / \text{año}}{315360m^3 / \text{año}}$$

$$CL = \$ 0.2172 / m^3/año$$

#### 4.3.6 Costo de la Tarifa Actual.

Para cálculo de la tarifa actual se determinó por registro de la oficina subregional del Ay A en Santa Cruz, el total facturado por mes entre el total de usuarios de ese mes

en el periodo (enero98- marzo 99), luego se calculó un promedio general, obteniendo la tarifa mensual promedio pagada por los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de Santa Cruz.

En el anexo 7 se describe el cálculo de la tarifa promedio y el consumo ( $m^3/mes$ ) promedio de los usuarios del servicio.

Es importante reiterar que se asumió que la tarifa actual incluye todos los costos de operación del servicio de suministro de agua potable.

$$CTA = \frac{TM}{C} (US \$/m^3) \quad [ 39 ]$$

CTA = Costo tarifa actual (precio/ $m^3$ ) pagado por los usuarios del servicio de agua potable.

TM = Tarifa promedio mensual = 2324.75 colones  $\cong$  \$8.16/mes  
(tasa de cambio 1\$ =285 colones (mayo 99).

C = Consumo promedio mensual =  $33.36m^3/mes$ .

$$CTA = \frac{\$ 8.16/mes}{33.36m^3/mes} \quad o \quad \frac{\$ 97.92/año}{400.32m^3/año}$$

$$CTA = US \$ 0.2446/m^3.$$

#### 4.3.7 Fondo de Reserva

De los costos calculados anteriormente los cuales están constituidos por el costo de producción hídrica del bosque, los costos de mantenimiento de la producción hídrica, los costos de limpieza del agua, y tarifa actual, al total de estos costos (US \$/m<sup>3</sup>) se aplicó un margen base como fondo de reserva equivalente a la tasa de interés brutos de los certificados de depósito de EUA en dólares (Libor 12 meses) de 5.75% a junio de 1999 (Banco Central de Costa Rica.), el cual tiene el objetivo de ir recuperando la inversión respondiendo al crecimiento de la población la cual tendrá mayores demandas tanto del recurso hídrico como del servicio de suministro de agua.

Además de este indicador se proponen una serie de escenarios para comparar diferentes tasas de interés financiera los cuales pueden aplicarse al proyecto como fondo de reserva según sea el caso.

##### Escenario 1

Una de las tasas de interés que se puede aplicar es el indicador llamado Prime Rate el cual es la tasa de interés Preferencial que los bancos internacionales prestan a sus clientes con mayor capacidad de pago y volumen de crédito. Según (Banco Central de Costa Rica, 1999) el Prime Rate a junio de 1999 es de 7.75 %.

##### Escenario 2.

Recomiendan (Aylward. y Porras. 1998) en su estudio de análisis de tasas de descuento sociales y financieros de Costa Rica que la tasa más apropiada que se puede aplicar a este tipo de proyectos es de 9%.

##### Escenario 3.

El Banco Mundial tiene líneas de crédito para Programas de Agua y Saneamiento cuyo interés financiera oscila en un 12 %, el cual se aplicará al comparar con los otros escenarios.

#### **4.4. COSTO REAL DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.**

Se propone una estructura tarifaria que este constituida por los siguientes componentes.

##### **4.4.1 Costo Ambiental del Agua.**

- Es el costo de la producción o captación hídrica anual de los bosques en la cuenca.
- El costo de los dineros necesarios para el mantenimiento y protección de la cuenca.

##### **4.4.2 Costo Financiero.**

- Montos de la tarifa actual (bajo el supuesto que incluye todos los costos de operación, inversión etc.).
- Costo de limpieza del agua (costos defensivos)
- Fondo de reserva.

**Cuadro 18 : Costo real del agua para uso doméstico  
(Cuenca del Río Enmedio) (US \$/m<sup>3</sup>)**

Uso	Costo de Producción o captación de agua	Costo mantenimiento de la producción	Costo de tarifa actual	Total (US \$/m <sup>3</sup> )
Doméstico	<b>0.116</b>	<b>0.0163</b>	<b>0.2446</b>	<b>0.3769</b>

El costo de la función natural o servicio ambiental que prestan los bosques en la cuenca media y alta del Río Enmedio en la producción de agua para la zona es de US \$0.1323/m<sup>3</sup> (Producción y mantenimiento). Si se incorporaran estos en la tarifa actual ésta aumentaría en un 54 %, valores que son necesarios incorporar en las tarifas que pagan los usuarios del servicio de agua potable, con la finalidad de tener recursos económicos para la implementación de programas tendientes al manejo y conservación de las áreas prioritarias de producción hídrica de la cuenca.

O también son montos que pueden negociar instituciones como el MINAE para cobrar los servicios de los bosques que están protegiendo a entidades como el A y A que utiliza esos servicios. Además estos datos son esenciales para la búsqueda de fondos internacionales tendientes a proteger y ejecutar los programas propuestos para el manejo y conservación de la cuenca.

**Cuadro 19 : Costo adicional del agua para uso doméstico  
(Cuenca del Río En medio) (US \$/m<sup>3</sup>)**

Uso	Costo de limpieza del agua	Fondo de Reserva (5.75%)	Total (US \$/m <sup>3</sup> )
Doméstico	<b>0.2172</b>	<b>0.0341</b>	<b>0.2513</b>

Podemos observar que el tratamiento post-servicio (limpieza) es uno de los valores más altos (US \$0.2172/m<sup>3</sup>), el cual corresponde a un 35 % del costo real adicional del agua calculado. Lo cual nos da indicios del por qué la mayoría de los servicios de agua del país no tienen este tipo de tratamiento post-servicio, por lo que estas aguas llegan a contaminar aún más los cauces de los ríos.

Si se incorporan todos los valores presentados a la tarifa actual (US\$ 0.6282/m<sup>3</sup>), ésta se vería incrementada en un 152 %. Por lo tanto habría que aumentar en este monto la tarifa para que pueda ser sostenible el suministro de agua potable en el área de estudio.

Encontraron (Barrantes, y Castro, 1998a) para la Región Chorotega que los valores de captación y protección de los bosques fueron 2.24 colones/m<sup>3</sup> (US \$0.00896/m<sup>3</sup>) y 0.06449 colones/m<sup>3</sup> (US \$0.00358/m<sup>3</sup>) respectivamente (tasa de cambio 1\$ = 250 colones).

Las diferencias encontradas en estos valores podrían radicar en que el presente estudio toma información en detalle de una área más específica (cálculos de volumen de agua, costos de mantenimiento y protección entre otros) y el trabajo mencionado lo hace a un nivel regional, además los valores de captación fueron calculados a través de costos de oportunidad del uso de la tierra con respecto a la mejor alternativa de uso del suelo, lo cual para este caso fue la actividad ganadera y en nuestro caso se hizo con el valor del costo de la tierra.

