

**LA INSOSTENIBILIDAD HIDRICA EN COLOMBIA
1990-2001**

LARITZA CARRASCAL SERRANO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMIA Y ADMINISTRACION
BUCARAMANGA
2004**

**LA SUSTENTABILIDAD HIDRICA EN COLOMBIA
1990-2001**

LARITZA CARRASCAL SERRANO

**Tesis de Grado para optar al titulo de
Economista**

**Director
Alberto Pinto Mantilla
Economista**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE ECONOMIA Y ADMINISTRACION
BUCARAMANGA
2004**

DEDICATORIA

A Dios, como expresión maravillosa de vida, fuerza que nutrió he inspiró mi trabajo.

A mi esposo: Estrella del Norte que me ilumina en el amplio mar de las noches sin luna; compañero y amigo de experiencias en esta travesía que se llama vida.

Gracias por tu interés y participación en este trabajo: escuchando, leyendo y aportando comentarios críticos a lo escrito.

A mi familia: los cuales me apoyaron todo este tiempo con su paciencia y fuerza en los momentos más difíciles para que este proyecto fuera posible.

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa su agradecimiento a:

Todas las personas que de una u otra manera colaboraron para que este trabajo fuera posible, aportando su conocimiento y experiencias. A Parques Nacionales por el esfuerzo en integrar la academia con lo institucional y particularmente a sus directores Libardo Suarez y Robinson Galindo; a los profesores de la Pontificia Universidad Javeriana: Guillermo Rudas y Juan Camilo Cárdenas dos personalidades de gran renombre en el ámbito ambiental en Colombia, los cuales aportaron su conocimiento en cuanto al trabajo ambiental en el País.

Muy especialmente a mi director de proyecto, **Alberto Pinto Mantilla** el cual ha sido más que un profesor un amigo con el cual he compartido tardes de charlas que han servido para enriquecer el conocimiento de la ecología.

CONTENIDO

	pág
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO TEORICO	16
1.1 LA ECONOMIA AMBIENTAL	16
1.1.1 Los Supuestos Principales	17
1.2 EL PENSAMIENTO SISTEMICO	19
1.2.1 La Ecología Profunda	20
1.2.2 La Economía Ecológica	20
1.2.2.1 Los Supuestos Principales	21
1.2.2.2 Las Principales Críticas de la Economía Ecológica a las Externalidades Negativas de la Economía Ambiental	22
1.2.2.3 El Sistema Productivo y la Física	23
1.3 EL AGUA Y SUS CARACTERISTICAS	25
2. LA OFERTA HÍDRICA EN COLOMBIA	27
2.1 CÓMO CALCULAN LOS EXPERTOS LA OFERTA HÍDRICA	27
2.1.1 El Balance Hídrico	28
2.1.2 La oferta neta	29
2.2 LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y LA CUBIERTA VEGETAL	29
2.2.1 La deforestación	30
2.3 DISTRIBUCION DE LA OFERTA HIDRICA EN EL PAIS	33
2.3.1 Cuantificación de la oferta hídrica por cuencas	34
2.3.2 Porcentaje de municipios con rango de oferta hídrica baja	35
3. DEMANDA HIDRICA EN COLOMBIA	37
3.1 ASPECTOS DEMOGRAFICON EN EL PAIS	39
3.2 LAS IMPLICACIONES DE LA PROPIEDAD PRIVADA DEL AGUA	43
3.3 RELACIONES DEMANDA-OFERTA	45
3.3.1 Índice de Presión	46
3.3.2 Índice de Escasez	47
3.3.3 Índice de Vulnerabilidad	48
4. LA CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA.	51
4.1 LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA COMO UN PROBLEMA CULTURAL	53
4.2 LOS EFECTOS DEL CRECIMIENTO ECONOMICO: CONTAMINANTES DEL AGUA	55

4.2.1	Desperdicios Orgánicos	56
4.2.2	Sustancias Inorgánicas	56
4.2.3	Contaminantes no materiales	58
4.2.4	Agentes Infecciosos	58
4.3	RESPONSABLES DE LA CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA.	61
4.3.1	Las Tasas Retributivas por vertimientos	62
4.4	PRINCIPALES CORRIENTES FLUVIALES AFECTADAS	63
4.4.1	El Río Magdalena	64
4.4.2	El Río Bogotá	66
4.4.3	El Río Cauca	68
4.5	LOS SECTORES CON MAYOR PARTICIPACION EN LA CONTAMINACION HÍDRICA DE COLOMBIA	69
4.5.1	La Actividad Industrial	70
4.5.2	La Actividad Agrícola	71
4.5.3	La Actividad Petrolera	72
4.5.4	La Actividad Doméstica	74
5.	CONCLUSIONES	80
6.	RECOMENDACIONES	83
	BIBLIOGRAFÍA	85
	ANEXOS	92
	ANEXO 1. CUENTAS DEPARTAMENTALES DE LA ACTIVIDAD ECONOMICA SELVICULTURA Y EXTRACCIÓN DE MADERA- VALOR AGREGADO A PRECIOS CONSTANTES DE 1994	93
	ANEXO 2. CUANTIFICACIÓN DE LOS VOLUMENES DE OFERTA	100
	ANEXO 3. INDICE DE PRESION SOBRE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE COLOMBIA	104
	ANEXO 4. INDICE DE ESCASEZ Y VULNERABILIDAD POR DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LOS MUNICIPIOS DE COLOMBIA	108
	ANEXO 5. PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES: AGROPECUARIA E INDUSTRIAL	115

LISTA DE TABLAS

	Pág
Tabla 1. Cuenca Magdalena Cauca.	34
Tabla 2. Volúmenes de Oferta Hídrica Media y Neta.	35
Tabla 3. Porcentaje de Municipios en la Zona Andina con Rango Bajo de Oferta Hídrica Municipal por Unidad de Área.	36
Tabla 4. Consumo Per Cápita de Agua Según Estrato en la Capital de Colombia.	37
Tabla 5. Consumo de Agua.	38
Tabla 6. Distribución de la Población Urbana y Rural.	40
Tabla 7. Consumo de Agua Diario.	41
Tabla 8. Consumo Urbano de Agua por Sectores.	41
Tabla 9. Población de las Mayores Ciudades del País.	42
Tabla 10. Tasas de Crecimiento Demográfico anual.	42
Tabla 11. Departamentos Sobre las Cuencas Magdalena - Cauca	47
Tabla 12. Categoría del Índice de Vulnerabilidad	48
Tabla 13. Principales Ríos Afectados por los Vertimientos de Centros Urbanos.	64
Tabla 14. Atentados al Oleoducto Caño Limón Coveñas.	73
Tabla 15. Cobertura de Acueducto y alcantarillado por Número de Viviendas en el año 1993.	76
Tabla 16. Cobertura de Acueducto y Alcantarillado por Número de Habitantes en el año 1998.	77
Tabla 17. Actividad Económica Departamental 1990- .	94
Tabla 18. Actividad Económica Departamental 1991.	94
Tabla 19. Actividad Económica Departamental 1992.	95
Tabla 20. Actividad Económica Departamental 1993.	95
Tabla 21 Actividad Económica Departamental 1994.	96
Tabla 22. Actividad Económica Departamental 1995.	96

Tabla 23. Actividad Económica Departamental 1996.	97
Tabla 24. Actividad Económica Departamental 1997.	97
Tabla 25. Actividad Económica Departamental 1998.	98
Tabla 26. Actividad Económica Departamental 1999.	98
Tabla 27. Actividad Económica Departamental 2000.	99
Tabla 28. Año 2001.	99
Tabla 29. Oferta hídrica en 45 Cuencas de Colombia para año medio y año seco.	101
Tabla 30 Porcentaje de Municipios por Departamento según la Categoría.	103
Tabla 31. Condiciones hidrológicas de año medio y seco.	105
Tabla 32. Condiciones hidrológicas de año medio y seco.	109
Tabla 33. Periodo 1994 al 2002 a precios constantes de 1994.	116
Tabla 34. Valor Agregado en Antioquia y participación porcentual, a Precios Constantes De 1994.	117
Tabla 35. Valor Agregado en Cundinamarca y participación porcentual, a precios constantes de 1994.	118
Tabla 36 Valor Agregado en Santa Fe de Bogota y participación porcentual, a precios constantes de 1994.	119
Tabla. 37 Valor Agregado en Valle del Cauca y participación porcentual, a precios constantes de 1994.	120

LISTA DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Producción Económica desde una Perspectiva Biofísica.	24
Figura 2. Crecimiento Poblacional y Distribución Urbana - Rural.	40
Figura 3. Tasas de Crecimiento Demográfico anual en Colombia.	43
Figura 4. PIB por Ramas de Actividad Económica en Colombia.	69

LISTA DE ECUACIONES

	Pág
Ecuación 1. Oferta neta de agua.	29
Ecuación 2. Demanda de Agua.	39
Ecuación 3. Demanda de Agua en función de la calidad.	39
Ecuación 4. Impacto Ambiental.	52

TITULO: LA INSOSTENIBILIDAD HIDRICA EN COLOMBIA 1990-2001*
AUTORA: LARITZA CARRASCAL**.

Palabras Claves: ECONOMÍA AMBIENTAL, ECONOMÍA ECOLOGICA, SUSTENTABILIDAD, ECOSISTEMA HIDRICO, CALIDAD HIDRICA.

RESUMEN

La disponibilidad hídrica en Colombia depende de cómo el sistema económico y su lenguaje cultural se relaciona con la naturaleza, para crecer sin sobrepasar su capacidad de resiliencia.

Muestra la fragilidad de la disponibilidad hídrica ante las irresponsables actividades humanas, sus efectos en la calidad de vida y problemas de seguridad alimentaria.

Busca mostrar la situación real de vulnerabilidad del ecosistema hídrico, su disponibilidad y fragilidad.

Se hace una apropiación teórica de la Economía Ambiental y la Economía Ecológica, enmarcada en el Pensamiento Sistémico (incluyendo la ecología profunda), para contrastarse y sustentar el porque de la insostenibilidad.

Se utilizó información secundaria, datos estadísticos de instituciones, bibliografía y explicaciones personales.

La principal cuenca afectada es la Magdalena-Cauca, con alta presión poblacional y actividad económica, ubicándose ciudades con peligro de escasez hídrica como: Bogotá, Bucaramanga, Barranquilla, Cali y Medellín.

La deficiente calidad del agua afecta su disponibilidad disminuyéndola conllevando problemas de salud, alimentarios y económicos.

Los más vulnerables a la escasez hídrica son las personas pobres, campesinos, niños, pescadores y sus familias.

La privatización del agua causa conflictos distributivos hacia las personas pobres.

No hay una verdadera política que busque la sustentabilidad hídrica.

La sustentabilidad hídrica se logra mediante un cambio cultural en como el humano se relaciona con la naturaleza.

*Trabajo de Grado.

**Facultad de Ciencias Humanas, Programa de Economía, director: PINTO MANTILLA ALBERTO

TITLE: THE WATER INSOSTENIBILIDAD IN COLOMBIA 1990-2001*
AUTHORESS: LARITZA CARRASCAL **.

KEY WORDS: ENVIRONMENTAL ECONOMY, ECOLOGICAL ECONOMY, SUSTAINABILITY,
WATER ECOSYSTEM, WATER QUALITY.

SUMMARY

The water availability in Colombia depends on how the economic system and your cultural language relates to the nature, to grow without exceeding your capacity of re-silences.

Show it the fragility of the water availability from the irresponsible human activities, your effects in the quality of life and problems of food safety.

Look for to show the real situation of vulnerability of the water ecosystem, your availability and fragility.

There is done a theoretical appropriation of the Environmental Economy and the Ecological Economy placed in the Thought System (including the deep ecology), to contrast and to be sustained the reason of the insostenibilidad.

One used secondary information, statistical information of institutions, bibliography and personal explication.

The principal river affected is the Magdalena-Cauca, with high population pressure and economic activity, cities being located by danger of water shortage as like: Bogotá, Bucaramanga, Barranquilla, Cali and Medellin.

The deficient quality of the water affects your availability diminishing it bearing problems of health, food and economic.

The most vulnerable to the water shortage are the poor persons, peasants, children, fishermen and your families.

The privatization of the water causes distributive conflicts towards the poor persons.

There is no a real politics for that the water sustentabilidad looks.

The water sustainability is achieved by means of a cultural change in as the human being relationship with the nature.

*Trabajo of Degree.

** Facultyof Human Sciences, Program of Economy, the director: PINTO MANTILLA ALBERTO

INTRODUCCION

La vida en el planeta está constituida por una intrincada red de ecosistemas mutuamente relacionados y dependientes del continuo flujo de energía solar que posibilita la existencia de la vida (Capra, 1996). El hombre hace parte de tal ecosistema, no es una pieza aislada y por más que trate de divorciarse por medio de la técnica y la ciencia siempre dependerá de lo que le proporcione el padre sol y la madre tierra.

La economía como parte de las manifestaciones culturales de la especie humana depende directa e indirectamente de dichos flujos energéticos. Gran parte del aprovechamiento es tomado de recursos agotables cuyas preferencias individuales se hacen irresponsablemente sin tomar en cuenta las disponibilidades futuras. Aquí, es donde la importancia de la sustentabilidad y la inconmensurabilidad de la naturaleza son elementos claves en la calidad y permanencia de la vida en el planeta. Estos dos elementos chocan con la tradicional economía neoclásica concentrada en la maximización del beneficio, que le pone valor “precio” a todo lo que le rodea incluso a lo que es casi inconcebible como la vida, mediante relaciones de costo-beneficio y costo-eficiencia en el intercambio de bienes escasos; pero su “aplicación en la naturaleza ha hecho que la teoría del “valor” mediante la escasez resalte su costo en la reducción del bienestar de las personas” (Colby, 1991).

La existencia del ecosistema hídrico, para la mayoría de los humanos, parte de su presencia mágica al abrir los grifos y desaparece al correr por los desagües; no entienden la lógica de la disponibilidad hídrica que implica una danza sistémica en la naturaleza entre diversas relaciones de mutualidad. Según este raciocinio la misión de los responsables del patrimonio nacional debe ser apropiar al ecosistema hídrico como un elemento de seguridad para la permanencia de la vida no solo en una región o país sino sobre el planeta.

El reduccionismo de los análisis económicos relacionados con el agua se limitan a verla como un costo o insumo que debe ser transformado para el consumo humano; lo cual manifiesta la falta de conciencia real de los efectos de nuestras costumbres sobre el ecosistema y la incapacidad de darle un valor verdadero, no cuantitativo sino cualitativo estimado desde la sacralidad puesto que su maltrato afecta no solo la calidad de vida sino la supervivencia sobre la Tierra.

¿Por qué al actual sistema, que incluye el económico, le es difícil solventar el conflicto del deterioro de la naturaleza?, por que la estructura que rige al sistema económico actual se desarrolla en la acumulación del capital y el crecimiento sin límites; ¿Para qué?, es una cuestión propia de la cultura del consumo y la afirmación de la autoestima por medio del poder y la mercancía. Esto va en contra de las leyes físicas, puesto que nada se crea ni se destruye solo se transforma; la riqueza es la explotación de la naturaleza y la fuerza de la energía endosomática¹ del hombre, para ser acumuladas por quienes concentran el poder y la riqueza a través de herramientas como el reduccionismo de la ciencia, la técnica y las normas.

¹Que es igual a la "fuerza de trabajo" que se genera a partir del consumo de alimentos.

La sustentabilidad en la naturaleza y el valor de la vida se estiman con base en la utilidad y no en la conciencia real de su deterioro puesto que los conflictos en la naturaleza son entendidos como inversiones lucrativas. La contaminación es un sector productivo conformado por sistemas de tratamiento y reciclaje donde tienden a sustituir la función de resiliencia (ver página 19) de la naturaleza mediante tecnología humana a cambio de ganancias. En dichos procesos se ignoran los gastos energéticos requeridos para poder transformar los desechos en materia prima nuevamente, energía no contabilizada en nuestra sociedad aunque contribuya al calentamiento global transformando nuestro entorno y costumbres, en el caso del agua modificando su oferta.

Las costumbres de sobreconsumo son comportamientos de saqueo de las sociedades presentes hacia las futuras, en especial las privilegiadas económicamente que se malgastan la riqueza medioambiental por un hedonismo ilógico a costa del mayor empobrecimiento de los países dependientes económicamente y de las generaciones futuras, conformando una deuda ecológica difícil de cobrar sino es a través de la conciencia.

1. MARCO TEORICO

El ecosistema del agua debe ser entendido principalmente en un contexto sistémico y desde una perspectiva de Economía Ecológica para poder acercarnos a su sustentabilidad y no tanto desde el predominio de la Economía Ambiental donde el agua es un recurso adaptado al capital financiero.

Los supuestos de las dos tendencias toman caminos contrarios, debido a sus objetivos cada una configura un escenario distinto. En la Economía Ambiental sus directrices se basan en el capital, cubriendo los planos de legislación ambiental y valoración económica en los diferentes Estados Nacionales; por el contrario la Economía Ecológica en la actualidad es solo un supuesto, aunque estuvo presente en muchas de las culturas antiguas.

1.1 LA ECONOMIA AMBIENTAL

La economía ambiental se halla bajo la influencia de la escuela del pensamiento económico Neoclásico y de la filosofía mecanicista, donde predominan el equilibrio económico y el supuesto de las libres fuerzas del mercado pero con ineficiencias, como en el caso de las externalidades que son efectos externos al consumo y la

producción; incluyendo por ello el concepto de impacto ambiental como costos ambientales de la actividad económica.

El enfoque neoclásico de la política ambiental busca producir un uso socialmente “óptimo” de los recursos, definido como el punto en el que los beneficios de quienes participan en el mercado exceden a sus costes en la máxima cantidad posible (Michael Jacobs, 1995).

Para la Economía Ambiental el crecimiento exponencial no es una limitante a la sostenibilidad, uno de sus principales representantes, Solow afirma que “sin recursos naturales otros factores de producción especialmente el trabajo y el capital reproducible pueden servir de sustitutos y que por tanto el mundo puede continuar sin recursos naturales”. A su vez, dicen que el uso de “recursos naturales” no llega a ser degradación puesto que antes que suceda son sustituidos por nuevos recursos debido a la moda o el cambio tecnológico (Alier, 1992).

1.1.1 Los Supuestos Principales:

- ❖ **El derecho de Propiedad Sobre la Naturaleza.** En la elección colectiva muchos de los bienes y servicios de la naturaleza son considerados comunes, no tienen propietarios formales están a disposición de todos sin restricción por su característica de libre acceso; esta situación es llamada la “tragedia de los bienes comunes”² la cual es una aplicación del famoso

² Se halla en el ensayo de Garret Hardin, 13 de diciembre de 1968.

problema de cooperación denominado “dilema del prisionero”. Ronald Coase³ sugiere que el problema no son realmente las fuerzas del mercado sino la ausencia de precio que impide la propiedad privada; una solución frecuente es convertir los recursos comunes en privados por medio de mecanismos legales y asignación de valor monetario, lo que es ahora un contexto externo se convierte en “interno”⁴. (Idem).

- ❖ **Las Externalidades**⁵. Los problemas ambientales son traducidos a cuestiones de riesgo, a problemas de elección colectiva o a externalidades⁶; quiere decir que cualquier impacto ambiental generado por la actividad económica es externo a las decisiones de los agentes económicos pero que pueden ser superados a través de soluciones tecnológicas o por medio de acuerdos basados en la Teoría de Juegos y asumidas a través de su valoración monetaria directa o mediante “derechos de propiedad”.

Entre los métodos de internalización de externalidades negativas se halla el “óptimo social” que es la interrelación entre los costos marginales y los beneficios marginales de la contaminación o por medio de regulaciones como el mercado de externalidades, normas legales, impuestos pigouvianos, multas y venta de licencias administrativas de contaminación (Alier, 1992).

³ Autor del Teorema Coasiano, publicado el 3 de octubre de 1960, pp. 1-44

⁴ Esta visión es discutida en D: W: Pearce y R: K: Turner, 1990, capítulo 5

⁵ El concepto fue introducido en 1922 por Alfred Marshall.

⁶ Es cualquier impacto en el bienestar de una persona, ocasionado por la acción de otro individuo, sin que exista una compensación adecuada. Es un efecto negativo sobre el bienestar social, un costo social, que no se refleja en el sistema de precios y de mercados (Rudas, 1998).

En las externalidades es importante el concepto de impacto ambiental, que es la manifestación del conflicto entre desarrollo y naturaleza a cualquier escala. Se expresa como una función del nivel de actividad económica enunciado en el indicador PIB.

- ❖ **La Conmensurabilidad de la Valoración de la Naturaleza.** La conmensurabilidad hace referencia a la necesidad de cuantificar y medir; en la economía su expresión es el precio que posibilita las preferencias de las fuerzas del mercado. La valoración es un mecanismo o herramienta económica donde los criterios son el costo-beneficio y el costo-oportunidad, prediciendo el valor futuro de los recursos naturales a través de la tasa de descuento⁷.

1.2 EL PENSAMIENTO SISTEMICO

La economía para concebir su relación con los ecosistemas de la naturaleza debe estudiar sus interacciones desde un contexto de pensamiento sistémico el cual posee una percepción holística de la ciencia.

