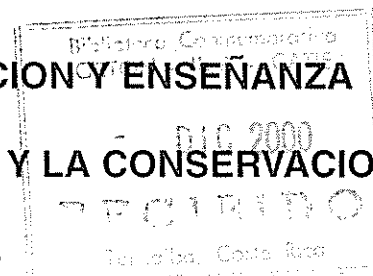


**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION**  
**ESCUELA DE POSGRADUADOS**



**COSTOS DEFENSIVOS DERIVADOS DE LA CONTAMINACION DEL AGUA  
EN AREA RURAL, CUENCA MEDIA RIO YAQUE DEL NORTE  
REPUBLICA DOMINICANA**

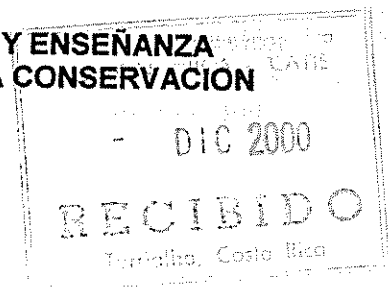
**POR**

**SOLHANLLE ERNESTINA BONILLA DUARTE**

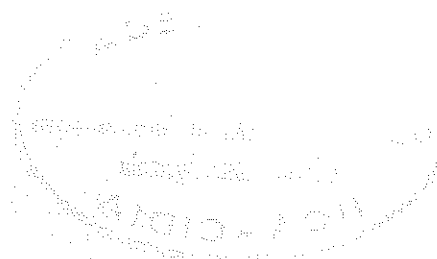
**CATIE**

Turrialba, Costa Rica  
2000

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



**COSTOS DEFENSIVOS DERIVADOS DE LA CONTAMINACION DEL AGUA  
EN AREA RURAL, CUENCA MEDIA RIO YAQUE DEL NORTE  
REPUBLICA DOMINICANA**



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

***Magister Scientiae***

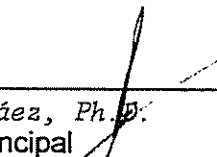
**Por:  
Solhanlle Ernestina Bonilla Duarte**

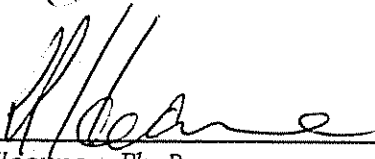
**Turrialba, Costa Rica 2000**

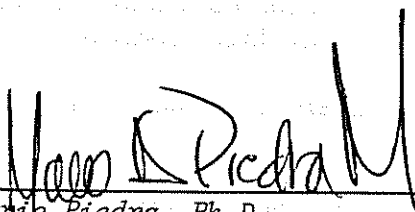
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgraduados del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

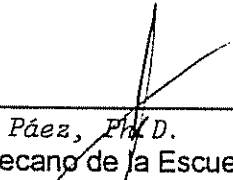
**MAGISTER SCIENTIAE**

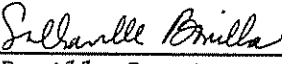
**FIRMANTES:**

  
\_\_\_\_\_  
*Gilberto Páez, Ph.D.*  
Consejero Principal

  
\_\_\_\_\_  
*Robert Hearne, Ph.D.*  
Miembro Comité Consejero

  
\_\_\_\_\_  
*Mario Piedra, Ph.D.*  
Miembro Comité Consejero

  
\_\_\_\_\_  
*Gilberto Páez, Ph.D.*  
Director y Decano de la Escuela de Posgraduados

  
\_\_\_\_\_  
*Solhanlle Bonilla Duarte*  
Candidato

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Gilberto Páez, Decano de la Escuela de Posgraduados de CATIE y Consejero Principal de mi trabajo de grado, quiero agradecer profundamente su apoyo en todo momento, sus sabios consejos y acertadas orientaciones.

A los Miembros de mi Comité Asesor : Mario Piedra, Robert Hearne, Pedro Jorge Mustonen y Mario Bonilla Mejía, mi agradecimiento especial por sus oportunos consejos y orientaciones a lo largo de todo mi trabajo de grado.

Al Personal de la Escuela de Postgrado, por su apoyo oportuno durante estos dos años de estudios en CATIE.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton.

Al señor Johnny Pérez de la unidad de Estadísticas, por su colaboración.

A mis compañeros de promoción 1999-2000 por dejar cada uno algo especial en mi vida.

A los Ingenieros Domingo Sánchez, Dionisio Cabrera y Marcelino Encarnación por su especial apoyo en el trabajo de campo de la investigación.

A los Lidos. Luis Alfredo Carrasco y Amarilys Regalado de la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santiago por su valiosa colaboración.

A los señores del Departamento de Inventario de Recursos Naturales de la SEA, por su apoyo logístico.

Al Personal de los Laboratorios de Control de Calidad de Agua de INAPA.

Al personal de la Biblioteca del Banco Central de la República Dominicana.

Al personal del Banco de Datos de la Oficina Nacional de Estadísticas de la República Dominicana.

Al personal de los Laboratorios de Calidad de Agua del INDHRI

## DEDICATORIA

***"Día tras día, desde el principio de los tiempos, la luz renace cada mañana. Los primeros resplandores del alba se infiltran en los jardines de flores y difunden en el corazón de los capullos recién nacidos un mensaje de esperanza."***

***Rabindranath Tagore***

**A Dios.**

Que me ha dado la vida, los talentos y las posibilidades para sembrar y cosechar lo que El ha pensado para mí desde la eternidad.

**A mis Padres**

Mario y Ernestina, que me han dado a través de todos mis años su amor incondicional, su apoyo, sus cuidados y su ejemplo de honradez, trabajo y dignidad.

**A mis Hermanos**

Tamara, Evelin, Samuel, Jonás y Mario con quienes he compartido todos los momentos de mi vida y a quienes me une el amor, la solidaridad y la amistad más profunda.

**A mi Abuela**

Altagracia Miñoso Vda. Duarte, quien a través de mis años me ha dado sus consejos, cariño y ternura.

**A mis Sobrinos**

Sourellis, Leonor, Sabrina, Daniel y Pedro que son los propietarios de la parte más tierna de mi corazón.

**A mis Compañeros de Maestría**

Ixchel, Patricia, Mirel, Claudia, Vilma, Otho, Felipe, Yvette, Jose Manuel, Guadalupe, Cristóbal y Alejandro por ser los amigos, los hermanos, los camaradas en estos dos años de mi vida.

## RESUMEN

**Bonilla, S. 1999. Costos Defensivos derivados de la Contaminación del Agua en el Area Rural, Cuenca Media río Yaque del Norte República Dominicana. Tesis de M.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE 99p.**

**Palabras Claves:** Costos Defensivos, Costos de Mitigación, Función de Producción de Salud, Contaminación de Agua.

La contaminación del Río Yaque del Norte, el más importante del país, que abastece de agua potable a la ciudad de Santiago, produce electricidad, riega la zona agrícola del Valle del Cibao y tiene otros usos, ocasiona significativos costos de diversos tipos para los consumidores que se reflejan de diversas maneras, como: a) en el gasto que implica tener un sistema para purificar el agua o en la compra de la misma a compañías privadas, b) en el costo social, en salud y vidas que acarrea el agua contaminada no apta para el consumo humano y c) el costo ambiental de las cuencas contaminadas.

El objetivo principal de la investigación fue determinar, por medio del método de Costos Defensivos, el costo económico para la población rural de la contaminación de las Aguas de la cuenca media del río Yaque del Norte.

La premisa básica del método es que los costos en que se incurre para reemplazar bienes productivos dañados pueden ser estimables, y cuyos parámetros pueden ser interpretados mediante la estimación de los beneficios que se presume se derivan de medidas adoptadas para prevenir que el daño ocurra (Freeman, 1993).

Se generaron variables de tres naturalezas: Ambientales, económicas y sociales que responden a los tres aspectos fundamentales de la interacción entre las situaciones de la cuenca. Asimismo, se generaron cinco variables compuestas de combinaciones factoriales, constituidas como índices o indicadores de varios aspectos relativos a la población.

Se utilizó el análisis de correlación canónica (ACC) como técnica para analizar las relaciones entre los tres conjuntos de variables, éste tipo de análisis es una extensión

natural del análisis de correlación múltiple, motivado por la necesidad de estudiar fenómenos que no pueden representarse por una sola variable criterio.

Los valores de mayor significancia corresponden a la correlación entre las variables Total de Costos Defensivos e Ingreso Total, con un 52 por ciento, seguidamente la correlación entre el Ingreso Mensual del Jefe de Familia y los Costos Defensivos, con un 47 por ciento.

La correlación canónica de mayor importancia es la primera de la combinación de matrices de las variables económicas y ambientales manteniendo fijas las sociales, con un valor de 0.7866 la cual se asocia al valor característico 1.6232, explicando el 82.74% de las posibles relaciones entre los dos grupos de variables y siendo al mismo tiempo altamente significativa ( $p < 0.0001$ ).

Se determinó que el promedio de Costos Defensivos para una familia en un mes en la cuenca media del río Yaque del Norte es de RD\$225.25 mensuales, el promedio de los Costos de Mitigación es de RD\$1,301.29. Mientras que la pérdida laboral y escolar promedio mensual para las familias de la cuenca es de RD\$878.10.

Las variables que influyen significativamente en los Costos Defensivos son el nivel educativo del jefe de familia, la calidad del agua, el tamaño de la familia, la distancia de la vivienda del Yaque del Norte, el servicio de agua en la vivienda y la zona en la que esta ubicada la vivienda.

Se determinó que el costo económico para la población rural de la cuenca media del Yaque del Norte es altamente significativo, pues está determinado por la interrelación de variables económicas, sociales y ambientales que dependen de múltiples factores de los que la familia no tiene control.

## SUMMARY

**Bonilla, S. 1999. Averting Costs derived from the contamination of the water in the rural area, middle basin river Yaque del Norte, Dominican Republic. Thesis of M.Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE 99p.**

**Key words:** Averting Costs, Mitigation Costs, Health Production Function, Contamination of Water.

The contamination of the River Yaque north, the most important one of the country, that supplies of water potable to the city of Santiago, produces electricity, give the water the agricultural zone of the Cibao Valley and has other uses, cause significant costs of diverse types for the consumers that are reflected of diverse ways, as: a) in the expense that implies to have a system for purify the water or buy it to private companies, b) the social cost, in health and lives that produces the water contaminated, and c) the environmental cost of the river basins contaminated.

The main objective of the investigation was determine, through the method of Averting Costs, the economic cost for the rural population of the contamination of the Water of the basin river Yaque del Norte.

The basic premise of the method is that the costs in which is incurred to replace productive goods damaged can be worthy, and the parameters can be interpreted by means of the estimation of the benefits that is presumed derive from measured adopted to prevent that the damage occur (Freeman, 1993).

Variables of three natures were generated: environmental, economic and social that respond to the three main aspects of the relation among the situations of the basin river. Likewise, five composed variables of combinations were generated factoriales, constituted like indices or indicadores of various relative aspects to the population.

The analysis of canonical correlation was utilized as technique to analyze the relations among the three assemblies of variables, this type of analysis is a natural extension of the multiple analysis of correlation, motivated by the need to study phenomena that don't can be represented for an alone variable criterion.



The most significant values corresponded to the correlation among the averting cost variables and total income variable, with a 52%, follow for the correlation among the income of the leader of family and the averting costs, with a 47 percent.

The most important canonical correlation was the first one of the combination of matrices of the environmental and economic variables maintaining fixed the social, with a value from 0.7866 which associates to the characteristic value 1.6232, explaining the 82.74% of the possible relations among the two groups of variables and being at the same time highly significant ( $p < 0.0001$ ).

It was determined that the average of Averting Costs for a family in a month in the basin river is RD\$225.25 monthly, the average of the Costs of Mitigación is RD\$1,301.29. The school and labor loss monthly average for the families of the basin river is of RD\$878.10.

The significantly influence variables in the Averting Costs are the educational level of the leader of family, the quality of the water, the size of the family, the distance between the house and the river, the service of water in the house and the zone in which this located the house.

It was determined that the economic cost for the rural population of the average basin river is highly significant, cause is determined by the relation between the environmental, social, and economic variables that depend of a few factors most of them that the family does not have control.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA .....	v
RESUMEN .....	vi
SUMMARY .....	vii
CONTENIDO .....	ix
LISTA DE CUADROS .....	xii
LISTA DE FIGURAS .....	xii
ABREVIATURAS UTILIZADAS .....	xiv
I. INTRODUCCION .....	1
1.1. Caracterización del Problema .....	1
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo General .....	3
1.2.2. Objetivos Específicos .....	3
1.3. Hipótesis .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
2.1. Marco Conceptual .....	5
2.1.1. Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales .....	5
2.1.2. Valoración económica de la calidad ambiental .....	6
2.2. Mercado, valor y precio de los bienes y servicios ambientales .....	6
2.3. La valoración económica del medio ambiente: supuestos éticos .....	6
2.4. Medición de los cambios en el bienestar individual .....	7
2.4.1. Los Derechos individuales sobre el medio ambiente .....	8
2.4.1.1. Valor de uso .....	8
2.4.1.2. Valor de no uso .....	9
2.5. Métodos para la valoración de los bienes y servicios ambientales .....	10
2.5.1. El Método del Costo de Viaje .....	10
2.5.2. Método de variables hedónicas .....	10

2.5.3. Método de Valoración Contingente .....	11
2.5.4. El Método de Costos Defensivos y el Modelo Básico Producción de Salud .....	12
2.6. La Valoración del Recurso Agua .....	14
2.6.1. Principios para la valoración del Recurso Agua .....	14
2.6.2. Métodos para valorar el recurso agua .....	15
2.6.2.1. Valoración por precios administrados .....	15
2.6.2.2. Utilización de técnicas indirectas de mercado .....	15
2.7. El Manejo del Agua en el Yaque del Norte .....	17
2.7.1. Características Principales del río Yaque del Norte y sus afluentes .....	18
2.7.2. Obras Hidráulicas de interés para el estudio .....	19
2.8. Clima de la Cuenca del Río Yaque del Norte .....	20
2.9. Ecología de la Cuenca del Río Yaque del Norte .....	20
2.10. Cambio en el uso del suelo en la Cuenca del Río Yaque del Norte .....	22
2.11. Uso del Agua en la Cuenca del Yaque .....	23
2.12. La Calidad y la Contaminación del Agua .....	25
2.13. Riesgos del agua contaminada para la Salud .....	26
2.14. Contaminación por residuos industriales .....	27
2.15. Contaminación por fertilizantes y pesticidas .....	27
2.16. Contaminación de la Provincia de Santiago y la Cuenca del Río Yaque del Norte .....	29
2.17. Índices de salubridad del agua en la cuenca media del Yaque .....	29
2.18. El acceso y la calidad del Agua Potable en la República Dominicana...	32
2.19. Caracterización del Sector Agua Potable y Saneamiento de la Provincia de Santiago .....	33
II. MATERIALES Y METODOS .....	35
3.1. Localización del Estudio .....	35
3.2. Características de la Población .....	36
3.3. Determinación del tamaño de la Muestra .....	37
3.4. Localización del Area Muestral .....	38
3.5. Procedimiento de obtención del área muestral .....	39

3.6. Estructura del Instrumento de investigación .....	40
3.7. Variables sociales, económicas y ambientales generadas por Encuesta ..	41
3.8. Análisis de los Datos .....	42
3.9. El Modelo Básico de Producción de Salud .....	43
3.10. Análisis de Correlación Canónica .....	45
3.11. Prueba de Regresión .....	45
III. RESULTADOS Y DISCUSION .....	46
4.1. Percepción de la utilidad del Yaque del Norte para los entrevistados .....	46
4.2. Suministro de Agua Potable .....	47
4.3. Costos Defensivos .....	48
4.4. Infraestructura para el almacenamiento, servicio público y costos defensivos .....	48
4.5. Datos Costos de Salud o Mitigación .....	50
4.6. Perfil Socioeconómico de la familia rural .....	53
4.7. La Función de Producción de Salud .....	56
4.8. Resultados de las Pruebas de Correlación .....	59
4.8.1. Correlación simple .....	59
4.8.2. Correlación Canónica .....	60
4.9. Resultados Análisis del Costo Económico de la Contaminación de la Cuenca Media del Río Yaque del Norte .....	63
4.10. Análisis de Regresión Lineal .....	67
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	69
5.1. Conclusiones .....	69
5.2. Recomendaciones .....	70
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	73
VII. ANEXOS .....	82

## LISTA DE CUADROS

Cuadro No.	Título	Pág.
1	Características físicas del río Yaque del Norte y sus afluentes ....	19
2	Comparativo de los Usos del Suelo en la Cuenca del Yaque del Norte en 1984 y 1996 .....	23
3	Principales indicadores de Potabilidad del agua, correspondientes a los acueductos del Sistema de Control Sanitario del INAPA en la Provincia de Santiago para el año 1998 .....	33
4	Instituciones que conforman el sector Agua Potable y Saneamiento de la Provincia Santiago, República Dominicana ...	34
5	Encuestas Aplicadas en la Cuenca del río Yaque del Norte .....	39
6	Variables principales que componen los Costos Defensivos, expresadas en RD\$ .....	48
7	Estimación del Origen del Agua causante de enfermedad .....	51
8	Variables que Componen los Costos de Mitigación .....	52
9	Pérdidas por Enfermedad .....	52
10	Variables que componen el ingreso, expresadas en RD\$.....	53
11	Distribución porcentual del Nivel Educativo por Grupos de edad...	56
12	Resultados Prueba de Correlación de Pearsons .....	59
13	Resultados Generales de Costos Defensivos para los habitantes de la zona rural de la cuenca media del río Yaque del Norte .....	64
14	Resultados Generales de Costos de Mitigación para los habitantes de la zona rural de la cuenca media del río Yaque del Norte .....	65
15	Resumen Pérdida Laboral y Pérdida Escolar por Enfermedades relacionadas con el Agua Contaminada .....	66
16	Resultados Análisis de Regresión Modelo de Costos Defensivos para la cuenca media del río Yaque del Norte .....	67

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura No.</b>	<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
1	Mapa de Localización Area de Estudio .....	35
2	Ubicación Geográfica de las Comunidades donde se aplicaron las encuestas .....	38
3	Distribución del Ingreso .....	54
4	Distribución de la Población por grupos de edad .....	55

## ABREVIATURAS UTILIZADAS

ACC: Análisis de correlación canónica  
CEPAL: Comisión Económica para América Latina  
CONASAECO: Comisión Nacional de Saneamiento Ambiental  
CORAASAN : Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santiago  
DIRENA : Departamento de Inventario de Recursos Naturales  
DGF: Dirección General Forestal  
EDA: Enfermedad Diarréica Aguda  
ENDESA: Encuesta Nacional de Salud  
IDCA: Índice defensivo de calidad de agua  
INAPA : Instituto de Aguas Potables y Alcantarillados  
INCONT: Índice de contaminación  
INDRHI : Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos  
INSER: Índice de servicios  
IPAA: Índice de preferencias de atributos del agua  
IRFC: Índice de riesgo de las familias a la contaminación  
ISA : Instituto Superior de Agricultura  
SEA : Secretaría de Estado de Agricultura  
SESPAS: Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social  
ONE : Oficina Nacional de Estadísticas  
OMS: Organización Mundial de la Salud  
OPS: Organización Panamericana de la Salud  
PROMAF: Proyecto manejo de agua a nivel de finca  
PUCAMAIMA : Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra  
UASD : Universidad Autónoma de Santo Domingo

## I. INTRODUCCION

### 1.1. Caracterización del Problema:

Para la sociedad, los recursos naturales representan fundamentalmente generación de beneficios directos e indirectos. El grado y la importancia relativa de estos dos tipos de beneficios, depende de los objetivos de la actividad, de las características propias de los recursos en cuestión y del medio que lo envuelve.

La contaminación del Río Yaque del Norte, el más importante del país, que abastece de agua potable a la ciudad de Santiago, produce electricidad, riega la zona agrícola del Valle del Cibao y tiene otros usos, ocasiona significativos costos de diversos tipos para los consumidores que se reflejan de diversas maneras, como: a) en el gasto que implica tener un sistema para purificar el agua o en la compra de la misma a compañías privadas, b) en el costo social, en salud y vidas que acarrea el agua contaminada no apta para el consumo humano y c) el costo ambiental de las cuencas contaminadas.

La República Dominicana recibe al año aproximadamente 1.5 m de agua de lluvia en promedio, esta cantidad se distribuye en general en lluvias cortas de alta intensidad. Aunque la cantidad de agua es mas que suficiente para las necesidades del País, su distribución espacial y su variación de año en año determina un alto grado de dificultad en capturar el agua necesaria de manera que, en forma regulada, pueda estar disponible para los principales usos que son la agricultura bajo riego, la industria y la demanda doméstica (Johnson *et al*, 1994).

Las perspectivas en el largo plazo indican que será posible satisfacer las crecientes demandas sin grandes excedentes pero a un costo alto, por medio del aumento de la eficiencia del uso del agua que se presume, es muy baja, y controlar la calidad de este recurso que es vital para el país (CEPAL, 1999).



La cuenca del Yaque del Norte, se divide en tres áreas, la cuenca alta, que abarca desde su nacimiento hasta el complejo Hidroeléctrico Tavera-Bao-López-Angostura, la cuenca media que está localizada desde el citado complejo Hidroeléctrico hasta que termina la provincia de Santiago y la cuenca baja, que está ubicada desde la provincia de Santiago hasta la provincia de Montecristi donde el Yaque del Norte desemboca en el Océano Atlántico.

Para esta investigación, se utilizó el método de Costos Defensivos, cuya premisa básica es que los costos en que se incurre para reemplazar bienes productivos dañados pueden ser estimables, y cuyos parámetros pueden ser interpretados mediante la estimación de los beneficios que se presume se derivan de medidas adoptadas para prevenir que el daño ocurra (Freeman, 1993).

Esta metodología puede ser asimilada como un procedimiento comparativo de la eficiencia de prevenir el daño o dejar que el daño suceda y entonces repararlo. Esto brinda una mayor estimación del límite de la protección ambiental, pero no mide realmente los beneficios de la protección ambiental por sí misma (Dixon *et al*, 1994).

Los supuestos implícitos en este tipo de análisis son: a) la magnitud del daño se puede medir, b) los costos de reposición son estimables y no son mayores que el valor de los recursos productivos afectados y, en consecuencia, son económicamente eficientes para realizar la reposición. Si este supuesto no es verdadero no tendría sentido reemplazar el recurso afectado y, c) no hay beneficios secundarios asociados con los gastos (Dixon *et al*, 1994).

Los costos defensivos pueden involucrar simultáneamente costos de tiempo, dinero y otros recursos, con el análisis se deberán identificar todos los costos defensivos en sí mismos y los asociados (James, 1994).