Si aplicamos los escenarios propuestos con relación al fondo de reserva podemos observar los siguientes incrementos, para el escenario 1 (Prime Rate) sería de 2 %, con el escenario 2 es de un 3% y con el escenario 3 sería de 5.5 %.

#### **4.5 VOLUNTAD DE PAGO TOTAL VRS COSTO REAL DEL AGUA.**

La Voluntad de Pago Total de los usuarios del agua potable por un mejoramiento en la calidad del agua está constituida por el costo de la tarifa actual (US \$ 0.2446/m<sup>3</sup>/año) más la Media de la Voluntad de Pago calculada (Valoración Contingente) la cual expresada en forma de costo anual por volumen es (US \$0.0446 m<sup>3</sup>/año). Como resultado la Voluntad de Pago Total es de US \$ 0.2892 m<sup>3</sup>/año

Además se calculó que el costo real del agua para uso doméstico (cuadro 18) es de US \$ 0.3769/m<sup>3</sup> anuales. Por lo que podemos calcular que la Voluntad de Pago total de los usuarios (US \$ 0.2892/m<sup>3</sup>) es menor que el Costo Real del agua.

Por lo que se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) que mencionaba que la Voluntad de Pago Total era mayor que el Costo Real del agua.

Por lo tanto no se pueden implementar en forma completa los programas propuestos (compra de tierras, programas de educación ambiental, control y prevención de incendios, compra de equipo, programa de administración y vigilancia) ya que la Voluntad de Pago de los usuarios es menor que los costos que se deberían incurrir en estos programas.

Evidentemente el gobierno debe seguir subsidiando el suministro de agua potable en la zona de estudio, ya que con las condiciones socioeconómicas descritas en la encuesta (niveles de ingresos de la población muy bajos) les es prácticamente imposible pagar el costo real del agua. Aunque la población presenta una alta Voluntad de Pago (77.8%) el monto que están dispuestos a pagar ( US \$ 1.49/mes) adicional a la tarifa actual no es suficiente para cubrir los costos reales del agua .

#### 4.6 IMPLICACIONES PARA EL DISEÑO DE UNA POLITICA DE MANEJO DE AGUA EN EL AREA DE ESTUDIO.

Seguidamente se presentan los aportes más relevantes que hace este estudio para que instituciones como Acueductos y Alcantarillados, y el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) puedan utilizar en la planificación de acciones y políticas para el manejo del recurso hídrico de la zona de estudio.

La tarifa actual que se paga por el servicio de agua, solo incluye los costos financieros de suministrar agua a los usuarios. Con esta tarifa las instituciones de suministro de agua

(Ay A, Municipalidades, SENARA etc.) tienen grandes problemas para cubrir costos de operación, capital, infraestructura y otros; ya que estos han tomado los costos promedios para el cálculo de sus tarifas, además por ser el agua un servicio básico para la población siempre ha estado influenciado por el manejo político debido a que los gobiernos no quieren arriesgarse a aumentar las tarifas de servicios básicos por el costo político que esto representa.

Pero realmente hay que cambiar esta situación, ya que de no ser así los servicios de agua del país colapsarán en pocos años, promoviendo aun más el deterioro ambiental de las fuentes de agua y de su infraestructura (cañerías, plantas de tratamiento etc.)

El presente estudio propone que se debe de aplicar una tarifa en la que se refleje el costo real del recurso hídrico, este tipo de tarifa permitirá que las instituciones que suministran el recurso agua, lleguen a ser autosuficientes financieramente y dejen de depender de subsidios del gobierno central, lo que estimula la ineficiencia del servicio.

La estructura tarifaria propuesta debe incluir además de los costos actuales de operación o tarifa actual (suponiendo que esta cubra todos los costos de operación e inversión); un componente ambiental constituido por los costos de producción de agua (costos de mantener la cobertura forestal en la cuenca) (US \$0.116/m<sup>3</sup>) y los costos de mantenimiento de la producción (US \$0.0163/m<sup>3</sup>).



Los anteriores componentes servirían para asegurar un flujo permanente y continuo de agua para dar sostenibilidad al servicio de suministro de agua a la población.

Adicional a estos componentes se sugiere que la tarifa debe tener un rubro que cubra los costos de devolver el agua en buenas condiciones (costo de plantas de tratamiento post-servicio) (US \$0.2172/m<sup>3</sup>) para que otros usuarios río abajo también tengan la oportunidad de utilización del recurso.

El último componente que debería tener la estructura tarifaria propuesta es que cubra los gastos (fondo de reserva) para responder al crecimiento de la población para el desarrollo de nueva infraestructura o acciones de protección de las cuencas como compra de tierras, pagos de servicios ambientales del bosque etc., el cual fue calculado para el área en estudio con un monto de US \$0.0341/m<sup>3</sup>.

El presente estudio también le suministra importante información al MINAE para implementar acciones ó políticas para el manejo del recurso hídrico en la cuenca.

Al conocer una aproximación de los costos del agua producida en la cuenca del Río En medio la cual es función de los esfuerzos que dicho Ministerio ha realizado en la protección de los bosques de la cuenca y que corresponden a US \$0.1323/m<sup>3</sup>/año (costo de producción más costo de mantenimiento).

Si esto lo multiplicamos por el volumen de agua mínimo que produce la cuenca en un año (2176614 m<sup>3</sup>/año) bajo el supuesto que este mínimo es el que abastece los acuíferos de la cuenca, los cuales suministran el agua potable para la población, el valor anual del agua producida en esa cuenca sería de US \$287966. Monto que podría ser negociado por el MINAE y los propietarios de bosque de la cuenca, con los usuarios directos del agua (población) o el AyA como pago por los servicios ambientales de los bosques que ellos están conservando. También estos resultados podrían ser utilizados para realizar propuestas a instituciones internacionales que financien proyectos de esta naturaleza.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1 Conclusiones.

- Se determinó que la Media de la Voluntad de Pago (VDP) por un mejoramiento de la calidad del agua potable en la Ciudad de Santa Cruz, fue de US \$1.49/mes (425 colones/mes) adicional a la tarifa que actualmente están pagando los usuarios del servicio.

Esta disponibilidad de pago en forma agregada en la población equivale a US \$13 624/año. La utilidad de estos valores agregados es que pueden ser utilizados como puntos de referencia para planificar las acciones de manejo y protección de la cuenca media y alta del Río En medio.