Dicho pensamiento surge en el siglo XX como alternativa al pensamiento mecanicista cartesiano creado por Galileo y Descartes y completado por la ciencia newtoniana del siglo XVIII así como por la filosofía Kantiana donde creía que la ciencia podía ofrecer únicamente explicaciones mecanicistas.

⁷ "Técnica empleada para adicionar y comparar costos y beneficios que ocurran en diferentes puntos en el tiempo" (Field, 1995)

“Según la visión sistémica, las propiedades esenciales de un organismo o sistema viviente, son propiedades del todo que ninguna de las partes posee. Emergen de las interacciones y relaciones entre las partes” (Capra, 1996).

“Las propiedades de las partes no son propiedades intrínsecas, sino que sólo pueden ser comprendidas en el contexto de un conjunto mayor. Las propiedades de las partes sólo se pueden comprender desde la organización del conjunto. El pensamiento sistémico es “contextual”, en contrapartida al analítico” (Idem).

1.2.1 La Ecología Profunda. Escuela fundada por el filósofo noruego Arne Naess a principios de 1970, distinguía entre la ecología superficial, antropocéntrica, y la ecología profunda, biocéntrica, no separa a los humanos – ni ninguna otra cosa- del entorno natural. Ve al mundo como una red de fenómenos interconectados e interdependientes. Dicha percepción es espiritual o religiosa, con culto hacia lo sagrado, haciendo reconocimiento de los valores inherentes a toda naturaleza viviente; donde la expansión del uno mismo hasta su identificación con la naturaleza es el fundamento de la ecología profunda. Además, critica la forma antiecológica de las estructuras sociales, económicas y tecnológicas fundamentadas en un “sistema dominador” como el patriarcado, el capitalismo y el racismo.

1.2.2. La Economía Ecológica. Es un campo de estudios transdisciplinarios recientemente establecido, con una visión holística, compleja y sistémica de

las relaciones entre la economía y el medio ambiente (ecología humana⁸) que implica las influencias culturales, éticas, y políticas sobre la producción y el consumo (Alier, Schulpman, 1987). En el estudio de la compatibilidad entre la economía humana y los sistemas ecológicos enfatiza las divergencias entre sus tiempos de producción y reciclaje.

1.2.2.1 Los Supuestos Principales:

- ❖ **Valores Inconmensurables.** Se hallan en contra de la valoración de la naturaleza en términos monetarios, puesto que su riqueza va más allá de dicha medida (Idem). La vida aunque se le ha dado valor monetario vale mucho más.

- ❖ **La sustentabilidad.** Se refiere a la incompatibilidad entre el ritmo acelerado de crecimiento económico y el mantenimiento a largo plazo de los recursos y servicios ecológicos. Para lograrlo estima también que es de suma importancia la equidad distributiva en el espacio y en el tiempo, quiere decir entre poblaciones de un mismo tiempo y de tiempos distantes (Idem).

El desarrollo deja de ser sustentable cuando se excede en la capacidad de sustentación.

⁸ La ecología humana, es un estudio diferente al de la ecología de las plantas y de los animales, puesto que la humanidad tiene una característica especial: la posibilidad de enormes diferencias en el uso (y degradación) de energía y materiales entre personas y entre territorios poblados por éstas (Alier, 2000).

“El concepto de capacidad de sustentación en ecología es la máxima población de una especie que puede mantenerse indefinidamente, en un territorio sin provocar una degradación en la base de recursos que pueda hacer disminuir la población” (Alier, 1992).

La capacidad de sustentación en la especie humana es un supuesto teórico ya que dicha especie no posee instrucciones genéticas respecto al consumo exosomático de energía y materiales como tampoco respecto a su distribución territorial ya que esta se genera por causas históricas mas no biológicas.

- ❖ **Incertidumbre Irresoluble.** No se puede determinar con certeza que caminos puede tomar las manifestaciones futuras de los ecosistemas respecto a las acciones humanas, debido a la complejidad de las mismas (Michael Jacobs, 1995).

1.2.2.2 Las Principales Críticas de la Economía Ecológica a las Externalidades negativas de la Economía Ambiental. La crítica a la internalización de las externalidades negativas de la actividad humana se basa en los anteriores supuestos.

- ❖ En su valoración existe la incapacidad de cuantificar sus costes sociales transferidos a otras comunidades o de actualizar su valor monetario a

través de una arbitraria tasa de descuento⁹ debido a que no están presentes las preferencias de los agentes futuros.

- ❖ Los efectos futuros de las externalidades son imposibles de determinar en el presente puesto que sus efectos son inciertos y desconocidos. Este es un factor que impide la actualización del costo del impacto.

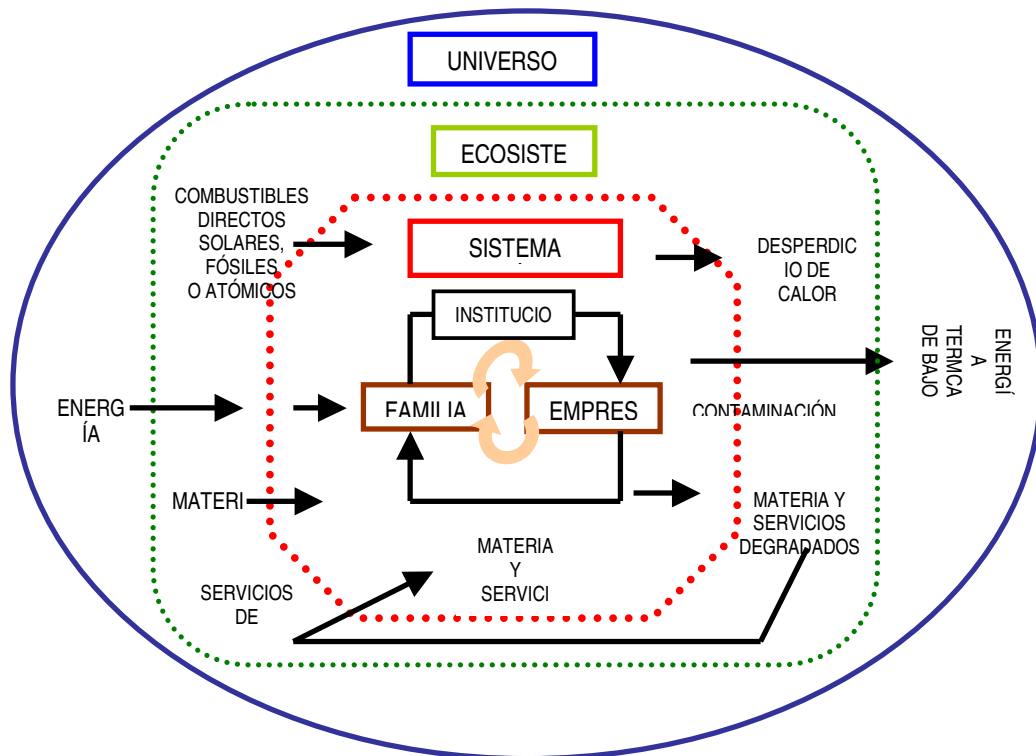
- ❖ La externalidad negativa es un efecto del crecimiento exponencial de la economía, producto de la incompatibilidad de los tiempos de producción humana y reciclaje de los ecosistemas naturales lo cual tiende a concentrar entropía o desorden, es más fácil tender al desorden que al orden. Así, la teoría del crecimiento exponencial de Solow no es compatible con la sustentabilidad que afecta el futuro y en especial a los pobres.

1.2.2.3 El Sistema Productivo y la Física. En la economía ecológica parte de la sustentabilidad se explica a partir de la física desde la complejidad y retroalimentación de los sistemas y no solo en el aislado sistema económico.

La Economía Ecológica ve a la economía como un subsistema de un ecosistema físico global y finito, la Tierra, abierto a los intercambios de energía y dependiente de las leyes termodinámicas (Figura No. 1). Dicho subsistema económico, no solo

⁹ La tasa de descuento, es una tasa de interés que se utiliza para hallar el valor presente neto de un dinero futuro .

responde a las fuerzas del mercado sino también a la autogeneración propia de los humanos manifiesta en la cultura que modifica su entorno ambiental.



Fuente: Michael E. Colby, 1991, modificado de Hall y otros.

FIGURA No. 1. Producción Económica desde una Perspectiva Biofísica

Según las leyes de la termodinámica en el proceso económico productivo humano no se crea nada nuevo. Las industrias transforman energía y recursos, que toma de la Naturaleza, en bienes y servicios que son consumidos para satisfacer sus “necesidades” continuamente crecientes. Pero también interviene la segunda ley

de la termodinámica¹⁰ o ley de la “entropía¹¹”, puesto que en el consumo de los bienes y servicios finales como en el proceso mismo se degrada en forma de desechos la energía y materiales usados, de un flujo de baja a alta entropía; aunque el flujo entrópico puede ser revertido, mediante los servicios “gratuitos” esenciales para la vida que presta la Naturaleza en forma de los ciclos del carbono, el ciclo de nutrientes, el ciclo del agua, etc. (Alier, 2003), que absorben el stress de las actividades humanas, a esta capacidad de absorción del ecosistema se le llama “resiliencia”.

El conflicto surge cuando las tasas de desechos son tan altas en el corto tiempo que la resiliencia del ecosistema no permite revertir dicho proceso, lo cual se va acumulando y convirtiendo en **contaminación**.

1.3 EL AGUA Y SUS CARACTERÍSTICAS.

En la Declaración de Dublín sobre el agua y Desarrollo Sostenible (Dublín, Irlanda, 26 al 31 de Enero de 1992), señala que el agua “es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente” (Jouraulev, 2003)

¹⁰ **Rudolf Emanuel Clausius**¹⁰ en 1850 descubre la “**segunda ley de la termodinámica**”: el calor no puede pasar de por sí de cuerpos fríos a calientes (Alier, Schulpman, 1987, pg. 97).

¹¹ La palabra “entropía” se refería a la cantidad de energía que ya no sería transformada en otras formas de energía. (Alier, Schulpman, 1987, pg.67).

El agua como elemento constituyente de un ecosistema hídrico es de esencial valor para la supervivencia de la vida en general sobre el planeta, por ello la necesidad de entender sus relaciones para protegerla y lograr su sustentabilidad.

El agua posee características particulares como su alto valor inconmensurable, la libre movilidad en el espacio tiempo de sus aguas en el ciclo hidrológico y la incertidumbre de sus manifestaciones en los procesos físico-químicos de resiliencia así como en la distribución de la oferta que siempre es la misma. Además, existen propiedades del agua propias de la relación con el humano como son la diversidad de usos que rivalizan entre si por la oferta; las economías de escala especialmente en su almacenamiento, transporte y distribución que configuran las condiciones propias de un monopolio natural (Idem); los efectos sobre terceros como resultado de la propagación de la contaminación del agua en lugares y tiempos diferentes al momento de captación y la menor capacidad del ecosistema para renovar la calidad del agua presionando a la sustitución de métodos artificiales.

En el estudio hídrico son necesarios tanto los conocimientos de ciencias naturales como los conocimientos sociales, puesto que la interacción entre el ecosistema hídrico y su consumo, ya sea rural o urbano distribuido entre lo doméstico y lo industrial, provoca conflictos de higiene y salud pública producto de la diferenciación social y el impacto de la ciudad sobre el territorio regional.

Los supuestos anteriores serán las herramientas conceptuales para el estudio de la crisis en la disponibilidad de agua en Colombia.

2. LA OFERTA HIDRICA EN COLOMBIA

La oferta de agua es el resultado de la dinámica del ciclo hidrológico como expresión del ecosistema hídrico que es de suma importancia para el sostenimiento de la vida en toda cultura.

Uno de los elementos de mayor valor en las actividades humanas como la económica es el agua, por ello se debe tener en cuenta las relaciones del ecosistema que la contiene. Dichas relaciones, presentes en el ciclo hidrológico demuestran los supuestos de la economía ecológica que burdamente puede compararse con el engranaje de fina relojería donde nada está suelto y una pequeña irregularidad afecta la totalidad. Pero las modificaciones del ecosistema son inevitables y necesarias, continuamente están cambiando y transformandose, no puede existir el equilibrio pues este sería un punto muerto.

2.1. CÓMO CALCULAN LOS EXPERTOS LA OFERTA HÍDRICA

Los expertos estiman la oferta hídrica para una zona determinada a través de la ecuación del balance hídrico¹², descrito como una ecuación de entradas y salidas de agua con base en la ley física universal de conservación de masas y

¹² El balance hídrico global es constante debido a que la cantidad de agua en el planeta varía poco.

subordinado a elementos del ecosistema¹³, que corresponde a condiciones climáticas¹⁴, topográficas¹⁵ y de cubierta vegetal o boscosa¹⁶, susceptibles de ser alterados por las actividades de crecimiento socioeconómico (Perelló, 1996).

2.1.1 El Balance Hídrico. En el balance hídrico participan las variables del ciclo hidrológico, incluyendo las necesidades de agua para el sostenimiento de los ecosistemas o caudal ecológico. Para establecer dicho caudal se toma el índice de Aridez¹⁷ (*la*) o Déficit de agua, el cual es una “característica cualitativa del clima que muestra la capacidad de la precipitación para mantener la vegetación” (Ideam, 2000).

En Colombia se realizó en el año 2000 el Estudio Nacional del Agua a cargo del IDEAM donde se estimaron los aportes de agua en las principales cuencas y municipios por departamentos. El balance hídrico nacional se basó en las series históricas de más de 400 estaciones hidrológicas, 2000 pluviométricas (de precipitación) y 300 meteorológicas, siendo las de mayor resolución las de la cuenca Magdalena–Cauca debido a la densidad de la red hidrometeorológica.

¹³ Elementos como las características del suelo, la geomorfología del terreno, la vegetación y el clima que en conjunto afectan la **evapotranspiración y la infiltración**

¹⁴ El clima influye en los niveles de evapotranspiración y precipitación, por ello la importancia del cambio climático que influye en la regulación hídrica.

¹⁵ Las características del suelo y su formación geológica determinan el comportamiento de las aguas subterráneas en cuanto infiltración y reserva.

¹⁶ Este factor es importante en la conservación del suelo y reserva de agua, la cubierta vegetal mantiene el agua soltándola gradualmente, evitando que se deslice completamente el agua precipitada y que aumente los sedimentos por efecto de la erosión

¹⁷ Índice que permite estimar la disponibilidad espacial del recurso hídrico, de acuerdo con su abundancia o escasez (IDEAM, Medio ambiente en Colombia, 2000). **la**= (ETP-ETR)/ETP

En el presente estudio se tomó dicha información para conocer y afirmar el supuesto de fragilidad hídrica en la cuenca Magdalena-Cauca donde las presiones poblacionales y de crecimiento económico son más fuertes.

2.1.2 La oferta neta. Los estudios del agua cuya finalidad es conocer su disponibilidad para consumo humano utilizan la oferta neta (ecuación No. 1), como resultado de descontar a los cálculos del balance hídrico que proporcionan la oferta total un factor de reducción (Fr) el cual determina las restricciones de uso del agua por su calidad a causa de contaminación y para mantener el caudal ecológico o sostenimiento del ecosistema.

$$\text{Oferta Neta}_{(\text{agua})} = \text{Oferta Total}_{(\text{agua})} - Fr \quad (1)$$

2.2. LOS ECOSISTEMAS BOSCOSOS Y LA CUBIERTA VEGETAL

Una de las funciones claves de los bosques, el suelo y la cubierta vegetal es el almacenamiento y regulación del agua que impide su rápido escurrimiento provocando inundaciones, aumento de sedimento en los ríos y déficit de agua por la ausencia de su acumulación. Es de interés el cuidado de los suelos, ya que su abuso o compactación producto del sobrepastoreo o tránsito de animales y vehículos pesados evitan la infiltración y reserva del agua.

Los ecosistemas cenagosos y humedales, zonas de recarga de acuíferos, páramos, bosques densos y húmedos son de gran importancia en la oferta de agua. En especial los páramos y bosques de alta montaña que gracias a las

características del suelo poseen un gran potencial de almacenamiento, regulación hídrica y recarga de acuíferos que forman los nacimientos de los principales sistemas hídricos. En ellos “la elevada temperatura forma neblina y rocío que aumenta el volumen de aguas de precipitación y esorrentía. La captura de agua en estos sistemas boscosos contribuye al caudal de los ríos en ocasiones hasta un 80% dejando el volumen restante a la lluvia” (IDEAM, 2002).

La deforestación. Es uno de los problemas más sentidos en los ecosistemas hídricos, afecta directamente la regulación de cauces de agua y la calidad atmosférica; además tiene implicaciones en las actividades económicas tales como los sistemas agropecuarios, piscícolas, termoeléctricos y de suministro de agua para los acueductos. La deforestación causa erosión que trae extrema sequía e inundaciones conllevando sobrecostos económicos por los desastres causados; además de mayor concentración de sedimentos en los cauces lo cual dificulta actividades como la navegación, en Colombia según el IDEAM se acerca a 300 millones de toneladas siendo el mayor aportante el río Magdalena con 138 millones de toneladas.

En el país no existe información precisa sobre la magnitud de la deforestación aunque las estimaciones disponibles lo ubican en quinto lugar dentro de los países de mayor participación en la destrucción anual de la selva húmeda tropical en el mundo¹⁸, haciendo que se cuente con menos del 60% del área originalmente cubierta por bosques (Rudas, 1998).

¹⁸ WRI-UNEP-UNPD (1995) reporta que durante la década de los años ochenta, anualmente se destruyeron en el mundo 15.4 millones de hectáreas de selva húmeda tropical, En Rudas, Guillermo, 1998.

El proceso de deforestación en Colombia está asociado con la ampliación de la frontera agrícola, la explotación ganadera, la colonización reciente, y la extracción insostenible de recursos maderables para abastecer la demanda interna y externa. A los anteriores factores se les une además los incendios forestales y el uso indebido del suelo.

La ampliación de la frontera agrícola se debe a la necesidad creciente de alimentos, a la exportación de productos agrícolas y a la búsqueda de áreas para cultivos ilícitos.

Muchos de los productos agrícolas de exportación que han sostenido la economía nacional como el café, intervinieron agresivamente ecosistemas boscosos por efecto de la bonanza de precios en la década de los setenta, con implicaciones de mediano y largo plazo en la fragilización de los suelos, la pérdida de biodiversidad y el debilitamiento del mismo café frente a enfermedades tales como la roya y la broca estimuladas por la destrucción de las barreras biológicas (Idem).

En el país las zonas del interior son las más afectadas por la erosión como consecuencia de la intervención humana. Cundinamarca en las partes altas para ampliar el cultivo de papa y cebolla; en Medellín para dar paso a la ganadería y la agricultura se tala los bosques a un ritmo de 100.000 Ha/año; en la zona del Catatumbo la extracción de maderas para el mercado venezolano es aproximada a 10.000 m³/año; en Norte de Santander la colonización y uso energético de la madera a contribuido a la desaparición del Bosque primario perdiendo 446.000 Ha de cobertura vegetal; en la región de Ocaña el mal uso del suelo muestra

degradación de 200.000 Ha que hoy son casi desérticas al igual que en la región del río Pamplona y Cúcuta (Ministerio del Medio Ambiente, 2001) además de la zona del cañón del Chicamocha donde la eliminación de la cobertura vegetal es prominente. Las anteriores regiones enfrentan problemas de oferta de agua debido a la regulación hídrica que unida a la contaminación presentan una significativa vulnerabilidad.

La participación de la silvicultura y extracción de madera en el PIB es del 0.02% del subtotal valor agregado nacional en lo corrido de 1990 al 2001 (Ver anexo 1) lo cual evidencia la deuda ecológica que representa, ya que el PIB no expresa el verdadero valor de la explotación de los bosques en forma primaria o a través de la sustitución de especies maderables en la silvicultura, no solo del costo de la madera talada sino también de los bienes y servicios que presta como hábitat incluida la biodiversidad y la regulación hídrica, se transfiere la riqueza a terceros y se endogenizan los costos.

En Colombia los departamentos con mayor actividad en este sector son: Chocó, donde el daño en biodiversidad biológica es irreparable, aunque no es el de mayor participación en el 0.02% del subtotal valor agregado nacional, siendo los que mas participan Antioquia y Valle seguidos de Santander, Boyacá y Cundinamarca, (Ver anexo No. 1) además estas últimas zonas muestran problemas de regulación hídrica producto de la intensa deforestación, ilustrando como los costos ambientales no está verdaderamente representados por los valores monetarios del mercado.

2.3 DISTRIBUCIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA EN EL PAÍS

En Colombia la oferta de agua total es de 2.084 km³ de volumen anual que se reduce a 34.000 m³ (Oferta Neta) por alteraciones en la calidad y regulación natural (Fr=2.050 Km³). Aunque estos indicadores son distribuidos irregularmente en las diferentes zonas del país (Ideam, 2000). Del volumen total se almacena superficial y temporalmente, 38 km³ (1.81%), distribuido así: 9,635 Km³ (0.47%) en pantanos, 26,65 Km³ (1.30%) en lagos naturales y 0,82 Km³ (0.04%) en los páramos (Ministerio del Medio Ambiente, 1996), mientras que más de 140.000 km³ corresponde a reservas de agua subterránea (Ideam, 2000).

El régimen pluviométrico en Colombia es muy variado debido a fluctuaciones espacio-temporales de la circulación atmosférica y a las diferencias en el contenido de humedad. Del volumen de precipitación anual, un 62% se convierte en escorrentía superficial¹⁹, generando un caudal²⁰ medio de 66.440 m³/s equivalente a un volumen anual de 2.084 km³ que fluye por las 5 vertientes hidrográficas.