## **1.2. Objetivos.**

### **Objetivo General:**

Determinar, por medio del método de Costos Defensivos, el costo económico para la población rural de la contaminación de las Aguas de la cuenca media del río Yaque del Norte.

### **Objetivos Específicos:**

- ❖ Determinar los costos económicos, sociales y ambientales del Agua que utilizan los residentes de la zona rural de la cuenca media del río Yaque del Norte.
- ❖ Estimar la Función de Producción de Salud por medio de variables sociales, económicas y ambientales.
- ❖ Determinar la estructura de los grupos de variables económicas, sociales y ambientales que inciden en los Costos Defensivos y de Mitigación.
- ❖ Caracterizar las variables sociales, económicas y ambientales que influyen en la voluntad de pago de los usuarios de agua en la cuenca media del río Yaque del Norte.

## **1.3. Hipótesis.**

1. El costo económico de la contaminación del agua en la zona rural de la cuenca media del río Yaque del Norte es mayor que la disponibilidad de pago de los usuarios.
2. Los Costos Defensivos y de Mitigación están en función de la interacción de las variables sociales, económicas y ambientales.

3. Las relaciones entre las variables sociales, económicas y ambientales tienen mayor expresión en conjunto que individualmente.
4. El nivel educativo del jefe de familia condiciona la disponibilidad de pago.
5. El nivel de ingresos guarda estrecha relación con los Costos Defensivos y de Mitigación que implementa la población para evitar los efectos de la contaminación del agua.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Marco Conceptual**

#### **2.1.1. Valoración Económica de los Bienes y Servicios Ambientales**

El concepto de valorar económicamente los Bienes y Servicios Ambientales, implica tener un "indicador de importancia" que caracteriza a un recurso y su influencia en el bienestar de la sociedad, lo que permitirá compararlo con otros componentes del mismo. Para lo que se utiliza un denominador común, el dinero (Azqueta, 1994).

Los beneficios directos son los productos físicos que pueden ser obtenidos y a los cuales se les asignan valores monetarios. El valor de los beneficios indirectos representa los efectos producidos por el recurso, por lo que su valoración no se basa exclusivamente en los factores de producción como capital, tierra y trabajo, incluye a todos los factores asociados al recurso, tales como su valor para la sociedad y la tasa de evolución del mismo, que son difíciles de cuantificar (Hosokawa y López, 1995).

El paso inicial del proceso de valoración de bienes y servicios ambientales es definir y entender las funciones propias de los bienes naturales y su relación con la actividad económica: a) proveer las bases para el flujo de los recursos hacia la producción, b) asimilar los desechos que se generan en los procesos de producción y consumo, c) proveer las bases para el flujo de recursos hacia el consumo, y d) proveer los servicios que mantienen el sistema global (Salgado, 1996).

Las dudas sobre la capacidad del mercado para realmente valorar los bienes y servicios ambientales radican en cuatro elementos: a) la incapacidad del mercado para garantizar una distribución justa entre y dentro de diferentes generaciones, b) los actuales procesos de asignación intratemporal, donde los niveles y valores de bienestar son superiores a la valoración del bienestar futuro, c) la dificultad que existe al dejar en manos del mercado la integridad de los sistemas naturales actuales y d) los problemas de carácter ético y moral que se suelen presentar en los procesos de valoración cuando se deja en manos del mercado (Salgado, 1996).

### **2.1.2. Valoración económica de la calidad ambiental**

De acuerdo con Tisdell (1994), el medio ambiente cumple toda una serie de funciones que afectan al bienestar de la sociedad. Cambios en la calidad del mismo tienen un efecto directo sobre él.

El estado viable de la naturaleza no es único y tiene sentido preguntarse por el valor de cada uno de ellos, porque el bienestar que la sociedad deriva de la calidad ambiental que lo define, sin olvidar la sociedad que la calidad ambiental sobre la que se decide, es el resultado de la propia actividad de la sociedad.

### **2.2. Mercado, valor y precio de los bienes y servicios ambientales.**

El problema básico para la valoración de los bienes y servicios ambientales, es el de asignación de recursos. Se debe tomar una decisión de cómo distribuir los recursos en especial los recursos escasos. Para esto se ha creado el sistema de mercado donde confluyen toda una serie de agentes económicos quienes actuando de manera racional, generan a través de su interacción unos precios y estos son los que determinan finalmente la solución al problema de asignación de recursos escasos. Sin embargo, existen bienes que carecen de mercado como son los bienes públicos, los recursos comunes o las externalidades (Shultz, 1997).

### **2.3. La valoración económica del medio ambiente: supuestos éticos.**

Valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo.

Que da valor al medio ambiente? De acuerdo con Azqueta (1994), existen dos vertientes de pensamiento: La ética de la tierra de Aldo Leopold, que afirma que el

medio ambiente tiene valor *per sé*, por lo tanto, no necesita de nada ni de nadie que se lo otorgue. Por otro lado, está la ética antropocéntrica, que establece que las cosas tienen valor, en cuanto y en la medida en que se lo dan las personas.

El análisis económico comparte lo que podría llamarse una ética antropocéntrica extendida en la que la naturaleza tiene una serie de valores instrumentales para el ser humano. El valor creciente del medio ambiente y los recursos naturales es difícil de tratar desde una perspectiva ética.

El marco ético de referencia tradicional de la economía no facilita precisamente las cosas. Reposo en lo que se llama utilitarismo neoclásico que es: que cada persona busca maximizar su propio bienestar y debemos aceptar este egoísmo porque al actuar así la distribución de la renta lleva a la sociedad a una situación óptima.

Para expresar estos valores, podemos decir, que se aplica un cierto sistema de democracia de mercado, la gente expresa en el sus preferencias. Procesos de valoración económica del medio ambiente, tales como la equidad, tanto en su aspecto temporal (tasa social) se abstraen del individualismo y se contemplan bajo esta perspectiva de la normativa social (Shultz, 1997).

#### **2.4. Medición de los cambios en el bienestar individual**

Este concepto, explica cómo valorar económicamente las modificaciones que se producen en el bienestar de una persona al cambiar la calidad del medio ambiente. Es pertinente ya que podría darse el caso de que las medidas del cambio en el bienestar que estamos analizando aunque diferentes lo sean en un grado sólo pequeño. La disposición a pagar como su nombre lo indica, muestra lo que la persona estaría dispuesta a dar para obtener una mejora, o para un cambio.

La compensación exigida, por otro lado refleja lo que demandaría para aceptar un cambio que cambie su situación, ya sea que mejore o empeore. La disposición a pagar esta en función de la renta de la persona, el renunciar a ella no es decisión individual. Las personas no valoran en términos de utilidad asociados sino en función de los cambios que representa. (Tisdell, 1994)

#### **2.4.1. Los Derechos Individuales sobre el medio ambiente.**

Azqueta (1994), define los diferentes tipos de valor que tiene el medio ambiente y los diferentes tipos de usuarios del bien ambiental. Tenemos entonces dos tipos de valor: valor de uso y valor de no uso.

##### **2.4.1.1. Valor de uso:**

Es el valor que tiene un bien cuando este produce satisfacción o una utilidad al usuario, que puede ser, por ejemplo visita a un parque por esparcimiento, estudio de la naturaleza o por cualquier otra cosa.

Entre los usuarios existen otros dos grupos definidos que limitan la definición de el consumo, a lo cuales (Freeman, 1990) define como :

- ❖ Usuarios no consuntivos: Son aquellos que viven en las cercanías o vecindad de los parque y sin pagar disfrutan del recurso.
- ❖ Usuarios indirectos : Son los que disfrutan con la lectura de un libro sobre el bien en cuestión, ocontemplan fotos o ven un programa de television (Freeman 1990).

### 2.4.1.2. Valor de no uso

Entre los valores de no uso, se encuentran el valor de opción, valor de cuasi-opción y el valor de existencia:

**Valor de opción:** Es el valor que aunque la persona en la actualidad no lo utiliza, prefiere pagar para mantener abierta la opción de hacerlo en algún momento del futuro. En otras palabras, es el valor que tiene no cerrar la posibilidad de una futura utilización del bien. Donde nos queda el excedente del consumidor esperado como el producto de multiplicar el cambio en el excedente del consumidor obtenido con el consumo del bien por la probabilidad de que el bien no desaparezca, lo que se denomina precio de opción, o la cantidad máxima que la persona está dispuesta a pagar para asegurarse la posibilidad de disfrutar del bien en el futuro (Johanson, 1990)

**Valor de cuasi – opción:** Es el reflejo de del beneficio neto obtenido al posponer la decisión, en espera de despejar total o parcialmente la incertidumbre mediante la obtención de una mayor información.

**Valor de existencia:** Se refiere al valor de aquellos bienes que algunas personas no disfrutan directamente ni piensan hacerlo en el futuro pero que valoran positivamente el simple hecho de que el bien exista.

Los Motivos para explicar la existencia mas comunes, son los siguientes: a) motivo de herencia o legado: el deseo de preservar un determinado bien para su disfrute para generaciones futuras, b) benevolencia: muestra altruismo localizado para un bien, y c) simpatía : altruismo global (Tisdell, 1999).



## **2.5. Métodos para la valoración de los bienes y servicios ambientales.**

### **2.5.1. El Método del Costo de Viaje.**

Cuando el disfrute de un bien ambiental requiere del consumo de un bien privado, se dice que ambos bienes son complementarios dentro de la función de utilidad de la persona.  $Y = f(X) + E$

Puede existir complementariedad débil entre un bien privado (Y) y el bien ambiental (X) si la utilidad marginal que proporciona el bien ambiental se hace cero cuando la cantidad demandada del bien privado (Y) es cero.

El método de costo de viaje, se basa precisamente en esta propiedad de complementariedad débil entre bienes pertenecientes a funciones de utilidad débilmente separables (War and Loomis, 1986).

El fundamento teórico de este método, implica que aunque el disfrute del bien natural sea gratuito, el visitante incurre en gastos para poder disfrutar de ellos (Costes de viaje). Se trata entonces de estimar cómo varía la demanda del bien ambiental ante cambios en el coste de disfrutarlo (Azqueta, 1994).

### **2.5.2. Método de variables hedónicas.**

El fundamento teórico es el mismo del método de costo de viaje (funciones de utilidad débilmente separables y complementariedad débil entre el bien ambiental y el bien privado). Pero en este caso, el bien privado no se adquiere para disfrute del bien ambiental, sino que, el bien ambiental es una de las características del bien privado.

El precio hedónico implica que las personas adquieren bienes en el mercado porque estos tienen "Valor de uso" (Escuela Clásica). Pero muchos bienes no tienen un

"único Valor de uso" (no satisfacen una "única necesidad humana") sino que son bienes multiatributo: satisfacen varias necesidades al mismo tiempo (Shultz *et al*, 1991).

Los precios hedonicos intentan descubrir todos los atributos que expresa el precio de un bien y discriminar la importancia cuantitativa de cada uno de ellos. Es decir, dar a cada atributo o característica del bien su precio implícito: "La disposición marginal a pagar por una unidad adicional de la misma". Ejemplo: Compra de una vivienda (Azqueta, 1994).

### **2.5.3. Método de Valoración Contingente:**

La valoración contingente intenta averiguar la valoración que otorgan las personas a los cambios en el bienestar que les produce la modificación en las condiciones de un bien ambiental, a través de una pregunta directa (Hahn, 1996).

El mecanismo para averiguar cómo valora la persona es utilizando métodos como las encuestas, entrevistas, el instrumento de investigación, por lo general, contiene un cuestionarios. Estas suelen venir estructuradas en tres bloques bien diferenciados:

- ❖ Un primer bloque contiene la información relevante sobre el bien, o el problema objeto de estudio, generalmente se acompaña de fotografías y dibujos para su explicación.
- ❖ Un segundo bloque describe la modificación objeto de estudio. Es decir el nivel de partida en cuanto a la calidad del bien ambiental, es la modificación propuesta. Aquí las preguntas están orientadas a averiguar la disposición de la persona a pagar por el cambio propuesto.
- ❖ En el tercer bloque, se indaga sobre algunas características socioeconómicas de la persona, tales como renta, edad y estado civil. (Bishop *et al*, 1983).

#### **2.5.4. El Método de Costos Defensivos y el Modelo Básico de Producción de Salud.**

El concepto de Costos Defensivos, de acuerdo a Winpenny (1993), surge del principio de que: "Lo que el individuo gasta para conservar su ambiente, se infiere de lo que ellos estarían dispuestos a pagar para prevenir su degradación (PE) o Gastos Defensivos, o para restaurar su estado original después de que se ha dañado (RC) o Costos de Reemplazo.

Conceptualmente, los gastos defensivos estiman los valores del daño causado por degradación del medioambiente según los costos en que incurren los consumidores y los productores para prevenir el daño. Los individuos y productores asignarán recursos para evitar impactos medioambientales adversos cuando ellos consideran los costes de prevenir el daño menores o iguales al daño prevenidos.

La suma de todos los rendimientos de gastos defensivos es una estimación mínima del valor del daño medioambiental. Esta información indica la magnitud de los beneficios de reducir el daño medioambiental (James, 1994).

De acuerdo a Freeman, la mayoría de los modelos formales usados para derivar el valor de uso de morbilidad, usan algunas variantes de la función de producción de salud desarrollada por Grossman (1972). Crooper (1981) introdujo una variable de contaminación en la función de producción de salud. De acuerdo con Freeman (1993), Harrington y Portney (1987) extendieron el modelo para examinar explícitamente la relación entre disposición a pagar para reducir la contaminación, reducción en el costo de enfermedad, y cambios en gastos defensivos.

Como originalmente formuló Grossman (1972), la función de producción de salud era dinámica, permitiendo "inversiones" en "capital de salud" eso rindió beneficios en reducción de enfermedad sobre varios períodos de tiempo.

El modelo simple es un resumen de la dimensión intemporal del problema que permite que la salud, en cualquier periodo de tiempo sea medida por el número de días enfermo (Freeman, 1993).

Asumiendo que uno de los determinantes del estado de salud es el nivel de exposición o dosis de algún contaminante medioambiental. La dosis es representada por la variable de escala "d", que dependerá de la concentración de contaminación "c", y la magnitud de una actividad "a", sin reducir la exposición a la contaminación. Los ejemplos de actividades defensivas incluyen filtrar agua antes de tomar y quedarse en casa en días de niveles de contaminantes aéreos altos.

Probablemente un cambio en emisiones del contaminante cambie todas estas medidas de una manera predecible, la opción de una medida para "d" es el mejor predictor de los cambios en el estado de salud. Preguntas similares se levantan para otras formas de contaminación medioambiental, como químicos, agua potable y residuos de pesticidas en la comida.

También asume que hay una serie de formas de mitigar mediante actividades y tratamientos que pueden emprenderse para reducir el impacto en la salud de cualquier exposición a contaminación. Los ejemplos de actividades de mitigación incluyen la toma de medicamentos y las visitas al médico e incluso los gastos en que se incurren al estar reclusos en un hospital o centro privado. (Freeman, 1993)

En este modelo, se asume que el nivel de mitigación puede ser escogido por el individuo para aumentar al máximo su utilidad. Esta es una extensión del modelo de Harrington y Portney de 1987 (citados por Freeman, 1993), en el que se asumen costos del tratamiento médico para ser determinados por el número de días que estuvo enfermo en lugar de escogerlos en un patrón predeterminado.

## **2.6. La Valoración del Recurso Agua**

### **2.6.1. Principios para la valoración del Recurso Agua:**

De acuerdo con datos de la Organización Mundial de la Salud (1998), aproximadamente 1.500 millones de personas carecen de abastecimiento de agua potable, y 1.700 millones no cuentan con instalaciones adecuadas para recibir dicha provisión. De igual forma, unos 5 millones de personas, fallecen anualmente la causa de enfermedades transmitidas por medio del agua, las cuales, según los expertos de la fuente citada, podrían prevenirse con mejoras en los suministros de agua potable.

El grave deterioro al que ha llegado uno de los recursos naturales más necesarios e indispensables para la vida, ha ido convirtiendo al agua en un elemento de difícil acceso y la ha transformado en un bien valuable.

Para valorar el recurso agua, se deben tener en cuenta los siguientes principios:

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

Siendo el agua el 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 (Riedout y Hessech, 1997).

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

Para valorar un recurso, usualmente el punto de partida es su valor de mercado. Para el caso de los servicios ambientales, estos no presentan un mercado directo en la mayor parte de los casos, por lo que se deben 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 (Merayo, 1999). Para valorar el agua, podemos utilizar varios métodos, entre ellos los llamados de precios de mercados directos, entre los que se encuentran:

### **2.6.2.1. Valoración por precios administrados:**

El punto de referencia son las tarifas que establecen las empresas administradoras de agua a los usuarios, y podemos entonces inferir el valor del recurso obteniendo información sobre las tarifas por tipo de usuario aplicadas, para establecer si hay diferencias por tipo de usuario.

Por otro lado, podemos establecer valores obteniendo información sobre los montos totales por metro cúbico vendido o facturado por la empresa o empresas administradoras del recurso, para el país en su totalidad y separar la misma, de ser posible entre facturación urbana y rural (Shultz, 1997).

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

**Precios indirectos o residuales.** El costo de agua para riego en la agricultura es uno de estos. En la República Dominicana, el Instituto Nacional de Aguas Potables y

Alcantarillados (INAPA) es quien aplica las tarifas por este concepto y son tarifas fijas que varían de acuerdo a la proporción regada en cada caso.

**Valor de los aumentos de producción.** El riego incrementa la productividad agrícola, además de otros insumos como los fertilizantes, 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 aproxima el valor del agua usada en la agricultura.

**Costos de Oportunidad.** El valor del agua también se puede determinar por el costo de oportunidad, que es la mejor alternativa (la de valor máximo) que se sacrifica al hacer una elección, es una herramienta que permite evaluar que 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 (agricultura, ganadería, etc.). Si se identifica que el valor de un terreno es una cuenca está relacionado a la captación y retención de agua, se le podría dar un valor (Romero, 1994).

**Costos de reemplazo o costos evitados.** El valor 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, gastos en equipos, combustibles, así como la infraestructura que se hace para la protección de las áreas (Winpenny, 1993).

**Valoración en términos de costos energéticos.** Se puede establecer una valoración de los recursos la generación eléctrica, para lo que se necesita estimar cuantos kilowats/hora se pueden generar en promedio con un metro cúbico de agua y valorar este en su costo de oportunidad.

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 que sólo se han tomado en cuenta los costos financieros, gastos operativos y depreciación del capital (Merayo, 1999).

**Valoración por cambio de uso el 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 (Hahn, 1996).

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

De acuerdo a Barrantes y Castro (1998) en su metodología para la valoración económica y ecológica del agua en Costa Rica, se propone que se consideren los siguientes componentes: Para Valor Ecológico: el valor de captación de los bosques, el valor de la protección de las cuencas y el valor del agua como insumo productivo.

El valor económico del agua se deriva de los gastos de operación de las entidades que administran el recurso hídrico, los costos de tratamiento pre y post-servicio, el valor que corresponde a la infraestructura administrativa de almacenaje y distribución del recurso y el valor del monto requerido para la inversión futura de acuerdo a las exigencias del consumidor.

## **2.7. El Manejo del Agua en la cuenca del Río Yaque del Norte.**

El Yaque del Norte es el río que conforma la cuenca hidrográfica más grande de la República Dominicana, con 7,053.00 Kms<sup>2</sup>, que representa el 14% del territorio del



país (48,308 Kms<sup>2</sup>), comprendiendo parte de la provincia La Vega y las provincias de Santiago, Valverde, Santiago Rodríguez y Monte Cristi , con una población de acuerdo al Censo Nacional de 1993, de un millón de habitantes, que representan un 14% de la población nacional (Oficina Nacional de Estadísticas, 1996).

Los embalses de sus presas con una capacidad total de 417 millones de m<sup>3</sup>, se comunican por medio de un canal de cielo abierto y conducen el agua, por mediación de un tunel de 4,70 Kms, a una hidroeléctrica común ubicada en Sabana Iglesia, con una capacidad de 98 MW (Rodríguez, 1998). Después de producirse la energía eléctrica en Sabana Iglesia, el agua es almacenada, nuevamente, en el contraembalse de López, de 3 millones de m<sup>3</sup> de capacidad, de donde se conduce el agua, por mediación de otro túnel, a otra hidroeléctrica de 18 MW, para producir energía base. Luego de producirse la energía de base, el agua cae nuevamente al río Yaque del Norte, de donde es tomada por los canales de riego para dar servicio a la agricultura aguas debajo de Santiago.

El río Yaque del Norte, después de ser represado, ha sufrido una variación muy notable en su caudal, porque depende de la operación de las presas, y, en algunos casos, se reduce a una cantidad muy baja. Con el río Yaque y sus afluentes, se irrigan 1,220,111 tareas de tierra, que representan el 31% de la zona irrigada a nivel nacional, se producen unos 300 millones de kWh por año y se suministra agua potable a más de un millón de personas (Rodríguez, 1998).

En la zona de riego se benefician unos 15,000 productores, de los cuales, más del 40% pertenecen a la Reforma Agraria (INDRHI, 1997).

### **2.7.1. Características Principales del río Yaque del Norte y sus afluentes:**

Las principales características del Río Yaque del Norte y sus afluentes, se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Características físicas del río Yaque del Norte y sus afluentes.

RIO	CAUDAL	LUGAR	LONGITUD	PERIMETRO	AREA KMS <sup>2</sup>
Yaque del Norte	7,87 M <sup>3</sup> /s	Manabao			197.0
Yaque del Norte	21,82 M <sup>3</sup> /s	Los Velazquitos			733.0
Yaque del Norte	69,20 M <sup>3</sup> /s	Palo Verde	296 Kms	425 Kms	7,053.0
Jimenoa	6,77M <sup>3</sup> /s	Hato Viejo			310.0
Bao	18,91M <sup>3</sup> /s	Sabana Iglesia	85 Kms	155 Kms	899.38
Amina	8,11M <sup>3</sup> /s	Inoa	100 Kms	127,50 Kms	675.0
Mao	20,85M <sup>3</sup> /s	Bulla	105 Kms	155 Kms	781.25
Guayubín	9,92M <sup>3</sup> /s	Rincón	69 Kms	127,5 Kms	819.38
Maguaca	2,82M <sup>3</sup> /s	Paso de Palma	70 Kms	87,5 Kms	171.25

INDRHI, 1997

### 2.7.2.Obras Hidráulicas de interés para el estudio.

La cuenca del Yaque del Norte constituye la cuenca con mayor número de infraestructura hidráulica de la República Dominicana. En ella se han establecido numerosas infraestructuras. El río Yaque del Norte constituye el principal cauce de la cuenca de su mismo nombre. Los afluentes que vierten en él lo hacen por ambas márgenes pero principalmente por la izquierda.