- Las variables que influyen significativamente en la Voluntad de Pago de los usuarios del servicio de agua potable fueron: las tarifas propuestas o Bids, el ingreso familiar, la edad y la condición de ser jefe de familia. Todas las anteriores variables están relacionadas con aspectos socioeconómicos, lo cual demuestra la consistencia del estudio con la racionalidad económica o teoría económica desarrollada para este tipo de estudios.
- Es notable la preocupación de los pobladores por el deterioro ambiental que se está dando en la cuenca, los cuales consideran que los tres principales problemas son: la contaminación de ríos por desechos sólidos y agroquímicos (68,5%) la deforestación (62,2%) y la incidencia de quemadas en verano (49,6%).

- El costo real del agua producida por la cuenca del Río En medio que se calculó y se propone en este estudio constó de 5 componentes: Costo de Producción Hídrica del Bosque (US \$0.116/m<sup>3</sup>), Costo de Mantenimiento de la producción (0.0163), Tarifa Actual (US \$2446), Fondo de Reserva (US \$0.0215/m<sup>3</sup>), costo de limpieza del agua (US \$0.2172/m<sup>3</sup>). Todos estos constituyen el costo real del agua el cual para el caso en estudio es de (US \$0.6282/m<sup>3</sup>).
- Si se incorporan todos estos componentes la tarifa actual se incrementaría en un 152 %, con lo cual se podría dar la base financiera y flujo permanente de ingreso para el mantenimiento y operación de la infraestructura existente y el manejo y protección de la Cuenca con el objetivo de asegurar una oferta continua y permanente del recurso hídrico para el abastecimiento de la población.
- El costo de la función natural de los bosques existentes en la cuenca media y alta desde la perspectiva de producción hídrica es de US \$ 0.1323/m<sup>3</sup>/año. Si solo estos dos componentes (costo de producción y mantenimiento) se incorporaran a la tarifa actual esta se incrementaría en un 54 %. Monto base que podría cobrarse o negociarse como servicio ambiental producido por los bosques de la cuenca a instituciones, empresas y poblaciones que se benefician del recurso.

## 5.2 Recomendaciones

- Es importante antes de implementar una política de cobro adicional en la tarifa de agua por conceptos ambientales, la ejecución de un Programa de Educación Ambiental que de a conocer la importancia de manejar adecuadamente la cuenca para la sostenibilidad del recurso hídrico.
  
- Se debería constituir una estructura organizativa como lo es una Fundación, para que esta planifique, ejecute y monitoree las políticas de cobro de los servicios ambientales que brindan los bosques para la producción de agua potable. Esta tiene que estar integrada por miembros de la comunidad de impecable reputación como representante de la iglesia y otros para que tenga la credibilidad necesaria y sea apoyada por la mayoría de la comunidad.
  
- Como se mostró en la encuesta, la condición económica general en la zona de estudio es difícil, ya que poseen pocas fuentes de ingreso y estas son estacionales. Por lo que es conveniente que si se implementan cobros adicionales en la tarifa de agua u otra estrategia, estos deben ser en forma gradual.
  
- Los valores encontrados en este estudio son aproximaciones del costo real del agua potable y de la Voluntad de Pago en la zona de Santa Cruz. Estos no se pueden generalizar para otras condiciones; por lo que es necesario implementar este tipo de estudios para cada una de las diferentes condiciones presentes en las cuencas.
  
- A pesar de que solo las variables económicas como ingreso familiar, edad fueron significativas, no descartamos que otras variables puedan incluirse en futuras investigaciones, ya que estas pueden ser significativas en otros sitios.

- Es necesario la elaboración de un sistema tarifario a nivel nacional que incorpore el costo real del agua. Para esto se debería ampliar la tarifa actual incorporando como mínimo aspectos ambientales como los costos de captación y mantenimiento, para poder dar sostenibilidad al suministro de agua potable en el país.
  
- Instituciones como Acueductos y Alcantarillados (AyA) y el Ministerio de Ambiente y Energía MINAE, deben tener un objetivo común en cuanto a la sostenibilidad del recurso hídrico que los lleve a crear convenios ágiles para implementar acciones de protección a las cuencas, transferencias de fondos para pagos de servicios ambientales a propietarios de bosques, implementación de programas conjuntos entre otros.
  
- Se deben establecer en las cuencas mas importantes del país programa permanente de medición de caudales mínimos con la finalidad de que las comunidades tengan información necesaria para conocer el potencial hídrico en el suministro futuro de agua .

## VI. Bibliografía Consultada

- Aguirre, J.A. 1995. Principios de economía ambiental. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 305 p.
- Ayward.; Porras,I. 1998. An analysis of private and social discount rates in Costa Rica. CREED Working Paper Series No. 20. 34p.
- Azqueta,D.1994. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, España. McGraw-Hill / Interamericana de España. 191p.
- Barrantes. G.; Castro,E 1998b. Disponibilidad a pagar para la sostenibilidad del servicio hídrico en el sector doméstico Costarricense. San José, Costa Rica. Ministerio del Ambiente y Energía MINAE. 29 p.
- Barrantes. G.; Castro.E. 1998a. Valoración económica ecológica del agua en Costa Rica: Internalización de los servicios ambientales .Informe 2. San José, Costa Rica. Ministerio del Ambiente y Energía MINAE 51p.
- Bishop,R.; Heberlein, T.; Kealy, M. 1983. Contingent valuation of environmental assets: comparisons with a simulated market. Natural Resouces Journal. 23:618-633.
- Cabán, A.; Loomis, J.1997. Economic benefits of maintaining ecological integrity of Río Mameyes, in Puerto Rico. Ecological Economics 21:63-75.
- Caballero,M. 1999. Notas de curso de Economía Ambiental. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 37 p.

- Calvo, J.C. 1996 Efectos del uso de la tierra y estudios de balances hídricos para cuencas tropicales: con particular referencia al embalse Arenal, Costa Rica. Centro Científico Tropical. Programa CREED. 30p.
- Cardozo, A 1983. Efectos de la cobertura vegetal sobre el proceso de infiltración del agua en el suelo. Tesis Ing.Agr. Nuevo León, México, Universidad Autónoma de Nuevo León. 60p
- Centro Científico Tropical. 1995. Valoración económica ecológica del agua. Primera aproximación para la exteriorización de costos. San José Costa Rica. 20 p.
- Dixon, J; Scura, L.F; Carpenter, R.A.; Sherman, P.B. 1994. Economic analysis of environmental impact. 2 ed. London Earthscan Publication. 210p.
- Estadística y Censos. 1999. Costa Rica cálculo de población por provincia, cantón y distrito al 1 de enero de 1999. Ministerio de Economía Industria y Comercio. San José, Costa Rica. 18.p
- Field, B.C. 1995. Economía ambiental. Una introducción. Trad. Leonardo Cano. Colombia, McGraw-Hill/Interamerica . 587p.
- Gittinger, JP. 1982. Economic analysis of agricultural Projects. 2 ed. Baltimore, Maryland. The Johns Hopkins University Press. 505p.
- Gregersen, H; Arnold, J.E; Lundgren, A.L; Contreras, A. 1997. Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices, Roma, Italia, FAO. 69 p. (Estudio Montes no.127)

