



OFICINA EN COLOMBIA

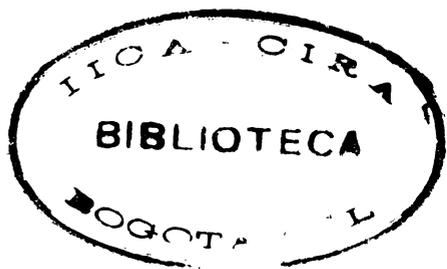
Serie Publicaciones Misceláneas No. 432
ISSN-0534-5391

DIAGNOSTICO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

GUILLERMO MANTILLA SUAREZ
PABLO LEYVA FRANCO
OCTAVIO ESPINOSA

COPIA 2.
o de 1983

CA
-432
83





MINISTERIO DE AGRICULTURA
Oficina de Planeamiento del Sector Agropecuario - OPSA
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA - IICA
Oficina en Colombia

Serie de Publicaciones Misceláneas No. 432

DIAGNOSTICO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Guillermo Mantilla Suárez
Pablo Leyva Franco
Octavio Espinosa

Bogotá, agosto de 1983

This One



WOJG-C94-LQ8B

Digitized by Google

PRESENTACION

En el marco de los objetivos de desarrollo establecidos, para el Ministerio de Agricultura constituyen aspectos de preocupación central el fortalecimiento institucional y, en especial, el apoyo dirigido a mejorar el Sistema de Planificación, componente central en la dirección del proceso de planificación-ejecución de las políticas para el desarrollo rural.

El Sistema de Planificación Agropecuaria, entendido en forma resumida como la interrelación de las actividades de sistematización de la información de la realidad agropecuaria, de análisis para lograr coherencia en las decisiones y de entrega oportuna de alternativas de decisión, demanda esfuerzos permanentes para su vigorización en diversos campos.

Estos esfuerzos se relacionan, entre otros, con los aspectos de sistematización de la información, de organización institucional, de coordinación al interior del sector público y con el sector privado; y también, de manera particular, con la necesidad de mejorar los instrumentos técnicos y metodológicos para la generación de las alternativas de decisión o productos del sistema y para las tareas de seguimiento y evaluación.

Conforme a lo señalado, el Ministerio de Agricultura y el IICA celebraron un Contrato de Cooperación Técnica para fortalecer la capacidad de la Oficina de Planeamiento del Sector Agropecuario (OPSA) para el análisis de políticas y la definición, seguimiento y evaluación de los proyectos del plan sectorial de desarrollo.

Para el logro de tales objetivos el Ministerio, con la cooperación del IICA, desarrollaría, entre otras, actividades técnicas en relación con el diseño y aplicación de metodologías para el análisis de políticas y el de formulación, seguimiento y evaluación de proyectos. Así mismo dentro de estos campos fueron definidas ciertas áreas de particular interés, como las de comercialización, agroindustria, recursos naturales renovables, riego y adecuación de tierras, crédito y desarrollo social.

El presente trabajo no debe considerarse aislado de las actividades y productos del Contrato de Cooperación Técnica, cuyo propósito ha sido el de publicar aquellos que contengan aspectos conceptuales, normativos, metodológicos y de aplicación a situaciones concretas y que sirvan como material de referencia para trabajos posteriores.

Finalmente, este documento demandó una cuidadosa labor que fue realizada con eficiencia por quienes integraron el equipo de edición y secretarías de la Oficina del IICA en Colombia.

JOSE VALLEJO GOMEZ
Jefe de la Oficina de Planeamiento
del Sector Agropecuario

MARIO BLASCO LAMENCA
Director Oficina IICA en Colombia

MARIANO OLAZABAL BALCAZAR
Coordinador Proyecto IICA-OPSA

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
CONCLUSIONES.....	iii
I. CONDICIONES NATURALES.....	1
A. <u>Regiones Físico-Geográficas</u>	1
1. Nivel de aproximación en el conocimiento de los medios físico-geográficos.....	2
a. <u>Marco físico</u>	3
1) <u>Estructura hidrográfica</u>	3
2) <u>Regiones hidrográficas</u>	4
b. <u>Medios geográficos</u>	5
1) <u>Las regiones naturales</u>	5
2) <u>Distribución de las precipitaciones</u>	8
3) <u>La acción del agua y la dinámica de la erosión</u>	11
4) <u>Medios geomorfopedológicos</u>	13
a. <u>Región Andina</u>	13
i. Relación de algunas toposecuencias importantes.....	14
ii. Paisajes interiores del sistema cordillerano.....	15
b. <u>Región Oriental</u>	17