A partir de la ciudad de Santiago, el río Yaque del Norte sale de la zona de fuertes pendientes e inicia surecorrido en el valle por una pendiente suave, las aportaciones principales las recibe por la margen izquierda. Por la margen derecha, las aportaciones al río Yaque del Norte son de poca importancia, por lo general son arroyos torrenciales y de corrientes efímeras (ISA, 1996).

## **2.8. Clima de la Cuenca del Río Yaque del Norte.**

Existen dos estaciones lluviosas: de abril a junio y de setiembre a noviembre. El período de diciembre a marzo es el menos lluvioso. La región del caribe, donde se localiza el país, se caracteriza por la ocurrencia de tempestades tropicales en los meses de agosto a diciembre, durante esta época pueden producirse fuertes vientos, lluvias y mareas altas (ISA, 1996).

En términos generales, las variaciones de temperatura a través del todo el país son de poca magnitud. En la parte media y baja de la cuenca el clima va de semiárido a árido con temperaturas máximas de más de 34°C y mínimas de 22°C. Las temperaturas más altas se registran en la línea noroeste, reportándose temperaturas de hasta 36°C durante los meses de verano (ISA, 1996).

La precipitación promedio del Río Yaque del Norte y sus afluentes en la parte alta y media es de aproximadamente 1,290 mm/año, ocurriendo las mayores próximo a la cima de la cordillera Central, en la cuenca alta. En la zona de riego, el valle del Cibao, varía desde 980.5 mm/año, en Santiago, y 660 mm/año, en Mao, Provincia Valverde.

## **2.9. Ecología de la Cuenca del Río Yaque del Norte.**

El sistema de clasificación de Holdridge ha permitido identificar y delimitar las distintas zonas de vida de la Cuenca del río Yaque del Norte.

El bosque seco es la segunda zona de vida más extensa de la cuenca del Yaque, cubre la mayor parte del oeste del Cibao, desde Santiago hasta Montecristi, entre las vertientes norte de la Cordillera Central y sudoeste de la Cordillera Septentrional. La precipitación es escasa, de 545 a 980 mm de lluvia anual. La proporción de evapotranspiración potencial en esta zona se estima de 60% mayor que el total de lluvia anual.

Estos bosques secos constituyen la principal fuente de leña y carbón, así como también son las áreas más importantes para la cría de cabras. La tala indiscriminada y no controlada de árboles para producir carbón, así como el uso de estos bosques como campo abierto para la cría de cabras, han conducido a la degradación de muchas áreas accesibles con la vegetación natural (ISA, 1996).

Las condiciones ecológicas de la zona de vida Bosque Seco Subtropical son el resultado de un sistema climático complicado, influido, principalmente por la presencia de los anticiclones subtropicales y la dirección de los vientos alisios, que en la mayor parte del año son dominantes.

El régimen de lluvias resulta ser uno de los más complejos que se registran en el país, con dos épocas bien marcadas durante el año, con un promedio anual de 1000-2000 mm. La vegetación natural de esta zona de vida está caracterizada por bosques heterogéneos muy bien desarrollados con árboles de hojas anchas.

En la cuenca del río Yaque del Norte, la zona de vida Bosque muy húmedo Subtropical abarca principalmente los terrenos accidentados de la Cordillera Septentrional y los la parte sudeste de la Cordillera Central. Esta zona tiene una precipitación anual promedio de 2,000-4,000 mm., y una biotemperatura de 18-24°C. influye en la fisionomía y composición de la vegetación.

Los terrenos de esta zona de vida son mayormente accidentados y su elevación varía desde el nivel del mar hasta los 850 metros de altura. La vegetación natural de la zona está formada por lo general de bosques heterogéneos con muchos estratos, donde generalmente predominan especies de árboles de hojas anchas.

El uso de la tierra en esta zona esta relacionada con la clase de suelo, la pendiente del terreno y las especies seleccionadas. Por las condiciones climáticas, las actividades agropecuarias tienen un mayor costo en esta zona de vida.

La zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo, se extiende principalmente por las estribaciones de la Cordillera Central a elevaciones entre 850-2,100 msnm. Las condiciones climáticas de esta zona de vida se caracterizan por la presencia de escarchas temporales y por recibir una mayor precipitación que el bh-MB. La precipitación anual promedio es de 2,000-4000 mm y la biotemperatura es de 18 a 12°C.

La zona de vida de bosque muy húmedo montano está localizada principalmente en las mayores elevaciones de la Cordillera Central cerca del Pico Duarte. La vegetación natural consiste primordialmente en bosques abiertos de pinos de mucha menos altura que los de la zona de vida de bosque muy húmedo montano bajo.

Los terrenos de esta zona de vida no tienen valor agropecuario, la utilización forestal puede usarse únicamente en los terrenos de poca pendiente y bajo un sistema de manejo racional

#### **2.10. Cambio en el Uso del Suelo en la Cuenca del Río Yaque del Norte:**

Para verificar el cambio en el uso del suelo se ha analizado imágenes de la cuenca del Yaque del Norte en dos períodos, el primero corresponde al año 1984 y corresponde a una foto aérea tomada en ese período y que establece las hectáreas dedicadas a cada uso.

La imagen se ha comparado con imagen de satélite de la misma cuenca tomada en el 1996 y se han establecido los porcentajes dedicados a cada uso en cada uno de los casos.

Cuadro 2. Comparativo de los Usos del Suelo en la Cuenca del Yaque del Norte en 1984 y 1996.

Usos del Suelo	1984 (Has.)	%	1996 (Has.)	%
Agricultura	36210,72	10	30309,91	8
Areas Pobladas	3740,99	1	4587,31	1
Bosque Conifero	132372,7	37	241757,3	68
Bosque Latifoliado y de Humedales	126348,4	35	32031,23	9
Bosque Seco	4413,58	1	4395	1
Matorrales	2075,04	1	4169,93	1
Pastos Naturales	51398,87	14	36633	10
Otros usos	568,88	0	3245,5	1
Total	357129,18	100	357129,18	100

(SEA, 1984 y 1996)

Como se observa en el cuadro 2, el cambio de uso de suelo más relevante es el de bosque de coníferas, que en 1984 representaba un 37% del área total de la cuenca con 132,372 Has., y para el 1996 representa un 68% del area total de la cuenca con 241,757 Has. Este cambio se debe a programas de reforestación que se han implementado en la cuenca a través de la Dirección General Forestal (DGF) y por encontrarse la cuenca dentro del Parque Nacional José Armando Bermúdez, que es una de las reservas naturales protegidas de la República Dominicana (Hoppe, 1995).

### 2.11. Uso Agrícola del Agua en la Cuenca del Yaque.

El río Yaque del Norte y sus afluentes abastecen también de agua potable a todas las poblaciones de su cuenca, desde Jarabacoa hasta Montecristy, que se estima en más de un millón de habitantes (Rodríguez, 1998).

Los agricultores dominicanos utilizan principalmente los métodos tradicionales de riego, en que el agua corre por la superficie del terreno por gravedad, lo que supone

distribuirla entre surcos paralelos o bien inundar campos enteros. Con estos métodos, las pérdidas de agua ascienden a más de un 50% y muchos proyectos de riego existentes se caracterizan por el desperdicio del agua utilizada. (CEPAL, 1999).

Los sistemas más avanzados de riego no se emplean en forma generalizada, sino sólo en ciertas áreas de agricultura moderna, especialmente la orientada a la exportación. Como consecuencia del uso y manejo inadecuados del agua y el suelo, muchos países sufren serios problemas de degradación de tierras (CEPAL, 1999).

La agricultura de riego sigue siendo fuertemente subsidiada y se reconoce el papel social que cumplen muchos de estos proyectos. Por el "Proyecto manejo de agua a nivel de finca" (PROMAF) se han puesto en práctica iniciativas experimentales de gestión por parte de los propios agricultores, debido a su éxito, el gobierno decidió iniciar un plan con el fin de traspasar los sistemas a los agricultores (Yap-Salinas, 1994).

En 1991, la tarifa que cobraba el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) por el agua de riego correspondía a menos de 1% de los costos que implicaba operar y mantener los sistemas de riego de manera eficiente, lo que explica el creciente grado de deterioro que presentaba la mayoría de éstos (CEPAL, 1999). La tarifa se ha elevado progresivamente en los distritos de riego que ahora administran los propios agricultores por intermedio de las juntas de regantes; sin embargo, los montos recaudados aún distan mucho de los niveles mínimos indispensables para operar los sistemas con eficacia.

La eficiencia del riego a nivel de los canales principales, de acuerdo a Rodríguez (1998), se puede considerar que está por encima del 80%, pero a nivel de parcela, no llega a un 30%, lo que crea grandes déficits de agua lo que obliga a turnar su uso, y se alivia un poco porque esta agua se re-utiliza.

Se estima que el 42% de las tierras son afectadas por la salinidad a nivel nacional, lo que puede ser aplicado a la zona de riego del Yaque del Norte, con lo que tendríamos

unas 500 mil tareas con problemas de degradación progresiva por efectos de la salinidad (ISA, 1996).

## **2.12. La calidad y la contaminación del agua**

El término "contaminación" es una designación general, al igual que "calidad del agua", y se interpreta de diferentes maneras. En su aplicación al agua suele significar una degradación o deterioro de la calidad de ella que la hace inaprovechable o inadecuada (Tebbutt *et al*, 1999).

Este deterioro es provocado por el hombre y no es debido a causas naturales. Por otra parte, el agua puede ser de tan mala calidad natural al obtenerse, que no se puede utilizar. Aunque los procesos naturales que inyectan materias disueltas o suspendidas en el agua estén prácticamente fuera del control del hombre, no cabe duda de que las descargas de desechos a los ríos y fuentes subterráneas son controlables en grado variable (Banco Mundial, 1995).

La contaminación de los cursos de agua, tiene sus efectos, de acuerdo con Ulloa (1993), los más importantes son los siguientes: a) destrucción de los limitados recursos hidráulicos, b) disminución en la calidad de agua para abastecimiento de la población, riego o industria, c) supresión del poder autodepurador de los cauces receptores con destrucción de su fauna y flora, imposibilitando o dificultando su utilización, d) afección a los asentamientos urbanos e industriales, actividades de pesca, deportes, esparcimiento, e) peligro potencial para la salud pública con influencia directa en la economía, y f) exige un control riguroso y un tratamiento adecuado la contaminación de agua.

En la República Dominicana, las principales fuentes de contaminación de las aguas tanto dulces como del mar son la descarga directa de aguas servidas de origen doméstico e industrial. Hay una falta generalizada de plantas de tratamiento de aguas servidas salvo, en algunos casos, para los desechos industriales más tóxicos. Otro



factor importante que contribuye a la contaminación de las aguas es la evacuación directa de desechos sólidos en los cuerpos de agua cercanos a las poblaciones así como su disposición en vertederos abiertos, sin control alguno (CEPAL, 1999).

En la distribución geográfica de las fuentes puntuales de la contaminación del agua, predominan los flujos provenientes de las grandes áreas metropolitanas. En la gran mayoría de éstas casi todas las aguas servidas se vierten a los cursos de agua más cercanos sin tratamiento alguno. La mayor parte de las ciudades no cuentan con una recolección y disposición racional de sus aguas servidas. También es habitual que no se separe aguas residuales industriales y domésticas, y que las primeras no reciban tratamiento alguno antes de su descarga en redes de alcantarillado (CEPAL, 1999).

### **2.13. Riesgos del agua contaminada para la salud .**

Una gran parte de los núcleos de población urbana y rural, así como la industria de la zona norte de la República Dominicana se encuentra a lo largo del cauce del Río Yaque del Norte. Esta situación no permite que se completen satisfactoriamente los procesos naturales de descomposición, dilución y dispersión, lo que se traduce en una degradación importante de la principal fuente de abastecimiento de agua.

En algunos centros urbanos de la región el agua tiene concentraciones promedios de bacterias coliformes tan altas, que las poblaciones continúan bajo riesgo, aun tratando el agua, dado que una planta de tecnología convencional no puede potabilizar agua tan contaminada y producir agua potable que reúna las normas aceptadas (OPS, 1992a).

La información existente sobre las instalaciones de tratamiento de aguas servidas es muy limitada. A principios de los años noventa menos del 10% de los sistemas de alcantarillado tenían plantas de tratamiento (OPS, 1992b). Sólo del 59% al 10% de las aguas residuales recogidas por estos sistemas recibían tratamiento, que a

menudo era inadecuado. Se estima actualmente que el promedio de aguas servidas tratadas es de apenas el 13% (OPS, 1998).

#### **2.14. Contaminación por residuos industriales.**

La industria utiliza el agua para elaborar productos, para enfriamiento y calefacción, lavado, clasificación y traslado de materiales. Los alimentos elaborados, bebidas y la mayoría de los sintéticos requieren agua de alta calidad, pero también usan agua para al eliminación de sus desechos, por lo que necesitan el agua en grandes cantidades.

La minería y la extracción de aceites contaminan el agua, pero la refinación y el chapeado de metales producen ácidos, alcalis y sales que son sumamente dañinos si se vierten en los ríos y lagos. Las fábricas de papel son industrias que requieren enormes cantidades de agua y sus desechos contienen fibras y productos químicos. Las plantas elaboradoras de alimentos y carne descargan desechos vegetales y animales que contaminan el agua (Tebbutt *et al*, 1999).

En otras épocas, los ríos diluían los desechos, la materia orgánica era oxidada y la inorgánica era disuelta o llevada. Hoy en día en muchos lugares, la capacidad natural de autopurificación del agua ha llegado a su límite. Ya no se puede seguir asimilando y estabilizando los desechos. Los ríos están tan turbios que la luz del sol no penetra lo suficiente y la vida vegetal de los ríos muere por falta de luz para la fotosíntesis que absorbe el dióxido de carbono y desprende oxígeno en el agua. Desde el punto de vista práctico, el problema de las aguas residuales consiste principalmente en saber como disponer de los desechos (Tebbutt *et al*, 1999).

#### **2.15. Contaminación por fertilizantes y pesticidas:**

En las zonas rurales, los pesticidas, insecticidas y herbicidas usados para combatir las plagas agrícolas, pueden contaminar el agua. Muchos de estos compuestos orgánicos, de estructura química compleja, inutilizan el agua. Los pesticidas llegan a

los ríos y pozos de las zonas tratadas con el desagüe de las lluvias o del agua superficial y se filtran por la tierra.

Las actividades agrícolas y forestales intensivas, son actualmente reconocidas como fuente importante de la degradación de la calidad de las aguas. Los principales contaminantes provenientes de las regiones agrícolas, son los materiales que viajan en suspensión a consecuencia de la erosión hídrica, sustancias trimentales (nitrógeno y fósforo) producto de las fertilizaciones agrícolas y los residuos fitosanitarios provenientes de plaguicidas y herbicidas (Oropeza, 1990).

La contaminación por fertilizantes químicos, se da especialmente por compuestos de fósforo y nitrógeno. Estas sustancias pueden estar presentes en las aguas bajo distintas formas y pueden crear problemas graves para la salud de los consumidores. En el caso de los pesticidas, se da especialmente en los organoclorados, organofosfatos y carbonatos, estos causan graves problemas en el consumidor de agua, sobre todo si es un consumidor habitual de agua contaminada, ya que los efectos de los pesticidas son generalmente crónicos. (Feliciani, 1987).

El uso de fertilizantes y pesticidas se ha convertido en una práctica común en todas las plantaciones. Un gran porcentaje de los pesticidas acaba en los ríos y después en el mar, provocando la muerte de toda forma de vida.

La purificación del agua para el consumo no libera a la población rural del peligro de intoxicación por pesticidas, puesto que el agua utilizada para cocer los alimentos, para el aseo personal, lavar la ropa o limpiar la casa puede estar contaminada y dejar a su alrededor residuos tóxicos. Los canales de riego son altas fuentes de contaminación química por la alta concentración de residuos de pesticidas que en ellos se encuentran y esta agua en altos porcentajes es utilizada por las familias campesinas para sus necesidades. (Oropeza, 1990).

## **2.16. Contaminación de la provincia de Santiago y la cuenca del río Yaque del Norte.**

Se calcula que la población actual de la provincia produce 2.7 M<sup>3</sup>/s de aguas residuales, entre negras y grises, que deberían ser tratadas antes de llegar a alguna corriente de agua. Estos 2.7 M<sup>3</sup>/s. incluyen los efluentes de industrias, comercios y de la población flotante de Santiago.

Las descargas industriales están estimadas en 15 l/seg. Se sabe que la planta de tratamiento de aguas negras de Rafey tiene capacidad para 900 l/seg., pero sólo está recibiendo 500 l/seg. La Planta de cienfuegos diseñada para 175 l/seg., sólo procesa unos 90 l/seg. La planta de Los salados no está operando. Entre las plantas La Lotería (49 litros/seg.), El Embrujo III (80 litros/seg.), y El Rosal, se procesan unos 120 litros/seg. De manera que el total de aguas negras tratadas es de 719 litros/seg. Esto hace que al Río Yaque del Norte le entren casi 2 M<sup>3</sup>/s de aguas negras sin tratar. (Peralta, 1998).

De acuerdo con un informe de la Comisión Nacional de Saneamiento Ambiental (CONASAECO), sobre la Provincia de Santiago (1997), una gran parte de las empresas de Santiago, han asumido procesos de tratamientode aguas negras, aunque estos procesos no están preparados para los componentes químicos y temperaturas de los efluentes industriales. Por otro lado, en la zona urbana existen varias industrias cuyos procesos desembocan directamente en las aguas del Yaque del Norte, sin un proceso de tratamiento.

## **2.17. Índices de salubridad del agua en la cuenca media del Yaque**

Debido a la importancia que tiene el agua en la vida del hombre, si está contaminada, se convierte en un medio con gran potencial para transmitir una amplia variedad de males y enfermedades. En el mundo desarrollado las enfermedades hídricas son

raras, lo que se debe esencialmente a la presencia de sistemas eficientes de abastecimiento de agua y eliminación del agua residual..

En una encuesta reciente de la OMS (1998), destacan los siguientes hechos: Cada día mueren aproximadamente 30,000 personas por causa de enfermedades hídricas. En los países en vías de desarrollo, el 80 por ciento de todas las enfermedades son de origen hídrico. Una cuarta parte de los niños que nacen en los países en vías de desarrollo mueren antes de cumplir los cinco años, la gran mayoría por enfermedades hídricas.

En cualquier momento es probable que 400 millones de personas sufran de gastroenteritis, 200 millones por esquistosomiasis, 160 millones con paludismo y 30 millones de oncocercosis. Todas estas enfermedades pueden estar relacionadas con el agua, aunque también son importantes otros factores ambientales (OMS, 1998).

En el mundo desarrollado hay preocupación por los posibles riesgos para la salud que pueden surgir a largo plazo por la presencia de pequeñas concentraciones de impurezas en el agua para beber, en especial de compuestos potencialmente carcinógenos. También hay varios contaminantes, de origen natural o producidos por el hombre, que tienen efectos conocidos en la salud de quienes los consumen. Por tanto, es muy importante que los ingenieros y científicos que estudian el control de la calidad del agua, estén al tanto de la relación que existe entre la calidad del agua y la salud.

El agua es fisiológicamente necesaria para la supervivencia humana. Debe existir un equilibrio a largo plazo entre la ingestión y la pérdida de agua, y sobre todo, el mantenimiento de la misma en condiciones de potabilidad a fin de cumplir su rol fundamental en la labor que se desarrolla para proteger la salud pública, asegurar una buena calidad de vida e impulsar el desarrollo sostenible (McJunking, 1998).

En la República Dominicana, la enfermedad diarreica aguda (EDA) constituye uno de los principales problemas de salud de la población infantil. Durante el año 1998, los

episodios diarreicos figuraron dentro de las dos primeras causas de consultas, hospitalización y emergencia, constituyendo una de las 10 principales causas de mortalidad intrahospitalaria. Representaron el 23.5% de las consultas externas para los niños de 1 a 4 años y el 29.9% de los menores de un año (Abreu, 1999).

Por su parte, para el mismo año, las enfermedades diarreicas agudas ocuparon la sexta causa de las muertes infantiles en los menores de 1 año, diagnosticadas representando un 2.54%, mientras que para los niños de 1 a 4 años, esta causa representó la tercera causa de muerte y un 10.92% de las muertes totales registradas para este grupo de edad (SESPAS, 1998).

Al calcular los años de vida potencialmente perdidos (AVPP) por muertes ocurridas en menores de 70 años de edad para el año 1994 en la República Dominicana, la más importante causa, de acuerdo con el Departamento de Epidemiología de la SESPAS, son las infecciones intestinales, con un 7.1% (1994).

Los datos de ENDESA (Encuesta Oficial de Salud de la República Dominicana), del año 1996, indican que el 15,7 de los menores de 5 años tuvo al menos un episodio de diarrea durante las dos semanas previas a la encuesta y el 6.0% en las 24 horas previas a la entrevista. En la Provincia de Santiago, de acuerdo a los datos estadísticos de la SESPAS, entre las 10 causas principales de mortalidad infantil la Gastroenteritis figura con un 13% para el año 1996, 29% para el 1997 y 13% para el 1998.

De acuerdo a estudios realizados por Abreu (1999), al margen de las responsabilidades del abastecedor de agua, los consumidores deben tener conocimientos acerca del uso apropiado del agua, de la adecuada higiene de los alimentos, así como la correcta disposición de las excretas, el desconocimiento es factor importante al momento de establecer diferencias entre la población más vulnerable a contraer enfermedades en la República Dominicana.

## **2.18. El acceso y la calidad del agua potable en la República Dominicana.**

El aumento de la cobertura del agua potable en la República Dominicana, entre los años 1993 y 1998 se distribuye sólo en 13 provincias, para un 43%, permaneciendo los valores prácticamente iguales en 7 de ellas (23.3%) y en las restantes 10 (33.3%), disminuyó (Abreu, 1999).

De acuerdo con Abreu (1999), son evidentes las brechas existentes en la prestación de los servicios de agua potable a la población dominicana, destacándose la provincia de Santiago de los Caballeros, que se abastece de la cuenca media del Yaque, que es una de las que presenta un índice de riesgo considerado bajo, mientras que las provincias ubicadas en la zona noroeste, que se abastecen de la parte baja de la cuenca del Yaque, presentan los valores más altos del país para el referido índice y clasificándose su nivel de riesgo como muy alto.

Es importante resaltar, cuando se habla de agua segura, la importancia de la incorporación apropiada de barreras múltiples (tratamiento de aguas residuales, protección de fuentes de agua, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, entre otros), ya que ofrecen mayor seguridad contra el paso de microorganismos patógenos, a través de los sistemas de provisión de agua (Castro, 1996).