2.3.1 Cuantificación de la oferta hídrica por cuencas. Los datos utilizados son parte del estudio El agua. En: Medio Ambiente en Colombia, capítulo 4 realizado por el IDEAM (ver anexo No. 2). Indican que las cuencas más importantes con menor oferta hídrica pertenecen a la zona Andina,

¹⁹ Aguas que se desplazan por la superficie terrestre gracias a la fuerza de gravedad.

²⁰ Es la cantidad de agua que circula de modo natural o no natural por un punto determinado de estudio por la unidad de tiempo.

excluyendo las que poseen características altas de índice de aridez que se relaciona con alta evatranspiración.

Los rendimientos hídricos de interés para el estudio son los pertenecientes a la cuenca del Magdalena-Cauca (ver tabla No. 1 y 2), puesto que es allí donde se asienta una considerable proporción de la población colombiana 80% en los principales departamentos y el mayor auge económico con 85% del PIB nacional, en un área del 24.8% que no es muy significativa, lo cual ejerce sobre la cuenca una gran presión en cuanto a descargas contaminantes que dependiendo del caudal puede reflejar la capacidad de resiliencia.

Tabla No. 1 Cuenca Magdalena-Cauca

DESCRIPCION	CUENCA MAGDALENA-CAUCA	RESTO DEL PAÍS
Área	24.8 %	76.2 %
Oferta Hídrica	10.6 %	89.4 %
Población	80 %	20 %
PIB Nacional	85 %	15 %

Fuente: IDEAM 1996

Tabla No. 2. Volúmenes de oferta hídrica media y neta

CUENCA	OFERTA ANUAL mm ³		OERTA NETA ANUAL mm ³		DEPARTAMENTOS QUE LO CONFORMAN
	Medio	Seco	Medio	Seco	
Magdalena alto	42.945	27.960	25.717	16.975	Huila- Parte de Tolima y Cundinamarca
Sabana de Bogotá	7.132	763	510	55	Hace parte del Magdalena Alto
Magdalena Medio	130.303	93.503	39.389	28.265	Cundinamarca-Santander y Sur de Bolivar
Magdalena Bajo	224.952	162.807	19.013	13.761	Bolivar y Magdalena
Cauca Alto	16.795	7.925	13.973	6.595	Cauca- Valle del Cauca
Cauca Medio	41.784	26.971	14.971	9.6 64	Entre la Virginia (Risaralda) y Caucacia (Antioquia)
Cauca Bajo	72.978	55.844	34.160	26.140	Entre Caucacia (Antioquia) y su desembocadura en el río Magdalena

Fuente: IDEAM, Medio Ambiente en Colombia

2.3.2 Porcentaje de municipios con rango de oferta hídrica baja. En Colombia se presenta una supuesta abundancia de oferta hídrica, pero existen seria señales de preocupación y alarma en algunos zonas del país donde hay un alto porcentaje de municipios en los departamentos con un rango bajo de oferta por unidad de área (excluyendo los de alto índice de escasez) los cuales pertenecen a la cuenca Magdalena- Cauca (Ver anexo 2 Tabla No. 29) donde sus rendimientos comparativos con otras cuencas como la del río Atrato, río Aráuca, río Guaviare son muy bajos.

Los departamentos con mayor problema de oferta hídrica para un año medio (ver anexo 2 Tabla No. 30 y Tabla No. 3) son: Norte de Santander con 78% de municipios afectados y Valle del Cauca con 74% de municipios y para un año seco

el 100% de municipios en el departamento de Quindío y 95% de municipios en el departamento de Norte de Santander.

Tabla No. 3. Porcentaje de municipios en la zona andina con rango bajo de oferta hídrica municipal por unidad de área

DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS (%) AÑO MEDIO	MUNICIPIOS (%) AÑO SECO
Boyacá	54%	76%
Cesar	57%	75%
Cundinamarca	48%	76%
Norte de Santander	78%	95%
Sucre	88%	88%
Quindío	25%	100%
Valle del Cauca	74%	88%

En la actualidad, a nivel nacional existe un adecuado abastecimiento de agua en relación a la oferta hídrica, aproximadamente el 12% de la población presenta índices de escasez alto y medio alto. Pero este escenario puede cambiar en especial en las regiones densamente pobladas que no solo aumenta la demanda sino también la intervención y deforestación de las cuencas.

3. DEMANDA HIDRICA EN COLOMBIA

La sociedad moderna exige grandes cantidades de agua a causa del crecimiento poblacional y sus necesidades de consumo según el nivel de ingreso de la población.

Las personas ricas no solo demandan el consumo básico de agua sino también uno extra indirecto a través de la muchas mercancías que adquiere (las cuales requieren agua en su proceso productivo) y necesidades suntuarias como riego de jardines, piscinas y mayores áreas de aseo, entre otras. Colombia es un ejemplo, donde a medida que aumenta el estrato también lo hace su consumo hídrico (ver tabla No. 4). Dicha tendencia se reproduce a nivel global entre países desarrollados y en vía de desarrollo, en los últimos cincuenta años los niños de un país desarrollado consumen entre 30 y 50 veces más agua que los nacidos en países en desarrollo (ONU, 2003).

Tabla No. 4 Consumo per capita de agua según estrato en la capital de Colombia

Estrato	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Promedio lt/hab/día
Consumo Per capita lt/hab/día	157	168	167	209	218	223	190

Fuente:U. Andes-Estudio del Agua en Bogotá

Sectorialmente la demanda de agua en Colombia, es del 6% de la oferta superficial de agua, donde el 95.73% es consumido por los sectores eléctrico, agrícola y pecuario (véase tabla No.5). Dicho 6% no está distribuido uniformemente en todo el país, en algunas zonas la intermitencia de los flujos debido al deterioro de los ecosistemas que mantienen la oferta natural de agua no alcanza a cubrir sus necesidades.

Tabla No. 5. Consumo de agua

Oferta Hídrica Superficial en Colombia		
Autorregulación		80%
Oferta futura		14%
Consumo hídrico actual por sectores		6%
Consumo Sectorial		
Generación Eléctrica	2144 m ³ /seg	65.28%
Agrícola y Pecuario	1000 m ³ /seg	30.45%
Industrial no Energético	40 m ³ /seg	1.22%
Urbano (Humano)	85 m ³ /seg	2.59%
Rural (Humano)	15 m ³ /seg	0.46%
TOTAL	3284 m³/seg	100%

Fuente: Ministerio de Desarrollo 1998, modificado por datos del Himat 1992.

El consumo hídrico lo forman las necesidades de los ecosistemas (flora-fauna), de los humanos y las reservas futuras, en el decreto 1594 del 26 de junio de 1984 determina cuales son los usos del agua en Colombia, para consumo humano y doméstico; preservación de flora y fauna; agrícola; pecuario; recreativo; industrial y transporte.

Debe tenerse en cuenta que la demanda de agua es igual a la oferta neta, donde incluye la disminución por caudal ecológico y calidad, esta última en especial (ecuaciones No. 2 y No. 3).

$$\text{DEMANDA DE AGUA} = \text{Oferta Neta de Agua} \quad (2)$$

$$\text{Demanda de agua} \quad f \text{ (Calidad del agua)} \quad (3)$$

3.1 ASPECTOS DEMOGRÁFICOS EN EL PAÍS²¹

Uno de los factores que influye en el aumento de la demanda de agua y su consecuente problema de calidad es el crecimiento poblacional que se agrava por la concentración en lugares donde el líquido no es abundante.

En Colombia la población está distribuida en cabeceras municipales y zona rural, concentrada principalmente cerca de los valles de los ríos Magdalena, Cauca, la costa Caribe y en la sabana de Bogotá donde la presión por el recurso es crítica.

La distribución del crecimiento poblacional en las últimas décadas a mostrado una tendencia hacia la concentración urbana en proporción a la rural, de 1973 al 2003 en promedio el área urbana ha sido de 68.34% en comparación al área rural que ha sido de 31.68% (ver tabla No. 6 y Figura No. 2); dicha tendencia se ha debido principalmente por los fenómenos de expulsión presentados en las zonas rurales

²¹ Los datos de población son tomados del censo 1993 y proyecciones con base en ese año e información de otras instituciones.

del país, debido a la violencia política iniciada en la década del 50 y desplazamiento en búsqueda de seguridad social y económica.

Tabla No. 6 Distribución de la Población Urbana y Rural

Año Censo	Población Total	Población Urbano	Población Rural	% Urbano	% Rural
1973	22,886,290	13,656,249	9,230,041	60.0%	40.0%
1985	30,062,207	19,627,615	10,434,592	65.0%	35.0%
1993	37,664,711	25,849,387	11,815,324	68.6%	31.4%
1998*	40,768,721	28,719,052	12,049,669	70.4%	29.6%
1999*	41,534,639	29,382,265	12,152,374	70.7%	29.3%
2002*	43,771,178	31,345,401	12,425,777	71.6%	28.4%
2003*	44,531,434	32,100,244	12,431,190	72.1%	27.9%

La población de estos años son proyecciones D.A.N.E. tomando como base el último censo Nacional del año 1993

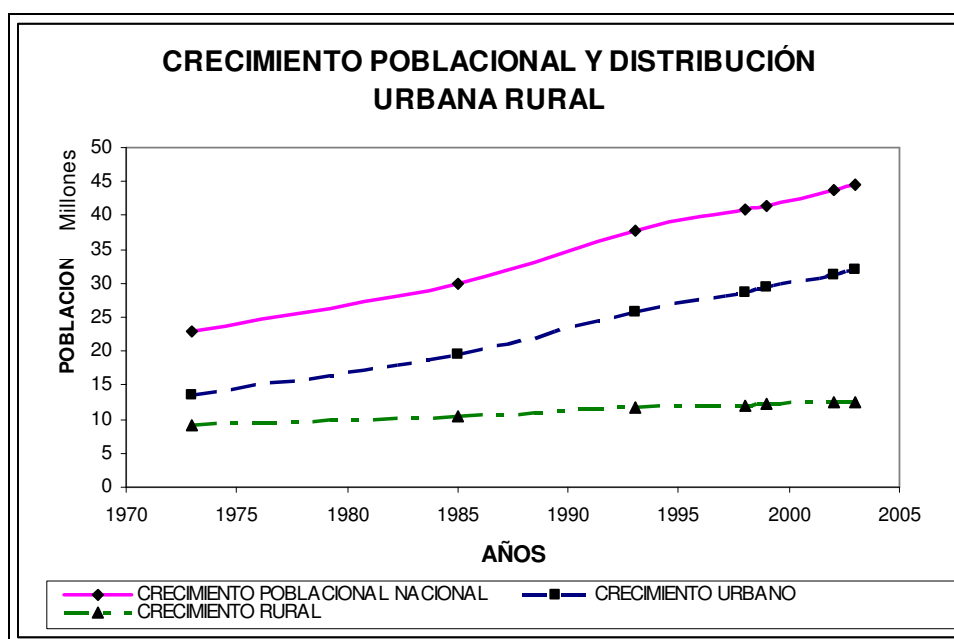


Figura No. 2 Crecimiento Poblacional Y Distribución Urbana Rural

Con el fenómeno de urbanización también aumentó el consumo de agua en las principales ciudades del país, lo curioso es que aunque Cali posee menor población que Bogotá ella tiene mayor consumo hídrico que esta última (ver tabla No. 7 y tabla No. 9); según los datos del Ministerio de Desarrollo Económico la demanda Global era para 1993 de 70.2%, para 1998 del 81.7% y para el 2004 de 98.2%, de la oferta neta de agua, siendo el sector residencial la que mayor consumo representa (tabla No. 8).

Tabla No. 7 Consumo de agua diario

CIUDADES	Lt/hab/día
Bogotá	150
Cali	205
Medellín	151
Valledupar	176
Promedio	170

Fuente: DNP, 1991

**Tabla No. 8 Consumo Urbano de Agua por Sectores
(Demanda año en m³/seg)**

TIPO	1993	1998	2004
Residencial	51.6	59.8	71.4
Industrial	5.2	6.6	8.0
comercial	7.2	8.8	11.1
Oficial	6.2	6.5	6.9
Demanda Global	70.2	81.7	98.2

Fuente: Ministerio de Desarrollo Económico

La concentración poblacional en las principales ciudades del país incremento desproporcionadamente, en ciudades como Bogotá 47 veces y Cali 49 veces en todo lo corrido del siglo, (ver tabla No. 9) dicho fenómeno se debió a la urbanización del siglo XX con los intentos de industrialización orientados a sustituir importaciones de productos manufacturados.

Tabla No. 9 Población de las Mayores Ciudades del País

CIUDAD	CENSO 1993	INCREMENTO 1905-1993
Bogotá	5.484.244	47 Veces
Cali	1.847.176	49 Veces
Medellín	1.834.176	22 Veces
Barranquilla	1.090.618	26 Veces

Fuente: Dane 1995

En Bogotá durante el siglo XX la tendencia en la tasa de crecimiento fue representativa en comparación con el resto del país (ver tabla No. 10 y Fig. No. 3), la mayor tasa de crecimiento poblacional se presentó en el intervalo de la década del 40 al 50 para después disminuir en 1970. Aunque el ritmo de crecimiento es menor, la población sigue creciendo en lo corrido de los años.

Tabla No. 10 Tasas de Crecimiento Demográfico Anual (%)

PERIODO	BOGOTA	COLOMBIA
1938-1951	4.9	2.2
1951-1964	7.0	3.3
1964-1973	5.9	2.8
1973-1985	3.8	2.2
1985-1993	4.2	2.0
1993-2000	3.5	1.9

Fuente: Dane 1996

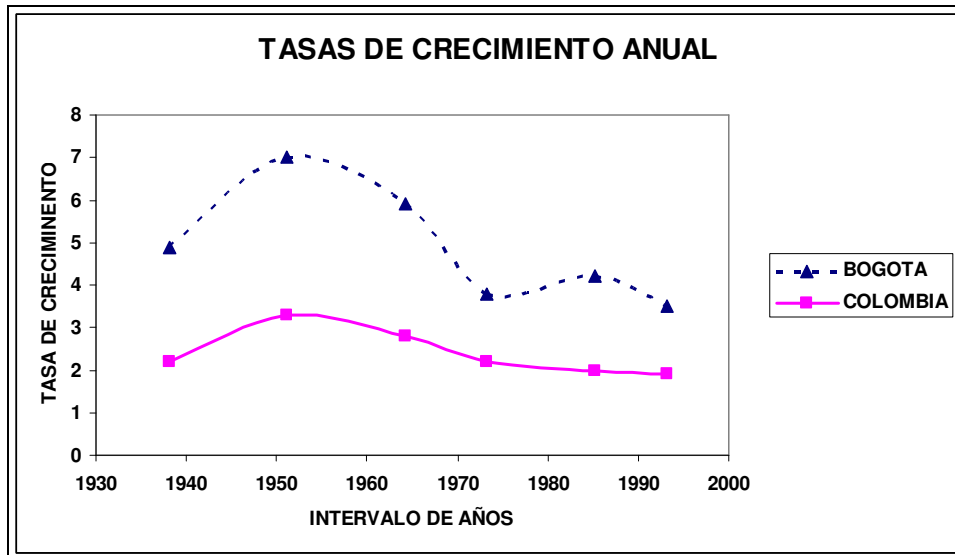


Figura No. 3 Tasas de Crecimiento Demográfico Anual en Colombia

3.2. LAS IMPLICACIONES DE LA PROPIEDAD PRIVADA DEL AGUA

Uno de los efectos de la demanda del agua en un sistema basado en el capital es su privatización que pretende una asignación económica eficiente del agua a cada usuario, establecida por medio del rendimiento más alto para la cantidad disponible dependiendo de cuánto se está dispuesto a pagar por su uso marginal en un bien o servicio específico.

“Valor del producto marginal” que es igual al precio o “valor” del bien o servicio x por el producto marginal de una unidad adicional de agua requerida en el artículo x , además supone por la ley de la productividad

marginal decreciente que el producto marginal de una unidad adicional de agua disminuye en cuanto mas agua sea usada (Becker, 1997).

Dentro de los supuestos de la microeconomía ambiental las rivalidades en las demandas son solucionadas a través del precio del agua, el incremento hace que las personas se vean forzadas a hacer un uso racional del mismo restringiéndose a lo mas básico desplazando dichos usos a otros con mayor eficiencia o mayor productividad.

Los anteriores supuestos se acomodan a un sistema de competencia perfecta para bienes corrientes donde su esencialidad no prima la supervivencia, no encuadra adecuadamente en las características del agua debido a que ella tiende a conformar sistemas de monopolio u oligopolio natural en los que no existe suficiente información acerca de su estructura de costos. Además, el agua como producto manufacturado “agua tratada” en esta lógica de mercado puede llegar a tener precios diferenciales de acuerdo a sus calidades, puesto que el tratamiento es un costo que puede aumentar a medida que el agua es mas contaminada con elementos de mayor peligrosidad, implicando exclusión en las personas con menores ingresos al agua de mejores calidades lo cual va en contra de la equidad y el derecho a la vida, aunque no se le niegue en últimas el acceso al agua.

Un elemento de importancia en los derechos de propiedad del agua es la de concebirse como insumo productivo que se formaliza como privado mediante la norma; pero la propiedad real del recurso es de la naturaleza y de todos no de la individualidad es un bien común por derecho y su uso racional debe partir de la conciencia de su “valor” y no de la especulación del “recurso” mediante el precio.

Otro supuesto neoclásico es el costo de oportunidad del agua donde pesa considerablemente la demanda de una sociedad en “crecimiento” en comparación con la permanencia de hábitat naturales (a pesar del significado de sustentabilidad que ellos tienen), los ingresos económicos o el sustento de personas pobres. En la explotación hídrica con carácter de comercialización ya sea superficial o subterránea, debido a su particularidad de movilidad, contabiliza como insumo de agua los costos de infraestructura y funcionamiento junto a una tasa de descuento²²(en el mejor de los casos) por los costos de oportunidad futura en cuanto sustituibilidad de hábitat, biodiversidad natural y dependencia socioeconómicas de las personas pobres, pero dicha tasa de descuento está determinada por la certidumbre acerca del futuro y como ya se mencionó el sistema hídrico se comporta de manera incierta conllevando a un problema de consumo de reservas futuras siendo en contra de la equidad intergeneracional, además el costo no es transferido al futuro sino apropiado en el presente.

3.3 RELACIONES DEMANDA OFERTA²³:

Para saber donde existe peligro en la sustentabilidad del agua se correlaciona la demanda hídrica con la oferta neta y la capacidad de regulación del ecosistema; siendo de suma importancia en la ubicación de zonas frágiles en la disponibilidad del “recurso” y cuidado sobre posibles efectos negativos, debido a la escasez en cantidad y calidad en la población que allí habita. El IDEAM en el Estudio Nacional del Agua nos suministra tal información con base en índices que se describen a continuación.

²² Financieramente se utiliza para el cálculo del Valor Presente Neto de un capital futuro.

²³ La siguiente información es tomada del estudio Nacional del agua, 2000.

3.3.1. Índice de presión. Da una idea de dónde se tiene mayor presión en las grandes cuencas del país, relación entre la presión de la demanda sobre la oferta²⁴.

El índice de presión muy alto o alto nos indica que existe una mayor demanda en relación a la oferta en una cuenca, siendo preocupante para las poblaciones que se asientan en tales áreas por la amenaza hacia su sustentabilidad hídrica.

- ❖ **Cuencas con índice de presión muy alto.** Tanto para un año medio como seco, pertenece al Alto Magdalena, que afecta a la Sabana de Bogotá y los departamentos de Huila, Parte de Tolima y Cundinamarca. Para un año seco perturba el alto Cauca influyendo sobre los departamentos de Cauca y Valle del Cauca, al igual el bajo Magdalena aqueja los departamentos de Bolívar y Magdalena (Ver tabla No. 11).

- ❖ **Cuencas con índice de presión alto.** Tanto en un año medio como seco las cuencas principales tienen un índice de presión mínimo en comparación a su tributario con índice alto: la subcuencas, río Sogamoso y río Cesar que tributan al medio y bajo Magdalena respectivamente y la subcuenca río Nenchí que pertenece al bajo Cauca. Para tal índice en los años medio y seco, atañen a las cuencas del medio Cauca y del río Catatumbo; para un año medio corresponde el bajo Magdalena y alto Cauca y para un año seco el río Sinú-caribe y el alto Patía, (Ver anexo No. 3).

²⁴ Amplifica el índice de escasez por cien mil, (demanda/oferta neta) x 100.000

TABLA No. 11 DEPARTAMENTOS SOBRE LAS CUENCAS MAGDALENA-CAUCA

CUENCA	DEPARTAMENTOS QUE LO CONFORMAN
Magdalena alto	Huila- Parte de Tolima y Cundinamarca
Magdalena Medio	Cundinamenrca-Santander y Sur de Bolivar
Magdalena Bajo	Bolívar y Magdalena
Cauca Alto	Cauca- Valle del Cauca
Cauca Medio	Entre la Virginia (Risaralda) y Cauca (Antioquia)
Cauca Bajo	Entre Cauca (Antioquia) y su desembocadura en el río Magdalena

3.3.2. Índice de Escasez. Relación porcentual entre la demanda de agua y la oferta hídrica disponible (neta).