	<u>Página</u>
5) <u>Influencia de la humedad, distribución y regímenes pluviométricos en la fitogeografía del país.....</u>	19
B. <u>Características Hidrológicas.....</u>	21
1. Factores de la humedad.....	21
2. Distribución de rangos de humedad (OSTER, R. 1979).....	23
3. La escorrentía.....	23
4. Hidrología e hidrometría (DNP-ISA 1979)....	24
a. <u>Factores reguladores de la escorrentía</u>	26
5. La red Hidrometeorológica.....	26
a. <u>Datos pluviométricos e hidrometeorológicos.....</u>	26
C. <u>Algunos Aspectos Limnológicos y la Degradación del Agua.....</u>	29
1. Algunos aspectos limnológicos.....	29
a. <u>Alcances de la información disponible</u>	33
2. Principales factores de degradación.....	34
a. <u>Alteración química.....</u>	34
b. <u>Alteración biológica.....</u>	34
c. <u>Alteración física.....</u>	35
3. Distribución geográfica de la contaminación y algunas cifras importantes.....	36
a. <u>Focos de contaminación por hidrocarburos.....</u>	37
1) <u>Derivados del petróleo.....</u>	37
2) <u>Carbón mineral y derivados.....</u>	39

b.	<u>Principales corrientes fluviales afectadas.....</u>	39
1)	<u>Magdalena-Cauca.....</u>	39
2)	<u>Río Zulia.....</u>	40
c.	<u>Concentración de los focos contaminantes de origen industrial y doméstico.....</u>	40
1)	<u>Distrito Especial de Bogotá.....</u>	40
2)	<u>Valle de Aburrá.....</u>	41
3)	<u>Area de Cali-Yumbo-Palmira.....</u>	41
4)	<u>Area de Barranquilla.....</u>	42
5)	<u>Area de la Bahía de Cartagena.....</u>	42
d.	<u>Areas con alta concentración de zonas afectadas por agroquímicos.....</u>	42
e)	<u>Degradación física y biológica.....</u>	44
4.	<u>La erosión y la sedimentación.....</u>	45
a.	<u>Evaluación del proceso de erosión y sedimentación.....</u>	45
1)	<u>Palinología y carbón 14.....</u>	45
2)	<u>Estudios morfodinámicos de la erosión.....</u>	46
3)	<u>Mediciones sedimentológicas.....</u>	47
a)	<u>Algunas cifras importantes sobre arrastre de sedimentos....</u>	48
b)	<u>Significado de las evaluaciones de la erosión y la sedimentación.....</u>	48

	<u>Página</u>
II. UTILIZACION SOCIAL DE LAS AGUAS.....	51
Nota Introdutoria.....	51
A. <u>Funciones y Utilización Posibles de Corrientes y</u> <u>Cuerpos Naturales</u>	53
B. <u>Daños Ligados a su Dinámica Natural</u>	53
C. <u>Algunas Cifras de la Utilización Social</u>	54
1. Consumo humano.....	54
a. <u>Nivel de suministro</u>	54
b. <u>Consumo</u>	55
2. Alcantarillados.....	55
a. <u>Nivel de dotación</u>	55
b. <u>Servicios conexos</u>	55
3. Uso industrial.....	56
4. Generación de energía.....	56
5. Irrigación y drenajes.....	58
6. Navegación.....	58
7. Recreación.....	58
8. Pesca y acuicultura.....	59
D. <u>Utilización del Agua en la Agricultura</u>	59
1. La distribución de tierras y la adecuación....	59
a. <u>Distribución teórica de los suelos agrí-</u> <u>colas</u>	59

	<u>Página</u>
b. <u>Utilización de la tierra</u>	60
c. <u>La irrigación en la productividad agrícola y su significado en la productividad...</u>	62
1) <u>El déficit hídrico</u>	63
2) <u>Superficie bajo riego</u>	64
a) <u>Cultivos de inundación</u>	65
b) <u>Distritos de riego</u>	66
c) <u>Limitantes en los distritos de riegos y drenajes</u>	68
i. De orden técnico.....	68
ii. De tipo social y económico...	69
d. <u>El manejo hidráulico de las aguas en la ampliación de la frontera agrícola</u>	70
1) <u>El crecimiento actual de la frontera agrícola</u>	70
a) <u>Inventarios globales</u>	72
b) <u>Posibilidades inmediatas</u>	74
c) <u>Posibilidades a mediano y largo plazo</u>	77
i. Zona del río Sinú.....	81
ii. Zona del río Saldaña.....	81
iii. Zona de los Llanos Orientales.....	82
iv. Zonas de los ríos Sogamoso Lebrija, Carare y Opón.....	82
v. Proyectos de uso múltiple en progreso.....	82