El índice de riesgo indica el nivel de riesgo a que están expuestos los individuos con relación a la exposición de niveles insuficientes de cantidad y calidad del agua. En lo que se refiere a los indicadores de potabilidad, relacionados con el control y calidad de de acuerdo a los datos de laboratorios de INAPA, CORAASAN para la provincia de Santiago durante el año de 1998, un 82.9% de la población total de la provincia están cubiertas por el control sanitario y el índice de potabilidad de la provincia para ese año fue de 91.1%, el segundo más alto del país.

El detalle de los principales indicadores de acuerdo al control sanitario de la Provincia de Santiago y sus municipios para ese año, de acuerdo con el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA), se detalla en el cuadro 3 que se presenta a continuación.

**Cuadro 3. Principales Indicadores de Potabilidad del Agua, correspondientes a los Acueductos del Sistema de Control Sanitario del INAPA en la Provincia de Santiago para el año 1998**

Acueductos de la Provincia	Indice de Potabilidad (%)	Envío de Muestras (%)	Muestras con Ausencia de Cloro (%)
Santiago	93.6	100.0	0.0
Navarrete	74.3	84.4	21.5
Villa González	75.9	67.8	11.3
San José de las Matas	75.5	80.8	1.2
Sabana Iglesia-Jánico	82.6	51.0	13.2
La Canela-Villa Bao	50.7	90.8	8.5
La Culata	36.7	21.4	66.7

(INAPA, 1998)

### **2.19. Caracterización del Sector Agua Potable y Saneamiento de la Provincia de Santiago.**

El sector agua potable y saneamiento de la provincia de Santiago, está compuesto por un conjunto de instituciones y recursos relacionados con los servicios de suministro de agua potable (captación, conducción, tratamiento y disposición de



aguas servidas) y disposición de excretas, tanto en áreas urbanas y urbano marginales, como rurales, sean estas nucleadas o dispersas.

Cuadro 4. Instituciones que conformar el Sector Agua Potable y Saneamiento de la Provincia de Santiago, República Dominicana.

INSTITUCION	NATURALEZA	FUNCIONES
SESPAS	Institución Estatal dependiente del Poder Ejecutivo, creada mediante la Ley No.4471	Vigilar la calidad del agua y el control de la contaminación. Ejecuta programas de abastecimiento de agua y eliminación sanitaria de excretas en las zona rural.
INAPA	Entidad Autonoma del Estado, creada mediante la Ley No.5994.	Planifica, coordina, asesora, estudia, diseña, construye, supervisa, administra y opera los servicios de agua potable. Recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales urbanas y rurales
CORAASAN	Entidad Autónoma del Estado, constituida mediante Ley No.498 del año 1973.	Explotación de los sistemas de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Santiago y de otras poblaciones rurales de la provincia.
INDRHI	Creada mediante Ley No.6 del año 1965, dependiente del Poder Ejecutivo.	Tiene la máxima autoridad nacional sobre las aguas superficiales y subterráneas del país y esta facultada para controlar y regular el uso de las mismas.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del Estudio.

La investigación se realizó a cabo en la porción central de la cuenca del Río Yaque del Norte, en la zona rural del Municipio de Santiago que está situada en la Región del Cibao, subregión del Cibao Central, de la República Dominicana (Figura 1).

La Provincia de Santiago, tiene una extensión territorial de 2,839 km<sup>2</sup>, el Municipio es de 612 km<sup>2</sup> aproximadamente y el área metropolitana de la ciudad de Santiago de los Caballeros es de 75 km<sup>2</sup>. Las coordenadas geográficas de la ciudad son 19° 28' 28" Longitud Norte y 70° 41' 15" Longitud Oeste y la altura media sobre el nivel del mar es de 178m. De acuerdo al último Censo Nacional de Población (ONE,1993) la zona rural de la provincia cuenta con una población de 127,949 habitantes.

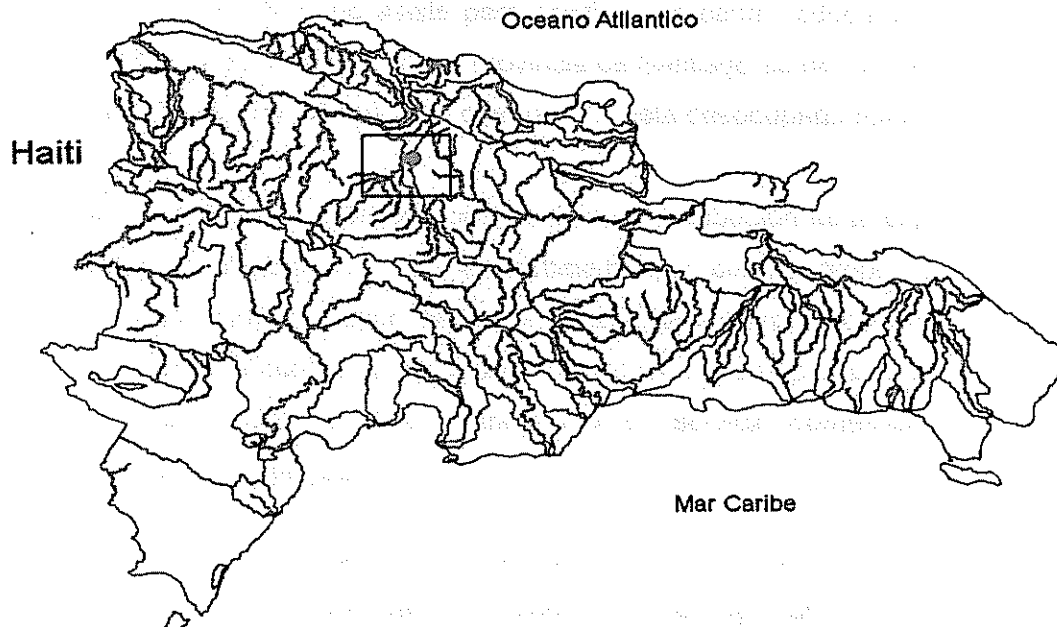


Figura 1. Mapa de localización Área de Estudio

### **3.2. Características de la población**

La población sujeta a estudio en la presente investigación es una muestra de la población rural de la Provincia de Santiago en la República Dominicana. La población estudiada total es de 2,716 habitantes, residentes en 575 hogares.

De acuerdo con los datos oficiales para la Provincia de Santiago del Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993 (ONE), la población total era de 710, 813 habitantes, siendo 284,252 residentes rurales para un 40% y un 60% equivalentes a 426,551 habitantes urbanos. Un 52% de los habitantes de la provincia son mujeres, esto es 366,688 personas y un 48% hombres, equivalentes a 344,135. En lo que se refiere a la condición de alfabetismo y analfabetismo, un 8% de la población mayor a los 3 años está alfabetizada (capacitado para leer y escribir) lo que equivale a 510,946 personas, mientras que el restante 18%, es decir, 112,329 eran analfabetos.

Los datos para la asistencia escolar para la población de 3 años o más para esta Provincia, establecen que un 20% estaba asistiendo a un centro educativo público, otro 20% nunca había asistido a un centro educativo, un 9% estaba asistiendo a un centro privado y un 51% no asiste pero asistió a un centro educativo. La población económicamente activa (PEA), de la provincia de Santiago es de 82% de la población total mayor a los 10 años, mientras que un 18% esta desocupado (ONE, 1996).

En lo que se refiere a la categoría ocupacional, la distribución es la siguiente: el 57% es trabajador asalariado, un 18% es trabajador por cuenta propia, un 16% son personas no clasificadas según categoría y que básicamente pertenecen al llamado sector informal de la economía con gran variedad de microempresas y actividades 5% es patrón o empleador, un 3% es trabajador de servicio doméstico y un 1% es trabajador familiar no pagado.

En lo referente a los servicios básicos de agua potable, servicio de energía eléctrica salubridad, se establece que para la provincia de Santiago, un 65% de la población cuenta con el servicio de agua potable en la casa, mientras que un 97% cuenta con servicio sanitario y un 89% con servicio de energía eléctrica (ONE, 1996).

### 3.3. Determinación del tamaño de la muestra

Para la selección del número de la muestra, se utilizó un Muestreo aleatorio en dos etapas, dado que se desconocía la varianza del atributo principal considerado como criterio que es el Costo Defensivo.

En la primera etapa, se fijó el tamaño en  $n_1 = 50$ . Esta se aplicó durante el mes de marzo en la zona rural de la provincia al este de la ciudad de Santiago. De acuerdo con los resultados, se determinó hacer el muestreo en la zona rural de la provincia al este y al oeste de la ciudad, lo que permitiría medir su influencia en los niveles de contaminación del río Yaque del Norte.

Con los datos obtenidos, se estimó la varianza de los Costos Defensivos. Se utilizó la fórmula presente en la ecuación 1 (Sheaffer *et.al*, 1987), para determinar el número adicional de muestras necesarias para alcanzar la precisión fijada en la investigación. Conforme a los resultados, se concluyó que se debían aplicar 515 encuestas adicionales para un total de 575 encuestas.

$$n_2 = \frac{NS^2}{(N-1) \frac{B^2}{4} + S^2} - n_1$$

Donde :

$NS^2$  = Población Total por la Varianza del Costo Defensivo

$B$  = Error de estimación, fijado en un salario mínimo

$N_1$  = Tamaño de la muestra en la 1ra. parte del muestreo

$N_2$  = Tamaño de la muestra en la 2da. parte del muestreo

$S^2$  = Varianza estimada en el primer muestreo de  $n_1 = 50$

En la segunda etapa se estimó  $n_2$ , con una precisión fija equivalente a un salario mínimo mensual, que es de RD\$2,500.00 (dos mil quinientos pesos dominicanos) ,

equivalentes a US\$156,25 (ciento cincuenta y seis dólares con 25/100) con una probabilidad de error de  $\alpha = 0.05$ .

### 3.4. Localización del área muestral.

Los puntos muestrales los constituyeron las viviendas ubicadas en la zona rural a ambos márgenes de la cuenca media del río Yaque del Norte, distantes 1.5 kms. del río, seleccionadas aleatoriamente, a ambos lados de la ciudad de Santiago.

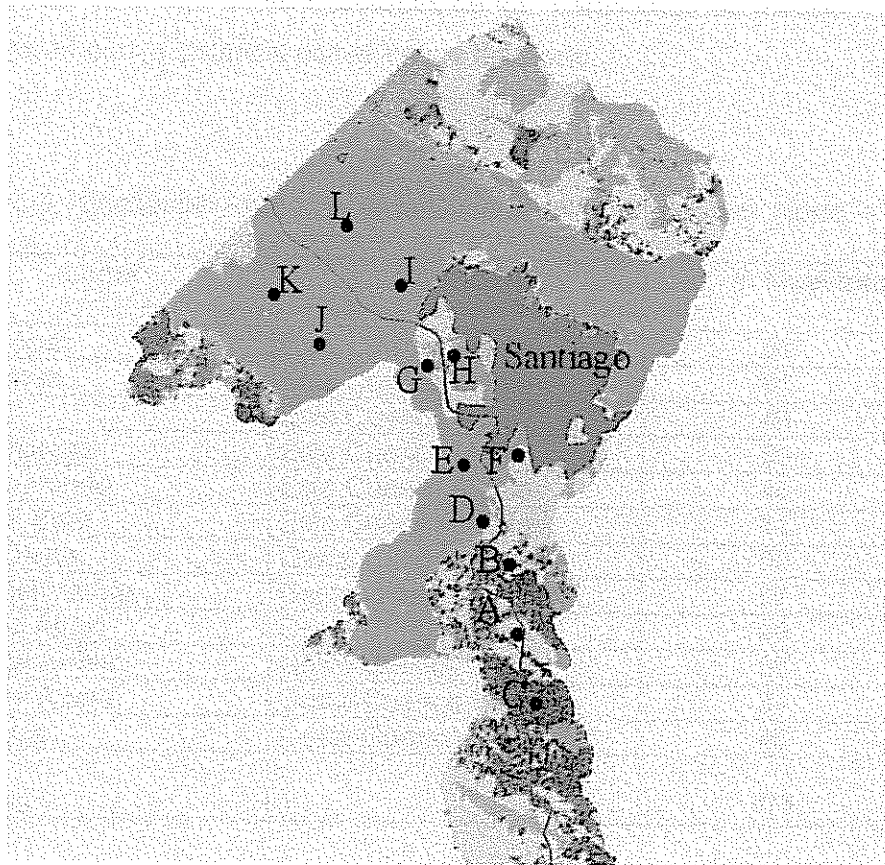


Figura 2. Ubicación geográfica de las comunidades donde se aplicaron las encuestas.

Se realizó una selección aleatoria de las casas tomando como punto de partida la carretera principal o camino vecinal distante 1.5 kilómetros de la margen del Yaque del Norte y adentrándose en los caseríos cuatro encuestadores a la vez en dirección al río, separados entre sí. Se realizaron un número de encuestas proporcionales al número de habitantes de cada lugar visitado.

### 3.5. Procedimiento de obtención del área muestral.

En el Cuadro 5, se detallan las localidades donde se aplicaron las encuestas, la muestra seleccionada en cada comunidad tuvieron como parámetro la cantidad de familias en cada una de ellas, además de los parámetros de ubicación de las casas en relación con la distancia con el Yaque del Norte.

Cuadro 5. Encuestas Aplicadas en la Cuenca del río Yaque del Norte.

Lugar	Ubicación	No. de Muestras	%
Don López	Este Cuenca Media	50	9
El Flumen	Este Cuenca Media	51	9
Baitoa	Este Cuenca Media	40	7
Las Charcas	Este Cuenca Media	50	9
Arroyo Hondo	Este Cuenca Media	45	8
Arroyo Este	Este Cuenca Media	51	9
Hato Oeste	Oeste Cuenca Media	52	9
Hato del Yaque	Oeste Cuenca Media	57	10
Ingenio Abajo	Oeste Cuenca Media	49	9
Banega Arriba	Oeste Cuenca Media	56	10
Banega Abajo	Oeste Cuenca Media	34	6
Quinigua	Oeste Cuenca Media	40	7
<b>Totales</b>		<b>575</b>	<b>100</b>

Se tomó como punto de referencia el último censo de población y vivienda (ONE, 1993) para tener el dato de la población rural de cada una de las comunidades, lo que también complementó la decisión de la cantidad de encuestas aplicables en cada una

de ellas. Se tomaron igual número de localidades al este y al oeste de la ciudad de Santiago y se consideraron las primeras encuestas dentro del total de la muestra.

### **3.6. Estructura del Instrumento de Investigación.**

La primera parte explora la percepción que tienen los habitantes de la zona rural de la provincia de Santiago acerca de la utilidad del río Yaque del Norte, así como su conocimiento del problema ambiental de la contaminación del río. La segunda parte se refirió a los datos de abastecimiento de agua potable de la población objeto de la investigación, levantando información pertinente a la calidad, frecuencia y los problemas del servicio.

La tercera parte de la encuesta, se refería a los datos de adquisición del agua y al primer componente de los costos defensivos, cuestionando acerca de las tarifas de pago mensual por el servicio, la utilidad como servicio potable del agua recibida en la vivienda, métodos de purificación y costos de los mismos, así como la compra de agua y los costos que esto implica para las familias.

La cuarta parte del instrumento aplicado, se centraba en la infraestructura para el almacenamiento del agua, servicio público y el segundo componente de los costos defensivos, requiriendo respuestas a preguntas específicas acerca de la forma de almacenamiento de agua, tratamiento y costos de los mismos, la compra de agua para el almacenamiento y costos, así como las preferencias de la población estudiada acerca de las empresas que proveen el servicio.

La quinta parte de la encuesta se refiere a los costos de salud o mitigación, en esta se levantó información referente a los costos incurridos cuando se ha enfermado algún miembro de la familia por causa del agua, incluyendo días dejados de trabajar o de ir a la escuela, procedencia del agua que causara la enfermedad, días reclusos en clínicas u hospitales, costo de medicamentos y actividad a la que se dedica la persona aquejada de la enfermedad. La última parte del instrumento refirió a los datos que

permiten elaborar el perfil socioeconómico de la familia rural. Estos datos incluyen la distancia de la vivienda del río Yaque del Norte, el tamaño de la familia, la composición de acuerdo a grupos de edad, actividades productivas del jefe de familia y de los demás miembros de la familia, nivel educativo, ingreso, tenencia de la tierra y composición de la mano de obra.

### **3.7. Variables Sociales, Económicas y Ambientales generadas por la Encuesta.**

Se generaron variables de tres naturalezas:

- a) Variables Ambientales, que abarcan diversos aspectos relativos al medio ambiente en el que vive la población de la cuenca media del río Yaque del Norte.
- b) Variables Sociales: que se refieren a aspectos propios de la población y que inciden en lo económico y ambiental de alguna manera, y por supuesto, en la calidad de vida de la población.
- c) Variables Económicas: éstas se detallan aspectos de costos y gastos de la población, nivel de ingresos y otros aspectos directamente relacionados. El detalle de las variables puede observarse en el Anexo 3.

Se generaron cinco variables compuestas, constituidas como índices o indicadores de varios aspectos relativos a la población, estas son:

IDCA Índice Defensivo de Calidad del Agua, este se refiere a los diversos métodos que utiliza la población para protegerse del agua contaminada, esta es una variable ambiental.

INCONT Índice de Contaminación, que esta compuesto por las variables que indican las fuentes de contaminación del agua del Yaque del Norte, este índice pertenece al grupo de las variables ambientales.



INSER Índice de Servicios, que agrupa las características del servicio de agua potable para cada uno de los hogares visitados, se incluyó en el grupo de las variables sociales.

IRFC Índice de Riesgo de las Familias a la contaminación, que se refiere al nivel de riesgo de las familias de acuerdo los usos que dan al Yaque del Norte como bien, este índice es una variable ambiental.

IPAA Índice de Preferencias de Atributos del Agua, que nos indica los atributos que la población determina como primordiales para elegir el servicio de agua, esta es una variable ambiental.

### **3.8. Análisis de los Datos.**

Los datos de las encuestas se transcribieron a una base de datos y posteriormente se analizaron con la ayuda de los programas estadísticos SAS y EXCEL. Se realizaron las estadísticas descriptivas para todas las variables incluidas en la encuesta. Las encuestas fueron validadas durante una de las etapas del trabajo de campo y no fue necesario eliminar ninguna de ellas.

Para establecer la función de producción de salud, se tomó la media de cada una de las variables que conforman la ecuación. En el caso de variables como costos defensivos y costos de mitigación, que están compuestas por la sumatoria de más de una variable, se elaboró una base de datos con los resultados de cada uno de los componentes para cada encuesta y se estableció una columna con la sumatoria de los 575 puntos muestrales. Posteriormente a esta columna con la sumatoria se le aplicaron las estadísticas descriptivas para obtener los principales datos de la variable y la media que asumimos que es la media de la familia rural promedio de la provincia de Santiago en cada caso.

Para el valor de consumo de bienes y servicios se tomó el valor de la canasta familiar básica para las familias rurales en la República Dominicana, de acuerdo a los resultados de la Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos de los Hogares, realizada entre octubre de 1997 y setiembre de 1998, por el Banco Central de la República Dominicana, actualizada a enero de 1999 (Anexo 4).

### 3.9. El Modelo Básico de Producción de Salud

En este modelo, se asume que el nivel de mitigación puede ser escogido por el individuo para aumentar al máximo su utilidad. Esta es una extensión del modelo de Harrington y Portney de 1987 (citados por Freeman, 1993), en el que se asumen costos del tratamiento médico para ser determinados por el número de días que estuvo enfermo en lugar de escogerlos en un patrón predeterminado. La función de producción de salud para un individuo esta representada por:

$$s = f(d,b)$$

$$d = f(c,a)$$

Donde:  $s = f(c,a,b)$

Con:

$$\partial s / \partial c > 0$$

$$\partial s / \partial b, \partial s / \partial a < 0$$

Donde:

s = días enfermo

d = exposición a la contaminación

c = contaminación

b = tratamientos médicos

a = actividades defensivas para evitar la contaminación

Lo que nos indica que a mayor exposición a la contaminación, mayor probabilidad de días enfermo tendrá el individuo. Del mismo modo, a mayor inversión en costos defensivos y en costos de mitigación menor será la cantidad de días enfermo del individuo.

En esta investigación, la función de producción de salud se estimó en base a los datos de enfermedad, costos defensivos y de mitigación. También para el análisis se tomaron en cuenta otros determinantes como características físicas del individuo y aspectos socioeconómicos.

El individuo deriva utilidad del consumo de una cantidad de agua no contaminada, "X", y tiempo libre "t", "s" días enfermo, que restringe la utilidad, de esta manera:

$$u = u(X, t, s)$$

$$\frac{\partial u}{\partial X}, \frac{\partial u}{\partial t} > 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial s} < 0$$

El individuo escoge X, t, a y b como máxima utilidad sujeta a la restricción de:

$$I + P_w(T - t - s) = X + P_a \cdot a + P_b \cdot b$$

Donde:

I = Ingreso no laboral

$P_w$  = salario por hora

T = tiempo

t = tiempo libre

s = días enfermo

X = Consumo de bienes y servicios

$P_a \cdot a$  = actividades para evitar daños (Costos Defensivos)

$P_b \cdot b$  = actividades para mitigar daños

Las condiciones de primer orden para un máximo, incluyen:

$$\frac{\partial u}{\partial X} = \lambda$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = \lambda \cdot P_w$$

$$\lambda \cdot \frac{P_b}{\frac{\partial s}{\partial b}} = \frac{\partial u}{\partial s} - \lambda \cdot P_w = \lambda \cdot \frac{P_a}{\frac{\partial s}{\partial a}}$$

Donde  $\lambda$  es el multiplicador de Lagrange y puede interpretarse como la utilidad marginal de ingreso.

### **3.10. Análisis de Correlación Canónica.**

El análisis de correlación canónica (ACC) es una extensión natural del análisis de correlación múltiple, motivado por la necesidad de estudiar fenómenos que no pueden representarse por una sola variable criterio. Es decir, el ACC es una técnica para analizar la relación entre dos conjuntos de variables. En este caso, tenemos 3 conjuntos de variables por lo que se hace una correlación canónica parcial entre dos de los grupos, asumiendo que el tercero se mantiene constante (Hernández, 1998).

Mientras el análisis de regresión múltiple determina la combinación lineal de las variables predictoras  $X$  que mejor explican la variabilidad en la variable criterio  $Y$ , el análisis de correlación canónica, busca en primer lugar, dos combinaciones lineales o sumas ponderadas llamadas variables canónicas: una formada con las  $p$  variables criterio y otra con las  $m$  variables predictoras tales que la correlación lineal entre ellas (llamada correlación canónica) sea lo más grande posible.