- ❖ **Municipios de Colombia con índices de escasez alto.** Tanto para un año medio y seco pertenece al índice alto los municipios de los departamentos de: en *Bolívar*, María la Baja; en *Boyacá*, Tunja; en *Cundinamarca*, Bogotá; En *Norte de Santander*, El Zulia; en *Santander*, Bucaramanga y Floridablanca; en *Tolima*, Coello, Lérica y Saldaña; en el *Valle del Cauca*, La Unión; y en la isla de San Andrés, (Ver anexo No. 5).

Existen municipios con índice de escasez alto que se hallan en cuencas con índice de presión muy alta, como son los casos del alto Magdalena (para un año medio y seco) Bogotá - distrito capital y los municipios de Tunja, Coello, Lérica y Saldaña; para un año seco en la cuenca del Alto Cauca el municipio de la Unión y en el bajo Magdalena, María la Baja, (ver anexos No. 3 y anexo No. 4).

Se proyecta que en el año 2016 puede existir un índice de escasez superior al 20% de la oferta hídrica para el 38% del total de la población.

3.3.3. Índice de vulnerabilidad. Se considera tal índice con el fin de tener elementos cualitativos del grado de fragilidad del sistema hídrico, en términos de seguridad respecto a la disponibilidad de agua en las fuentes, también se considera como un indicador cualitativo del grado de fragilidad del sistema hídrico con respecto al abastecimiento y a la amenaza de sequía; tal índice resulta de interrelacionar la regulación hídrica con el índice de escasez (ver tabla No. 12).

TABLA No. 12 Categoría del Índice de Vulnerabilidad

Regulación hídrica	Índice de escasez	Índice de Vulnerabilidad
Muy baja a baja	Alta a media alta	Muy alta
	Media a mínima	Alta
Moderada	Media alta a mínima	
Baja a Muy baja	Mínima a no significativa	Media
Moderada a alta	Muy alta a media alta	
Alta a muy alta	Mínima a no significativa	muy Baja

Regulación Hídrica. Se consideró no solo el suelo sino también el perfil geológico y la cobertura vegetal, a partir de la hipótesis de que ellos y los bosques densos poseen mayor capacidad de regulación de agua que aquellas clasificadas como coberturas escasas o ralas.

Al interrelacionar los índices de regulación hídrica y de escasez, se obtiene una estimación aproximada y cualitativa del índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua, donde los de muy alto y alto representan riesgos de sustentabilidad del agua (ver anexo No. 4).

- ❖ **.Vulnerabilidad muy alta.** Tanto para un año medio y seco corresponde una vulnerabilidad muy alta producto de una elevada escasez y muy baja regulación en los municipios de los departamentos de: en *Cundinamarca*, Bogotá cuyo riesgo es mayor por hallarse sobre una cuenca con alta presión como es el alto Magdalena y con elevado DBO (1244.52 miles de tn/año) debido al aumento poblacional y auge industrial; en *Santander*, Bucaramanga, la vulnerabilidad puede aumentar debida al acentuación del DBO (129,58 miles de tn/año), producto de la contaminación generada por la población e industrias ubicadas, en Bucaramanga- Piedecuesta, al margen de los ríos o muy cerca de los drenajes de la cuencas hidrográficas. En esta categoría para solo año seco se hallan los municipios en los departamentos de: en *Antioquia*, Medellín la afecta el alto DBO (518.51 miles de tn/año) por las mismas razones que en Bogotá; *en el Norte de Santander*, Los patios la vulnerabilidad no se ve amenazada por DBO (8.54 miles de tn/año) ya que es bajo en comparación a la de las grandes ciudades.

- ❖ **Vulnerabilidad alta:** tanto para un año medio y seco indica alta vulnerabilidad los municipios de los departamentos de: en *Antioquia*, Itaguí; en *Atlántico*, Barranquilla; en *Bolívar*, Cartagena (los anteriores municipios tienen muy baja regulación y escasez baja) y Maria la Baja; en *Boyacá*, Tunja, Samacá y Sogamoso; en *Huila*, Palermo; en *Magdalena*, Ciénaga con escasez media y baja regulación; en *Norte de Santander*, El Zulia y Herrán; en *Quindío*, Armenia; en *Santander*, Floridablanca, Málaga y San Miguel; en *Sucre*, Sincelejo y Ovejas; en *Tolima*, Coello, Lérída, Prado y Saldaña; *Valle del Cauca*, Cali, La Unión y Yumbo (los anteriores

municipios poseen regulación baja y alta escasez); en *La Guajira*, Maicao con escasez mínima y muy baja regulación; en San Andrés existe alta escasez y regulación moderada.

Las ciudades anteriormente enunciadas que se encuentran en un índice de vulnerabilidad entre muy alta y alta pueden sufrir los embates de políticas de privatización del agua que afectan directamente a los más pobres puesto que la escasez hace que el precio del suministro incremente.

4. LA CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA

La cantidad de agua en el planeta siempre es la misma lo que cambia es su distribución y calidad. La variación en la calidad del agua depende de la capacidad de resiliencia del ecosistema hídrico o del potencial tecnológico-científico para tratar o remediar las aguas; las propiedades de reciclaje natural (ver figura No.1 en el marco teórico) muestran como la actividad humana ha sobresaturado con desechos en el corto plazo al ecosistema hídrico impidiéndole conservar una vida sana. Para revertir la contaminación se invierte en capital tecnológico de tratamiento que significa económicamente una relación inversa entre la calidad del agua y los costos de su purificación (a menor calidad mayores costos).

El deterioro de la calidad del agua impacta en la calidad de vida de las poblaciones implicando trastornos infecciosos y problemas de seguridad alimentaria. El agua contaminada principalmente con heces humanas y animales produce enfermedades que pueden convertirse en epidemias tales como el cólera, fiebre tifoidea o ser endémicas con efectos crónicos y debilitantes como infecciones parasitarias; además genera otro tipo de padecimientos derivados de la concentración de metales pesados acumulados en el tejido de los animales que toman el agua contaminada.

La contaminación es una función dependiente del crecimiento poblacional, el crecimiento económico (el cual está dirigido hacia el consumo) y las innovaciones

tecnocientíficas; esto hace recordar la fórmula de impacto ambiental que es igual a la Población, por el Consumo, por la Tecnología; para mantener constante el impacto el peso debe recaer sobre el cambio de las variables independientes.

Impacto Ambiental= Población x Consumo x Tecnología (4)

La anterior función de impacto ambiental sirve como antecedente para teorizar la sustentabilidad del agua según el tipo de tendencia económica. En la *Economía Ambiental* existe un gran “optimismo tecnológico” para solucionar las externalidades del crecimiento económico. Mientras que en la *Economía Ecológica* busca una interdependencia entre las tres variables logrando que el crecimiento económico y poblacional puedan estar en sincronía con el ambiente y complementado por la tecnología; lo anterior no significa un “estado estacionario que va en contra del ritmo de crecimiento sino una crítica a la forma de crecer justificada por estilos de vida basados en el lujo” (Jiménez, 1996).

La teoría debe ser armonizada con la realidad cultural y socioeconómica de los países puesto que se desenvuelven según particularidades especiales. En el caso Colombiano, como en la generalidad de la región de América Latina y el Caribe, es un país dependiente económicamente de la explotación de sus recursos naturales; producción de manufacturas intensivas en mano de obra con bajo valor agregado; alto grado de pobreza; inestabilidad política y gran urbanización que concentra una significativa proporción de su población en las principales ciudades.

La sustentabilidad ambiental y la pobreza son una mezcla peligrosa que crea círculos viciosos endógenos en países con características como la colombiana; existe la necesidad sentida de crecer para superar la pobreza, pero la dificultad

que atraviesa es basar la economía en una tradicional explotación de la riqueza natural y de la energía obrera, las cuales poseen bajo valor agregado y poca competitividad donde los ingresos no reflejan el valor de la presión sobre ecosistemas como el boscoso, hídrico, atmosférico, etc; en tal modelo de crecimiento se produce una deuda ambiental y social. Debe aclararse que no son los individuos pobres, los cuales dependen de la naturaleza para sobrevivir, los causantes principales del deterioro ambiental como se ha querido mostrar, ellos son las víctimas de los grandes proyectos y políticas de desarrollo con desventajas comparativas en el comercio exterior que transfieren la riqueza a los privilegiados del mundo dejando sus costos ambientales al interior del país.

4.2 LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA COMO UN PROBLEMA CULTURAL

La problemática ambiental de contaminación es un problema netamente social el cual no debe identificarse por sus síntomas sino por la forma en que se articula con la naturaleza por medio de las actividades humanas extractivas y productivas, basadas en un sistema cultural occidental donde se desacraliza la naturaleza con un lenguaje pragmático, utilitarista y finalista, cuya meta es el crecimiento económico para sostener su hedonismo.

En contrapartida existen culturas como la de los indígenas en Colombia donde la importancia del mar y el agua están presentes en su cosmogonía, desarrollo y fin de toda vida. Tal lenguaje le da un valor sagrado al agua que asegura su conservación. En dicho lenguaje expresan que en un tiempo originario dominado por la oscuridad, la vida nació en el mar y de las lagunas nació la humanidad donde los ríos se convirtieron en los “caminos de los ancestros”; los ríos también

constituían fuente de vida, ellos viven, respiran, se mueven y tiene memoria (Falchetti, 1998).

- ❖ **CULTURA MHUYSCA:** comunidad andina con cultura del agua o culto lunar. Para los chibchas el agua es el elemento que se opone al fuego, este símbolo cosmogónico se presenta como fuente de vida que nutre el embrión cósmico (elemento femenino). En las aguas como fuente de la vida se guardaba la filosofía, el conocimiento. La laguna es un lugar sagrado considerado como el útero de la Tierra de donde surgió la humanidad. De las aguas primordiales del océano cósmico, laguna Sagrada de Iguaque, surge Bachué o Diosa de la fecundidad, que es la madre que concede la vida, procrea junto con su hijo a los ikas “los hijos de la laguna” para poblar la Tierra y luego transformada en serpiente cíclica (el tiempo) se sumerge en las mismas aguas al fin de la generación (Escribano, 2000).

- ❖ **CULTURA ZENU:** La gente-peze. Para ellos las aguas son mundos animados, ejemplo de ello es el bocachico que es considerado Dios de la reproducción, allí están sus habitantes, “la gente de las aguas” donde hacen sus rituales. Para los makunas de las selvas del Vaupés los peces son la “gente del río” (Falchetti, 1998).

- ❖ **CULTURA KOGUI:** Los pobladores de la Sierra Nevada de Santa Marta explican como en un tiempo originario dominado por la oscuridad solo existía el mar, identificado con la madre universal, que dio origen a la vida (Idem).

- ❖ **CULTURA UWA:** Para ellos las lagunas son lugares sagrados donde se origina la humanidad; son puertas que llevan al mundo de abajo, el mundo femenino y fértil de la Madre Tierra (Idem).

- ❖ **CULTURA AMAZONA:** En ellos se advierte la importancia del río en el surgimiento de la gente y en el poblamiento del territorio. En una gran canoa en forma de serpiente acuática, navegaba los ríos donde iban saliendo de ella los primeros hombres para dar origen a las diferentes tribus (Idem).

- ❖ **CULTURA EMBERA:** Del Occidente colombiano buscan el balance entre la selva (tierra), el río y la humanidad, la cual se refleja en como surgió su gente de la unión primigenia de la tierra y el agua, los emberas nacieron del barro son la gente de barro (Idem).

4.3 LOS EFECTOS DEL CRECIMIENTO ECONOMICO: CONTAMINANTES DEL AGUA

Los contaminantes se catalogan en el agua según su naturaleza química y física²⁵, los cuales pueden ser:

4.3.1 Desperdicios Orgánicos²⁶. Son desechos degradables mediante procesos biológicos, químicos y físicos donde utilizan oxígeno. Los sectores

²⁵ G. Tyler, Millar, Jr., Resource Conservation and Management, Wadsworth Publishing Company, Belmont, Calif., 1990 Tomado de Barry Field

industrial, agropecuario y doméstico, son los que mas producen materia orgánica contaminada medida como Demanda Bioquímica de Oxígeno²⁷ (DBO), proveniente del alcantarillado doméstico, de procesadoras de alimentos; químicos como pesticidas, detergentes, disolventes y aceites. Del total de DBO más del 80% corresponde a descargas provenientes de las actividades agrícola y pecuaria (Ministerio del Medio Ambiente, 2002a.

4.3.2 Sustancias Inorgánicas. Químicos como metales tóxicos, sales, ácidos, nutrientes agrícolas como compuestos de nitrato y fósforo.

- ❖ **Los Metales Pesados.** “Las concentraciones superiores a las encontradas en las aguas naturales pueden perjudicar a los seres vivos al acumularse en la cadena alimenticia. Son muy peligrosos, por que no se degradan biológica ni químicamente”²⁸ (Min.Agricultura, 1992). Los metales pesados proceden de diferentes fuentes de las industrias, la explotación minera incluida la petrolera la agricultura y la doméstica. Provocan enfermedades como en el caso del cadmio daños en los riñones y el sistema hormonal; en el mercurio el efecto es sobre los procesos metabólicos de los organismos, especialmente en el hígado, riñones y tracto digestivo; en el plomo el 90% se acumula en los huesos, su acción se refleja en alteraciones del metabolismo como anemia, agotamiento, pérdida de peso y daños crónicos

²⁶ Los parámetros para evaluar los desperdicios orgánicos: oxígeno disuelto (OD²⁶), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO²⁶) y los sólidos suspendidos totales (SST²⁶).

²⁷ Indicador de la capacidad de polución de un efluente expresada por el consumo de oxígeno disuelto por parte de los microorganismos que descomponen la materia orgánica presente en el propio efluente.

²⁸ Forstner y Müller, 1974. Tomado de Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia Bogotá. 1992

en los riñones, el órgano mas perjudicado es el cerebro, los niños son los mas afectados disminuyendo el coeficiente de inteligencia.

- ❖ **Los Metales Pesados en la Pesca del Río Magdalena²⁹.** En el alto Magdalena a la altura de los municipios de Honda y Tolima se encontró en el Bocachico cobre y mercurio excediendo este último la ISTP³⁰, dicho mercurio es bioamplificado es su forma mas tóxica el metilmercurio y consumido por los humanos a través de los peces. Los altos niveles de mercurio pueden proceder del aumento de la minería de oro en el río Magdalena, ya que la relación entre oro y mercurio es de 1:1. El mercurio es considerado como el veneno más peligroso en el medio ambiente. La población de mayor riesgo son los pescadores y sus familias al ser el pescado la base de su dieta alimenticia (Fundación Río Magdalena, 1995).

- ❖ **Plaguicidas.** Son sustancias que previenen, destruyen, repelen o mitigan cualquier peste; se clasifican en: inorgánicos, orgánicos naturales y orgánicos sintéticos, mercuriales, compuestos fosforados, azufrados, etc. Pueden acumularse en la cadena alimenticia y contaminar el medio ambiente (Ideam, 2000). Su uso excesivo causa en algunas especies resistencia a los compuestos, exigiendo mayores dosis que afectan la fertilidad.

- ❖ **Fertilizantes.** Pueden ser minerales u orgánicos. Las aguas enriquecidas con sus nutrientes causan eutrofización, cuyo efecto es la sustitución de

²⁹ Estudio realizado por la Fundación del río Magdalena, ellos tomaron en 1995 muestras de los peces Bocachico y Nicuro en los municipios de Honda y Tolima para medir los niveles de cadmio, cobre, mercurio, plomo y zinc.

³⁰ Ingestión Semanal Tolerable Provisional

especies ícticas³¹ y aumento de algas que llegan a producir toxinas y desoxigenación del agua dando lugar a mortandad de peces. Los efectos de los fertilizantes minerales generan asfixia al medio acuático por efecto de la unión de los fosfatos agrícolas con los urbanos, además de la contaminación de las aguas subterráneas por la lixiviación³² de nitratos. Los fertilizantes orgánicos (estiércol) contienen metales pesados como cobre en el caso de las excretas del ganado porcino y amoníaco (volatilización), procedente de su almacenamiento, capaces de acidificar los suelos, contaminar las aguas subterráneas y agotar el oxígeno disuelto.

4.3.3 Contaminantes no Materiales. Radioactivos y temperatura. Al aumentar la temperatura del agua se incrementa la velocidad de las reacciones químicas afectando la disponibilidad de oxígeno; como consecuencia se puede presentar mortandad masiva de peces y mayor crecimiento de bacterias y fitoplancton. Las temperaturas anormalmente altas proceden de termoeléctrica, siderúrgicas, fundiciones y de plantas de tratamiento de aguas residuales.

4.3.4 Agentes infecciosos. Producen enfermedades infecciosas transmitidas por microbios, bacterias, virus y parásitos. La carga contaminante con patógenos proviene particularmente de los residuos líquidos domésticos, los centros de salud, la industria de procesamiento de animales (mataderos) y las actividades pecuarias. Un indicador de la contaminación con patógenos es el número de coliformes.

³¹ Peces

³² Proceso de lavado que realiza el agua infiltrada en el suelo.

Dentro de los agentes infecciosos se hallan las *bacterias* que pueden producir fiebres entéricas, septicemias, gastroenteritis, disentería y cólera. De los *virus* presentes en la excreta humana existen más de 100 clases entéricos que pueden producir infecciones como polio, echo, coxsackie los rotavirus, reovirus, parvovirus, adenovirus y virus de la hepatitis A. *Parásitos* conocidos como la entamoeba histolytica responsable de disenterías amebianas y de la hepatitis amebiana, la Giardia lamblia causante de enfermedades gastrointestinales y lombrices intestinales como Ascaris y Taenias (Traverso, 1996).

- ❖ **Enfermedades producto de la contaminación del agua.** *La falta de higiene personal y doméstica* es una condición para la proliferación de enfermedades que se caracterizan por la escasez o la inaccesibilidad del agua, producto de la pobreza, causando diarreas y enteritis; afecciones cutáneas y oculares como el tracoma y la conjuntivitis; además de la sarna y el tifus que se asocian con la infestación de piojos. *Enfermedades causadas por agua contaminada con heces* los cuales son hábitat de agentes patógenos o huéspedes de parásitos donde los medios de transmisión son por contacto al bañarse, trabajar o nadar en ellas; por la ingestión de moluscos, crustáceos, peces o plantas acuáticas; por su consumo directo, que puede producir fiebre tifoidea y hepatitis infecciosa e indirectamente a través de bebidas y alimentos alterados con dicha agua, que causan cólera, disentería bacilar y amebiana; o puede contraerse accidentalmente por medio de actividades recreativas como la natación donde penetran a las vías respiratorias por las mucosas olfativas de los nadadores causando a menudo meningoencefalitis mortal. *El agua como hábitad* alberga bacterias como la legionella que se transmite por aspersión a través de los grandes sistemas de aires acondicionado y calentadores de

agua afectando las vías respiratorias y los vectores de hábitat acuático como los mosquitos que transmiten la malaria, el dengue, la fiebre amarilla y la encefalitis japonesa (Idem).

En Colombia las estadísticas de morbilidad³³ y mortalidad muestran que las enfermedades infecciosas intestinales para 1999 afectaron a la población infantil menor de cinco años, en el caso de los hombres reportó 145 muertes y para las mujeres 121 muertes (Ministerio de Salud, 1999); así como prevalencia de lepra con una tasa de incidencia de 4.6% y 2.001 casos (Información del Instituto Nacional de Salud³⁴, 2001); en 1991 se reportó 12.210 casos y 208 defunciones en 248 municipios por una epidemia de cólera. En el caso de otras enfermedades relacionadas con la contaminación del agua no hay disponibilidad de información, pero no implica que no exista el riesgo de adquirir dichas enfermedades (Ministerio de Salud, 2003). En Colombia no existe gran bibliografía referente a los efectos de la contaminación hídrica, ni tampoco estudios que relacionen la contaminación de las fuentes de agua con un problema de seguridad pública.

³³ Proporción de individuos de una población que padece una enfermedad en particular.

³⁴ Programa de Vigilancia y Control de Tuberculosis y lepra.

4.4 RESPONSABLES DE LA CALIDAD DEL AGUA EN COLOMBIA.

En Colombia el Ministerio del Medio Ambiente establece los límites máximos permisibles de descarga de las aguas residuales a las fuentes naturales con el fin de evitar su deterioro ambiental pero los encargados del control de vertimientos y cumplimiento de la legislación ambiental son las entidades que manejan el recurso hídrico: Las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y las Unidades Ambientales Urbanas (UAU) o Unidades Ambientales Administrativas que pertenecen los Departamentos Administrativos del Medio Ambiente (DAMA) de las grandes ciudades, ellas velan por la preservación de los cuerpos de agua a los cuales son descargados los residuos líquidos de fuentes puntuales. Para su logro implantan programas de control de vertimientos e instrumentos regulatorios y económicos. Los primeros comprenden normas nacionales y locales que limitan las concentraciones y cargas de sustancias contaminantes en los vertimientos líquidos, entre las que se incluyen la “carga orgánica (DBO_5 y DQO_5), los aceites y grasas, los sólidos suspendidos y sedimentables, algunos metales pesados y ciertas sustancias potencialmente tóxicas” (Ministerio del Medio Ambiente, 2002b). Los instrumentos regulatorios se rigen por el Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 que ha sido hasta el momento el principal medio para controlar la contaminación de aguas en el país. Reglamenta los usos y residuos líquidos en Colombia, donde considera las sustancias de interés sanitario en el artículo 20, así como los criterios de calidad según los usos del agua en el capítulo IV, según sea para consumo humano y doméstico; preservación de flora y fauna; agrícola; pecuario; recreativo; industrial y transporte. En el capítulo VI, del mismo decreto, habla sobre los vertimientos de los residuos líquidos y las normas de vertimiento. A su vez con la Ley 99 de 1993 se complementó el control de la contaminación de aguas con instrumentos económicos, mediante cargos por contaminación o tasas

retributivas definidas en el Decreto 901 de 1997 del Ministerio del Medio Ambiente y en sus resoluciones reglamentarias.