- Hahn, G.1996. Agua potable. Y la evaluación contingente como parte de un manejo sostenible del recurso, el caso de Costa Rica. Tesis de Maestría Economía Ecológica. Gothenburg, Suecia, Universidad de Gotemburgo. 62 p
- Hanemann, M.W. 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete response data. *American Journal of Agricultural Economics*. 66(3):332-341
- Haneman, M.; Loomis, J.; Kanninen, B. 1991. Statistical efficiency of double-bounded dichotomous choice contingent valuation. *American Journal of Agricultural Economics* 73(4):1255-1263.
- Hanley, N.; Spash, C. 1995. *Cost-benefit analysis and the environment*. England, Edward Elgar Publishing. 278p.
- Herrera, W. 1992. Diagnóstico y zonificación del Bosque Nacional Diríá para su manejo y desarrollo. San José, Costa Rica. 74 p.
- Loomis, J. B. 1988. An introduction to contingent valuation using dichotomous choice models. *Journal of Leisure Research*, 20(1):46-56.
- Loomis, J. B. 1989. Test-retest reliability of de contingente valuation method: A comparision of general population and visitor responses. *American Journal of Agricultural Economics* . 71(1):76-84.



- Mc. Connell, KE., Ducci, JH.1997. Valuing environmental quality in the developing countries:two course studies .In Georgiou,S;Wittington,D;Pearse,D.;Morgan, D. eds .Economic values and the environmental in the developing world. UK, Edward Elgar Publishing. P. 69-77.
- Mitchell, R.; Carson,R. 1989. Using surveys to value public goods: The contingent valuation method. Washington, D.C., Resouces for the Future.463p.
- Mitchell, R.; Carson, R. 1995. A current assements of the CVM. In Johanssons;P.O; Krinstom,B;Mealer,K.G.eds. Current issues in enviroment economics. Manchester Univ. Press. P.10-34.
- Nicholson, W. 1997. Teoría microeconómica.: Principios básicos y aplicaciones. 6 ed. Madrid, Mc Graw-Hill / Interamericana de España. 599p.
- Pinazzo.J.; Shultz,.S. 1996. Aplicación del método de valoración contingente en dos parques nacionales en Costa Rica. San José, Costa Rica, UCR.25 p. Presentado en: Seminario de Economía Ambiental, UCR.
- Piper,S.; Martin, W. 1997. Household willingness to pay for improved rural water suplies: A comparison of four sites. Water Resources Research. 33(9):2153-2163.
- Randall, A.; Hoehn, J.; Brookshire, D. 1983. Contingent valuation surveys for evaluating environmental assets. Natural Resources Journal. 23:635-648.

- Reynolds, J. 1997. Evaluación de los recursos hídricos en Costa Rica: Disponibilidad y utilización. San José, Costa Rica, CCTICINPE : Informe del proyecto cuencas ambientales.
- Rideout, D; Hessel, H. 1998. Principles of forest environmental economics resources . Colorado, USA, Library of Congress. P 96
- Rodríguez, R. 1989. Impactos del uso de la tierra en la alteración del régimen de caudales, la erosión y sedimentación de la cuenca superior del río Reventazón y los efectos económicos en el proyecto hidroeléctrico de Cachi, Costa Rica. Tesis Mag Sc Turrialba, Costa Rica, CATIE. 138 p.
- Salgado, L. 1996. Valoración económica del agua para uso urbano proveniente del Parque Nacional La Tigra, Tegucigalpa, Honduras. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE 82 p.
- Salguero, Z., E.R. 1996 . Valoración económica de la contaminación de las fuentes de agua por los desechos de la industria del beneficiado húmedo de café: El uso del concepto de costo defensivo. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, Catie. 127 p.
- Shultz, S. 1997. La valoración de recursos naturales y ambientales no basados en el mercado en Centroamérica y El Caribe. Revista de la CEPAL No.63:65-76.
- Shultz, S.; Bruce, L. 1990. The willingness to pay for groundwater protection. Water Resources Research 26(9):1869-1875.

- Shultz , S. 1989. Willingness to pay for groundwater protection in Dover, NH: A contingent valuation approach. Tesis Mag. Sc. USA, McGill University. 65p.
- Shultz, S.; Luloff, A.; King, D. 1991. The contingente and hedonic valuation methods: techniques for valuing a community's resources. Journal of the Community Development Society 22(2):pag78.
- Shultz, S. 1997. Métodos de valoración no mercado en América Central: Ventajas, problemas, soluciones y líneas de investigación. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Presentado en: Simposio de Dimensiones Humanas en el Manejo de Recursos Naturales, Belice.
- Stadtmuller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo Turrialba, Costa Rica, CATIE. 62p. (Serie Técnica. Informe Técnico No.246)
- Turcios, W. 1995. Producción y valoración económica del componente hídrico y forestal de los Robledales de altura bajo intervenciones silviculturales. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 81p.
- Valera, V. 1998. Valoración económica de los recursos hídricos de la cuenca del río Grande de Tárcoles, Costa Rica. Tesis Mag Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 113p.

Whittington,D.; Lauria.,D. 1997. Household demand for surface water quality improvement in the Philippines: A case study of Davao City. In Georgiou,S;Wittington,D;Pearse,D; and Morgan, D. Eds. Economic valuesland the environmental in the developing world.UK Edward Elgar Publishing. P. 88-93.

Whittington,D.; Lauria,D; Mu, X. 1991. A study of water vending and willingness to pay for water in Onitsha, Nigeria . World Development. 19(213):179-198.