El Análisis de Correlación Canónica continúa extrayendo hasta un máximo de  $M$  pares de variables canónicas y correlaciones, donde  $M = \min(p, m)$ . Los pares de variables canónicas se contruyen de manera que ninguna de ellas esté correlacionada con ninguna de las variables canónicas de los otros pares canónicos y, además, las variables canónicas de cada partengan correlación máxima entre sí

### **3.11. Prueba de Regresión.**

Dentro de los análisis aplicados a los datos generados por las informaciones primarias, se aplicaron pruebas de regresiones tomando como variable principal los costos defensivos, tratando de estimar los niveles de significancia de otras variables para los mismos.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSION.**

##### **4.1. Percepción de la utilidad del río Yaque del Norte para los entrevistados.**

La percepción sobre el problema de contaminación que afecta al río Yaque del Norte de los residentes en el área rural de la cuenca media, es bastante alta, pues el 94% de los encuestados respondió afirmativamente a la pregunta de si estaba contaminado el Yaque del Norte y sólo el 6% respondió negativamente.

En lo que se refiere a la utilidad que da la población al Yaque: el 27% afirma que el riego es uno de los usos, el 19% establece la pesca como otro uso, mientras otro 18% afirma que sirve para uso doméstico. El 4% de los encuestados afirmó que el Yaque del Norte es útil para la generación de energía eléctrica, un 9% dijo que para la obtención de materiales de construcción un 13% dijo que para consumo humano el 7% para recreación el 2% para suministrar agua para animales domésticos y ganado.

De las 575 familias encuestadas, 282, equivalentes al 49% manifestaron dar algún tipo de uso al río Yaque. Dentro de este porcentaje, el 42% utiliza el Yaque del Norte para uso doméstico, el 23% para riego, y el 35% para recreación.

Las fuentes de contaminación citadas con niveles significativos son:

- Desechos Sólidos: el 34 por ciento de los entrevistados manifestó que en diversos puntos de su cauce, el Yaque del Norte hace las veces de vertedero de los desechos de los hogares, especialmente si no es frecuente el servicio de recogida de basura.
- Desechos Industriales: el 33 por ciento de los Jefes de Familia, indicó que industrias y fábricas de la zona descargan sus residuos en las aguas del Yaque.
- Cloacas: De igual manera, el 26 por ciento de los encuestados manifestó que esta es fuente de contaminación, pues varios municipios de la provincia e incluso una

parte de la misma ciudad de Santiago tiene los desagües de las cloacas que son descargados a las aguas del Yaque, aunque hay plantas de tratamiento, no son suficientes para el nivel de descarga.

Otras 7% corresponde a otras fuentes de contaminación citadas pero no de manera tan significativa, como la extracción de materiales de construcción, los lavaderos de vehículos y el uso del río como balneario.

#### **4.2. Suministro de Agua Potable.**

Al preguntar a los entrevistados sobre el servicio de agua potable, un 86% respondió que cuentan con el servicio y el 14% no cuenta con el mismo. La procedencia del agua que utilizan las familias encuestadas, tiene tres fuentes, la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santiago (CORAASAN), abastece al 36%, el Instituto de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA), sule al 50% y otros, que son las familias que no cuentan con el servicio y compran el agua a camiones de distribución, este grupo es el 14% de la población. El 65% de los entrevistados manifestó tener el problema de la irregularidad y escasez en el suministro.

#### **4.3. Costos Defensivos**

Los Costos Defensivos son aquellos en los que incurre la población para evitar las consecuencias del daño ambiental (Freeman,1993). En este caso, para evitar consumir el agua contaminada del río Yaque del Norte. Existe un conjunto de variables que intervienen en éstos, las que se detallan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Variables Principales que Componen los Costos Defensivos, expresadas en RD\$.

Variable	N	%	Media	D. Estandar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Tarifa de Agua	355	62	67.80986	61.42723		
Costo de Purificar	221	38	50.12217	39.98669	10	200
Compra Agua Embotellada	290	50	147.2931	95.85521	24	624
Costo Transportar Agua Embotellada	35	6	28.2	21.66021	2	126
Costo Tratamiento Agua Almacenada	78	14	29.94872	18.67486		
Costo de Compra Agua Almacenada	158	27	306.4551	179.9879	1	800

Los resultados indican que en el caso de la variable de suministro de servicio de agua, el 65% afirmó contar con el servicio, mientras el 35% no cuenta con el mismo. El 67% utiliza algún método para purificar el agua: el 21% filtra, el 53% clora y el 26% hierve el agua.

El 51% de la población encuestada, compra agua embotellada como forma prevenir las consecuencias de ingerir agua contaminada. El costo de comprar agua purificada es una de las variables incluidas dentro de los costos defensivos de la zona rural de la provincia de Santiago. La compra de agua embotellada implica para el 6% de la población encuestada costos de transporte, variable que también está incluida dentro de los costos defensivos.

#### 4.4. Infraestructura para el almacenamiento, servicio público y costos defensivos.

Se investigó sobre los costos en los que incurre la población cuando tiene que comprar agua para mantener almacenada. Los pobladores de esta zona, tienen que

fabricar infraestructura para almacenar agua, como cisternas y tanques, en muchos casos, compran Tinacos, que son tanques que se colocan en los techos de las casas, en los que se almacena el agua.

Tanto las cisternas como los tinacos, requieren cierto mantenimiento o tratamiento para las aguas almacenadas puesto que esto garantiza que el agua continúe siendo potable para el consumo humano.

Los resultados indican que de los que compran el agua para almacenar, el 75% no utilizan para el consumo, sino que compran agua embotellada para consumir. El 15% utilizan algún método para purificarla y el restante 10% la consume directamente. El 40% de los encuestados afirmó que tiene un depósito en casa para almacenar el agua, de los que el 19% tiene cisterna y el 21% tinacos o tanques. De este grupo, el 34% utiliza tratamiento para su cisterna o tinaco, que en todos los casos es clorar el agua.

Un 15% de los encuestados manifestó que compra camiones de distribución para llenar su cisterna o depósito de agua. En algunos casos el camión es comprado conjuntamente con otra familia, ya sea porque el lugar de almacenamiento de la familia no tiene la capacidad para almacenar la carga completa del camión o para reducir costos.

En algunos casos, cuando no hay dinero para comprar el agua, las familias se ven en la necesidad de tomarla directamente del río o del canal de riego, estas familias son las más vulnerables para enfermedades en la piel, estomacales o de infecciones virales transmitidas por el agua.

En este acápite, también se requirió información sobre las preferencias de servicio, específicamente sobre si preferían que el servicio de agua fuese suministrado por una empresa pública o por una empresa privada con los resultados siguientes: el 47% dijo preferir una empresa pública, el 42% prefiere una empresa privada y el 11% no sabe.



De los que manifestaron su preferencia por la empresa privada, las razones de preferencia son básicamente dos: un 34% dijo que consideraba que el agua sería de mejor calidad y el 66% dijo que el servicio sería más eficiente, en el sentido de la regularidad. Por su lado, los que manifestaron preferir la empresa pública tienen cuatro razones para ello, un 5% dijo que por la calidad, un 15% dijo que por el servicio, un 68% dijo que porque la pública aseguraba un menor costo en el servicio y el restante 12% dijo que por equidad, al considerar que el agua es un bien público que pertenece a todos y que por lo tanto, debía ser manejada por el Estado.

Parecería que hay una contradicción en las respuestas de los encuestados en el sentido de que las razones de calidad y servicio se repiten en ambas preferencias, pero la explicación está en que en los puntos muestrales antes de la ciudad de Santiago en un alto porcentaje el servicio de agua es constante y eficiente y esta parte de la población manifiesta estar conforme con el servicio, no sucede lo mismo en los puntos muestrales después de la ciudad de Santiago.

Por otro lado un 11% de los jefes de familias encuestados ante este cuestionamiento respondió no tener una respuesta. En muchos casos, manifestaron que por los procesos de privatización que en los últimos dos años se han dado en la República Dominicana, especialmente el de la compañía distribuidora de energía eléctrica (CDE), con pésimos resultados, sería un riesgo, a pesar de que el servicio de agua, que es público es ineficiente, abocarse a que la situación pueda empeorar, aunque existen en el país casos de servicios públicos, como por ejemplo el de telefonía y telecomunicaciones de gran eficiencia.

#### **4.5. Datos Costos de Salud o Mitigación.**

Los costos de mitigación son aquellos en los que el individuo incurre cuando ya ha sido afectado por el daño ambiental (Freeman, 1993). En este caso, cuando ya el agua contaminada ha provocado la enfermedad de alguno de los miembros de las familias, se hace necesario ir al médico, utilizar un tratamiento que muchas veces

requiere la reclusión en un hospital o clínica y la compra de medicamentos, lo que naturalmente implica costos para la familia. Los costos de mitigar generalmente son mucho más elevados que los defensivos .

Al cuestionar a los Jefes de familia acerca de si en los últimos 5 años se ha enfermado alguien en la familia por alguna enfermedad causada por el agua, el 38% respondió afirmativamente, mientras que el restante 62% dijo que no se había enfermado nadie en su familia en ese período a causa del agua.

Cuadro 7. Estimación del Origen del Agua Causante de enfermedad.

Procedencia	No. Enfermos	%
Río Yaque del Norte	11	5
Canal de Riego	20	62
Camión de Distribución	42	9
Servicio en la Casa	133	19
Otro	10	5
Totales	216	100

El 54% de los casos de enfermedad, ha tenido que recurrir al internamiento, en un hospital o en un centro privado. El costo que implica la enfermedad para una familia rural tiene que ser analizado desde varios puntos de vista:

- a. El costo de mitigación que implica gastos en medicinas, consultas medicas e internamiento, como se observa en el Cuadro 8, donde se presentan los



parámetros de las variables Costos de Hospitalización y Costos de Medicamentos, tanto para los niños como para los adultos.

**Cuadro 8. Variables que Componen los Costos de Mitigación.**

Variable	N	%	Media	D. Estandar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Costo Hospitalización Adultos	66	11	4600.15	4350.05	200	20000
Costo Medicamentos Adultos	107	19	1152.83	1193.01	100	6000
Costo Hospitalización Niños	55	9	3588.18	2944.59	750	16000
Costo de Medicamentos	117	20	1060.5	931.66	100	4000

- b. El costo que implica la pérdida de días de trabajo por estar enfermo tiene dos componentes, el tiempo dejado de trabajar por enfermedad y lo que representa desde el punto de vista económico. La variable Pérdida por Enfermedad detalla el costo monetario por los días, esta variable se ha determinado tomando la cantidad de días dejados de trabajar multiplicados por el salario diario de acuerdo a la actividad económica y/o productiva a la que se dedica la persona o las personas que en la familia se han enfermado, como puede observarse en el Cuadro 9.

**Cuadro 9. Pérdidas por Enfermedad.**

Variable	N	%	Media	D. Estandar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Tiempo no trabajado por Enfermedad	116	20	9.87069	17.1198	2	180
Perdida Economica por Enfermedad	116	20	2,274.421	8,537.164	83.93	89,131.35

- c. El costo que implica la pérdida de días de escuela en el caso de los niños que están enfermos a causa del agua. En estos casos, se ha establecido el costo que implica para el Estado Dominicano la asistencia diaria de un niño a la escuela, de acuerdo con entrevista sostenida con el Supervisor General de la Secretaría de Estado de Educación de la República Dominicana, el costo diario por niño es de RD\$250.00 (doscientos cincuenta pesos dominicanos), equivalentes a US\$16.00 (dieciseis dólares estadounidenses), para tener un total de la pérdida por días dejados de ir a la escuela, de RD\$ 243,250.00, equivalentes a unos US\$15,203.00.

#### 4.6. Perfil Socioeconómico de la Familia Rural.

Las variable socioeconómica de mayor importancia lo constituye los niveles de ingreso de la familia rural, expresada en tres vertientes: el ingreso del Jefe de Familia, el de otros miembros de la familia que trabajan y el ingreso total, como se observa en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Variables que componen el Ingreso

Variable	N	%	Media	D. Estandar	Valor Mínimo	Valor Máximo
Ingreso Jefe de Familia	572	99	4751.41	3517.45	800	30000
Ingreso Miembros de Familia	237	41	3451.81	2347.79	500	15000
Ingreso Total	575	100	6149.37	4380.40	1000	30000

Esta variable es determinante para los valores que se invierten en los Costos Defensivos y de Mitigación, como se ha podido observar en el análisis de las correlaciones, del mismo modo, no solo el ingreso del Jefe de Familia es

determinante, también el ingreso total. En la Figura 3 se pueden observar el comportamiento de las variables de ingreso de acuerdo con rangos establecidos.

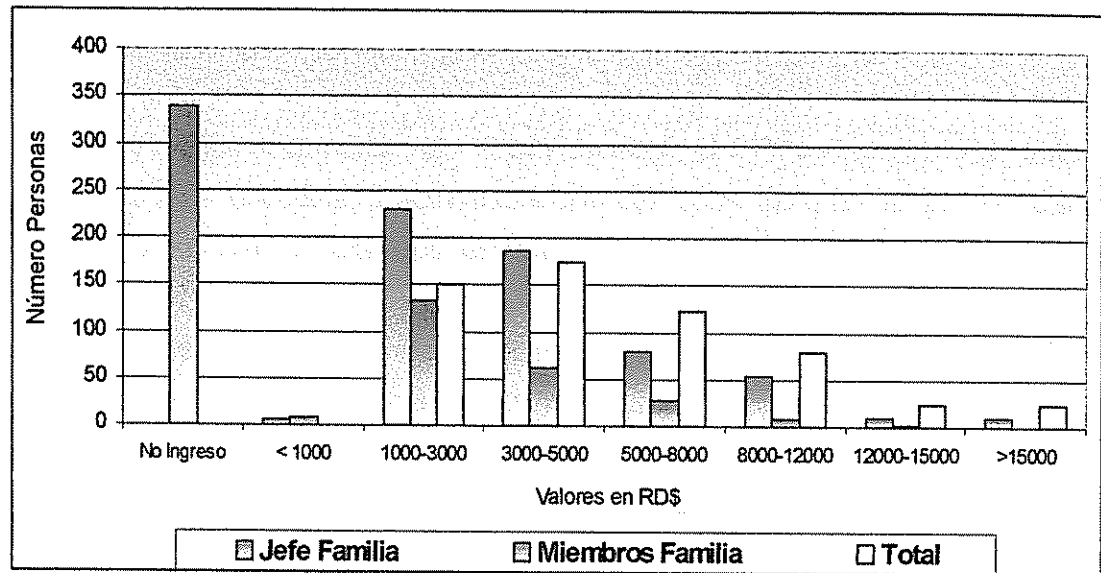


Figura 3. Distribución del Ingreso.

La actividad a la que se dedica el jefe de la familia, es muy variada. En esta provincia hay diversos tipos de actividades de acuerdo con la zona de que se trate, pero la actividad agrícola es la que tiene el mayor porcentaje de ocupación en la zona rural de la provincia con el 34%. De este grupo, el 92% practica agricultura bajo riego y 8% en secano.

Un 15% se dedica al comercio, 10% trabaja en zonas francas o maquilas. El 5% de los entrevistados esta pensionado, retirado de las labores productivas pero con una mensualidad o pensión de la que cubre sus necesidades básicas. Un 3% realiza actividades de manufactura. El 3% de los entrevistados es empleado público, el 7% de los jefes de familia son choferes, tanto de sus propios taxis o camionetas, como de empresas de transporte privadas. Solo el 1% de los encuestados, manifestó que la Ganadería era su fuente principal de ingresos y otro 1% de los jefes de familia manifestó dedicarse a la docencia para ganarse el sustento diario. El restante 22% se dedica a otras actividades.

En el 12% de las familias visitadas, trabajan otros miembros de la familia. Los resultados indican que de este grupo, el 15% trabaja en la agricultura, el 22% en las zonas francas o maquilas, el 6% en manufactura, el 4% es profesor o profesora, 4% es doméstica (trabaja en labores propias del hogar en casas de otras familias), este porcentaje es únicamente de mujeres.

El 14% se dedica al comercio, el 4% son choferes, el 10% son empleados públicos y el restante 20% se dedican a actividades diversas, como los que trabajan en cualquier actividad productiva, sin una labor estable.

En el caso de las familias que se dedican a la actividad agrícola y ganadera, se les cuestionó acerca de la tenencia de la tierra, resultando que el 84% es propietario de su tierra, el 12% trabaja tierra arrendada y el 4% tierra alquilada. También se cuestionó a este grupo de entrevistados acerca de la composición de la mano de obra, con los resultados siguientes: el 63% de la mano de obra es familiar, el 18% es contratada y el 19% es mixta.

El número de miembros de la familia es muy variable, esto incluye todas las personas que viven en la casa, los hijos ya casados y que viven aparte no se encuentran contabilizados en este número. Se ha distribuido la población por grupos de edad, como se observa en la Figura 4.

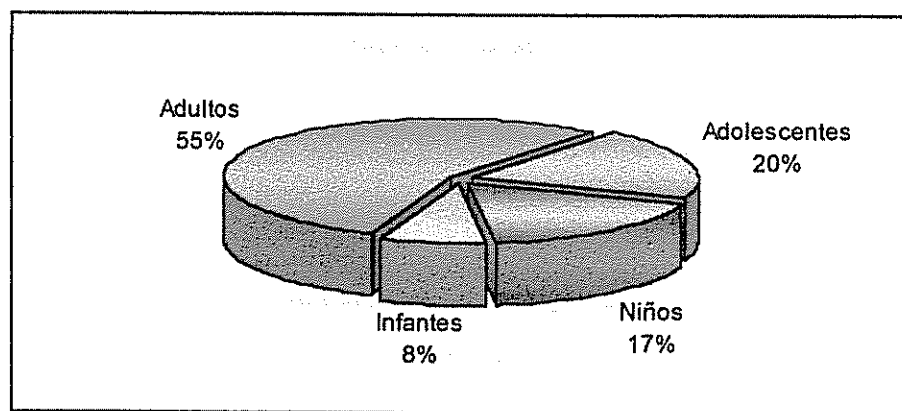


Figura 4. Distribución de la Población por grupos de edad.

El nivel educativo se ha distribuido en 6 posibilidades:

- ❖ Analfabeto: que no sabe ni leer ni escribir
- ❖ Primaria: entre primer y sexto curso de educación básica
- ❖ Intermedia: entre séptimo y octavo de educación básica.
- ❖ Secundaria: entre primero y cuarto de bachillerato.
- ❖ Técnico: todo bachiller con un oficio técnico titulado.
- ❖ Universitario: que esta cursando, que curso o completo una carrera universitaria.

En el Cuadro 11 se detalla la distribución de la población de acuerdo con su nivel educativo.

Cuadro 11. Distribución Porcentual del Nivel Educativo por Grupos de Edad

Nivel Educativo	Jefe de Familia	Adultos	Adolescentes	Niños
Analfabeto	15	5	1	1
Primaria	42	36	35	99
Intermedia	13	19	31	—
Secuntaria	22	34	29	—
Técnico	1	1	1	—
Universitario	6	6	3	—
Totales	100	100	100	100

#### 4.7. La función de Producción de Salud.

Para determinar la Función de Producción, se ha tomado como punto de partida la ecuación presentada en el capítulo II, con el supuesto de que el individuo consume todo su ingreso y que ante una situación de daño ambiental, como en este caso, la contaminación de la cuenca media del Yaque del Norte, el ingreso por actividades no laborales ( $I$ ), más el ingreso percibido por el trabajo del individuo  $P_w$  ( $T-t-s$ ), será igual al consumo de bienes y servicios ( $X$ ) más las actividades para evitar el daño ambiental o costos defensivos ( $P_{a.a}$ ), más las actividades para mitigar daños o costos de mitigación ( $P_{b.b}$ ).

A través de la encuesta aplicada, se obtuvo la información requerida para estimar la ecuación. El salario por hora (Pw) se obtuvo promediando el ingreso de los 575 Jefes de Familia entre las horas promedio de trabajo por mes, lo que ha dado por resultado el salario por hora promedio de la muestra en RD\$26.9967

El tiempo trabajado (T), se obtuvo considerando una cantidad de horas estándares por mes, de 8 horas de lunes a viernes y cuatro horas los sábados, pues dentro del sistema laboral de la República Dominicana las labores realizadas fuera de estas horas constituyen tiempo extra de trabajo. Al realizar el cálculo se establece el valor de T en 176 horas mensuales.

El valor de t que equivale al tiempo libre, se estableció considerando las 8 horas del Domingo que es un día no laborable y 4 horas del sábado, para un total de 12 horas semanales y 48 horas mensuales.

Los días dejados de trabajar por enfermedad (s), se obtuvieron promediando la población adulta que realiza labor remunerada, incluyendo aquellos que no han enfermado y el promedio es de 78.96 horas enfermos en un mes, que equivale aproximadamente a 10 días.

El valor correspondiente al consumo de bienes y servicios (X), se obtuvo de la Encuesta Nacional de Gastos e Ingresos de los Hogares, publicada por el Departamento de Cuentas Nacionales y Estadísticas Económicas del Banco Central de la República Dominicana correspondiente al período Octubre 1997 – Setiembre 1998, que establece el valor promedio mensual de la Canasta Familiar de las familias rurales de la República Dominicana en RD\$4,065.82 (cuatro mil sesenta y cinco pesos con 00/82), equivalentes a US\$ 254.12 (doscientos cincuenta y cuatro dólares con 00/12).

El valor de costos defensivos, se obtuvo mediante la sumatoria individual de los 575 hogares encuestados de las variables que los componen. Al total de la variable, se le calculó la media muestral, que fue el valor utilizado en la ecuación. El promedio de



Costos Defensivos de 225.25 pesos dominicanos, equivalentes al 5% del ingreso promedio del jefe de familia.

El promedio de los costos de mitigación se obtuvo con el mismo procedimiento, resultando la media en RD\$1,301.19 (mil trescientos un pesos con 00/19), representando el 70% del ingreso promedio del Jefe de Familia de la cuenca. El valor resultante se ha dividido entre 60, para obtener la proporción mensual en los últimos 5 años, que ha sido el marco de tiempo que hemos tenido en la entrevista para los casos de enfermedades relacionadas con el agua contaminada y para tener en todos los componentes de la ecuación valores mensuales.

Mediante la encuesta aplicada, se obtuvieron todos los elementos de la ecuación, excepto el valor del Ingreso no laboral, que se refiere a aquellos ingresos percibidos por otras actividades que no son la actividad económica a la que se dedica habitualmente el Jefe de Familia.