Respecto a las anteriores normativas surge el conflicto de la equidad en su aplicación entre los agentes contaminantes puesto que no es eficiente ni generalizada justificada en los altos costos que exige su control.

4.4.1 Las Tasas Retributivas por vertimientos. En el decreto 901 de 1997 reglamenta el cobro de tasas retributivas por concepto de las consecuencias nocivas de las descargas de sustancias contaminantes depositadas por cualquier actividad humana sobre la atmósfera, el agua y el suelo; esta tasa se cobra según los costos sociales y ambientales de los daños causados por los desechos contaminantes y los costos de recuperación del recurso afectado. Por ello es considerado como un impuesto pigoviano que persigue como objetivo un comportamiento racional en los usuarios especialmente en las industrias cambiando el costo de la tasa por una producción limpia.

La tasa se aplica a todos los usuarios residenciales o industriales cuyos vertimientos estén dentro de los límites permisibles por la ley. Para usuarios conectados a la red de alcantarillado la responsabilidad de las tasas las asume la Empresa de Alcantarillado, mientras que en los casos restantes es de los usuarios individuales (Idem). Las mediciones y sus costos son asumidos por las empresas que deben reportar a las CARs un formato de auto-declaración de vertimientos para poder pagar la tasa retributiva.

Quienes invierten en producción limpia tienen derecho a estímulos económicos como: reducción del impuesto predial; exenciones tributarias (IVA y otros) en la adquisición e importación de equipos de control de contaminación y producción limpia (ley 23/95); ventanillas de asistencia técnica para Pymes, exención de pago de caracterización de vertimientos; sellos verdes y certificaciones (Idem).

4.5 PRINCIPALES CUENCAS HIDROGRAFICAS AFECTADAS

La cuenca hidrográfica *Magdalena – Cauca*, tanto en su curso principal como en sus afluentes reportan los índices de contaminación más elevados del país proveniente de desechos domésticos, industriales, agrícolas y petroquímicos.

En los principales departamentos del país existe fuerte degradación por contaminación química localizada en centros urbanos e industriales de Bogotá, Cali, Medellín, Bucaramanga y Cartagena y áreas de influencia de los ríos *Cauca*, *Bogotá*, y *Medellín* (Ver tabla No. 13), los dos últimos junto al río Sogamoso presentan regularmente fosfatos³⁵ orgánicos mayores que en los demás ríos debido a la carga de materia orgánica en las aguas negras.

³⁵ Son productos formados por la sustitución de parte o todo el hidrógeno del ácido fosfórico por metales.

Tabla No. 13 Principales ríos afectados por los vertimientos de centros Urbanos

RIO	CIUDAD	CARGA DBO (TON/DIA)
BOGOTA	Bogotá, Soacha y poblaciones aledañas	260
CAUCA	Cali, Yumbo, Palmira, Buga.	64
MEDELLIN	Medellín , Valle de Aburrá	150
MAGDALENA	Barranquilla	40
COMBEIMA	Ibagué	25
CHULO Y CHICAMOCHA	Tunja y el corredor industrial Paipa-Sogamoso	Información no disponible
LEBRIJA	Bucaramanga, Girón	30
PAMPLONITA	Pamplona y Cúcuta	Información no disponible
Pasto	Pasto	Información no disponible

Fuente: IDEAM

4.5.1 El Río Magdalena. El río Magdalena nace en el Macizo Colombiano en el departamento del Cauca donde también nace su principal afluente, el río Cauca; posee una extensión de 274 mil kilómetros cuadrados; ocupa el 22.5% del territorio; se asienta el 80% de la población colombiana en las cinco ciudades más importantes del país, Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla y Cartagena y produce el 85% del Producto Interno Bruto nacional (Cormagdalena). El perfil del río inicia en San Agustín, pasa por Neiva, Purificación, Honda, La Dorada, luego por su margen derecha, al oriente de la ciudad de Girardot confluye el río Bogotá, continúa su curso hasta llegar a Barrancabermeja; seguidamente del Banco y Calamar para luego desembocar en Bocas de Ceniza en Barranquilla y la Bahía de Cartagena por el canal del Dique. En la cuenca se genera el 75% de la producción agropecuaria nacional y se desarrolla más del 90% de la producción cafetera. Así mismo produce el 70% de la energía de origen hidráulico y el 90% de la termoeléctrica. La extracción de petróleo y la

minería alcanzan igualmente una gran importancia. La producción de crudos representa cerca del la cuarta parte de la producción nacional y se encuentra el 72% de la infraestructura para el transporte del petróleo. La minería esta representada en yacimientos y explotaciones de oro, plata, hierro, níquel, cobre, arcilla, calizas, mármol, barita, feldespato, yeso, magnesio, carbón, esmeraldas y fosfatos (Idem).

Las actividades anteriores aportan altos niveles de grasas en aguas crudas en *La Dorada, Barrancabermeja y Barranquilla*; fenol en La Dorada y Barrancabermeja; plomo en Barranquilla y Barrancabermeja; mercurio en Barrancabermeja, Boyacá, Santander, Tolima y Honda; metales pesados como el cobre, el hierro y el manganeso figuran en todos los sitios anteriores en concentraciones superiores a los limitantes permisibles para la vida acuática. La proporción de microorganismos aumenta después de *Neiva* sobre el río Magdalena y luego de la confluencia con el río Bogotá en *Girardot*, presentando altísima contaminación bacteriológica, por lo tanto no es aconsejable utilizar el agua del río para consumo humano si no se realiza tratamiento previo (Ministerio de Agricultura, 1992). Además, se asocia a la contaminación orgánica el alto DQO en los vertimientos de las ciudades de Bogotá y Pasto, así como en el río Chicamocha; déficit de oxígeno, mayor a 60%, en los vertimientos domésticos e industriales de Bogotá-Soacha, Cali-Yumbo y Medellín-Valle de Aburrá; alta demanda de oxígeno procedente de descargas industriales en ciudades como *Barranquilla, Cali y Barrancabermeja*; además el río arroja aproximadamente 200 millones de toneladas de sedimentos al año sobre el Mar Caribe.

4.5.2 El río Bogotá. En su nacimiento en el Alto de La Calavera, páramo de Guachaneque, municipio de Villapinzón, al nororiente de Cundinamarca, a 3300 m.s.n.m, es agredido por el avance de la frontera agrícola hacia zonas de páramo y subpáramo, por encima de los 3000 m.s.n.m, generando un proceso de destrucción de la cobertura vegetal para destinar estos terrenos inicialmente al cultivo de papa y luego a pastizales para ganadería extensiva y la cría de ganado lechero la cual es su principal base económica; el incremento en el cultivo industrial como el de flores que consume 300 m³ por semana, representa aproximadamente el 80% de la producción nacional; los cultivos de fresas y hortalizas y aguas residuales domiciliarias lo afectan con alto contenido de nitrógeno orgánico y amoniacal, sólidos volátiles, elevado recuento total de microorganismos y de coliformes además de bajo oxígeno disuelto (OD). Los primeros municipios en su paso, Villapinzón y Chocontá lo contaminan con basuras, desechos agrícolas y domiciliarios, asimismo con la descarga directa de 180 industrias del tratamiento de cueros y curtiembres (principalmente metales pesados); posteriormente recibe los vertimientos de domicilios e industrias a la ribera del río que no disponen de sistema de tratamiento en Zipaquirá, Tocancipa, Cajicá; luego pasa por Bogotá donde presenta valores mayores a 100 mg O₂/L en DQO, seguidamente de Funza, Mosquera y Soacha, donde se encuentra mas de 11.000 industrias que participan con el 30% del PIB; en el último tramo llega al Salto del Tequendama donde se oxigena y los valores de DQO bajan a 25 y 50 O₂/L antes de llegar al río Magdalena, aunque el proceso de degradación en DQO es intensivo no logra una total auto purificación. El Magdalena en Girardot a 280 m.s.n.m, recibe del río Bogotá una carga de 260 ton/día en DBO; sustancias químicas industriales como: 0.95 ppm de mercurio, 0.015 ppm de plomo ó 79 Kg, 0.05 ppm de arsénico, 79 Kg de Cromo, 20.4 Tn de hierro, 5.2 toneladas de detergentes, 1473 Ton en total de sólidos

suspendidos, además de grasas, zinc, manganeso y trazas de fenol, aguas de drenaje de los sistemas de riego y aguas residuales domésticos e industriales de 27 municipios (Sociedad Geográfica de Colombia, 1992). Sumado a lo anterior, en gran parte de la Sabana de Bogotá se presenta baja precipitación y alto grado de ocupación poblacional, cuyo crecimiento ha desbordado la capacidad de asimilación natural del entorno indicando notoria escasez en varias subcuencas de los ríos Chicú, Frío, Subachoque, y en general sobre la región que ha obligado a abastecerse de otra cuenca en su 65% y del agua subterránea de forma intensiva, indicando que se ha sobrepasado en su capacidad de carga. La utilización del agua subterránea provoca el descenso del nivel freático y la desecación de los suelos, con el consiguiente impacto en las posibilidades de su aprovechamiento, lo cual obliga a acudir al riego permanente, conllevando a problemas de salinización y de alcalinización del suelo, dicho uso pone en peligro alto y medio la zona del centro de la Sabana y en el valle del río Chicú -, y por los contenidos de Hierro en municipios como Tabio, Tenjo, Cota y Chía.

- ❖ **El problema de seguridad pública en Sibaté:** En el municipio de Sibaté que pertenece a la provincia del Tequendama en Cundinamarca habitan 35.000 habitantes que conviven con los efectos de la contaminación del embalse del Muña como son los malos olores, los vectores y roedores los cuales generan un sin número de enfermedades en su población. El problema de contaminación surge cuando las aguas del río Bogotá en su parte baja, después de haber captado la contaminación de la parte alta y media del río, son vertidas al embalse para poder generar energía eléctrica por parte de la empresa con capital español EMGESA, este es un claro ejemplo del conflicto de intereses entre el capital privado y la salud de una población. Al anterior conflicto el Ministerio de Protección Social a recurrido

a la fumigación y la CAR ha propuesto como alternativa de solución un plan de ordenamiento territorial, la desecación de una parte del embalse o la adecuación del Muña como una planta de tratamiento de Bogotá, esta última alternativa estaría beneficiando a la empresa española EMGESA puesto que estarían puestos sus intereses.

4.5.3 El Río Cauca. Existe una acelerada urbanización en los seis departamentos que bordean la cuenca Cauca los cuales producen basuras y aguas residuales provenientes de los municipios (60%); industrias (25%) y actividades agrícolas (15%), que unida a los acentuados procesos de deforestación como resultado de las obras de ingeniería civil, mineral, forestal y agrícola aligeran su deterioro. La inadecuada agricultura de ladera y del valle aluvial son causantes de erosión hídrica en los departamentos de Cauca, Valle, Risaralda, Caldas y Antioquia a raíz del sobreuso y poca eficiencia del riego agrícola significando una cantidad de sedimento aproximado de 120 mil toneladas al año, sumado al deterioro del suelo por alta salinidad. La contaminación orgánica mas crítica se halla en el tramo del corredor industrial Yumbo y Media Canoa. Las mayores demandas de agua se ubican en los departamentos de Cauca, Valle y Risaralda donde se evidencia crecimiento agrícola, forestal y demográfico, unido a ello está el impacto en la calidad del agua proveniente del riego agrícola del Valle del Cauca y Risaralda. A su vez, las explotaciones mineras de magnesio, bauxita, oro y carbón adelantadas en Cauca, Valle, Caldas y Antioquia contaminan las aguas de más de 80 de sus afluentes muchas de las cuales son destinadas a acueductos urbanos y rurales. Obras de infraestructura como la presa de Salvajina impactó la fauna ictiológica disminuyendo y desapareciendo muchas de las especies desde Cauca y el Valle hasta Antioquia y Bolívar. En el Bajo Cauca existe grave contaminación hídrica

con metales y fuerte erosión provocada por las inadecuadas técnicas en la explotación de oro y plata. La turbidez en el río Cauca se halla ubicada en el corredor industrial Cali- Yumbo, la depresión Momposina y Barranquilla (Tierra Verde, 1994).

4.6 LOS SECTORES CON MAYOR PARTICIPACIÓN EN LA CONTAMINACIÓN HÍDRICA DE COLOMBIA.

En Colombia los sectores con mayor consumo de agua son las actividades agrícolas, industriales y domésticas que implican gran contaminación de diferente tipo.

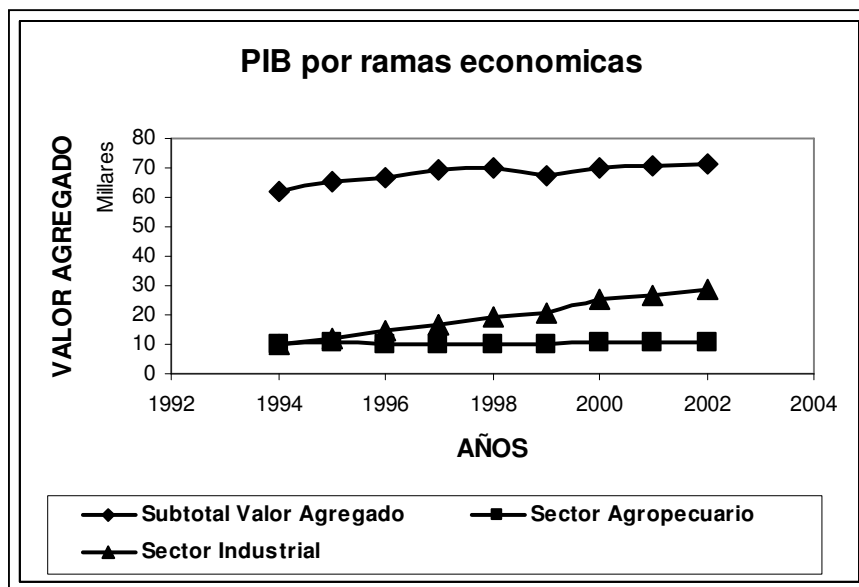


Figura No.4. PIB por ramas de actividad económica en Colombia

4.6.1 La Actividad Industrial. Las industrias producen toda clase de contaminantes hídricos ya sea orgánico o inorgánico los cuales en la legislación ambiental colombiana están limitados por el decreto 1594 de 1984, dichas industrias para su funcionamiento necesitan derechos de vertimientos que son regulados por la autoridad competente (CARs) como también gravados con tasas por uso y en caso de exceder la norma tratamiento previo. En Colombia el 75% de las industrias vierten sus desechos principalmente a la cuenca Magdalena-Cauca que incluyen desechos tóxicos provienen de las curtiembres, la metalmecánica, recubrimiento de metales y la elaboración y/o manipulación de productos químicos en general; industrias con efluentes corrosivos como el recubrimiento metálico, los textiles y la fabricación de fosfatos, ácidos y sus derivados entre otros; dentro de las industrias que generan altas cargas orgánicas están: los alimentos, bebidas y otros como azúcar, curtiembres, jabones, papel, glicerina y productos de aseo personal principalmente; en las empresas que generan elevadas cargas de sólidos en suspensión se hallan la industria extractiva, los concretos, las curtiembres y el sacrificio de aves y ganado; además de empresas como la textilera que vierte aguas con altas temperaturas (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

Según la información del DANE sobre PIB departamental, la actividad industrial es la actividad mas importante en el crecimiento económico de Colombia, ella representó en promedio de 1994 al 2002 el 28.24% del PIB nacional con 19.439,11 millones de pesos (Ver anexo No. 5), participando los departamentos de Antioquia, Medellín-Valle de Aburrá; Cundinamarca, Bogotá-Soacha; Valle del Cauca, Cali-Yumbo donde se ubican los focos de mayor auge industrial en Colombia. En las anteriores ciudades los subsectores con mayor contaminación orgánica y sólidos suspendidos totales son Textiles (CIUU 321), Cuero y

subproductos (CIUU 323) y otros productos químicos (CIUU 352), según las cuentas ambientales del DANE para el lapso de 1994 a 1999. Durante el periodo 1990 al 2001 la participación en promedio del valor agregado del PIB nacional de la actividad industrial departamentalmente fue: en Cundinamarca con 657.573,583 millones de pesos correspondiente a 19.87%; en Bogotá aportó 240.845 millones de pesos para un porcentaje de 20.17; en Antioquia contribuyó con 2.029.311,25 millones de pesos y 20.95%; en el Valle del Cauca participó con 1.688.271,42 millones de pesos y 22,02%. A su vez, el promedio de exportaciones (FOB US\$) de 2000 al 2003 ha sido de 6'744.082.686,25 con una tendencia decreciente desde el 2001 (Proexport).

4.6.2 La actividad agrícola. La producción agrícola demanda una buena parte de la demanda hídrica total en Colombia 1000 m³/seg (30.45%), como también agroquímicos que no solo contaminan el líquido si también el suelo implicando costos en el tratamiento de salinización del suelo, pérdida de biodiversidad y especies ícticas por efecto de la eutrofización y tratamiento de afecciones humanas.

Las zonas mas afectadas por la aplicación de agroquímicos son: el *Valle del Cauca* y la *sabana de Bogotá*, entre otras, de gran producción agrícola y con cultivos muy tecnificados, además del *Valle del alto Magdalena*, *Valle alto del río Cauca*, *Altiplano Cundiboyacense*, *Altiplano Nariñense*, *Zonas algodoneras y arroceras de los llanos Orientales*, *Valle del río Zulia*, *Zonas algodoneras y bananeras de la costa Atlántica*, *Zona cafetera*. Las zonas más críticas y de alto riesgo son las productoras de arroz, algodón, ajonjolí y flores, seguidas de las de papa, sorgo, banano y hortalizas (CAR, 1999).

El Sector Agropecuario es el segundo renglón de importancia en la economía del país, ella ha aportado en promedio desde 1994 al 2002 un 15.35% del PIB nacional y 10.449,44 millones de pesos (ver anexo No. 5). Durante el periodo 1990 al 2001 la participación en promedio del valor agregado del PIB nacional de la actividad agropecuaria departamentalmente fue: en Cundinamarca apoyó con 1.021.272,5 millones de pesos correspondiendo al 30.87%; Antioquia aportó 1.332.359,58 millones de pesos que representa 13.75%; en el Valle del Cauca contribuyó con 563.280,5 millones de pesos y 7,28%. El promedio de exportaciones (FOB US\$) de 2000 al 2003 ha sido de 1'168.986.585,25 con una tendencia creciente (Proexport).

4.6.3 La Actividad Petrolera. El petróleo es altamente contaminante para los ecosistemas en sus tres fases: en la extracción, transporte y procesamiento por efecto de los derrames ya sean provocados o accidentales. En la fase de extracción además del petróleo vienen asociados otros elementos como agua y gas natural; el agua contiene además de sales, azufre y otros elementos nocivos, una temperatura elevada que debe ser reducida al igual que los anteriores contaminantes para que puedan ser parte del agua corriente; el gas natural al usarse genera el calentamiento global que incide indirectamente en la oferta hídrica a través del ciclo hidrológico.

- ❖ **Las zonas afectadas por hidrocarburos.** La industria de refinación de petróleo descarga a los cuerpos de agua, especialmente el río Magdalena, compuestos altamente tóxicos como fenoles. A su vez los derrames de petróleo crudo son otra causa de contaminación, las áreas perjudicadas se ubican en la región de la cuenca del río Catatumbo, en la llanura del valle medio y bajo Magdalena (Santander, Cesar y Sucre) y en los departamentos de Putumayo y Nariño, además de las cuencas *Arauca*,

Putumayo y Casanare. El oleoducto mas afectado por voladuras es Caño Limón que pertenece a Coveñas, tubo 190 atentados con costos de descontaminación de 1986 a 1991 de 6'190.562.000 pesos (ver tabla No. 14). Igualmente se destacan los centros de refinería y almacenamiento tales como: *Cartagena, Guamo, Tibú y La Dorada;* Centros como *Cartagena y Barrancabermeja* son críticos por los grandes complejos petroquímicos (Ministerio de Agricultura, 1992).

Evidencia de la contaminación ambiental por esta causa fue la investigación realizada por la Contraloría General de la República solicitada por los municipio de Cicuco³⁶ y Talaigua, en la concesión Cicuco-Violo de la Texaco y Socony Mobil publicada en el 2001; la investigación evaluó los costos de los frecuentes vertimientos industriales y continuos derrames de hidrocarburo a los cuerpos de agua tan solo para el recurso pesquero y estableció una cuantía superior a los 969.000 millones de pesos a precios constantes de 1991 (CENSAT, 2003).