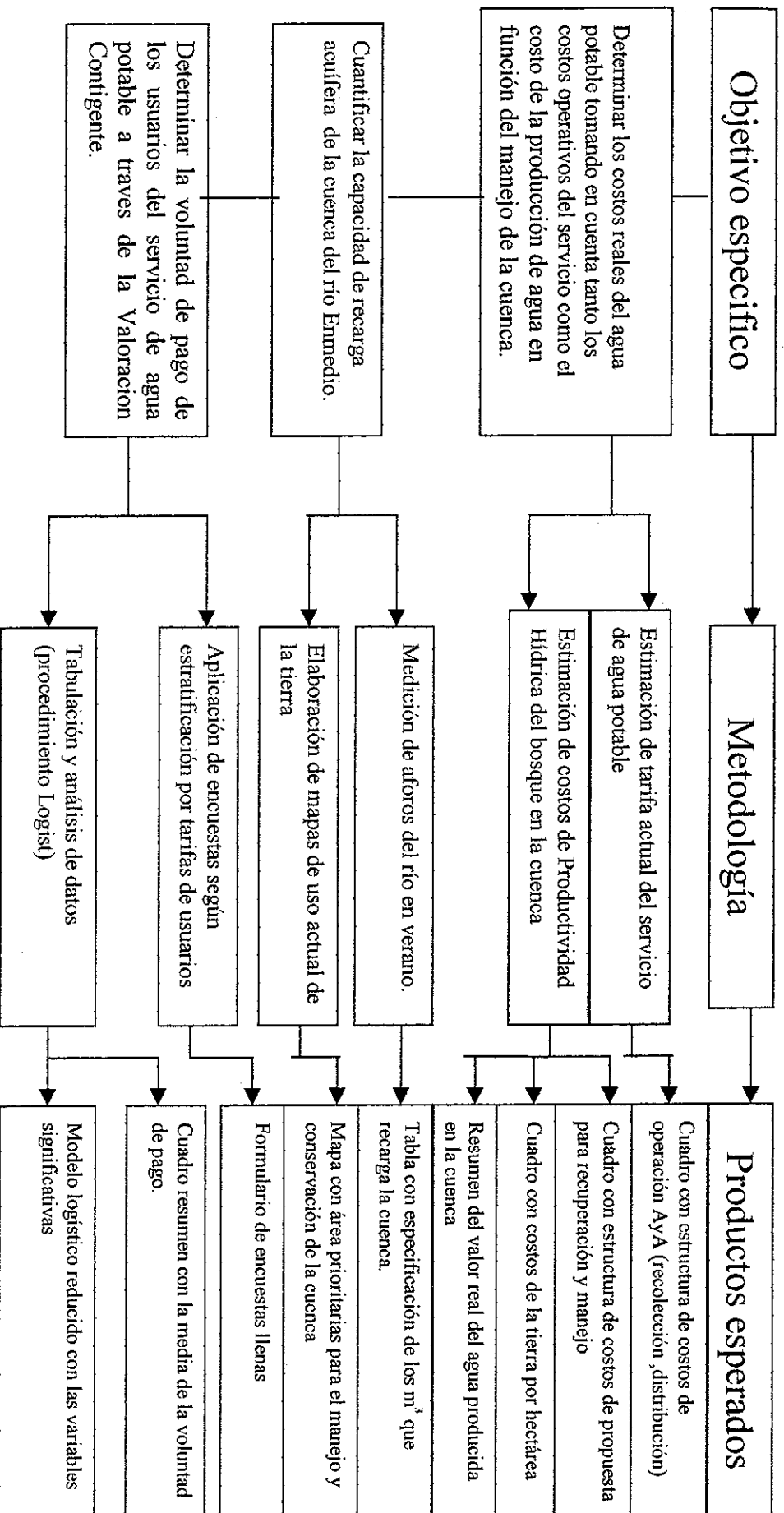
Winpenny, J.T 1993. Values for the enviromental: a guide to economic appraisal. Lingon. Overseas Development Institute. 277 p.

**VII. ANEXOS**

**ANEXO .1**

**Diagrama metodológico**

Diagrama de pasos metodológicos y productos esperados



**ANEXO 2**

**Formulario de Encuesta**





**ENCUESTA DISPONIBILIDAD DE PAGO POR  
MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE AGUA SANTA CRUZ,  
GUANACASTE.**

Encuestador \_\_\_\_\_.

Fecha: \_\_\_\_\_.

Ubicación: Distrito: \_\_\_\_\_

Caserío: \_\_\_\_\_

Estimado Sr./Sra./Srta. Reciba un cordial saludo.

Somos del **Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)**, ubicado en Turrialba. Estamos realizando una encuesta **confidencial y de carácter académico** para conocer la opinión de la población que vive en Santa Cruz, sobre los **problemas de calidad y disponibilidad de agua** en la zona.

Mucho nos gustaría que nos dedicara algunos minutos para contestar esta encuesta. No hay respuestas correctas o equivocadas, si no entiende alguna pregunta, puede pedir que se la expliquen. Sus respuestas son muy importantes para esta investigación. Por favor tómese el tiempo necesario que Ud. requiera.

**Muchas gracias por su colaboración y tiempo.**

---

**INICIO DE LA ENCUESTA.**

**I. Información sobre el bien (problema objeto de estudio)**

1.1 En su opinión, ¿Cuáles son los dos problemas ambientales más graves de esta comunidad, que deben ser resueltos rápidamente?

- 1.1.  Deforestación      1.3.  Quemas      1.5  otros \_\_\_\_\_  
1.2.  Contaminación de aguas      1.4.  Basura      6

2 ¿Para cuál de las siguientes actividades preferiría que se usen los ríos cercanos a su comunidad?

- 2.1  Recreación      2.3  Irrigación y abrevadero  
2.2  Reserva de agua potable      2.4  Otras respuestas:
-

3 . ¿Para cuál de las siguientes actividades preferiría que se usen los bosques cercanos a su comunidad?

- 3.1  conservación/paisaje                      3.3  Producción agrícola /ganadera.  
 3.2  Manejo Sostenible                      3.4  Ecoturismo  
 3.5  Otras respuestas: \_\_\_\_\_

## II. Función de los bosques

### PRESENTAR SET DE FOTOS (cuenca)

#### Lea cuidadosamente la siguiente información:

El lugar donde Ud. vive, pertenece a la cuenca del Río Enmedio, la cual posee muchos recursos naturales que lamentablemente están presentando problemas como: contaminación de los ríos, erosión de suelos, deforestación, disminución del nivel de los pozos de agua, lo que afecta la calidad de agua que usted consume.

Los bosques cercanos a su comunidad son uno de los factores (no solo éstos son los responsables) que contribuyen a la infiltración de agua en forma natural mejorando así la calidad de agua que usted usa. Por ejemplo la calidad del agua en botella es muy buena y una de las razones es que esa agua proviene de áreas con bosque. También minimizan en parte (no en su totalidad) los efectos de las inundaciones, ya que regula el agua llovida minimizando su acción erosiva.

4 Considera Usted que manejar y conservar los ríos, suelos, bosques y demás recursos naturales. es obligación de:

- 4.1  Sector productivo                      4.3  El contaminador                      4.5  
 De todos  
 4.2  Gobierno                      4.4  Comunidad

5. ¿Quién le provee a Usted el agua ?

- 5.1  A y A                      5.3  Pozo propio  
 5.2  Acueducto comunal                      5.4  otros \_\_\_\_\_

6. ¿Le gustaría recibir agua de buena calidad siempre?

- 6.0.  SI                      6.1.  NO

7. ¿Usted tiene medidor?

- 7.0.  SI                      7.1.  NO

8 ¿Aceptaría tener medidor?

8.0.  SI

8.1.  NO

9. ¿Existen épocas donde a Usted le falta el agua?