Se sustituyeron los valores en la ecuación y se procedió a despejar con un procedimiento matemático simple el valor del ingreso no laboral, de la siguiente manera:

$$I + 26.99 (176 - 48 - 78) = 4066 + 235.92 + 3395.10/60$$

$$I + 26.99 (176 - 48 - 78) = 4066 + 235.92 + 56.59$$

$$I + 26.99 (50) = 4358.51$$

$$I + 1349.5 = 4358.51$$

$$I = 3009.01$$

El valor del Ingreso no laboral representa un 74% del valor de la Canasta Básica (X) y es mayor que el ingreso promedio de nuestra muestra, lo que implica que ante una situación de enfermedad, los habitantes rurales deben recurrir a otras actividades para conseguir el dinero necesario para mitigar, puesto que los costos de mitigación no están incluidos dentro del presupuesto familiar.

Utilizando las variables de mayor significancia, el Modelo para explicar la Función de Producción de Salud, es:  $S_{ij} = \beta_0 + \beta_1 I_1 + \beta_2 F_2 + \beta_3 R_3 + \beta_4 C_4 + \beta_5 A_5 + \beta_6 D_6 + \epsilon_{1j}$

Donde:

I = Ingreso

R = Nivel de Ruralidad

A = Suministro

F = Tamaño de la Familia

C = Riesgo de Contaminación

D = Índice Defensivo de Calidad de Agua

#### 4.8. Resultados de las Pruebas de Correlación.

##### 4.8.1. Correlación Simple

Se procedió a realizar un Análisis de Correlación de Pearson con la finalidad de medir la incidencia de variables socioeconómicas como ingreso y nivel educativo en los costos defensivos y en los costos de mitigación. Se encontró que en cada uno de los casos, el coeficiente de probabilidad es positivo y significativo, como se puede observar en el Cuadro 12.

Los valores porcentuales de mayor significancia corresponden a la correlación entre las variables Total de Costos Defensivos e Ingreso Total, con un 52 por ciento, seguidamente la correlación entre el Ingreso Mensual del Jefe de Familia y los Costos Defensivos, con un 47 por ciento.

Cuadro 12. Resultados Prueba de Correlación de Pearsons

Variabes Correlacionadas	Coficiente	Significancia Probabilidad	Observaciones
Ingreso Jefe Familia – Costos Defensivos	0.47160	<.0001	547
Costos de Mitigación – Ingreso Jefe Familia	0.39344	<.0001	218
Costos Defensivos – Ingreso Total	0.51929	<.0001	549
Ingreso Total – Costos de Mitigación	0.37684	<.0001	219
Costos Defensivos – Nivel Educ. Jefe Fam.	0.20238	<.0001	549

Los resultados obtenidos por grupos de variables son los siguientes:

**a. Correlación Canónica Parcial entre las económicas y las ambientales manteniendo constante las sociales**

La primera correlación canónica con un valor de 0.7866 la cual se asocia al valor característico 1.6232, es la única relevante, al explicar un 82.74% de las posibles relaciones entre los dos grupos de variables y ser al mismo tiempo altamente significativa ( $p < 0.0001$ ).

Al analizar los coeficientes estandarizados de la primer variable canónica del conjunto de variables económicas se observa un mayor peso del costo de purificar (0.8217) y para las variables ambientales se destaca el IDCA (0.8711), que es el Índice Defensivo de Calidad Ambiental. Los pesos de las otras variables dentro de cada variable canónica de ambos grupos son muy bajos. Si vemos que la correlación parcial simple entre estas dos variables también es alta (0.7464), podemos decir que esta relación es la que mejor explica la relación entre los aspectos económicos y ambientales.

**b. Correlación Canónica Parcial entre las económicas y las sociales manteniendo constante las ambientales**

Para esta comparación se observa que la primer correlación canónica presenta un valor de 0.6917 asociado al valor característico 0.9172, y explica un 71.21% de las relaciones entre los dos grupos de variables y es altamente significativa ( $p < 0.0001$ ). Aunque el porcentaje de explicación no es tan alto, solo consideraremos esta primer correlación canónica ya que las otras están asociadas a valores característicos muy bajos y explican o aportan muy poco al estudio de las relaciones entre ambos grupos.

Los coeficientes estandarizados de la primer variable canónica del conjunto de variables económicas muestran un mayor peso de cuanto se paga en la variable de Tarifa pagada por el servicio de agua (0.8631), que es variable en cada una de las 12 comunidades visitadas.

Para las variables sociales es la empresa a la cual se le compra el agua la mas importante (0.9332), los pesos de las otras variables dentro de cada variable canónica de ambos grupos son muy bajos. La correlación parcial simple entre estas dos variables también es relativamente alta (0.6242), por lo que esta relación es la que mejor explica la relación entre los aspectos económicos y sociales.

Estos resultados tienen su explicación en que las empresas distribuidoras de agua son basicamente dos: INAPA y CORAASAN, ambas con standares de calidad y tratamiento de aguas diferentes y la tercera opción es la compra de agua, lo que nos indica diversidad de posibilidades de nivel de riesgo. Además de que por el sistema de facturación varia ampliamente de acuerdo a la empresa y al lugar de la cuenca donde se encuentre ubicada la vivienda.

### **c. Correlación Canónica Parcial entre las ambientales y las sociales manteniendo constante las económicas**

Esta comparación no muestra una fuerte relación entre los grupos de variables involucradas. La primer variable canónica tiene un valor de 0.4113, que aunque altamente significativa ( $p < 0.0001$ ), explica solo el 46.81% de las posibles relaciones. Al considerar también a la segunda variable canónica, se llega a un porcentaje de explicación de las interrelaciones de un 87.32%, esta segunda variable canónica tiene un valor de 0.3871 y es altamente significativa ( $p < 0.0001$ ).

Los valores característicos asociados con cada una de estas variables canónicas son respectivamente 0.2036 y 0.1762, ambos muy bajos. Aún así, si se interpreta los pesos canónicos asociados a las dos primeras variables canónicas se tiene que para

la primer variable canónica de las variables ambientales el mayor peso lo tiene la localización de las personas en la zona (0.8989). En este estudio tenemos dos zonas con características muy marcadas en lo que se refiere a niveles de contaminación, que son la cuenca media al este y la cuenca media al oeste de la ciudad de Santiago.

La segunda el mayor peso es para INCONT, que es el índice de contaminación. En cuanto a las variables sociales se observa que en la primer variable canónica domina el IRCF, que es el índice de riesgo de contaminación de las familias y en la segunda la característica dominante es la empresa a la cual se le compra el agua.

El análisis de las correlaciones parciales simples tampoco muestra ninguna relación fuerte entre las variables ambientales y sociales. Esta situación refleja la amplia variabilidad entre las comunidades visitadas para el presente estudio, en las ubicadas al este de la ciudad, el servicio de agua tiene mejores estándares de calidad, el servicio es eficiente y permanente, en las ubicadas en el lado oeste de Santiago, el servicio es escaso y los niveles de contaminación de Yaque del Norte son mucho más elevados.

#### **4.9. Resultados Análisis de Costo Económico de la Contaminación de la Cuenca Media del río Yaque del Norte.**

La primera hipótesis de la investigación plantea que "El costo económico de la contaminación del agua en la zona rural de la cuenca media del río Yaque del Norte es mayor que la disponibilidad de pago de los usuarios".

Para analizar, aceptar o rechazar esta hipótesis, se procedió al análisis económico de los costos en los que incurren los habitantes de la cuenca media para protegerse del daño ambiental (costos defensivos), en los costos de mitigación y en lo que implica la enfermedad en pérdida de trabajo y pérdida escolar.

Los ingresos percibidos por los pobladores y lo que gastan en costos defensivos y de mitigación no compensa la pérdida del bien ambiental, siendo que también el Estado asume costos que se reflejan en los servicios de salud, de tratamiento de agua potable, de pérdida escolar y los casos de mortalidad y morbilidad a consecuencia de la contaminación del Yaque del Norte.

Los resultados de la encuesta aplicada a los jefes de las 575 familias visitadas, en lo referente a los costos de la contaminación de la cuenca media del río Yaque del Norte reflejan lo siguiente:

Cuadro 13. Resultados Generales de Costos Defensivos para los habitantes de la zona rural de la cuenca media del río Yaque del Norte.

Variables	Valores en RD\$
Tarifa Agua	24,072.50
Costo Purificar	11,077.00
Compra Agua Embotellada	42,715.00
Transporte Agua Embotellada	987.00
Tratamiento Deposito de Agua	2258.00
Compra Agua para Almacenar	48,412.00
Total	129,521.50

Los valores del Cuadro 13, representan los gastos en que incurren las familias encuestadas en un mes para protegerse del daño ambiental. La muestra (2,716 habitantes) representa el 1% de los hogares de la cuenca media del Yaque, por lo que se infiere que los valores por este concepto son bastante elevados. El promedio mensual por familia es de RD\$225.25 (doscientos venticinco pesos dominicanos), equivalentes a \$14.07 (catorce dólares con 7 centimos).

En el caso de los costos de Mitigación, se registro el último episodio de enfermedad ocurrido en los últimos cinco años. En algunos casos, se han enfermado tanto niños como adultos y no siempre el episodio ha requerido la reclusión de los afectados en centros de salud privados u hospitales. Para la Función de Producción de Salud, sólo se consideraron los casos de adultos, ya que estos son los que realizan actividades productivas remuneradas. En el Cuadro 14, se observa el detalle de los Costos de Mitigación, el promedio mensual por familia por este concepto es de RD\$1303.29 (mil trescientos tres pesos con veintinueve centimos), equivalentes a \$81.83 (ochenta y un dólares con ochenta y tres céntimos).

Cuadro 14. Resultados Generales de Costos de Mitigación para los habitantes de la zona rural de la cuenca media del río Yaque del Norte.

Variables	Valores RD\$
<b>a. Costo Hospitalización</b>	
Niños	197350,00
Adultos	303610,00
<b>Total</b>	<b>500960,00</b>
<b>b. Costo Medicamentos</b>	
Niños	124078,50
Adultos	123353,50
<b>Total</b>	<b>247432,00</b>
<b>Total General</b>	<b>748392,00</b>

Se requirió información acerca de las actividades a las que se dedican los afectados en el caso de los adultos, con la finalidad de medir el costo en pérdida laboral por enfermedad. Para los Jefes de Familia, se ha tomado su ingreso mensual para

medir la pérdida por días dejados de trabajar. Para los demás adultos, se ha establecido el ingreso promedio de acuerdo a su actividad económica para medir la pérdida laboral. En lo que se refiere a las amas de casa, que no tienen un ingreso monetario, se ha tomado el promedio laboral por día de la actividad típica de la comunidad en la cual reside.

En el caso de los niños, se ha medido la pérdida escolar por enfermedad, preguntando a la población sujeta a estudio, la cantidad de días que los niños han dejado de asistir a la escuela durante el último episodio de enfermedad en el período de tiempo indicado. Para calcular la pérdida económica de la inasistencia escolar, se ha establecido el costo que implica la asistencia diaria de un niño a la escuela, de acuerdo a datos suministrados por el Supervisor General para la zona del estudio de la Secretaría de Estado de Educación y Cultura de la República Dominicana. En el Cuadro 15, se observa el detalle de los valores de pérdidas por enfermedad.

**Cuadro 15. Resumen Pérdida Laboral y Pérdida Escolar por Enfermedades Relacionadas con el Agua Contaminada.**

PERDIDA POR ENFERMEDAD	VALORES EN RD\$
Pérdida Laboral	261558,36
Pérdida Escolar	243250,00
Total Pérdidas	504808.36

El total de los días no laborados a causa de enfermedades provocadas por el agua contaminada suman 1145, mientras que en 926 días los niños en edad escolar no fueron a la escuela por la misma razón.



Los valores implican pérdidas significativas, tanto desde el punto de vista laboral como en inversión escolar, siendo que estos valores indican los costos para el 1% de la población rural total de la cuenca media del río Yaque del Norte. Estos resultados permiten aceptar y probar la primera hipótesis de la investigación.

#### 4.10. Análisis de Regresión Lineal.

Con el interés de medir la significancia de las principales variables socioeconómicas en los Costos Defensivos se realizó un procedimiento de Regresión Lineal Simple, donde se incluyeron las variables ingreso total, tamaño de la familia, distancia de la vivienda al río Yaque del Norte (exposición a la contaminación), Ruralidad (zona donde esta ubicada), suministro de agua en la vivienda, y el IDCA (Índice Defensivo de Calidad del Agua). Los resultados de la regresión lineal simple, donde la Y representa los costos defensivos, se muestran en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Resultados Análisis de Regresión Modelo de Costos Defensivos para la Cuenca Media del río Yaque del Norte.

Variable	Coefficiente	Error Standar	Probabilidad
Ingreso Total	0.024192	0.00200624	0.0001
Tamaño Familia	-11.111582	3.78356070	0.0035
Ruralidad	35.011534	15.94965968	0.0286
Exposición a la Contaminación	0.101881	0.02382080	0.0001
Suministro	74.367093	17.16458067	0.0001
Índice Defensivo Calidad de Agua	-54.573722	15.0163128	0.0003
$R^2 = 0.6822$			

Los resultados de la Regresión demuestran que los coeficientes, que fueron a un nivel de  $\alpha = 0.01$ , tienen valores de Probabilidad significativos para todas las variables. La  $R^2$  explica este modelo con un 68% de significancia, como se observa en el cuadro antes mencionado.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1. Conclusiones.

Se determinó que la media de costos defensivos para la familia promedio de la cuenca media del río Yaque del Norte es de RD\$ 235.92 (doscientos treinta y cinco pesos dominicanos) mensuales, este valor representa el 5% del ingreso promedio del Jefe de Familia. Mientras que el promedio de los Costos de Mitigación equivalentes a RD\$3395.10 (tres mil trescientos noventa y cinco pesos con 00/100), lo que representa el 76% del ingreso promedio del Jefe de Familia.

Esta diferencia en los valores de costos defensivos y costos de mitigación, nos indican que la inversión en costos defensivos no es suficiente ante el daño ambiental de la contaminación del Yaque del Norte, puesto que en la distribución porcentual de la Canasta Básica, establece solo un 4.08 por ciento para salud. Inferimos que si se invirtiera mas en Costos Defensivos se reducirían significativamente los Costos de Mitigación.

Las variables que influyen significativamente en los Costos Defensivos son el nivel educativo del jefe de familia, la calidad del agua, el tamaño de la familia, la distancia de la vivienda del Yaque del Norte, el servicio de agua en la vivienda y la zona en la que esta ubicada la vivienda, al este o al oeste de la ciudad de Santiago.

Los pobladores de la zona rural en la cuenca media del río Yaque del Norte tienen una preocupación notable por la contaminación de las aguas de la cuenca, en un 94% manifestaron que el Yaque esta contaminado y las fuentes de contaminación citadas son los desechos industriales, las aguas negras y los desechos sólidos.

Se determinó que el costo económico para la población rural de la contaminación de las aguas de la cuenca media del río Yaque del Norte es altamente significativo. La muestra representa el 1% de la población total y gasta el 5% de su ingreso promedio

en Costos defensivos, el 76% del promedio de ingresos en costos de mitigación además de la pérdida laboral y escolar que implica el daño ambiental.

Los costos reales del agua que consume la población de la zona rural de la cuenca media del Yaque del Norte, incluyen el costo de la tarifa del agua, los costos de comprar agua embotellada, el transporte del agua embotellada, los costos de utilizar un tratamiento para purificar, el costo de almacenamiento del agua, el costo de comprar agua para almacenar y el tratamiento para el depósito del agua.

El costo económico ocasionado por el agua contaminada en la zona rural de la cuenca media del Yaque del Norte también lo asumen las autoridades que deben utilizar sistemas de tratamiento de aguas negras. El Costo de la Contaminación para los habitantes rurales de la cuenca media del río Yaque del Norte es altamente significativo, puesto que es causa directa de pérdida laboral y escolar, por la falta de salud a causa del consumo de agua contaminada.

El manejo racional de los recursos naturales, para que sean bien aprovechados, dependerá de que las decisiones estén basadas en precios, costos y beneficios que reflejen los costos y beneficios sociales (externalidades) y no sólo los privados (internos).

El precio que "pagan" los consumidores del recurso agua, solo refleja el costo de extracción y no de producción, ya que esta es provista por la naturaleza. Normalmente el costo de extracción es menor que el de producir un bien semejante extraído de la naturaleza. Por ello el Estado debe intervenir en el mercado de bienes y servicios ambientales, de manera que se garantice el uso racional de los mismos.

## **5.2. Recomendaciones.**

La Corporación de Acueducto y Alcantarillado de Santiago (CORAASAN) debe recibir el apoyo logístico y económico necesario para cubrir la zona rural de la provincia y

suministrar eficientemente agua potable a los habitantes rurales del Municipio, así como para tener los colectores y plantas de tratamiento adecuados.

Los Industriales de la provincia deberán acogerse a la recién promulgada Ley de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana e instalar las plantas de tratamiento necesarias, así como utilizar metodologías amigables con el ambiente, de manera que no sigan vertiendo sus desechos a las aguas del Yaque del Norte.

Las autoridades agropecuarias deben apoyar programas y proyectos con los agricultores de la cuenca de manera que apliquen prácticas culturales de conservación, que permitan la conservación y protección de los recursos naturales en la cuenca media del Yaque del Norte.

Para el manejo de los desechos sólidos, se deben fomentar programas y proyectos tendientes al manejo eficiente de los mismos, de forma tal, que se evite la descarga de basuras en las fuentes de agua, como ocurre con el río Yaque del Norte en su cuenca media.

Se deben apoyar proyectos dirigidos a la Educación Ambiental de la población tanto urbana como rural en la República Dominicana, puesto que el éxito de los programas de manejo y conservación de los recursos naturales necesitan del concurso de toda la población para lograr los objetivos propuestos, siendo que los bienes y servicios ambientales son propiedad pública a la que tiene acceso el conglomerado de la población.

Los usuarios de riego deben pagar tarifas que reflejen tanto el costo de la distribución y manejo de las aguas, el componente de depreciación de las obras de infraestructura, así como un costo por el uso del agua como insumo de producción, de manera que se cuente con los recursos para manejar eficientemente los sistemas de riego.

Las empresas distribuidoras de agua de la cuenca media del Yaque del Norte, INAPA y CORAASAN, deben revisar sus tarifas de cobro por el consumo de agua, que estas reflejen tanto el manejo del agua, el consumo de cada hogar, así como el costo adicional que permita internalizar los costos externos.

El Estado debe adoptar medidas de control, para el manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales, de manera que se puedan lograr niveles adecuados de sostenibilidad en la República Dominicana.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Abreu, R. 1999. Utilidad de un sistema de vigilancia sanitaria de la calidad del agua para consumo humano en la prevención de enfermedades diarreicas. Tesis Maestría en Salud Pública. Santo Domingo, República Dominicana. Universidad Autónoma de Santo Domingo 250p.
- Azqueta, D. 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, España. McGraw-Hill. 191 p.
- Barrantes, G., Castro E. 1998. Valoración económica ecológica del agua en Costa Rica. Internalización de los servicios ambientales. Informe 2. San José Costa Rica, Ministerio del Ambiente y Energía. 29p.
- Beato, P. 1997. Participación del sector privado en los sistemas de agua potable y saneamiento: ventajas, riesgos y obstáculos, Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo. p. 24-35
- BID, (Banco Interamericano de Desarrollo) 1997. Informe anual sobre el medio ambiente y los recursos naturales, Washington, D.C. p. 30-35
- \_\_\_\_\_ (Banco Interamericano de Desarrollo) 1996. La salud ambiental y la gestión de los recursos de agua dulce en las Américas, serie Ambiental, N° 10, Henk W. de Koning, Washington, D.C., pp.40-50
- BM (Banco Mundial), 1995. Departamento Geográfico I, Oficina Regional de América Latina y el Caribe. La Contaminación Ambiental. Problemas y Opciones. Informe Técnico, Buenos Aires, Argentina. v.2, p.23-28.
- Cabral, M. 1997. La economía de los recursos naturales en la cuenca del río yaque del Norte. Conferencia Seminario "La Cuenca del río Yaque del Norte y

- Santiago". Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Asociación para el Desarrollo, Inc. 12 p.
- Castro, R. 1996. La calidad del agua potable en América Latina: ponderación de los riesgos microbiológicos contra los riesgos de los subproductos de la desinfección química. Washington. ILSU Press.
- CESDEM (Centro de Estudios Sociales y Demográficos), 1997. Encuesta demográfica de salud (ENDESA) 1996. Santo Domingo, República Dominicana. 450p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina), 1999. Tendencias Actuales de la Gestión del Agua en América Latina y el Caribe. LC/l.1180. p.34-56
- \_\_\_\_\_ (Comisión Económica para América Latina), 1999. Gestión de Cuencas y Ríos vinculados con Centros Urbanos. LC/R 1946, p. 15-25.
- Comisión Nacional para el Seguimiento de los Acuerdos de la Cumbre Mundial a favor de la infancia, subcomisión Agua Potable y Saneamiento Ambiental. 1995. Plan Nacional de Abastecimiento de Agua Potable en las zonas rurales de la República Dominicana 1995-2000, Santo Domingo. 90p.
- Dixon, J: A.; Fallon, L.; Carpenter R.; Sherman, P., 1994. Análisis económico de impactos ambientales. Ed. por Robert Heame y Mario Piedra, Turrialba, Costa Rica, p. 58-68
- Duddin, M., Hendrie, A., 1998. A world land and water resources, Minnessotta. p.20-34.
- Falkenmark, M., 1993. Water scarcity. Time fir Realism. Populi 20(6), pp.19-23
- Feliciani, F., Lo Giudine, M. 1995. La calidad de las aguas de uso potable: sugerencias para el desarrollo sanitario. Roma, Italia. p., 3-4.



- Field, B.C. 1995. Economía Ambiental. Una introducción. Traducido por Leonardo Cano. Colombia, McGraw-Hill/Interamérica. 587p.
- Freeman, A. M., 1993. The Measurement of Environmental and Resource Values. Theory and Methods. Resources for the future publications, Washington, D.C., p. 340-360.
- 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. 62p.
- Henao, J. 1988. Introducción al manejo de cuencas hidrográficas. Bogotá, Colombia. Universidad de Santo Tomás. 390p.
- Hernández, O. 1998. Análisis Estadístico Multivariado. Editorial Universidad de Costa Rica, San José, C.R. 169p.
- Hosokawa, R., López, M. 1995. Valoración económica del ecosistema bosque. Yvyrareta. Revista de Difusión Científica y Tecnológica de la Facultad de Ciencias Forestales. Argentina. 6. p. 77-80.
- INAPA (Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados, RD) 1996. Perfil del Proyecto-Programa para el mejoramiento de la calidad del agua. (Documento no editado) Santo Domingo, República Dominicana. 150p.
- ISA (Instituto Superior de Agricultura, RD) 1996. Plan de Manejo y recuperación de la Cuenca del río Yaque del Norte. Documento de Trabajo. Santiago, República Dominicana. 350p.