Tabla No. 14 ATENTADOS AL OLEODUCTO CAÑO LIMON COVEÑAS

AÑO	No. de atentados	Cantidad de petróleo derramado en barriles (bls)	Costo de descontaminación en pesos
1986	23	108.618	336.210.000
1987	11	11.048	46.096.000
1988	50	326.396	1.807.356.000
1989	29	83.614	667.624.000
1990	23	100.030	1.161.376.000
1991	58	176.216	2.172.200.000
TOTAL	194	805.922	6.190.562.000

Fuente: Sánchez Triana, Viña, Uribe, 1992, tomado del DNP.

³⁶ Isla ubicada en el departamento de Bolívar en la depresión momposina, conformada por los desbordamientos de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge y Cesar.

4.6.4 La Actividad Doméstica. El sector doméstico demanda agua potable dependiendo del estrato socioeconómico, el clima y las tarifas del servicio que puede variar entre 112 y 226 l/hab día, siendo el consumo medio 175 L/hab día³⁷.

Más del 50% de las cargas contaminantes son generadas por aguas residuales domésticas de los municipios siendo los principales contaminantes las heces y la orina humana, seguido de los residuos orgánicos de la cocina, estas presentan un alto contenido de materia orgánica biodegradable y de microorganismos que por lo general son patógenos; además se encuentra grasas, jabones y detergentes; sólidos suspendidos y disueltos; nitrógeno y fósforo. “Se estima que en Colombia se descargan diariamente cerca de 700 toneladas de carga orgánica del sector doméstico urbano a los cuerpos de agua” (Ministerio del Medio Ambiente, 2002c).

La concentración de coliformes en los cuerpos de agua superficial provenientes de los residuos líquidos domésticos, del orden de 2.400 NMP³⁸/100 ml, se encuentran en áreas metropolitanas y centros urbanos mayores tales como Bogotá - Soacha; Cali - Yumbo; Medellín - Valle de Aburra; Bucaramanga-Floridablanca; Pereira - Dosquebradas - La Virginia; Barranquilla - Soledad; Cartagena - Mamonal y Santa Marta, entre otros; afectan al igual ecosistemas hídricos tan importantes como los ríos Bogotá, Cauca, Medellín, Magdalena, Otún- Consota, la bahía de Cartagena y Barranquilla, entre otros. Según el Inventario Nacional del Sector de Agua Potable y Saneamiento del Ministerio de Desarrollo, cerca de 1300 cuerpos de agua están siendo contaminados por ser los receptores de los vertimientos municipales (Idem).

³⁷ Midesarrollo, Normas Técnicas del Sector

³⁸ Número de Microorganismos Producidos

- ❖ **Cobertura del Servicio de Acueducto y Alcantarillado.** La relación que existe entre las personas y el agua potable es a través de las tuberías del acueducto y el alcantarillado; en la actualidad saciar la sed con agua corriente de un río es peligroso, la contaminación hace necesaria la existencia de plantas de tratamiento para poder acceder a su consumo. El acueducto y el alcantarillado es un oligopolio que vende los servicios de transporte, potabilización del agua y tratamiento de aguas residuales.

Las personas que carecen de su cubrimiento son las de mayor riesgo de contraer alguna de las enfermedades hídricas siendo por lo general las más pobres ubicadas en zonas marginales o zonas rurales del país donde además existen deficiencias en el abastecimiento de agua potable.

La información referente a este tema es tomada de la ONU, Primera evaluación de los recursos hídricos mundiales realizada por el conjunto del sistema de las Naciones Unidas, 2003.

La cobertura del servicio de acueducto y alcantarillado en el territorio nacional para 1998, fue mayor en las áreas urbanas, especialmente en los municipios con población menor a 2.500 habitantes, alcanzando en promedio el 93.6% en acueducto y 80.2% en alcantarillado; el grupo de menor cobertura corresponde a las capitales de departamento con población menor a 100.000 habitantes, con 63.8% en acueducto y 62.0% en alcantarillado.

A pesar del aumento en el cubrimiento año tras año de los servicios de acueducto y alcantarillado los esfuerzos no han sido suficientes, aún existe una marcada proporción diferencial entre lo urbano y lo rural (ver tablas 15 y 16).

**TABLA No. 15 COBERTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO POR
NUMERO DE VIVIENDAS EN EL AÑO 1993**

AÑO	TOTAL DE VIVIENDAS URBANAS	TOTAL DE VIVIENDAS RURALES	ACUEDUCTO URBANAS	ACUEDUCTO RURALES	% URBANAS	% RURALES
1993	4.467.000	1.739.000	4.227.000	719.000	94.6	41.3
			ALCANTARILLADO URBANO	ALCANTARILLADO RURAL	% URBANAS	% RURALES
			3.657.000	254.000	81.8	14.6

Fuente: Ministerio de Desarrollo – 1998

En las zonas rurales del país la cobertura y calidad son bajas, del 41.7% de habitantes con acueducto solo el 10% cuenta con agua de buena calidad. En alcantarillado solamente 2'000.245 pobladores, que corresponden al 16.6%, disponen de aguas servidas en condiciones sanitarias aceptables.

TABLA No. 16 COBERTURA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO POR NUMERO DE HABITANTES EN EL AÑO 1998

Total de Habitantes	CABECERA MUNICIPAL				
	No. de Habitantes	Acueducto	Alcantarillado	% Promedio Acueducto	% Promedio Alcantarillado
28.721.410	16.671.741	25.619.498	22.547.415	89.2	78.6
	ZONA RURAL				
	No. de HABITANTES	Acueducto	Alcantarillado	% Promedio Acueducto	% Promedio Alcantarillado
	12.049.669	5.024712	2.000.245	41.7	16.6

Fuente: Ministerio de Desarrollo – 1998

- ❖ **Disposición y Tratamiento de los Residuos Líquidos en el País.** Los diferentes sectores producen aproximadamente 9.200 toneladas diarias de materia orgánica contaminante, de los cuales 1.500 son de origen doméstico, 500 de origen industrial y 7.200 agropecuario, que descargan cerca de 4.500.000 m³ de aguas residuales. Si en todas las cabeceras municipales se contara con plantas de tratamiento, la carga orgánica solamente se disminuiría en un 25%.

En materia de tratamiento de aguas residuales domésticas, la infraestructura disponible tiene un cubrimiento efectivo del 4% de la población urbana. En el país el número de plantas de tratamiento de aguas residuales construidas alcanza las 190 unidades localizadas en 131 cabeceras urbanas correspondiendo al 12% de los municipios del país, aplicando diferentes tecnologías.

El inventario de sistemas de tratamiento de aguas residuales del Ministerio del Medio Ambiente, reporta que sólo 22% de las cabeceras municipales del país hacen tratamiento de las aguas residuales y muchas están funcionando deficientemente, o lo que es más crítico sin ser operadas, asimismo aproximadamente 300 municipios no realizan desinfección de las aguas que se están consumiendo y 450 no tienen planta de tratamiento. En contraste “los departamentos con mayor cobertura en plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), operando y/o en diseño, son: Cundinamarca (38 PTAR), Antioquia (26 PTAR), Cesar (14 PTAR), Valle del Cauca (14 PTAR) y Tolima (13 PTAR)” (Ministro del Medio Ambiente, 2002c).

❖ **Los costos económicos de la contaminación hídrica.** En Colombia no están suficientemente valorados los costos de las aguas residuales, pero están presentes en la remoción de contaminantes, tratamiento de enfermedades, pérdida de ingreso en áreas turísticas, merma de especies ícticas y mantenimiento de maquinaria afectada.

En poblaciones sin sistemas de potabilización adecuados existe una mayor incidencia de enfermedades gastrointestinales; en algunas localidades de Bogotá se estimaron costos de \$634 millones anuales (Min. Ambiente, 2002b).

Hace menos de 20 años muchos municipios contaban con cuerpos de agua que permitían actividades turísticas y recreativas que generaban recursos pero en la actualidad son impracticables debido al riesgo que representan debido a los vertimientos de aguas negras.

Igualmente, los sectores productivos invierten importantes sumas de dinero en remover los contaminantes así como en el mantenimiento de maquinaria y equipos afectados por la contaminación.

❖ **La normatividad en la cobertura del Agua Potable y el Alcantarillado.** Los puntos principales en cuanto cobertura de Agua Potable y Saneamiento Básico, se hallan en la Constitución Nacional de 1991, que determina la finalidad social de los servicios públicos, la responsabilidad de la prestación a cargo de los municipios, el concepto de subsidios beneficiando a las personas de menores ingresos y el control social de los usuarios en las empresas de servicios.

A partir de la Constitución, se desarrolla la ley 142 de 1994 de Servicios Públicos Domiciliarios que define entre otras el marco de competencias y responsabilidades de los niveles nacional, regional, local y de la sociedad civil. Abarca desde la planeación y regulación pasando por la prestación, gestión y consumo hasta su evaluación, inspección, control y vigilancia. Dicha ley es importante en la modernización del sector, con relación a la participación del sector privado y esquemas de gestión comunitaria para la prestación de los servicios. En el Artículo No. 15 se presentan las diferentes opciones administrativas para personas prestadoras de servicios públicos, ya sean empresas públicas, industriales y comerciales, privadas o mixtas, aunque con responsabilidad del Estado en la función social.

5 CONCLUSIONES

1. En Colombia la mayor vulnerabilidad hídrica se localiza en el río Bogotá y la cuenca Magdalena-Cauca donde los puntos críticos de contaminación son: la Dorada, Neiva, Tolima, Honda, Boyacá, Barrancabermeja y Barranquilla; así como insostenibilidad hídrica en las ciudades de Bogotá, Bucaramanga, Cali, Cartagena y Medellín.
2. Las actividades de extracción de madera, silvicultura, industria, agricultura, extracción petrolera y sector doméstico en Colombia son las que en mayor proporción contribuyen a la insostenibilidad del agua en las zonas anteriormente citadas.
3. Los costos ambientales de las actividades anteriores sobre el agua no están suficiente ni eficientemente valoradas respecto al impacto en la calidad de vida de las poblaciones que dependen en forma directa del agua y su ecosistema.
4. Las personas en mayor riesgo por los efectos contaminantes de las anteriores actividades son los campesinos, pescadores y personas pobres sin alcantarillado, acueducto o con acueducto sin tratamiento de aguas, que absorben las externalidades negativas de las aguas arriba que pueden desencadenar epidemias siendo los mas amenazados los niños menores de cinco años.

5. En Colombia los problemas de salud pública y seguridad alimentaria relacionados con la calidad del agua parecen no ser relevantes para las instituciones responsables que se limitan al control de vectores y a un cobro monetario por la contaminación, reflejada en la poca información estadística y casi inexistente investigación referente a este tema quedando relegada a infecciones intestinales y parasitarias.
6. El conflicto entre la sustentabilidad del agua y el crecimiento económico de la sociedad moderna tiene su base en la apropiación, significado y valor desacralizado que se le da al agua en la cultura del consumo.
7. La escasez del agua significa incremento en su precio puesto que al no ser suficientes las cuencas de captación para cubrir la demanda, obliga a trasladar su infraestructura a otras mas lejanas implicando costos adicionales que son trasladados al usuario final, afectando en especial a las poblaciones de menor ingreso.
8. La contaminación del agua genera exclusión en las poblaciones de menor ingreso económico puesto que su consumo requiere un tratamiento previo que implica costos que elevan su precio final conllevando a calidades diferentes según el precio.
9. El conflicto de insostenibilidad hídrica se debe a como la cultura moderna del agua en sus actividades de crecimiento económico a descontextualizado y arrancado dicho elemento del sistema al que pertenece, estudiándolo y apropiándolo como recurso y no como parte de un sistema mayor que nutre la vida.

10. Las evidencias de menoscabo en la calidad de vida humana producto de la contaminación del agua demuestran que los supuestos de la teoría ecológica sobre la complejidad y complementariedad entre la naturaleza y el humano son leyes naturales imposibles de ignorar.

6 RECOMENDACIONES

1. Para alcanzar la sustentabilidad del “agua” y su ecosistema se necesita una transformación cultural donde el concepto de naturaleza sea sagrada; para lograrlo debe existir conocimiento y conciencia sobre los efectos de las acciones humanas sobre los ecosistemas naturales, en este caso particular el hídrico, fijando en el inconciente colectivo la idea de valor vital.
2. La sustentabilidad del agua se logra mediante un accionar sistémico de elementos socioculturales, políticos, comunitarios y económicos, entre otros, donde sus esfuerzos se complementen; el problema no debe estudiarse aisladamente de otros elementos de la naturaleza puesto que la naturaleza y el humano hacen parte de lo mismo.
3. Para evitar la inequidad que puede conllevar los precios diferenciales según las calidades del agua, esta y sus ecosistemas no deben convertirse en bienes privados ya que por sus características puede tender a formar oligopolios, siendo peligroso para la seguridad alimentaria y la salud pública, en especial la de los mas pobres; por lo tanto es importante que conserve su statu quo de patrimonio nacional, salvaguardado bajo la responsabilidad del gobierno así como la participación y vigilancia comunitaria de las poblaciones, impidiendo la competencia del mercado hídrico.

4. Para superar el debilitamiento de los ecosistemas hídricos y su contaminación, el crecimiento económico debe desplazar sus actividades de explotación y maltrato de la naturaleza, que poseen bajo valor agregado y poca competitividad en el mercado internacional, hacia otras más productivas y eficientes que superen la dependencia económica en los términos de intercambio y la deuda externa con políticas de desarrollo económico que impulsen el capital o talento humano, la investigación científica - tecnológica y el conocimiento para generar un “cambio tecnológico endógeno” como elementos apalancadores para solucionar el círculo vicioso de pobreza.

5. Las políticas e instituciones responsables de la conservación de los ecosistemas hídricos no deben concentrarse principalmente en el cálculo conmensurable de la valoración monetaria de los daños y su cobro así como el beneficio de los principios de economía ambiental, sino dar más impulso a la concientización del valor vital del agua e impulsando la voluntad política de compromiso y responsabilidad hacia la naturaleza.

BIBLIOGRAFIA

1. BANCO DE LA REPÚBLICA. Revista, vol LXXVI. No. 909. Julio de 2003.
2. FIELD, C. Barry,. Economía Ambiental: Una Introducción. Mc Graw Hill Interamericana S:A. 1995.
3. BECKER, Nir. Implicaciones de diferentes mecanismos de asignación de agua: Lecciones de Israel, En: Instrumentos Económicos y uso del Agua en Colombia. Pontificia Universidad Javeriana- Instituto de políticas de desarrollo. Bogotá, 1997.
4. BERNAL, H. Jaime, Sistema de Información Geográfico para la Planificación y Gestión, Modelo del Agua_ Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Bogotá, D.C., diciembre, 2001.
5. CAPRA, Fritjof. La Trama de la Vida. Editorial Anagrama. Barcelona – España, 1996.
6. CENSAT AGUA VIVA. Ruiría. El grito del Petróleo. Bogotá D.C, enero de 2003.

7. CINCET. Efecto Ambiental de la pequeña y mediana Industria en Colombia: Examen y Bases para un programa de mitigación. Bogotá, 1999.
8. COLBY, Michael. La Administración Ambiental en el Desarrollo: Evolución de los Paradigmas, En trimestre Económico, Fondo de Cultura Económico, Vol LVIII, No. 23, Mexico, Julio de 1991.
9. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Contaminación Industrial en Colombia. Editor Ernesto Sanchez Triana y Eduardo Uribe Botero, Auspiciado por el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Santa fé de Bogotá, 1994.
10. ESCRIBANO MARIANA. Cinco hitos de la literatura oral Mhuysca o Chibcha: Análisis fundado sobre una óptica de la semiótica y una visión de la semiótica gnoseológica, Semper ediciones, Santa fe de Bogotá, Enero de 2000.
11. FALCHETTI ANA MARIA. El mar, Eterno retorno. Museo del Oro, Portugal- Expolisboa, Septiembre de 1998.
12. FUENMAYOR, Ramses. Sentido y Sin sentido del Desarrollo. Colección: Ciencias Sociales Serie: Ensayo. Coeditado por el consejo de Estudios de Postgrado y el Consejo de Publicaciones de la Universidad de los Andes de Mérida, primera edición. Mérida Venezuela, 2000.
13. FUNDACIÓN RÍO MAGDALENA, Contaminación de peces por metales pesados en el río Magdalena- Corporación Centro Regional de Población, 1995.

14. HOFSTEDE, Robert. Los páramos Andinos, su diversidad, sus habitantes, sus problemas y sus perspectivas: Un breve diagnóstico regional del estado de conservación de los páramos, En: IV Simposio Internacional de Desarrollo Sustentable en los Andes. Mérida - Venezuela, 25 de Noviembre y el 2 de Diciembre de 2001.
15. IDEAM, Congreso de Páramos en Ecuador. En: SIAC Perfil del Estado de los Recursos naturales y el medio Ambiente en Colombia 2001. Julio, 2002.
16. IDEAM, Estudio Nacional del Agua. Relaciones oferta-demanda e indicadores de sostenibilidad para el año 2016, segunda versión. Bogotá D.C. , 2000.
17. INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, Enciclopedia Geográfica de Colombia. Bogotá, 2002.
18. ISAZA, Marisol. ISAZA, P. Martha Poblamiento y Uso del Agua en Colombia, En: La Gestión Social del Agua. Fundación Friedrich Ebert de Colombia, Fescol. Bogotá, 1998.
19. JACOBS, Michael. Economía Verde: Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Tercer Mundo editores en coedición con Ediciones Uniandes. Bogotá, junio de 1995.
20. JIMÉNEZ Herrero, Luís M. Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica- Integración Medio ambiente- Desarrollo y Economía Ecológica. Editorial Síntesis, S.A. España, 1996.

21. JOURAULEV, Andrei. Los municipios y la gestión de los recursos hídricos, En: Revista CEPAL-Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas- CEPAL. Santiago De Chile, Noviembre de 2003.
22. MARTINEZ, A. Joan. De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular, Editorial Icaria, Barcelona, Febrero de 1992)
23. MARTINEZ, A. Joan, SCHUPMANN, Klaus. La ecología y la Economía. Fondo de cultura Económico, primera reimpresión. Colombia, 1997.
24. MINISTERIO DE AGRICULTURA, Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras. Estadísticas sobre el recurso agua en Colombia. Arfo Ltda. Santa fé de Bogotá, 1992.
25. MINISTERIO DE PROTECCION SOCIAL. Situación de Salud en Colombia: Indicadores Básicos 2003. Instituto Nacional de Salud y Organización Panamericana de la Salud. Bogotá, 2004.
26. MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, Gestión para el manejo, tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales, 2002a.
27. _____, Lineamientos de Política para el manejo integral del Agua, editora Géminis Ltda. octubre 1996.
28. _____. Formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales. Bogotá, 2002b.
29. _____. Guía Ambiental para Sistemas de Alcantarillado y Plantas de Tratamiento. Bogotá, 2002c.

- 30._____. Inventario Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico - Gestión de los servicios Ambientales. Bogotá, tomo 2 de 1999, tomo 6 del 2000, tomo 8 del 2001 y tomo 10 del 2001.
- 31.PRIETO, B. Carlos. El agua, sus formas, efectos, abastecimiento, usos, daños, control y conservación. Universidad Central, Primera edición. Marzo de 2002.
- 32.RUDAS, Guillermo. Economía y Ambiente. Fescol, Cerec, IER,1A. Edición. Santa fe de Bogotá, Marzo de 1998.
- 33.SALAZAR, Oscar. ¿Río Cauca alcantarilla futura?, En: Tierra Verde, número 4, Cali. Enero-Febrero de 1994
- 34.SANCHEZ, S. Javier. El ciclo hidrológico. Universidad de Alicante - Departamento de Geología 2001
- 35.SANCHEZ, V. Hugo. Enfoque Ambiental de los problemas del Recurso Hídrico. Corporación Autónoma de Cundinamarca. Bogotá, Enero de 1999.
- 36.SIVERA, P. Juan. Economía ambiental. Universidad de Alicante, Secretariado de Publicaciones, Alicante, 1996.
- 37.SOCIEDAD GEOGRAFICA DE COLOMBIA, Cuenca Alta del Río Bogotá Descripción y Diagnóstico, Editorial Guadalupe Ltda, 1998.

38. TRAVERSO P. Hector. Agua y Salud en América Latina y el Caribe: Enfermedades infecciosas transmitidas por el agua. En: La Calidad del Agua Potable en América Latina. OPS, editorial ILSI. Argentina, 1996.
39. www.cepis.org.pe/eswww/fulltext/analisis/colombias/spcapit4.html.
Análisis del sector de agua potable y saneamiento en Colombia, Plan Regional de Inversiones en Ambiente y Salud. 2000.
40. www.cormagdalena.com.co, Diagnóstico del territorio.
41. www.cosmovisiones.com. BORRERO, José. Deuda Ecológica: arqueología y sentido de un concepto, En: “La Deuda Ecológica, Testimonio de una Reflexión”.
42. www.cvc.gov.co, Recurso hídrico.
43. www.dane.gov.co, Indicadores Ambientales.
44. www.dane.gov.co, Indicadores de PIB departamental
45. www.ideam.gov.co. El Medio Ambiente en Colombia, El agua capítulo 4,. Bogotá 2000
46. www.medioambiente.gov.ar, Guía Elemental de la Convención Marco de las Naciones Unidas por la Oficina de Información sobre el Cambio Climático, Ministerio de Salud. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.