9.0.  SI 9.1.  NO

¿Cuándo? \_\_\_\_\_

10. La calidad de agua que usted recibe es :

10.1  Buena

10.2  Regular

10.3  Mala

11. ¿Cuánto paga usted por el servicio de agua por mes? \_\_\_\_\_

11.1: Tipo de tarifa: Fija

Con medidor

11.2 Institución administradora

-A y A  :

1.  Domiciliaria

2.  Ordinaria

3.  Reproductiva

4.  Preferencial

Acueductos comunales

12. ¿Cómo considera el precio que paga por el agua?

12.1  Barato

12.2  Adecuado

12.3  Caro

### III. Modificaciones propuestas.

Organismos del estado como el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) proponen mejorar las condiciones deterioradas que existen en la cuenca del río En medio (área donde se capta gran parte del agua que usted utiliza), a través de acciones como recuperación natural de áreas con gran erosión, un control más activo de los fuegos en verano, vigilancia para evitar la deforestación, compra de tierras para conservación.

Entre los beneficios que le pueden traer estas acciones están:

- Mejoramiento y mantenimiento de la calidad de agua
- Mas reservas de agua en verano
- Minimizar la erosión de la cuenca.
- Ríos más limpios.
- Mejoramiento del paisaje.

La implementación de estos programas evidentemente conlleva costos para los entes encargados de su ejecución.

## V . Voluntad de Pago de los usuarios.

En este sentido:

13. ¿Estaría Ud. dispuesto (a) a pagar en la tarifa de agua un monto adicional de \_\_\_\_\_(colones), en la época de verano, que se destine a proteger los bosques donde se captan gran parte de las aguas que usted utiliza, con la finalidad de mejorar así la calidad y suministro permanente de agua en su comunidad?

SI  NO

14. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar en la época de invierno?  
Si la respuesta 13 fue negativa, entonces.

15. ¿Por qué no quiere pagar?

1. \_\_\_\_\_ Incapacidad económica.
2. \_\_\_\_\_ El programa no tiene valor para mí..
3. \_\_\_\_\_ Desconfianza en el gobierno
4. \_\_\_\_\_ Los gobiernos municipales y los servicios del estado deberían pagar.
5. \_\_\_\_\_ Los programas no son necesarios en esta zona.
6. \_\_\_\_\_ No cree que los fondos sean usados en tales obras.
7. \_\_\_\_\_ Las acciones del MINAE no son suficientes.

## V . CARACTERISTICAS SOCIOECONOMICOS.

16. Es Ud. el jefe de familia  SI  NO.

17. ¿Cuál es su edad? \_\_\_\_\_ (debe ser mayor de 18 años y menor de 70).

18. Sexo:  Masc.  Fem.

19. Mencione donde cursó su último año de estudio:

primaria  secundaria  universidad  Col. Técnico  otro.

20. Por favor, podría indicar dentro de los siguientes rangos sus ingresos mensuales. Recuerde que su respuesta es confidencial (las cifras son en colones)

19.1  Menos de 30.000    19.3  entre 51.000 y 75. 000    19.5  entre 101.000 y 150.000  
19.2  entre 31 000 y 50.000    19.4  entre 76.000 y 100.000    19.6  más de 151.000

**Muchas Gracias por su tiempo y dedicación.**

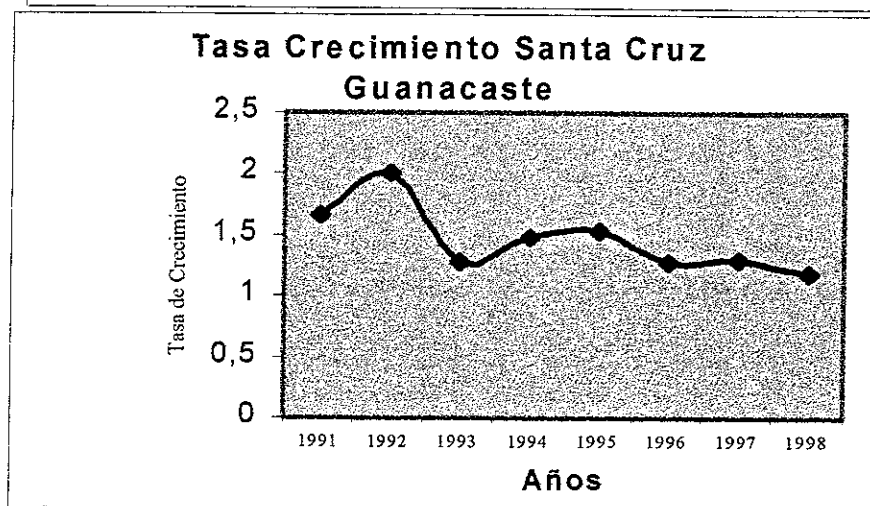
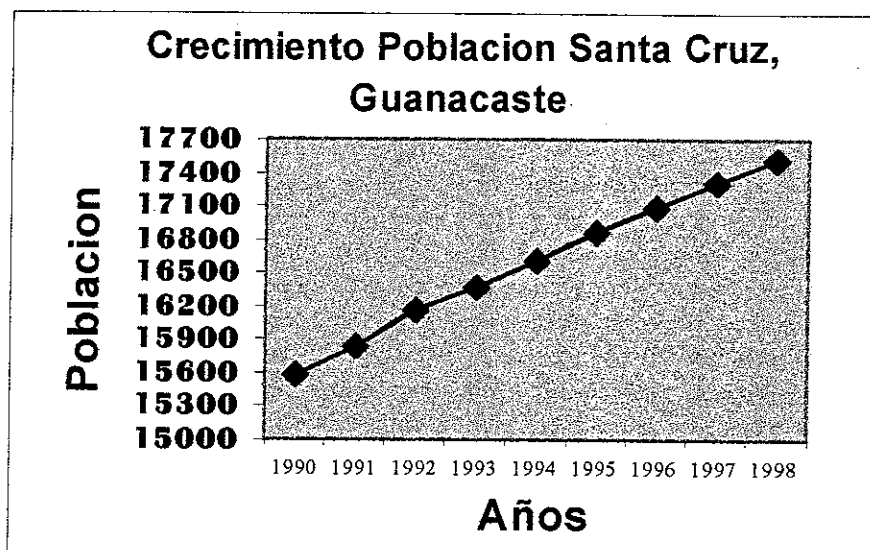
**ANEXO 3****Tasa de crecimiento de la población de Santa Cruz**

## Calculo de la Tasa de Crecimiento (Santa Cruz, Guanacaste)

Años	Poblacion	Tasa Crec	Promedio
1990	15586		
1991	15845	1,66174772	
1992	16162	2,00063111	
1993	16368	1,27459473	
1994	16611	1,48460411	
1995	16867	1,54114743	
1996	17083	1,2806071	
1997	17303	1,28783001	
1998	17508	1,18476565	
		11,7159279	1,46449098

Tasa de Crecimiento Lineal =

$$X = (\text{Pobl 98} - \text{Pobl 97}) / \text{Pobl 97}$$



## **ANEXO 4**

### **Variables Relevantes**

### Modelo reducido con variables relevantes

El siguiente modelo describe el comportamiento de variables relevantes que influyen en la voluntad de pago de los usuarios para un mejoramiento de la calidad de agua, pero que estadísticamente no fueron significativas, sin embargo mejoraron en forma conjunta la predicción del modelo comparado con el modelo que se utilizó para calcular la media de la voluntad de pago.