- INDRHI (Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, RD) 1997. Aspectos Técnicos de la Cuenca del Yaque del Norte. Santo Domingo, República Dominicana. 167p.
- James, D. 1994. The Application of Economic Techniques in Environmental Impact Assessment. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, p. 256-270.
- Jonsson, S.H., Vermillion, D.L. y Sargadoy, J.A. 1994. "Converging factors in the successful transfer of irrigation management responsibilities to water users' associations in the Dominican Republic" Irrigation Management Transfer, documentos de International Conference on Irrigation Management Transfer (Wuhan, China, 20 al 24 de septiembre) Roma, International Irrigation Management Institute, FAO
- Jorge, M. 1991. La cuenca media y alta de los ríos yaque del norte y bao. Presente y futuro de la producción y generación de energía eléctrica. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. 145p.
- Lefort, R., 1996. Down to the last drop. UNESCO Sources. No.84: p 8-12.
- Lord, W.; Morris, I. 1996, Una estrategia para fomentar y facilitar una mejor ordenación de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe, Santiago. Banco Interamericano de Desarrollo. p.45-68
- McJunkin, F.E. 1998. Agua y salud humanan (Serie Paltex para ejecutores de programas de salud). México, Editorial Limusa. 325p.
- Merayo, O. 1999. Valoración económica del agua potable en la cuenca del río En medio Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 148P.

- Miller, T., 1994. Ecología y medio ambiente. Editorial Iberoamérica, México, D.F.; p. 20-35.
- Nicholson, W. 1997. Teoría Microeconómica. Principios básicos y aplicaciones. 6. ed. Madrid, McGraw-Hill. España. 599p.
- ONE (Oficina Nacional de Estadísticas, RD) 1993. Informes preliminares Censo Nacional de Población y Vivienda para la Provincia de Santiago, República Dominicana. p. 589.
- OMM/BID, 1996. Informe nacional de República Dominicana. Evaluación y estrategias de gestión de recursos hídricos en América Latina y el Caribe, ponencias de la Conferencia OMM/BID. San José, Costa Rica., p. 6-32.
- \_\_\_\_\_ 1996. "Estrategias y plan de acción para la evaluación y gestión integrada de recursos", Evaluación y estrategias de gestión de recursos hídricos en América Latina y el Caribe, ponencias de la Conferencia OMM/BID, San José, Costa Rica., p.4-10
- \_\_\_\_\_ 1994. Report on Water Resources Assessment., p.10-12
- OPS (Organización Panamericana de la Salud) 1992. La salud ambiental y la gestión de recursos de aguas dulces en las Américas. Ed. Henk de Koning, Washington, D.C. p.24-35. (Serie Ambiental No.10).
- \_\_\_\_\_ 1994. Abastecimiento de Agua en América Latina y el Caribe. En busca de una mejor ordenación de recursos, Washington, D.C.; p.3-6
- \_\_\_\_\_ 1998. La Salud en las Américas, vol. I, Publicación científica, N° 569, Washington, D.C., p.25-40.

- Oropeza, J. 1990. Modelización del impacto ambiental en cuencas hidrológicas. In Simposio Nacional sobre Agua en el Manejo Forestal. Memorias. Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo, p- 80
- Peña, H. 1998. Análisis del papel del Estado y de los usuarios en la gestión y aprovechamiento de los recursos hídricos en Chile, documento presentado al Taller de la Red Internacional de Organismos de Cuenca (RIOCI) "La Participación de los Usuarios en la Gestión y Financiación de los Organismos de Cuenca" (París, 20 de marzo de 1998) PP.4-8.
- Peralta, E. 1997. Santiago y la contaminación de la cuenca del río yaque del norte. Conferencia en Seminario "La Cuenca del río Yaque del Norte y Santiago" Asociación para el Desarrollo, Inc. Santiago de los Caballeros, República Dominicana.
- Potel, S.; Daily, G.; Ehrlich, P. 1996. Human appropriation of renewable fresh water. Science 271: p 25-30.
- Ridieout, D., Hessel, H. 1998. Principles of forest environmental economics resources. Colorado, USA. p.96
- Rodríguez, R.; Yunen, R.; Saguez, F. 1993. Diagnóstico General de los Problemas Ambientales de la ciudad de Santiago. Proyecto de Manejo Ambiental Urbano. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra 350 p.
- Rodríguez, R. 1994. El río Yaque del Norte y sus afluentes. Proyectos hidrológicos y Forestales. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Editora Corripio 150 p.

- \_\_\_\_\_ 1995. Manejo del agua en la Cuenca del Yaque del Norte. Conferencia en el Seminario "La cuenca del río Yaque del Norte y Santiago". Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Asociación para el Desarrollo Inc 15 p.
- \_\_\_\_\_ 1998. El Manejo del Agua en la Cuenca del Yaque del Norte. Santiago de los Caballeros, República Dominicana. Editora Corripio, 350 p.
- Romero, C. 1997. Economía de los Recursos Ambientales y Naturales. Alianza Editorial, Madrid, España. 213 p.
- Riviere, J.W.M., 1989. Threats to the world's water. Scientific American 261(9): p.3-8.
- 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 82p.
- 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. 127p.
- Scheaffer, Mendenhall y Ott. 1987. Elementos de muestreo. México, D.F., Grupo Editorial Iberoamérica. 321p
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, R.D) 1997. Estadísticas de producción agropecuaria, Zona Norte de la República Dominicana. Informe Preliminar. Santo Domingo, República Dominicana. 189p.
- SESPAS (Secretaría de Estado de Salud Pública y Asistencia Social) 1997. Análisis de situación de salud de la República Dominicana. Informe Preliminar. Santo Domingo, República Dominicana. 89p.

- \_\_\_\_\_ 1998. Memoria Anual. Santo Domingo, República Dominicana. 125p.
- Shultz, S.; Lullof, A.; King, A., 1991. The contingent and hedonic valuation methods: Techniques for valuing a community's resources. *Journal of the Community Developments Society*. 22(2): 33-46p.
- Sultz, S. 1997. La valoración de recursos naturales y ambientales no basados en el mercado en Centroamérica y El Caribe. *Revista de la CEPAL No. 63:65-75*.
- Tisdell, C. 1994. Economics of environmental conservation. *Economics for environmental and ecological management*. Elsevier Science. Amsterdam 223 p.
- Tebbutt, T.H. 1999. Fundamentos de control de la calidad del agua. Ediciones Limusa, 1 ed. Mexico. p. 55-95
- UNESCO, 1996. The Making of Water Crisis. Can Supply keep up with Demand?, Washington. p.5-8.
- UNITED NATIONS. Commission on Sustainable Development. 1997. Comprehensive assesment of the freshwater resources of the world. Report of Secretary General, New York. p.20-27
- \_\_\_\_\_ 1997. Department of Policy Coordination and Sustainable Development. Global change and sustainable development, New York. p. 20-30.
- Valera, V. 1998. Valoración económica de los recursos hídricos de la cuenca del río Grande de Tárcoles, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CATIE. 113p.
- Ward, F.; Loomis, J. 1996. The travel cost demand model as an environmental policy assesment. *Westwern Journal of Agricultural Economics*. 11(2): 164-178 p.

Winpenny, J.T. 1991. Values for the environment, a guide to economic appraisal. 2 ed. London. Overseas Development Institute. 277p

Wilches-Chaux, G., 1993. La vulnerabilidad global "Los Desastres no son naturales". Cali, Colombia. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres Naturales., pp. 50-57

World Resources Institute, 1998. "World Resources 1998-1999" Washington. Oxford University Press. 157p.

Yap-Salinas, H., 1995. "Converting factors in the successful transfer of irrigation management responsibilities to water users in the Dominican Republic". Documents of the International Conference on Irrigation Management Transfer, in Wuhan, China in September, 1994. FAO., p 23-45

**ANEXO 1**

**ENCUESTA APLICADA A JEFES DE FAMILIA  
ZONA RURAL CUENCA MEDIA RIO YAQUE DEL NORTE**



<b>ENCUESTA JEFES DE FAMILIA SOBRE EL SERVICIO DE AGUA</b>
--

Encuesta No.: \_\_\_\_\_

Fecha / /

Estimado(a) Señor(a):

Estamos realizando un Estudio de carácter científico y académico sobre los problemas de calidad y disponibilidad de agua en la Provincia de Santiago. Muchas Gracias por su colaboración.

**I. CARACTERIZACION DEL RIO YAQUE DEL NORTE PARA LA SOCIEDAD**

1.1. Para que sirve el Río Yaque del Norte?

 Riego Pesca Suministro de Agua para uso doméstico Generación Eléctrica Obtención Materiales de Construcción Agua para consumo humano Otros: Especifique \_\_\_\_\_

1.2. Cómo utiliza usted o su familia el río Yaque del Norte?

\_\_\_\_\_

1.3. Considera que el Río Yaque del Norte esta contaminado?

 Si  No

Si su respuesta es afirmativa, díganos cuales considera que son las fuentes de contaminación?

\_\_\_\_\_

**II. DATOS DE ABASTECIMIENTO :**

2.1. Tiene su vivienda agua?

 Si  No

2.2. El Servicio de Abastecimiento es:

 Propio  Suministrado

Especifique la Procedencia \_\_\_\_\_

2.3. El agua que recibe es de buena calidad?

 Si  No

Especifique : \_\_\_\_\_

2.4. Tiene Problemas con el servicio de abastecimiento de agua?

 Si  No

Si la respuesta es afirmativa díganos cuales son los principales

\_\_\_\_\_

**III. DATOS ADQUISICION DEL AGUA Y COSTOS DEFENSIVOS**

3.1. Tiene usted una Tarifa Mensual de Pago por el Servicio de Agua?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Si la respuesta es afirmativa díganos cuanto paga? (RD\$) \_\_\_\_\_

3.2. Utiliza usted para tomar el agua que recibe en su casa?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

3.3. Utiliza algún método para purificar el agua?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Si la respuesta es afirmativa identifíquelo:

\_\_\_\_\_

Cuanto le cuesta mensualmente purificar el agua? (RD\$) \_\_\_\_\_

3.4. Compra Agua Embotellada?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Cuanto le cuesta mensualmente la compra de Agua? (RD\$) \_\_\_\_\_

Recibe el Agua embotellada en su casa?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Cuanto le cuesta transportar el agua embotellada hasta su casa? (RD\$) \_\_\_\_\_

**IV. INFRAESTRUCTURA PARA EL ALMACENAMIENTO, SERVICIO PUBLICO Y COSTOS DEFENSIVOS:**

4.1.- Tiene en su vivienda Cisterna o Depósito de Agua?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

4.2. Utiliza algún tipo de tratamiento para su Cisterna o Depósito de Agua?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Si la respuesta es afirmativa: Qué tratamiento? \_\_\_\_\_

Cuánto le cuesta mensualmente el tratamiento para su cisterna o Depósito de Agua? (RD\$) \_\_\_\_\_

4.3.- Compra a camiones de distribución agua para llenar su Cisterna o Depósito?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Cuanto le cuesta mensualmente comprar camiones de distribución de agua? (RD\$) \_\_\_\_\_

4.4.- Si dos empresas, una pública y otra privada proveen agua, cuál prefiere usted?

\_\_\_\_\_ Pública \_\_\_\_\_ Privada

Porqué? \_\_\_\_\_

**V. DATOS COSTOS DE SALUD O DE MITIGACIÓN.**

5.1.- Se ha enfermado usted o su familia alguna vez por causa del agua?

\_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No

Si su respuesta es afirmativa, cual es la procedencia del agua que ha causado la Enfermedad?

\_\_\_\_\_ de la llave \_\_\_\_\_ de canal de riego \_\_\_\_\_ del río Yaque \_\_\_\_\_ de Pozo

\_\_\_\_\_ de camión de distribución \_\_\_\_\_ Otra. Especifique \_\_\_\_\_

- 5.2. Tuvo que ser recluso en un hospital o clínica?  
 \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No  
 Que costo tuvo el internamiento? (RD\$) \_\_\_\_\_
- Si el afectado fue niño, cuanto tiempo dejo de ir a la escuela? \_\_\_\_\_ (días).  
 Si el afectado fue adulto, a que actividad se dedica? \_\_\_\_\_  
 Si el afectado fue adulto, cuánto tiempo dejó de ir a trabajar? \_\_\_\_\_ (días).
- 5.3. Utilizó medicamentos como tratamiento para esta enfermedad?  
 \_\_\_\_\_ Si \_\_\_\_\_ No  
 Si la respuesta es afirmativa, que costo tuvo el tratamiento? (RD\$) \_\_\_\_\_

#### VI. PERFIL SOCIOECONOMICO DE LA FAMILIA RURAL:

- 6.1.- Distancia de la vivienda en relación al Yaque del Norte (Mts.) \_\_\_\_\_
- 6.2. Tamaño de la familia (número de miembros) \_\_\_\_\_
- 6.3. Nivel Educativo Jefe de familia (Grado escolar) \_\_\_\_\_
- 6.4.- Nivel Educativo miembros de la familia (Grado escolar):  
 Adultos \_\_\_\_\_  
 Adolescentes \_\_\_\_\_  
 Niños \_\_\_\_\_
- 6.5. Actividad a la que se dedica:  
 Agricultura: \_\_\_\_\_ con Riego \_\_\_\_\_ en Secano  
 \_\_\_\_\_ Ganadería \_\_\_\_\_ Manufactura \_\_\_\_\_ Zona Franca  
 \_\_\_\_\_ Otra. Especifique \_\_\_\_\_
- 6.6. Cuanto Gana mensualmente? (RD\$) \_\_\_\_\_
- 6.7.- Quienes además de usted, trabajan en su familia? \_\_\_\_\_  
 A que actividad se dedican? \_\_\_\_\_  
 Ingreso aproximado (RD\$) \_\_\_\_\_
- 6.8.. Tenencia de la Tierra  
 \_\_\_\_\_ Propia \_\_\_\_\_ Alquilada \_\_\_\_\_ Arrendada \_\_\_\_\_  
 Otra: Especifique \_\_\_\_\_
- 6.9. Composición de la Mano de Obra:  
 \_\_\_\_\_ Familiar \_\_\_\_\_ Contratada \_\_\_\_\_ Mixta  
 \_\_\_\_\_ Otra. Especifique \_\_\_\_\_

**ANEXO 2**

- A. MAPA USO DE SUELO CUENCA DEL RIO YAQUE DEL NORTE 1984**
- B. MAPA USO DE SUELO CUENCA DEL RIO YAQUE DEL NORTE 1996**

**ANEXO 3**

**VARIABLES GENERADAS POR LA ENCUESTA.**

## Variables Ambientales, Económicas y Sociales generadas por la Encuesta.

1. CUANTPAG	Cuánto paga por el servicio de agua?
2. COSTPURI	Cuanto le cuesta purificar el agua?
3. COSTAGU	Cuanto le cuesta comprar agua embotellada?
4. COSTTRAG	Cuanto le cuesta el tratamiento para su deposito de agua?
5. COSTCAAL	Cuanto le cuesta comprar agua para su deposito de agua?
6. COSTRHOS	Costo de Hospitalizacion
7. TDTRABJ	Tiempo dejado de trabajar
8. SALXDIA	Salario por día
9. PERDENF	Perdida por enfermedad
10. COSTMED	Costo de medicamentos
11. DISTVIV	Distancia de su vivienda del Rio Yaque (Mts)
12. TAMFAM	Tamaño de la familia
13. INGMENJF	Ingresos mensuales Jefe de familia
14. MIEFTRAB	Miembros de la familia que trabajan
15. MFINGRM	Ingreso Miembros de la familia que trabajan
16. INGTOTAL	Ingreso Total
17. LUGAR	Comunidades donde se aplicaron las encuestas
18. SOCRIEGO	Uso Riego Sociedad
19. SOCPESCA	Uso Pesca Sociedad
20. SOCDOMES	Uso Doméstico Sociedad
21. SOCGELEC	Uso Generalción Electrica Sociedad
22. SOCMATCO	Uso Extracción Materiales de Construcción Sociedad
23. SOCCONHU	Uso Consumo Humano Sociedad
24. SOCRECRE	Uso Recreación Sociedad
25. SOCAGANI	Uso agua para animales Sociedad
26. FAMRECRE	Uso Recreacion Familia
27. FAMRIEGO	Uso Riego Familia
28. FAMUSODO	Uso Doméstico Familia
29. CONTRIYA	Contaminado el Yaque del Norte
30. CONTDESO	Contaminación Desechos sólidos
31. CONDESIN	Contaminación Desechos Industriales
32. CONTCLOA	Contaminacion Cloacas o Aguas Negras
33. CONTEXMA	Contaminacion por Extracción de Materiales
34. AGUAVIV	Tiene su vivienda agua?
35. TIPOSER	Tipo de Servicio
36. EMPAGUA	Procedencia del Agua (Empresa que la suministra)
37. CALIDAGU	El agua que recibe, es de buena calidad?
38. PSERVAGU	Tiene problemas con el servicio de agua?
39. IRREGULA	Irregularidad del servicio de agua
40. TARIFMEN	Tiene una tarifa mensual por el servicio de agua?
41. TOMAAGUA	Utiliza para tomar el agua que recibe en su casa?
42. PURIFICA	Usa algun metodo para purificar el agua?
43. HIERVE	Hierve el agua
44. CLORA	Clora el agua
45. FILTRA	Filtra el agua
46. CPAGUEM	Compra Agua Embotellada?

47. RECIBEAG	Recibe el agua embotellada en su casa?
48. CISTERNA	Tiene cisterna para almacenar el agua?
49. TINACO	Tiene Tinaco para almacenar el agua?
50. USATRAT	Utiliza algun tratamiento para su deposito de agua?
51. TRATCLOR	Trata su cisterna o Tinaco con cloro
52. CPAGUALM	Compra agua para su cisterna, tinaco o deposito de agua?
53. PREFEMP	Preferencia de Empresa Publica o Privada
54. PRICALID	Prefiere privada por calidad
55. PRISERVI	Prefiere privada por servicio
56. PUMENCOST	Prefiere pública por menor costo
57. PUCALID	Prefiere pública por calidad
58. PUSERV	Prefiere pública por servicio
59. PUEQUID	Prefiere pública por equidad
60. ENFERMA	Se ha enfermado alguien en su familia por el agua?
61. PROCAGUA	Procedencia del agua que ha causado la enfermedad
62. RECLHOSP	Ha tenido que ser recludo en hospital?
63. ANTFESC	En los niños, cuantos dias ha dejado de asistir a la escuela?
64. AAACDED	En el caso de los adultos, a que actividad se dedica?
65. USOMEDIC	Ha utilizado medicamentos como tratamiento?
66. EDUJEFE	Nivel educativo del Jefe de la Familia
67. ADULANAF	Adultos Analfabetos
68. ADULPRIM	Adultos en Primaria
69. ADULINT	Adultos en Intermedia
70. ADULSEC	Adultos en Secundaria
71. ADULTEC	Adultos Técnicos
72. ADULUNIV	Adultos Universitarios
73. ADOANALF	Adolescentes Analfabetos
74. ADOPRIM	Adolescentes en Primaria
75. ADOINT	Adolescentes en Intermedia
76. ADOSEC	Adolescentes en Secundaria
77. ADOTEC	Adolescentes Técnicos
78. ADOUNIV	Adolescentes Universitarios
79. INFANTES	Infantes (niños por debajo de la edad escolar)
80. NINANALF	Niños Analfabetos
81. NINPRIM	Niños en Primaria
82. ACTIJEFE	Actividad a la que se dedica el Jefe de la Familia
83. MFTRAGRI	Miembros de la Familia que trabajan Agricultura
84. MFTZOFCA	Miembros Familia Trabajan Zona Franca
85. MFTFAB	Miembros Familia Trabajan Fabricas
86. MFTPROF	Miembros Familia Trabajan Profesores
87. MFTCHOF	Miembros Familia Trabajan Chofer
88. MFTCOM	Miembros Familia Trabajan Comercio
89. MFTDOMST	Miembros Familia Trabajo Domestico (fuera de la casa)
90. MFTOTROS	Miembros Familia Trabajan en otras actividades
91. TENETIERR	Tenencia de la Tierra
92. MANOOBRA	Composición de la Mano de Obra