47. www.onu.org. Primera evaluación de los recursos hídricos mundiales realizada por el conjunto del sistema de las Naciones Unidas. 2003.

48. www.proexprot.com.co, Exportaciones colombianas según la clasificación industrial internacional uniforme - ciu. revisión 2.

ANEXOS

ANEXO 1

CUENTAS DEPARTAMENTALES DE LA
ACTIVIDAD ECONOMICA SELVICULTURA Y
EXTRACCIÓN DE MADERA
VALOR AGREGADO A PRECIOS CONSTANTES
DE 1994

Tabla No. 17 Actividad Económica Departamental 1990

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1990	PRODUCTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTRACCIÓN DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	109.346	0,002	51.419.744	3.421.308	54.841.052
Antioquia	13.329	0,002	8.787.477	577.153	9.364.630
Boyacá	6.679	0,004	1.626.120	51.733	1.677.853
Cauca	4.928	0,006	822.331	18.976	841.307
Córdoba	5.148	0,005	966.603	12.824	979.427
Cundinamarca	5.635	0,002	2.849.185	103.097	2.952.282
Chocó	8.749	0,032	272.597	1.688	274.285
Nariño	11.361	0,013	891.016	23.732	914.748
Norte Santander	3.070	0,003	1.059.875	36.636	1.096.511
Santander	8.107	0,003	2.607.059	272.225	2.879.284
Valle	10.903	0,002	6.665.483	381.049	7.046.532
Nuevos Departamentos	2.559	0,001	2.007.169	25.709	2.032.878
TOTAL COLOMBIA	111.905	0,002	53.426.913	3.447.017	56.873.930

Tabla No. 18 Actividad Económica Departamental 1991

DEPARTAMENTOS 1991	PRODUCTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTRACCIÓN DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	113.230	0,002	52.832.183	3.269.877	56.102.060
Antioquia	12.286	0,001	8.604.441	549.305	9.153.746
Boyacá	6.862	0,004	1.649.695	51.220	1.700.915
Cauca	5.947	0,007	857.465	23.838	881.303
Córdoba	5.319	0,005	1.027.564	13.342	1.040.906
Cundinamarca	5.921	0,002	2.900.223	106.283	3.006.506
Chocó	3.756	0,015	249.173	2.168	251.341
Nariño	12.675	0,014	934.723	26.531	961.254
Norte Santander	3.275	0,003	1.021.764	38.276	1.060.040
Santander	9.738	0,004	2.546.153	275.841	2.821.994
Valle	14.879	0,002	6.913.100	384.426	7.297.526
Nuevos Departamentos	2.196	0,001	2.093.701	27.174	2.120.875
TOTAL COLOMBIA	115.426	0,002	54.925.884	3.297.051	58.222.935

Tabla No. 19 Actividad Económica Departamental 1992

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1991	PRODUCTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTRACCIÓN DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	115.834		54.504.184	4.094.061	58.598.245
Antioquia	12.474	0,001	8.877.373	646.107	9.523.480
Boyacá	6.936	0,004	1.667.310	70.741	1.738.051
Cauca	6.079	0,006	941.254	23.202	964.456
Córdoba	5.476	0,005	1.092.972	22.936	1.115.908
Cundinamarca	6.112	0,002	3.035.690	128.124	3.163.814
Chocó	4.171	0,015	272.331	3.397	275.728
Nariño	13.362	0,014	966.156	32.510	998.666
Norte Santander	3.405	0,003	1.083.899	51.682	1.135.581
Santander	9.484	0,004	2.685.701	380.373	3.066.074
Valle	16.009	0,002	7.069.814	528.079	7.597.893
Nuevos Departamentos	3.330	0,002	2.123.299	35.984	2.159.283
TOTAL COLOMBIA	119.164	0,002	56.627.483	4.130.045	60.757.528

Tabla No. 20 Actividad Económica Departamental 1993

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1993	PRODUCTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTRACCIÓN DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	121.092	0,002	57.095.749	4.918.825	62.014.574
Antioquia	15.883	0,002	9.167.515	781.293	9.948.808
Boyacá	6.793	0,004	1.908.761	82.564	1.991.325
Cauca	8.013	0,008	978.385	40.585	1.018.970
Cundinamarca	6.453	0,002	3.191.330	168.322	3.359.652
Chocó	4.055	0,015	263.060	5.158	268.218
Nariño	14.246	0,013	1.069.430	47.012	1.116.442
Norte Santander	3.594	0,003	1.131.807	50.358	1.182.165
Santander	7.374	0,003	2.826.124	441.466	3.267.590
Valle	16.086	0,002	7.457.699	633.614	8.091.313
Nuevos Departamentos	4.101	0,002	2.141.888	70.420	2.212.308
TOTAL COLOMBIA	125.193	0,002	59.237.637	4.989.245	64.226.882

Tabla No. 21 Actividad Económica Departamental 1994

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1994	PRODUCTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTRACCIÓN DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	130.612	0,002	60.139.071	5.150.391	65.289.462
Antioquia	13.260	0,001	9.390.042	811.343	10.201.385
Boyacá	9.530	0,005	1.811.784	88.393	1.900.177
Cauca	9.599	0,011	898.011	38.936	936.947
Córdoba	6.954	0,006	1.239.390	33.289	1.272.679
Cundinamarca	7.008	0,002	3.121.236	189.542	3.310.778
Chocó	7.986	0,030	268.849	5.195	274.044
Nariño	21.984	0,019	1.128.580	45.137	1.173.717
Norte Santander	3.959	0,003	1.140.648	61.650	1.202.298
Santander	6.035	0,002	2.938.914	499.873	3.438.787
Valle	7.085	0,001	7.331.672	584.904	7.916.576
Nuevos Departamentos	4.674	0,002	2.166.356	77.044	2.243.400
TOTAL COLOMBIA	135.286	0,002	62.305.427	5.227.435	67.532.862

Tabla No. 22 Actividad Económica Departamental 1995

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1995	PRODUCTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTRACCIÓN DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	136.728	0,002	63.092.193	5.376.167	68.468.360
Antioquía	13.578	0,001	9.957.771	773.060	10.730.831
Boyacá	9.196	0,005	1.843.174	85.640	1.928.814
Cauca	10.525	0,011	948.866	44.050	992.916
Córdoba	6.982	0,005	1.352.563	43.995	1.396.558
Cundinamarca	7.132	0,002	3.330.247	188.246	3.518.493
Chocó	8.643	0,030	292.059	8.518	300.577
Nariño	24.546	0,022	1.126.645	55.022	1.181.667
Norte Santander	4.207	0,004	1.197.638	75.188	1.272.826
Santander	5.998	0,002	3.105.036	521.739	3.626.775
Valle	7.540	0,001	8.027.560	612.436	8.639.996
Nuevos Departamentos	5.125	0,002	2.456.123	121.734	2.577.857
TOTAL COLOMBIA	141.853	0,002	65.548.316	5.497.901	71.046.217

Tabla No. 23 Actividad Económica Departamental 1996

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1996	PRODUCTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTRACCIÓN DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	128.667	0,002	63.979.542	5.381.331	69.360.873
Antioquía	15.767	0,002	10.084.264	709.442	10.793.706
Boyacá	6.435	0,004	1.784.558	80.938	1.865.496
Cauca	7.378	0,008	953.733	36.963	990.696
Córdoba	6.175	0,004	1.383.985	51.777	1.435.762
Cundinamarca	7.014	0,002	3.471.217	197.556	3.668.773
Chocó	11.235	0,039	291.668	9.518	301.186
Nariño	21.769	0,018	1.192.786	57.139	1.249.925
Norte Santander	4.261	0,004	1.204.982	72.066	1.277.048
Santander	6.318	0,002	3.378.809	673.569	4.052.378
Tolima	4.632	0,002	1.914.520	99.268	2.013.788
Valle	5.467	0,001	8.211.410	589.759	8.801.169
Nuevos Departamentos	3.315	0,001	2.977.107	168.844	3.145.951
TOTAL COLOMBIA	131.982	0,002	66.956.649	5.550.175	72.506.824

Tabla No. 24 Actividad Económica Departamental 1997

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1997	PRODU CTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTREACCION DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	128.421	0,002	66.178.528	5.566.467	71.744.995
Antioquía	13.521	0,001	10.539.814	751.064	11.290.878
Boyacá	6.372	0,003	1.827.486	87.707	1.915.193
Cauca	9.348	0,010	967.746	45.008	1.012.754
Córdoba	6.020	0,004	1.496.393	52.364	1.548.757
Cundinamarca	7.077	0,002	3.622.186	203.205	3.825.391
Chocó	12.462	0,042	294.355	9.107	303.462
Nariño	19.013	0,016	1.174.784	60.457	1.235.241
Norte Santander	4.272	0,003	1.239.910	70.889	1.310.799
Santander	6.290	0,002	3.472.373	632.624	4.104.997
Valle	5.169	0,001	8.245.978	597.173	8.843.151
Nuevos Departamentos	3.025	0,001	3.101.243	147.783	3.249.026
TOTAL COLOMBIA	131.446	0,002	69.279.771	5.714.250	74.994.021

Tabla No. 25 Actividad Económica Departamental 1998

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1998	PRODU CTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTREACCION DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	127.409	0,002	66.486.265	5.494.412	71.980.677
Antioquía	11.795	0,001	10.207.657	732.635	10.940.292
Boyacá	7.055	0,004	1.749.255	79.427	1.828.682
Cauca	12.463	0,012	1.005.263	47.589	1.052.852
Cundinamarca	7.273	0,002	3.502.359	189.638	3.691.997
Chocó	12.133	0,040	302.752	8.554	311.306
Nariño	14.675	0,012	1.203.370	62.652	1.266.022
Norte Santander	4.105	0,003	1.266.580	71.210	1.337.790
Risaralda	6.771	0,005	1.277.949	95.285	1.373.234
Santander	6.418	0,002	3.493.344	613.102	4.106.446
Valle	4.641	0,001	8.293.862	623.689	8.917.551
Nuevos Departamentos	3.003	0,001	3.375.604	65.044	3.440.648
TOTAL COLOMBIA	130.412	0,002	69.861.869	5.559.456	75.421.325

Tabla No. 26 Actividad Económica Departamental 1999

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 1999	PRODU CTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTREACCION DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	119.607	0,002	63.717.986	4.655.885	68.373.871
Antioquía	10.792	0,001	10.027.577	644.285	10.671.862
Boyacá	7.075	0,004	1.766.014	69.417	1.835.431
Caldas	4.166	0,003	1.377.277	75.877	1.453.154
Cauca	9.796	0,009	1.055.260	40.118	1.095.378
Cundinamarca	7.412	0,002	3.369.679	153.440	3.523.119
Chocó	15.106	0,053	287.535	7.386	294.921
Nariño	12.276	0,010	1.204.214	49.631	1.253.845
Norte Santander	3.902	0,003	1.308.063	66.672	1.374.735
Santander	6.028	0,002	3.636.426	564.969	4.201.395
Valle	4.147	0,001	8.058.945	541.478	8.600.423
Nuevos Departamentos	3.316	0,001	3.829.716	47.014	3.876.730
TOTAL COLOMBIA	122.923	0,002	67.547.702	4.702.899	72.250.601

Tabla No. 27 Actividad Económica Departamental 2000

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 2000	PRODU CTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTREACCION DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	124.652	0,002	66.196.333	4.645.776	70.842.109
Antioquía	11.744	0,001	10.614.125	667.691	11.281.816
Boyacá	7.111	0,004	1.834.798	68.239	1.903.037
Cauca	11.495	0,010	1.147.380	45.482	1.192.862
Córdoba	6.250	0,004	1.638.207	56.677	1.694.884
Cundinamarca	7.695	0,002	3.639.809	143.615	3.783.424
Chocó	14.157	0,049	288.139	8.390	296.529
Nariño	11.911	0,010	1.215.294	49.853	1.265.147
Norte Santander	3.980	0,003	1.319.375	66.229	1.385.604
Santander	6.475	0,002	3.812.736	562.317	4.375.053
Valle	4.166	0,001	8.163.576	531.932	8.695.508
Nuevos Departamentos	3.574	0,001	3.470.379	51.343	3.521.722
TOTAL COLOMBIA	128.226	0,002	69.666.712	4.697.119	74.363.831

Tabla No. 28 Actividad Económica Departamental 2001

(Valor Agregado a precios constantes de 1994)

DEPARTAMENTOS 2001p	PRODU CTOS DE LA SILVICULTURA Y EXTREACCION DE MADERA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB NACIONAL	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
TOTAL DEPARTAMENTAL	121.953	0,002	67.443.780	4.888.383	72.332.163
Antioquía	11.687	0,001	10.499.605	723.241	11.222.846
Boyacá	7.272	0,004	1.831.449	69.528	1.900.977
Cauca	10.241	0,009	1.188.932	56.953	1.245.885
Cundinamarca	7.809	0,002	3.694.605	201.933	3.896.538
Chocó	11.765	0,039	305.080	5.543	310.623
Nariño	12.476	0,010	1.248.837	42.448	1.291.285
Norte Santander	3.980	0,003	1.401.932	58.033	1.459.965
Santander	6.554	0,002	4.067.767	598.633	4.666.400
Valle	4.146	0,001	8.150.796	583.834	8.734.630
Nuevos Departamentos	3.616	0,001	3.025.307	36.352	3.061.659
TOTAL COLOMBIA	125.569	0,002	70.469.087	4.924.735	75.393.822
p=provisional					

ANEXO 2

CUANTIFICACION DE LOS VOLUMENES DE OFERTA

**Tabla No. 29 Oferta hídrica en 45 cuencas de Colombia para Año Medio Y
Año Seco**

Código	Cuenca	Escorrentía ³⁹ a (mm)	Rendimiento ⁴⁰ (lt/seg/K ²)	Volumen medio ⁴¹ (mm ³)	Volumen seco (mm ³)
01	Alto Magdalena	1000	31.75	42359	27960
02	Sabana de Bogotá	305	9.68	7132	763
03	Medio Magdalena	1095	34.76	130303	93503
04	Río Sogamoso	894	28.38	15521	8587
05	Bajo Magdalena	452	14.35	224952	162807
06	Río Cesar	475	15.08	1665	1046
07	Alto Cauca	960	30.48	16795	7925
08	Medio Cauca	1501	47.65	41784	26971
09	Bajo Cauca	1730	54.92	72978	55844
10	Río Nenchí	1900	60.32	26304	19115
11	Occ. Sierra Nevada de Santa Martha	550	17.46	851	583
12	Río Tolo	1100	34.92	812	356
13	Río Atrato	3690	117.14	75487	57367
14	Sinú-Caribe	1200	3.17	11817	9694
15	Norte Sierra Nevada de Santa Marta	950	30.16	2055	1397
16	Alta Guajira	20	0.63	159	18
17	Baja Guajira	190	6.03	278	159
18	Río Catatumbo	940	29.84	11267	7259
19	San Andrés y Providencia	430	13.85	19	12
20	Río Aráuca	2500	79.36	8958	7116
21	Alto Meta	1690	53.65	13832	10605
22	Bajo Meta	1210	38.41	103379	85122
23	Río Vita	1200	38.10	14902	12384
24	Río Tomo- Tuparro	1200	38.10	37255	30830
25	Río Vichada	1500	47.62	32858	27509
26	Alto Guaviare	1510	47.94	61486	49117
27	Medio Guaviare	1580	50.16	85405	72902
28	Bajo Guaviare	1650	52.38	220474	189148

³⁹ **Escorrentía:** Es la cantidad de agua precipitada que por no infiltrarse ni evaporarse corre por la superficie de la tierra hasta un cuerpo de agua léntico o lótico. Se expresa en milímetros de lámina de agua, *donde un milímetro equivale a un litro por m² de superficie* (IDEAM).

⁴⁰ La escorrentía se puede representar en forma de **rendimiento**, definido como el aporte de la cuenca en litros por segundo por km²; cada litro/seg/km² corresponde a 31.5 mm de lámina de escorrentía (IDEAM).

⁴¹ Se expresa en mm³ (millones de metros cúbicos)

Código	Cuenca	Escorrentía ⁴² a (mm)	Rendimiento ⁴³ (lt/seg/K ²)	Volumen medio ⁴⁴ (mm ³)	Volumen seco (mm ³)
29	Río Inirida	1530	48.57	97560	79703
30	Río Atabapo	1700	53.97	7848	6339
31	Río Guainía	1900	60.32	27123	23181
32	Río Vaupes	1650	52.38	40641	35163
33	Río Apaporis	1685	53.49	91466	77414
34	Alto Caquetá	2440	77.46	36723	31357
35	Bajo Caqueta	1640	52.06	165182	325
36	Río Pure	2000	63.49	17222	14580
37	Río Putumayo	1700	63.97	1505520	83214
38	Río Mira-Guiza	3000	95.24	27955	19796
39	Alto Patía	945	30.00	7051	3793
40	Bajo Patía	2450	77.78	40775	21586
41	Río Saquianga- Patía Norte	3500	111.11	32289	23274
42	Río Micay	4150	131.75	8777	6344
43	Río Coyanero- Dagua	4000	126.98	28833	20180
44	Río San Juan	4410	140.00	65368	46234
45	Río Baudo-Directos	4000	126.98	40096	28035

Fuente: IDEAM

⁴² **Escorrentía:** Es la cantidad de agua precipitada que por no infiltrarse ni evaporarse corre por la superficie de la tierra hasta un cuerpo de agua léntico o lótico. Se expresa en milímetros de lámina de agua, *donde un milímetro equivale a un litro por m² de superficie* (IDEAM, Estudio del agua).

⁴³ La escorrentía se puede representar en forma de **rendimiento**, definido como el aporte de la cuenca en litros por segundo por km²; cada litro/seg/km² corresponde a 31.5 mm de lámina de escorrentía (IDEAM).

⁴⁴ Se expresa en mm³ (millones de metros cúbicos)

Tabla No. 30 Porcentaje de Municipios por Departamento según la Categoría

DEPARTAMENTO	% DE MUNICIPIOS POR CATEGORÍA, AÑO MEDIO				% DE MUNICIPIOS POR CATEGORÍA, AÑO SECO			
Antioquia	21	49	25	5	50	35	10	5
Atlántico	30			70	30			70
Bolívar	37	11		52	45	3	3	50
Boyacá	54	35	8	2	76	17	6	2
Caldas	20	76		4	68	28		4
Caquetá			93	7		33	60	7
Cauca	28	58	14		75	14	11	
Cesar	67	17	4	12	75	13		12
Córdoba	31	12	31	27	38	4	38	19
Cundinamarca	48	32	17	4	76	5	15	4
Chocó		10	90		10	5	86	
Huila	43	43	11	3	73	22	5	
La Guajira	100				100			
Magdalena	52	5		43	52	5		43
Meta	31	7	62		34	31	34	
Nariño	44	42	15		77	15	8	
Norte de Santander	78	18	5		95	5		
Quindío	25	75			100			
Risaralda	57	29	14		86	14		
Santander	17	80	1	1	93	5	2	
Sucre	88	12			88	13		
Tolima	43	48	2	7	74	20		7
Valle del Cauca	74	19	5	2	88	5	7	
Arauca	29	43	29		29	57	14	
Casanare	16	58	26		26	53	21	
Putumayo	8	31	62		8	46	46	
San andrés	100				100			
Amazonas		88	13			100		
Guainía		75	25			100		
Guaviare		100				100		
Vaupés		67	33			100		
Vichada	17	17	50	17	17	33	33	17

Fuente: IDEAM

Categoría	Rango oferta/unidad de área: (mm ³ /Km ²)	
	Bajo	↯ 0.60
	Medio	0.60 – 1.30
	Alto	1.31 – 15.0
	Muy alto	↰ 15

ANEXO 3

INDICE DE PRESION SOBRE LAS CUENCAS HIDROGRAFICAS DE COLOMBIA

Tabla No. 31 Condiciones hidrológicas de año medio y seco

Código	Cuenca	D.A (mm³)	O.A.M(mm³)	O.A.M.N	I.P.A.M	O.A.S (mm³)	O.A.S.N	I.P.A.S
01	Alto Magdalena	1.355,38	51,433	25.717	5.270,4	33.950	16.975	7.948,7
02	Sabana de Bogotá	40,23	1.019	510	7.892,9	109	55	73.802,8
03	Medio Magdalena	270,32	78.778	39.389	686,3	56.530	28.265	956,4
04	Río Sogamoso	207,05	21.863	10.932	1.894,0	12.096	6.048	3.423,5
05	Bajo Magdalena	690,37	38.026	19.013	3.631,0	27.521	13.761	5.017,0
06	Río Cesar	88,34	12.397	6.198	1.425,2	7.791	3.896	2.262,7
07	Alto Cauca	508,8	27.945	13.973	3.641,4	13.187	6.594	7.716,7
08	Medio Cauca	179,7	29.942	14.971	1.200,3	19.327	9.664	1.859,6
09	Bajo Cauca	9,84	68.321	34.160	28,8	52.281	26.140	37,6
10	Río Nenchí	250,64	26.623	13.312	1.882,9	19.346	9.673	2.591,1
11	Occ. Sierra Nev. de Sta Martha	244,33	8.119	4.871	5.015,6	5.559	3.335	7.325,7
12	Río Tolo	0,63	978	489	128,8	429	215	293,6
13	Río Atrato	35,08	132.914	79.748	44,0	101.009	60.605	57,9
14	Sinú-Caribe	162,11	33.287	16.643	974,0	27.306	13.653	1.187,4
15	Nte Sierra Nev. de Santa Marta	55,16	5.885	3.531	1.562,1	3.999	2.400	2.298,7
16	Alta Guajira	12,11	2.400	231	44.851,0	273	27	22.297,0
17	Baja Guajira	13,44	1.450	870	1.545,0	828	497	2.705,9
18	Río Catatumbo	304,83	21.722	13.033	2.338,9	13.994	8.397	3.630,4
19	San Andrés y Providencia	7,57	19	11	66.403,5	12	7	104.428,6
20	Río Aráuca	42	32.531	19.519	215,2	25.843	15.506	270,9
21	Alto Meta	106,28	66.196	39.718	267,6	50.752	30.451	349,0
22	Bajo Meta	92,29	115.110	69.066	133,6	94.782	56.869	162,3
23	Río Vita	1,63	16.376	9.826	16,6	13.609	8.165	20,0
24	Río Tomo-Tuparro	3,34	41.871	25.123	13,3	34.650	20.790	16,1
25	Río Vichada	6,08	38.058	22.835	26,6	31.862	19.117	31,8