### Modelo reducido con variables relevantes.

Variable	Coefficiente	Error standard	Wald chi-cuadrado	PR> chi-cuadrado
. Intercepto (constante)	5.6539	1.8855	8.9917	0.0027**
.BIB	- 0.0050	0.0010	21.7599	0.0001***
. Problemas ambientales más graves				
_ Deforestación	0.2979	0.3541	0.7079	0.4001
_ Contaminación de aguas	-0.6105	0.3693	2.7386	0.0983
- Quemaz	-0.3573	0.3611	0.9785	0.3225
- Basura	-2.1138	1.0742	3.8723	0.0491**
. Uso que se debería dar a los bosques				
- Conservación	-1.2971	1.2550	1.0683	0.3013
Manejo de Bosque	-1.2254	1.2903	0.9020	0.3422
Ecoturismo	-1.1943	1.2965	0.8486	0.3570
. Precio que paga por el agua	-0.00004	0.0000085	0.2733	0.6011
- Barato	1.3135	0.4636	8.0265	0.0046**



- Adecuado	1.0418	0.3253	10.2549	0.0014**
. Es jefe de familia	0.7464	0.5013	2.2171	0.1365
. Cuanto paga por mes de agua	-0.0241	0.0133	3.2987	0.0693
. Sexo	-0.1430	0.2965	0.2324	0.6298
. Nivel de educación				
- Primaria	-0.3139	0.4794	0.4288	0.5126
- Secundaria	0.0192	0.4409	0.0019	0.9653
. Ingreso Familiar por mes				
-< 30000	1.6956	0.5709	8.8215	0.0030**
31000 – 50000	0.9384	0.5620	2.7881	0.0950
51000 – 75000	1.1301	0.5554	4.1406	0.0419**
76000 – 100000	0.4279	0.5770	0.5501	0.4583
101000 – 150000	0.0308	0.8664	0.0013	0.9717

N= 387, -2 Log Likelihood = 331.943, Chi-cuadrado (21gl) = 78.05 (P=0.000)

Nivel de significancia ( $\alpha$ ) = 0.05 (\*\*), 0.01 (\*\*\*)

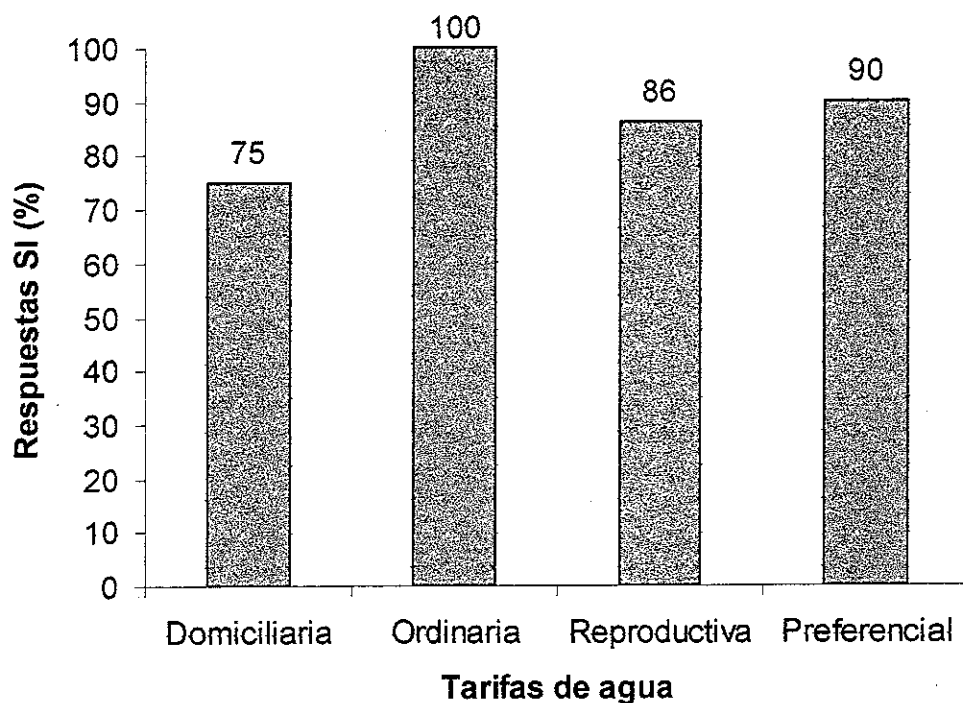
Concordancia = 79.1%, Discordancia = 20.7%.

La inclusión o eliminación de una variable en este modelo afectó la concordancia negativamente, en conjunto las variables presentaron la menor discordancia entre todos los modelos probados.

Esto muestra que aunque muchas de las variables no son significativas, si mejoran el modelo en forma general o sea su grado de predicción pero no variable por variable.

## Voluntad de Pago (VDP) en función del tipo de tarifa.

Relación entre la VDP y el tipo de tarifa



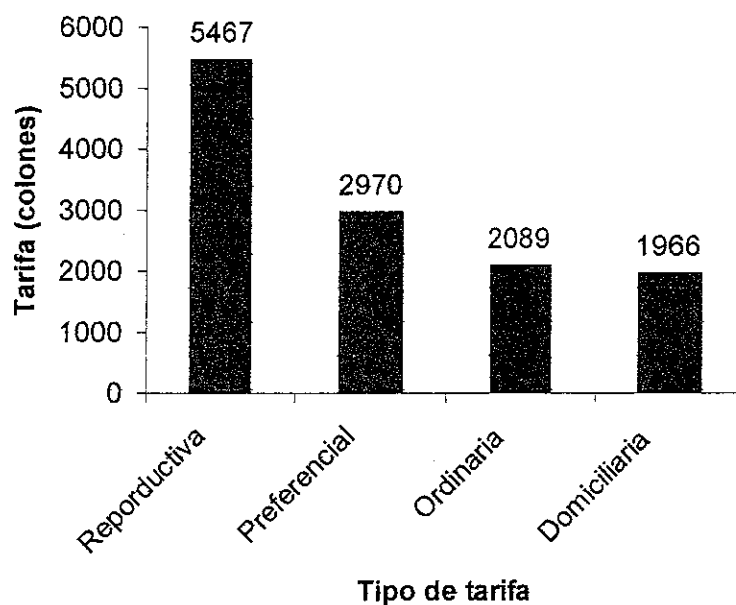
Los usuarios de la tarifa ordinaria que fueron muestreados estaban constituidos por pequeñas oficinas de servicios generales como eran oficinas de abogados, médicos, contabilidad entre otras.