**ANEXO 4**

**FOTOGRAFIAS DE DIFERENTES PUNTOS DE LA  
CUENCA MEDIA DEL YAQUE DEL NORTE**



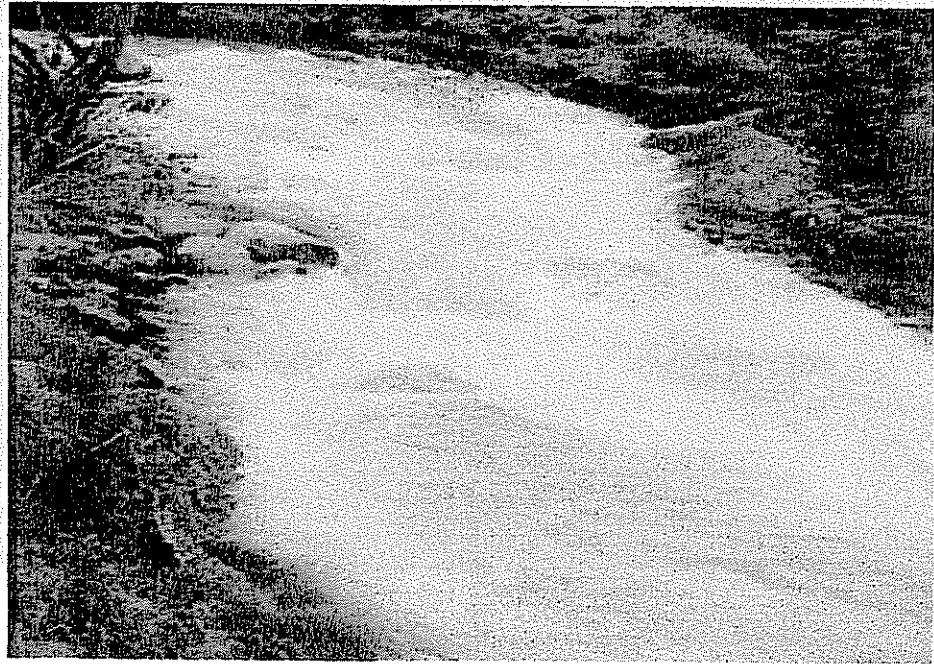


Foto 1. Vista del Yaque antes de entrar a Santiago

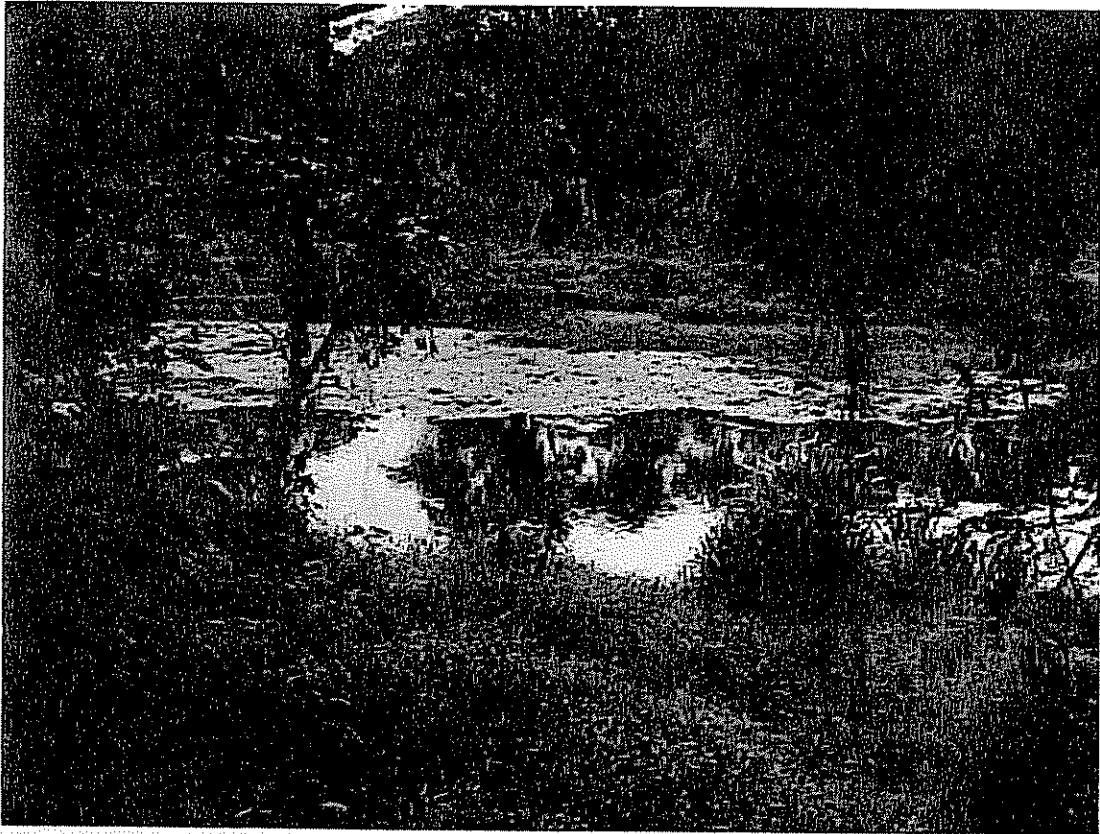


Foto 2. Vista de la Cuenca del Yaque en la ciudad de Santiago

Foto 2. Vista de la Cuenca del Yaque en la ciudad de Santiago

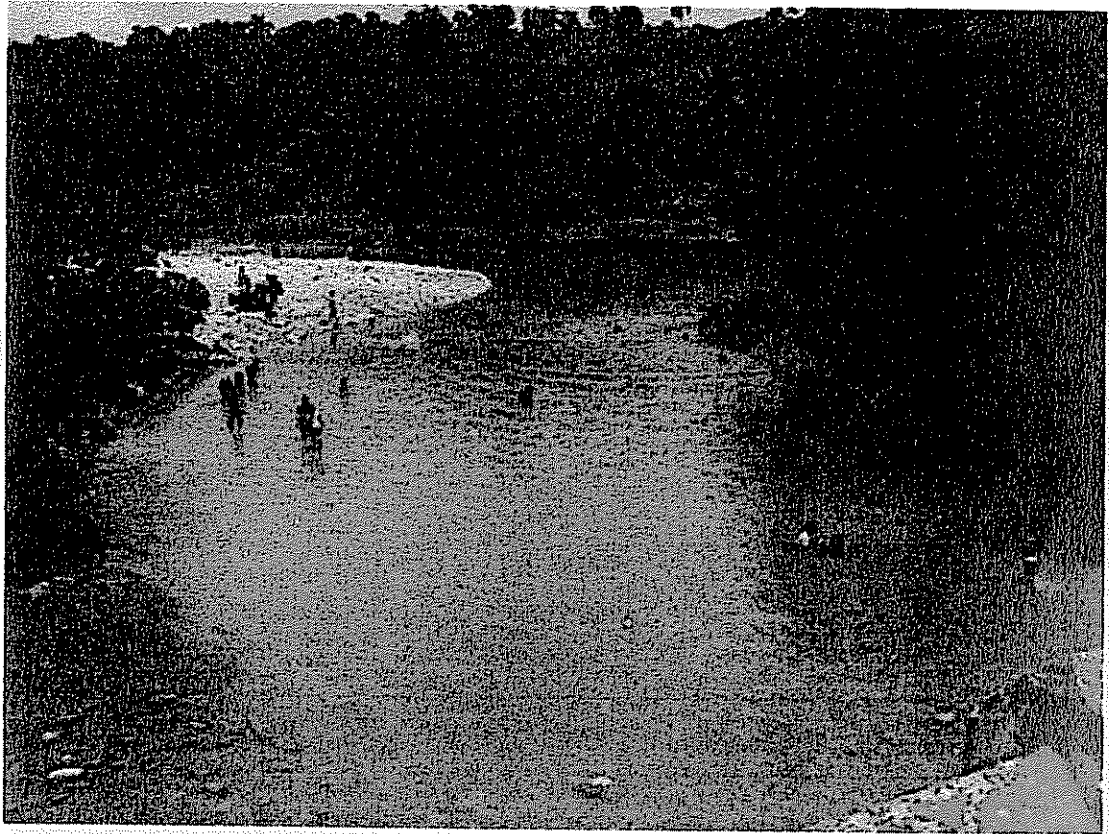


Foto 3. Balneario en Yaque del Norte, al este de la ciudad de Santiago

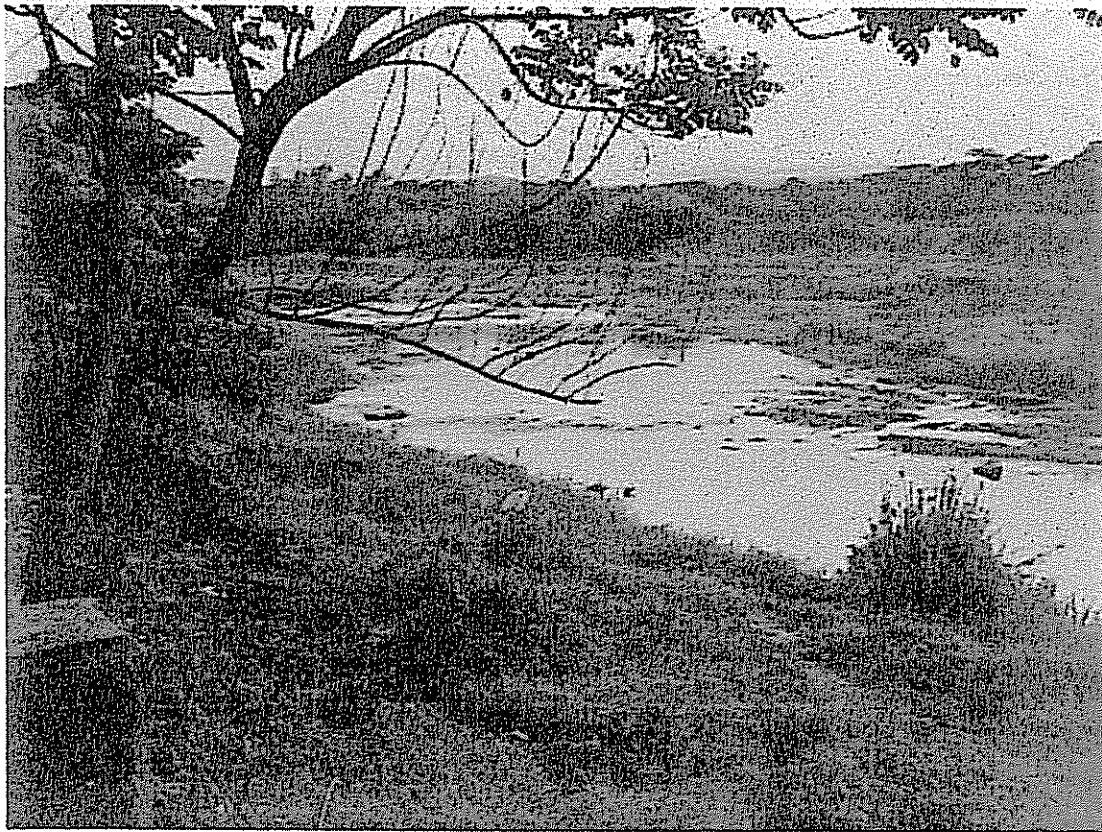


Foto 4. Vista de la Cuenca del Yaque a la salida de la ciudad de Santiago



Foto 5. Desechos Industriales lanzados al rio Yaque del Norte



Foto 6. Desechos Sólidos en el cauce del Yaque del Norte

El agua del Yaque del Norte es utilizada para riego y consumo humano en la zona de la ciudad de Loja.

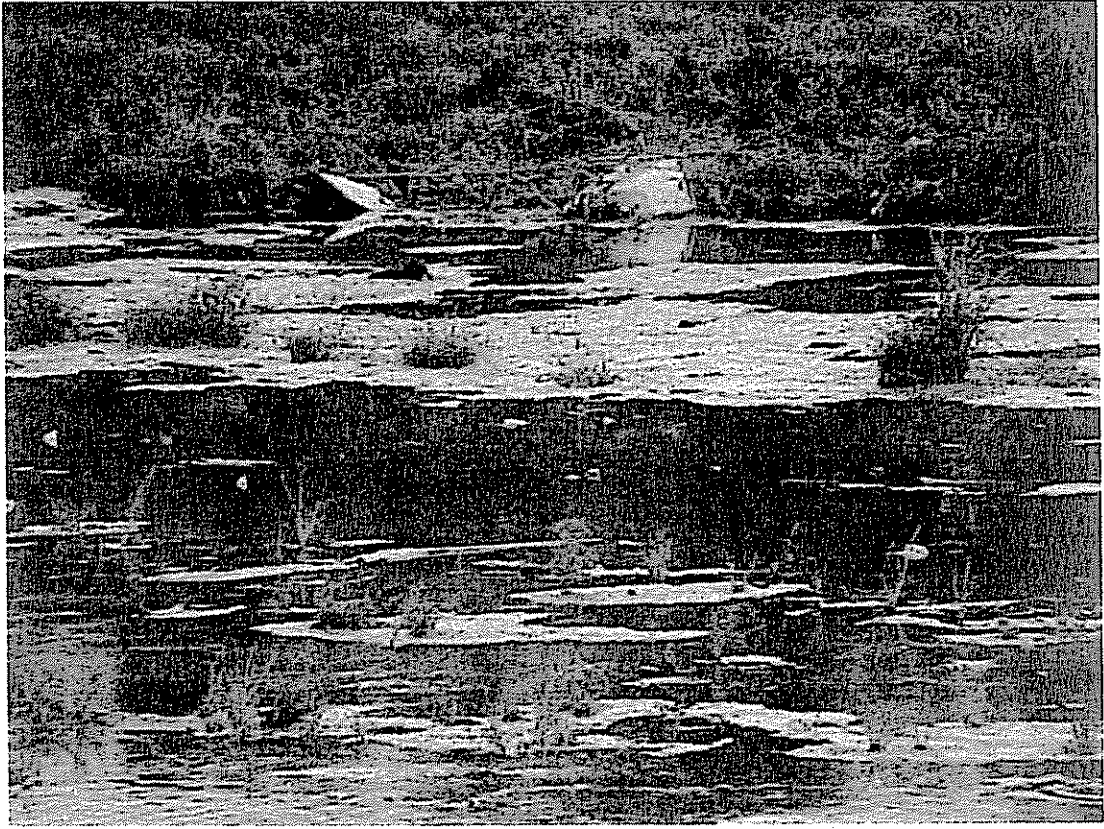
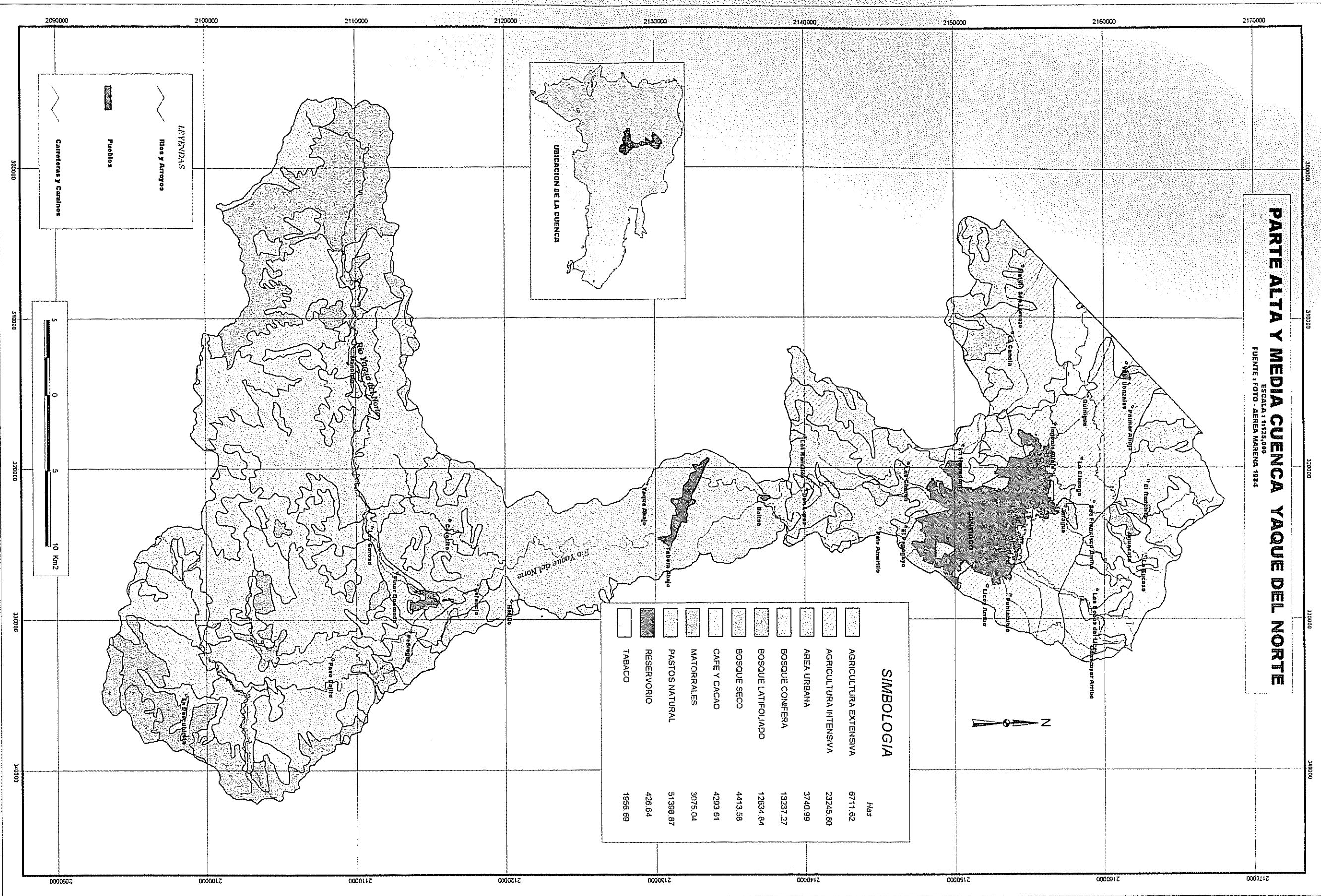


Foto 7. Vista del Agua del Yaque en el Oeste, se aprecia la turbidez de las aguas

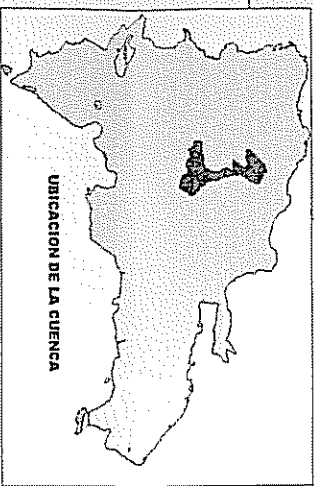
**PARTE ALTA Y MEDIA CUENCA YAQUE DEL NORTE**

ESCALA : 1:125,000  
FUENTE : FOTO - AEREA MARENA 1984



**SIMBOLOGIA**

	Hts
AGRICULTURA EXTENSIVA	6711.62
AGRICULTURA INTENSIVA	23245.80
AREA URBANA	3740.99
BOSQUE CONIFERA	13237.27
BOSQUE LATIFOLIADO	12834.84
BOSQUE SECO	4413.58
CAFE Y CACAO	4293.61
MATORRALES	3075.04
PASTOS NATURAL	51398.87
RESERVORIO	428.64
TABACO	1956.69



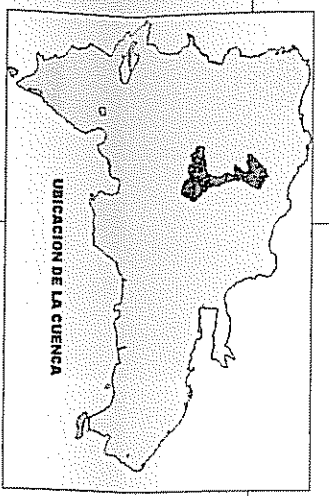
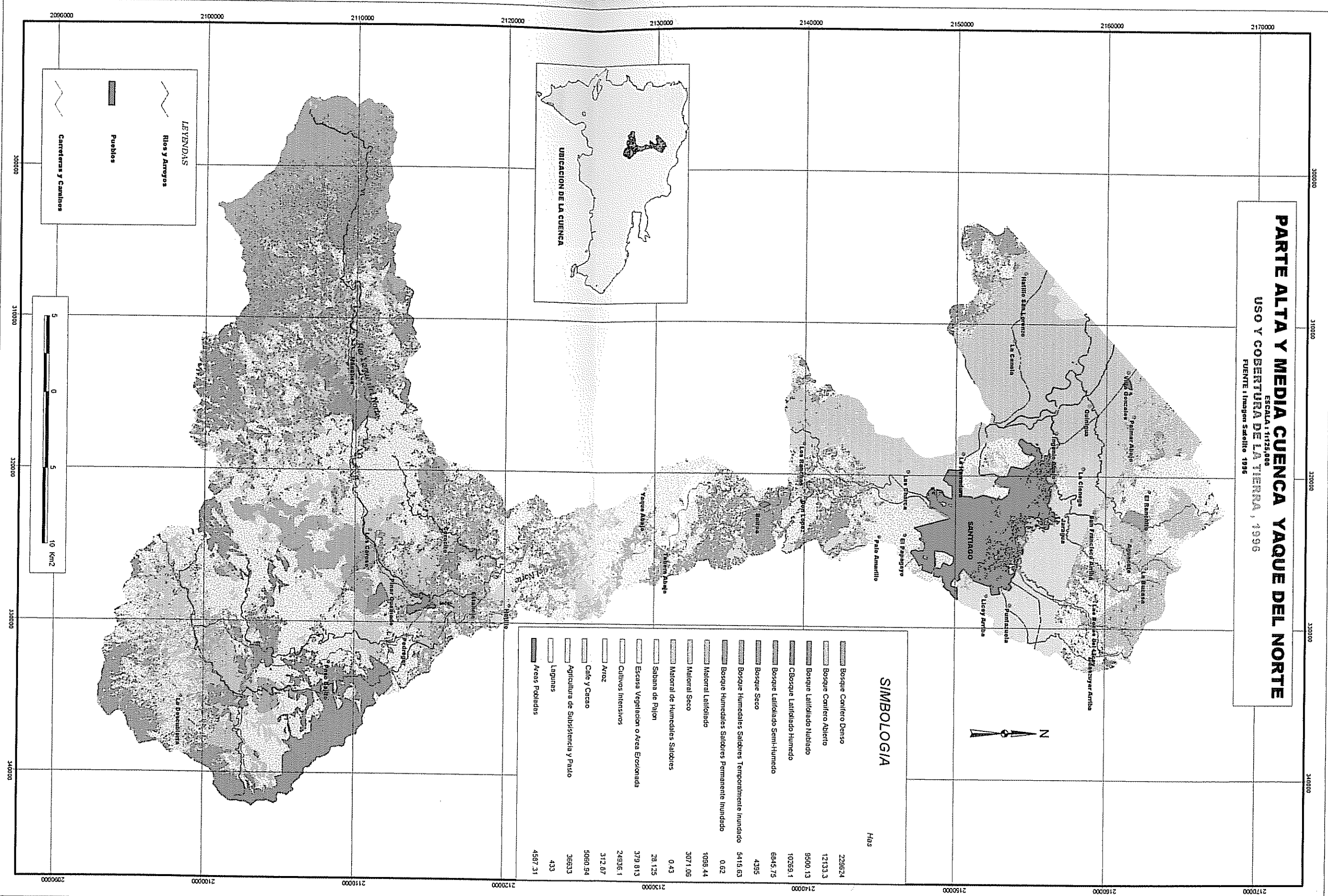
LEYENDAS

- Rios y Arroyos
- Pueblos
- Carreteras y Caminos





**PARTE ALTA Y MEDIA CUENCA YAQUE DEL NORTE**  
 ESCALA: 1:172,500  
**USO Y COBERTURA DE LA TIERRA, 1996**  
 FUENTE: Imagen Satélite 1996



**LEYENDAS**

- Rios y Arroyos
- Pueblos
- Carreteras y Caminos



**SIMBOLOGIA**

Has

	Bosque Conífero Denso	229624
	Bosque Conífero Abierto	12133,3
	Bosque Latifoliado Nublado	9500,13
	Bosque Latifoliado Húmedo	10269,4
	Bosque Latifoliado Semi-Húmedo	6845,75
	Bosque Seco	4395
	Bosque Húmedales Saldores Temporalmente Inundado	5415,63
	Bosque Húmedales Saldores Permanente Inundado	0,62
	Marjal Latifoliado	1098,44
	Marjal Seco	3071,06
	Marjal de Húmedales Saldores	6,43
	Sabana de Pajón	28,125
	Escasa Vegetación o Área Erosionada	379,813
	Cultivos Intensivos	24836,1
	Aroz	312,67
	Café y Caño	5060,94
	Agricultura de Subsistencia y Pasto	36633
	Lagunas	433
	Áreas Paliadas	4587,31

2090000 2100000 2110000 2120000 2130000 2140000 2150000 2160000 2170000

30000 310000 320000 330000 340000