Código	Cuenca	D.A (mm ³)	O.A.M(mm ³)	O.A.M.N	I.P.A.M	O.A.S (mm ³)	O.A.S.N	I.P.A.S
26	Alto Guaviare	32,22	69.913	41.948	76,8	55.849	33.509	96,2
27	Medio Guaviare	10,64	53.762	32.257	33,0	45.892	27.535	38,6
28	Bajo Guaviare	2,94	36.812	22.087	13,3	31.581	18.949	15,5
29	Río Inárida	10,66	95.402	57.241	18,6	78.009	46.805	22,8
30	Río Atabapo	0,85	10.837	6.502	13,1	8.753	5.252	16,2
31	Río Guainía	3,34	51.431	30.858	10,8	43.955	26.373	12,7
32	Río Vaupes	11,37	90.499	54.299	20,9	78.299	46.979	24,2
33	Río Apaporis	10,7	106.108	63.665	16,8	89.806	53.884	19,9
34	Alto Caquetá	22,5	53.297	31.978	70,4	45.510	27.306	82,4
35	Bajo Caqueta	28,32	271.293	162.776	17,4	261.105	156.663	18,1
36	Río Pure	0,13	22.711	13.627	1,0	19.227	11.536	1,1
37	Río Putumayo	26,11	135.007	81.004	32,2	106.459	63.876	40,9
38	Río Mira-Guiza	8,08	21.122	12.673	63,8	14.957	8.974	90,0
39	Alto Patía	73,61	13.181	7.909	930,8	7.091	4.255	1.730,1
40	Bajo Patía	55,22	35.863	21.518	256,6	18.986	11.391	484,7
41	Río Saquianga-Patía Nte	10,19	38.182	22.909	44,5	27.522	16.513	61,7
42	Río Micay	5,02	18.151	10.891	46,1	13.121	7.873	63,8
43	Río Cohanero-Dagua	24,65	42.932	25.759	95,7	30.048	18.029	136,7
44	Río San Juan	14,65	68.328	40.997	35,7	48.327	28.996	50,5
45	Río Baudó y directos	4,42	51.311	30.786	14,4	35.876	21.526	20,5

IDEAM, Estimativos de la demanda para 2000, sujetos a revisión y ajuste

Categoría:

Muy alto	Alto	Medio Alto	Medio	Medio Bajo	Bajo	Mínimo
> 4000	1000-3999	500-999	250-499	120-249	49-119	< 49

mm³: millones de metros cúbicos. **D/OM**: demanda/oferta neta año medio. **D/OS**: demanda/oferta año seco.

D.A = Demanda Anual

O.A.M = Oferta Anual Media

O.A.S = oferta Anual Seco

O.A.M.N = Oferta Anual Media Neta

O.A.S.N = Oferta Anual Seco Neta

I.P.A.M = Índice de Presión Anual Medio

I.P.A.S = Índice de Presión Anual Seco

Indice de Presión= (demanda/oferta neta)x 100.000)

ANEXO 4

INDICE DE ESCASEZ Y VULNERABILIDAD POR DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LOS MUNICIPIOS DE COLOMBIA

Tabla No. 32 Condiciones hidrológicas de año medio y seco

Municipio	D.A	O.N		I.E (%)		C.R	V.D.A		P.C
		A.M	A.S	A.M	A.S		A.M	A.S	
Antioquia									
Medellín	150,27	1500,48	1.500,48	10,01	10,01	Muy baja	Alta	Muy alta	518,51
Bello	22,35	1.203,72	1.203,72	1,86	1,86	Baja	Media	Media	49,09
Itagui	15,46	1.153,35	1153,35	1,34	1,34	Muy baja	Alta	Alta	34,32
Rionegro- Regidor	27,15	172,92	1203,72	1,86	1,86	Baja	Media	Media	232,33
Atlántico									
Barranquilla	86,35	114.043,79	82111,53	0,08	0,11	Muy baja	Alta	Alta	246,81
Soledad	19,32	113.556,04	81760,36	0,02	0,02	Moderada	Baja	Baja	46,72
Bolívar									
Cartagena	223,66	9.519,39	6853,96	2,36	3,26	Muy baja	Alta	Alta	168,8
Maria la Baja	115,97	118,78	85,52	97,64	135,61	Baja	Alta	Alta	6,66
Boyacá									
Tunja	9,74	17,79	4,09	54,79	238,20	Baja	Alta	Alta	39,31
Samacá	6,31	15,57	3,58	40,58	176,43	Baja	Alta	Alta	2,09
Sogamoso	12,97	55,62	25,58	23,33	50,72	Baja	Alta	Alta	20,93
Caldas									

Municipio	D.A	O.N		I.E (%)		C.R	V.D.A		P.C
		A.M	A.S	A.M	A.S		A.M	A.S	
Manizales	25,72	153,54	134,10	15,73	19,18	Moderado	Media	Media	81,41
Caquetá									
Florencia	8,51	4.034,21	3913,18	0,21	0,22	Alta	Baja	Baja	17,75
Solano	10,58	49.386,08	48892,22	0,02	0,02	Alta	Baja	Baja	1,83
Cauca									
Popayán	16,12	326,18	218,54	4,94	7,38	Moderada	Media	Media	57,5
Caloto	22,61	176,83	95,49	12,79	23,69	Moderada	Media	Alta	201,59
Cesar									
Valledupar	28,04	1.339,62	1058,30	2,09	2,65	Baja	Media	Media	66,14
Cordoba									
Montería	39,06	1.084,84	878,72	3,60	4,45	Baja	Media	Media	55,03
Lorica-Cordoba	14,44	252,28	196,97	5,73	7,33	Moderada	Media	Media	19,21
Tierralta	13,82	5.052,86	3991,76	0,27	0,35	Moderada	Baja	Baja	11,28
Cundinamarca									
Bogotá	451,96	820,00	820,00	56,12	55,12	Muy Baja	Muy Alta	Muy Alta	1244,52
Soacha- Granada	26,74	918,99	914,28	2,91	2,93	Baja	Media	Media	133,8
Chocó									
Quibdó-Atrato	6,76	20.137,50	14499,01	0,03	0,05	Alta	Baja	Baja	19,50
Huila									
Neiva	23,13	388,97	217,83	5,95	10,62	Baja	Media	Alta	60,13

Municipio	D.A	O.N		I.E (%)		C.R	V.D.A		P.C
		A.M	A.S	A.M	A.S		A.M	A.S	
Palermo	66,51	205,54	92,49	32,36	71,91	Baja	Alta	Alta	5,05
Pitalito	8,01	371,21	293,26	2,16	2,73	Baja	Media	Media	12,53
La Guajira									
Riohacha	6,48	773,21	556,71	0,84	1,16	Baja	Media	Media	19,47
Maicao	7,78	485,42	131,06	1,60	5,94	Muy baja	Alta	Alta	19,60
Magdalena									
Santa Marta	29,43	2.488,60	1393,62	1,18	2,11	Moderada	Media	Media	68,92
Ciénaga	254,58	1220,84	1172,00	20,85	21,72	Baja	Alta	Alta	30,29
Meta									
Villavicencio	21,43	1525,35	1342,31	1,41	1,60	Alta	Baja	Baja	57,1
Nariño									
Pasto	24,48	498,23	373,67	4,91	6,55	Moderada	Media	Media	58,85
Norte de Santander									
Cúcuta	41,67	738,24	287,91	5,64	14,47	Baja	Media	Alta	95,5
Abrego	11,0	591,09	325,10	1,86	3,38	Baja	Media	Media	6,08
El Zulia	206,33	282,61	155,43	73,01	132,75	Baja	Alta	Alta	3,83
Herrán	2,75	40,86	18,39	6,72	14,94	Baja	Alta	Alta	0,88
Los patios	3,63	50,56	19,72	7,19	18,42	Muy baja	Alta	Muy alta	8,54
Quindío									
Armenia	19,92	47,29	25,53	42,13	78,02	Baja	Alta	Alta	51,87
Risaralda									
Pereira	31,98	282,06	205,90	11,34	15,53	Moderada	Media	Media	106,34

Municipio	D.A	O.N		I.E (%)		C.R	V.D.A		P.C
		A.M	A.S	A.M	A.S		A.M	A.S	
Santander									
Bucaramanga	39,00	39,08	18,37	99,78	212,30	Muy baja	Muy alta	Muy alta	129,58
Barrancabermeja	42,09	563,99	310,20	7,46	13,57	Baja	Media	Alta	312,01
Floridablanca	14,91	21,58	11,22	69,10	132,89	Baja	Alta	Alta	38,26
Malaga	2,24	13,59	7,06	16,51	31,75	Baja	Alta	Alta	3,14
San Miguel	8,39	19,88	10,34	42,19	81,14	Baja	Alta	Alta	
Sucre									
Sincelejo	20,53	89,00	89,00	23,07	23,07	Baja	Alta	Alta	37,10
Ovejas	11,44	89,00	89,00	12,95	12,85	Baja	Alta	Alta	4,10
Tolima									
Ibague	28,43	451,30	374,58	6,30	7,59	Baja	Media	Media	89,38
Coello	430,78	96,31	57,78	447,30	745,50	Baja	Alta	Alta	1,08
Lérida	339,44	134,94	78,27	251,55	433,70	Baja	Alta	Alta	5,92
Prado	64,61	231,42	143,38	27,92	45,03	Baja	Alta	Alta	2,66
Saldaña	147,45	126,89	83,75	116,21	176,07	Baja	Alta	Alta	2,56
Valle del Cauca									
Cali	163,85	854,01	486,79	19,19	33,66	Baja	Alta	Alta	561,10
Buenaventura	20,23	21806,02	15264,22	0,09	0,13	Alta	Baja	Baja	41,52
La Unión	69,14	55,83	26,24	123,84	263,48	Baja	Alta	Alta	4,90
Palmira	18,91	596,93	340,25	3,17	5,56	Baja	Media	Media	42,20
Tuluá	11,60	485,18	257,15	2,39	4,51	Baja	Media	Media	29,36

Municipio	D.A	O.N		I.E (%)		C.R	V.D.A		P.C
		A.M	A.S	A.M	A.S		A.M	A.S	
Yumbo	51,90	214,26	130,70	24,22	39,71	Baja	Alta	Alta	482,44
Arauca									
Arauca	7,91	6279,28	6153,69	0,13	0,13	Moderada	Baja	Baja	14,95
Casanare									
Yopal	8,28	3719,58	2343,33	0,22	0,35	Alta	Baja	Baja	13,76
Paz de Ariporo	17,00	11504,97	9319,02	0,15	0,18	Moderada	Baja	Baja	3,97
Putumayo									
Mocoa	2,24	2684,32	2550,11	0,08	0,09	Moderado	Baja	Baja	8,26
San Andres									
San Andres	4,39	1,50	1,50	292,60	292,60	Moderada	Alta	Alta	9,08
Amazonas									
Leticia	2,52	8020,95	6817,80	0,03	0,04	Moderada	Baja	Baja	7,84
Guainía									
Inirida	4,01	17896,74	15211,38	0,02	0,03	Moderada	Baja	Baja	7,77
Guaviare									
S. José del Guaviare	6,41	17090	14356,71	0,04	0,04	Alta	Baja	Baja	12,22
Vaupés									
Mitú	4,49	20242,82	17206,40	0,02	0,03	Alta	Baja	Baja	5,2
Vichada									
Puerto Carreño	2,54	8843,36	6809,39	0,03	0,04	Baja	Media	Media	5,77

IDEAM, Estimaciones de demanda del 2000.

Categoría	Índice de escasez (%)	Características
No significativo	< 1	Demanda no significativa con relación a la oferta
Mínimo	1-10	Demanda muy baja con respecto a la oferta.
Medio	11-20	Demanda baja con respecto a la oferta
Medio Alto	21-50	Demanda apreciable
Alto	>50	Demanda alta con respecto a la oferta

IDEAM

Índice de escasez: [(demanda/oferta neta) x 100]

(mm³): millones de metros cúbicos; **DBO:** Demanda Biológica de oxígeno. **La oferta neta:** considera la reducción para el caudal mínimo para sostenimiento del ecosistema y la limitación por la alteración en la calidad.

D. A=Demanda Anual (mm³)

O.N =Oferta Neta (mm³)

I.E = Índice de Escasez (Demanda/oferta neta)

C.R =Capacidad de Regulación

V.D.A = Vulnerabilidad en la Disponibilidad de Agua

P.C =Presión Sobre la Calidad ((DBO) miles tn/año)

A.M = Año Medio

A.S = Año Seco

ANEXO 5

PRODUCTO INTERNO BRUTO NACIONAL EN LAS ACTIVIDADES: AGROPECUARIA E INDUSTRIAL

Tabla No. 33 Periodo 1994 al 2002 a precios constantes de 1994
(Miles de millones de pesos)

Periodo	PIB	Subtotal valor agregado	Agropecuario, Silvicultura, Caza y pesca	Participación %	Industria Manufacturera	Participación %
1994	67.532,90	62.305,40	10.016,20	16,08	10.050,50	16,13102556
1995	71.046,20	65.548,30	10.390,10	15,85	12.329,00	18,8090309
1996	72.506,80	66.956,60	10.261,70	15,33	14.415,10	21,52902029
1997	74.994,00	69.279,80	10.328,40	14,91	16.692,90	24,09490212
1998	75.421,30	69.861,90	10.332,40	14,79	19.650,50	28,12763466
1999	72.250,60	67.547,70	10.327,50	15,29	20.858,80	30,88010399
2000	74.363,80	69.666,70	10.725,10	15,39	25.484,00	36,5798868
2001	75.393,80	70.469,10	10.797,70	15,32	26.755,00	37,96699546
2002	76.662,20	71.652,60	10.865,90	15,16	28.716,20	40,07698255
Promedios			10.449,44	15,35	19439,11	28,24

Tabla 34 Valor Agregado En Antioquia Y Participación Porcentual, A Precios Constantes De 1994 (Millones de pesos)

AÑOS	AGROPECUARIO	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	MINERIA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	INDUSTRIA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
1990	1311570	14,93	297030	0,03	2000822	22,77	8.787.477	577.153	9.364.630
1991	1272383	14,79	263527	0,03	2012191	23,39	8.604.441	549.305	9.153.746
1992	1266657	14,27	238050	0,03	1986226	22,37	8.877.373	646.107	9.523.480
1993	1325613	14,46	195054	0,02	2038736	22,24	9.167.515	781.293	9.948.808
1994	1426102	15,19	167179	0,02	1971803	21,00	9.390.042	811.343	10.201.385
1995	1318439	13,24	175296	0,02	2129146	21,38	9.957.771	773.060	10.730.831
1996	1389705	13,78	208371	0,02	2091825	20,74	10.084.264	709.442	10.793.706
1997	1208451	11,47	212238	0,02	2058976	19,54	10.539.814	751.064	11.290.878
1998	1210786	11,86	165140	0,02	2069205	20,27	10.207.657	732.635	10.940.292
1999	1325852	13,22	206543	0,02	1835763	18,31	10.027.577	644.285	10.671.862
2000	1481130	13,95	207804	0,02	2094487	19,73	10.614.125	667.691	11.281.816
2001	1451627	13,83	202611	0,02	2062555	19,64	10.499.605	723.241	11.222.846
Promedio	1332359,58	13,75		0,02	2029311,25	20,95			

Tabla No. 35 Valor Agregado en Cundinamarca y participación porcentual, a precios constantes de 1994 (Millones de pesos)

AÑOS	AGROPECUARIO	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	MINERIA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	INDUSTRIA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
1990	877297	30,79	73093	2,57	587772	20,63	2.849.185	103.097	2.952.282
1991	900780	31,06	71358	2,46	586591	20,23	2.900.223	106.283	3.006.506
1992	939388	30,94	81671	2,69	568051	18,71	3.035.690	128.124	3.163.814
1993	950903	29,80	107073	3,36	632264	19,81	3.191.330	168.322	3.359.652
1994	1015481	32,53	93961	3,01	638772	20,47	3.121.236	189.542	3.310.778
1995	1092402	32,80	88627	2,66	666753	20,02	3.330.247	188.246	3.518.493
1996	1071558	30,87	56154	1,62	690602	19,90	3.471.217	197.556	3.668.773
1997	1093544	30,19	51477	1,42	695378	19,20	3.622.186	203.205	3.825.391
1998	1066195	30,44	37490	1,07	699886	19,98	3.502.359	189.638	3.691.997
1999	1034759	30,71	38383	1,14	662040	19,65	3.369.679	153.440	3.523.119
2000	1091327	29,98	43461	1,19	737098	20,25	3.639.809	143.615	3.783.424
2001	1121636	30,36	52174	1,41	725676	19,64	3.694.605	201.933	3.896.538
Promedio	1021272,5	30,87		2,05	657573,583	19,87			

**Tabla No. 36 Valor Agregado En Santa Fe De Bogota Y Participación Porcentual, A Precios Constantes De 1994
(Millones de pesos)**

AÑOS	AGROPECUARIO	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	MINERIA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	INDUSTRIA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
1990	7.580	0,07	28.912	0,25	2.871.723	25,10	11.440.375	1.234.252	12.674.627
1991	7.744	0,06	33.367	0,28	2.890.142	24,16	11.960.122	1.079.091	13.039.213
1992	7.135	0,06	35.724	0,29	2.857.953	23,25	12.293.601	1.279.871	13.573.472
1993	5.486	0,04	32.128	0,25	2.908.448	22,52	12.914.661	1.636.189	14.550.850
1994	5.066	0,03	78.985	0,54	2.864.862	19,42	14.754.430	1.619.877	16.374.307
1995	6.456	0,04	91.010	0,61	2.883.061	19,20	15.017.270	1.790.041	16.807.311
1996	5.848	0,04	71.996	0,49	2.799.746	18,88	14.829.878	1.747.825	16.577.703
1997	6.038	0,04	69.761	0,46	2.883.672	18,89	15.263.592	1.856.679	17.120.271
1998	5.688	0,04	75.472	0,49	2.773.893	17,85	15.536.219	1.875.593	17.411.812
1999	5.735	0,04	65.458	0,47	2.451.968	17,51	14.003.605	1.521.266	15.524.871
2000	5.875	0,04	70.651	0,48	2.599.988	17,75	14.643.853	1.454.070	16.097.923
2001	7.333	0,05	72.470	0,49	2.599.912	17,45	14.898.534	1.506.337	16.404.871
Promedio		0,05		0,42	240.845	20,17			

**Tabla No. 37 Valor Agregado En Valle Del Cauca Y Participación Porcentual, A Precios Constantes De 1994
(Millones de pesos)**

AÑOS	AGROPECUARIO	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	MINERIA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	INDUSTRIA	PARTICIPACION PORCENTUAL EN EL PIB	SUB-TOTAL VALOR AGREGADO	DERECHOS E IMPUESTOS	PRODUCTO INTERNO BRUTO
1990	454.521	6,82	41.076	0,62	1.758.012	26,37	6.665.483	381.049	7.046.532
1991	469.239	6,79	41.867	0,61	1.758.978	25,44	6.913.100	384.426	7.297.526
1992	468.421	6,63	44.005	0,62	1.714.389	24,25	7.069.814	528.079	7.597.893
1993	517.795	6,94	49.076	0,66	1.571.460	21,07	7.457.699	633.614	8.091.313
1994	533.443	7,28	41.410	0,56	1.650.545	22,51	7.331.672	584.904	7.916.576
1995	603.061	7,51	48.142	0,60	1.814.899	22,61	8.027.560	612.436	8.639.996
1996	594.374	7,24	47.252	0,58	1.706.123	20,78	8.211.410	589.759	8.801.169
1997	643.892	7,81	41.232	0,50	1.662.658	20,16	8.245.978	597.173	8.843.151
1998	674.342	8,13	35.912	0,43	1.655.846	19,96	8.293.862	623.689	8.917.551
1999	616.625	7,65	30.312	0,38	1.577.088	19,57	8.058.945	541.478	8.600.423
2000	606.277	7,43	31.526	0,39	1.718.708	21,05	8.163.576	531.932	8.695.508
2001	577.376	7,08	34.979	0,43	1.670.551	20,50	8.150.796	583.834	8.734.630
Promedio	563280,5	7,28		0,53	1688271,42	22,02			