Es destacable que el 100% de los usuarios de la tarifa ordinaria respondieron SI a la pregunta de voluntad de pago, esto podría atribuirse entre otras razones, al nivel de educación que presentan los entrevistados mostrando así que esta variable aunque no es estadísticamente significativa, influencia fuertemente la Voluntad de Pago (VDP). Otro punto de vista para poder explicar estos resultados es que las personas que venden servicios generales como los mencionados, primero están conscientes de la problemática

ambiental y segundo si la comunidad se encuentra bien en armonía con la naturaleza ellos podrían seguir vendiendo sus servicios y también ellos estarían mejor.

### Tipo de tarifa en función del pago promedio del agua

**Relación del tipo de tarifa y el pago promedio del agua.**



En promedio los usuarios de la tarifa reproductiva (comercio en general) son los que pagan más (5467 colones) y también son los que presentan una de las voluntades de pago más alta 86% como se muestra en la figura anterior; además la tarifa domiciliaria es la que presenta el promedio menor (1965,75 colones) y una voluntad de pago (75%). Confirmando así que una de las variables que influyen más en la VDP es el nivel económico que tengan los usuarios del servicio. Por lo tanto a mayor ingreso económico mayor es la VDP por un mejoramiento de la calidad de agua potable en la cuenca.

**ANEXO 5**

**Presupuesto de Programas a Implementar**

### Presupuesto del Programa de Control y Prevención de Incendios

Rubro	cantidad	Costo/unitario	Costo Total colones / año
1. Personal *			
1.1 Jefe programa (1/4 tiempo)	1	203784	254730
1.2 Guardas (torres)	2	58260	582600
1.3 Personal ocasional	8	58260	2330400
2. Transporte			
2.1 Gasolina (litros)			
2.1.1 Movilización guardias	1500	69.6	104400
2.1.2 Movilización incendios	200	69.6	13920
2.1.3 Capacitación	80	69.6	5568
2.1.4 Patrullaje rutina	400	69.6	27840
2.2 Mantenimiento			
2.2.1 Llantas	4		110000
2.2.2 Lubricantes			30000
2.2.3 Repuestos			100000
3. Equipo			
3.3 Machetes con funda	10	950	9500
3.4 Limas con funda	3	3100	9300
3.5 Rastrillos	5	820	4100
3.6 Palas	3	1000	3000
3.7 Termos	2	6100	12200
3.8 Hielera	1	20000	20000
3.9 Quemador de goteo	1	34445	34445
3.10 Cantimploras	10	5400	54000
3.12 Linternas	10	1300	13000
3.13 Binóculos	1	15300	15300
3.14 Guantes	2	1200	2400
3.16 Zapatos (pares)	10	5000	50000
3.17 Uniformes	10	12300	123000
3.18 Pañuelos grandes	10	800	8000
3.19 Sombreros	10	3200	32000
4. Rondas cortafuego(metro lineal)	20	40000	800000
5. Mantenimiento de caminos(km.)	15	40000	600000
TOTAL			5349703

Fuente: Elaboración conjunta con Oficina Subregional MINAE, Santa Cruz,G

\*Incluye Cargas Sociales

Monto en Dólares = \$ 18 770.89

Tasa de cambio \$1= 285 colones (mayo 99)

Presupuesto Programa Educación Ambiental.

Rubro	Monto (colones/año)
1. Personal	
1 Educador Ambiental (80000/mes)	960000
1Promotor (60000/mes)	720000
Cargas Sociales(42%)	705600
2. Combustible(242litros/mes)	288000
3. Repuestos	300000
4. Lubricantes	100000
5. Plan Ambiental	
Diagnostico Participativo(5)	300000
6. Elaboración de plan ambiental (5)	300000
7. Ejecución	
(Talleres,Alimentación, Prod. Materiales)	1000000
Publicidad	300000
Viveros Comunales y escolares	750000
<b>TOTAL</b>	<b>5723600</b>

Fuente: Elaboración conjunta con Oficina Subregional MINAE, Santa Cruz,G

Monto en Dólares = \$ 20 082.80

Tasa de cambio \$1= 285 colones (mayo 99)

Presupuesto de Administración y Vigilancia

Rubro	Monto (colones)
1. Personal	
Administrador (1/2 tiempo)	960000
Guardas (2)	2160000
Cargas Sociales(42%)	1310400
2. Transporte	
Combustible Motocicleta	24000
Repuestos	100000
Mantenimiento	100000
2.2 Vehículo	
Combustible	96000
Mantenimiento	259000
3. Equipo básico	
3.1 Combustible Planta eléctrica	240000
Lubricantes	132000
Mantenimiento	132000
3.2 Combustible Motoguadaña	15000
Mantenimiento	107000
4. Uniformes Guardas	89000
5. Alimentación para voluntarios	200000
8. Infraestructura	
Mantenimiento de edificio	225000
9. Rotulación	200000
<b>TOTAL</b>	<b>6349400</b>

Fuente: Elaboración conjunta con Oficina Subregional MINAE, Santa Cruz, G

Monto en Dólares = \$ 22 278.60

Tasa de cambio \$1= 285 colones (mayo 99)

Inversión en equipo necesario para los Programas a ejecutar.

Rubro	Monto(colones)
Radios comunicación	310000
Bomba espalda	171750
Motosierra	95000
Tanqueta de remolque	200000
Equipo audiovisual	600000
Motocicleta (1)	800000
Planta eléctrica	650000
Motoguadaña	170000
Radio comunicador	910000
Arma y municiones	85000
Rotulación	200000
TOTAL	4 1917501

Fuente: Elaboración conjunta con Oficina Subregional MINAE, Santa Cruz,G

Monto en Dólares = \$ 14 707.89

Tasa de cambio \$1= 285 colones (mayo 99)



**ANEXO 6****Resumen de Inversiones en la Cuenca**

## Resumen de Inversiones realizadas por el Estado en la Cuenca.

Rubro	Monto (colones)
1. Fincas compradas	80186422
2. Incentivos cafa	10800000
3. Incentivos CPB	54520000
4. Inversiones realizadas(96-98) en Administración y Vigilancia.	10378628
<b>TOTAL</b>	<b>155885050</b>

Fuente: Elaboración conjunta con Oficina Subregional MINAE, Santa Cruz, G

Monto en Dólares = \$ 546 965

Tasa de cambio \$1= 285 colones (mayo 99)

**ANEXO 7**

**Cálculo de Consumo y Tarifas de Agua**