	<u>Página</u>
E. <u>Inventario Hidroenergético (ISA-DNP 1979)</u> ^{/10}	86
1. Criterios de planeamiento.....	86
2. Resultados generales.....	87
3. Significado del estudio del sector eléctrico.....	92
4. Importancia para el sector agropecuario y la gestión ambiental.....	93
III. ESTADO ACTUAL, POLITICAS Y PROGRAMAS.....	96
A. <u>Características Fundamentales</u>	96
1. Estado natural.....	96
2. El uso social y nivel de aprovechamiento	97
3. Limitaciones naturales, problemas derivados del uso y la transformación de estructuras físicas.....	98
B. <u>La Administración, Jurisdicción y Competencias</u>	99
1. Asignación legal de competencias.....	100
2. El marco legal en la administración.....	102
3. El ejercicio de la facultad administrativa	104
4. Contaminación y control.....	105
C. <u>Políticas y Programas</u>	106
1. Lineamientos de políticas generales.....	106
2. Bases para orientar las políticas regionales.....	107
3. Programas y proyectos.....	107

	<u>Página</u>
a. <u>Coordinación</u>	107
b. <u>Investigación</u>	108
c. <u>Fomento y desarrollo</u>	109
d. <u>Administración</u>	109
IV. LA ESTADISTICA AGROCLIMATICA Y LA IMPORTANCIA EN LA PO- LITICA AGROPECUARIA.....	111
V. LA ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS.....	113
A. <u>Marco Institucional</u>	113
B. <u>Marco Legal</u>	117
C. <u>Control y Protección</u>	131
D. <u>Gestión Ambiental</u>	132
E. <u>Recursos Financieros</u>	134
VI. BASES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE TASAS RETRIBUTIVAS POR CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO.....	143
A. <u>Antecedentes</u>	143
B. <u>Actividades</u>	144
LITERATURA CONSULTADA.....	145

INDICE DE CUADROS

		<u>Página</u>
Cuadro No. 1	RESULTADOS DEL MAPA DE EROSION.....	12
Cuadro No. 2	GRANDES PAISAJES DE LA ORINOQUIA.....	18
Cuadro No. 3	RELACION DEL CUBRIMIENTO BOSCOZO CON LA EROSION.....	26
Cuadro No. 4	DENSIDADES MEDIAS DE LA RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS A NIVEL REGIONAL Y NA- CIONAL.....	28
Cuadro No. 5	AGUAS SELECCIONADAS EN ESTUDIO LIMNOLOGICO	31
Cuadro No. 6	INVENTARIOS DE CLASIFICACION DE TIERRAS CLASES Y SUPERFICIE TOTAL.....	60
Cuadro No. 7	TIERRAS APTAS PARA LA AGRICULTURA EN LAS DISTINTAS REGIONES NATURALES DEL PAIS.....	61
Cuadro No. 8	DISTRITOS DE RIEGO, SUPERFICIE EN PRODUC- CION AÑO 1977.....	66
Cuadro No. 9	DISTRITOS DE RIEGO EN OPERACION.....	67
Cuadro No. 10	ZONIFICACION DE LAS TIERRAS DE LA LLANURA DEL CARIBE DE ACUERDO CON APTITUD AGRICOLA Y REQUERIMIENTOS DE RIEGO SUPLETORIO O DRE- NAJE.....	73
Cuadro No. 11	REGIMEN HIDROLOGICO Y AREAS AFECTADAS DE LA ZONA LACUSTRE.....	80
Cuadro No. 12	RESUMEN SUPERFICIE PARA RIEGO SEGUN PROYEC- TOS DE USO MULTIPLE.....	84
Cuadro No. 13	USOS MULTIPLES Y PROYECTOS PRIORITARIOS PARA RIEGO.....	85
Cuadro No. 14	POTENCIAL TEORICO POR REGIONES.....	88

	<u>Página</u>
Cuadro No. 15 POTENCIAL HIDROELECTRICO UTILIZABLE DESDE EL PUNTO DE VISTA TECNICO.....	89
Cuadro No. 16 CAPACIDAD INSTALADA A COMIENZOS DE 1979 (MW).....	89
Cuadro No. 17 CAPACIDAD INSTALADA EN 1983 (MW).....	90
Cuadro No. 18 ORDENAMIENTO DE PROYECTOS DE ACUERDO A SU USO MULTIPLE.....	91
Cuadro No. 19 CONCESIONES EN CORRIENTES NO REGLAMENTADAS	115
Cuadro No. 19A APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN CORRIENTES RE- GLAMENTADAS.....	116
Cuadro No. 20 EJECUCION PRESUPUESTO DE GASTOS ORDENAMIEN- TO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS 1975-1981.....	136
Cuadro No. 21 EJECUCION PRESUPUESTO DE GASTOS ORDENAMIEN- TO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS 1972-1981.....	137
Cuadro No. 22 COMPARATIVO EJECUCION INSTITUTO EJECUCION SUBPROGRAMA ORDENAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS.....	138
Cuadro No. 23 RECAUDOS RECURSO AGUA 1975-1981.....	139

INDICE DE FIGURAS

	<u>Página</u>	
Figura No. 1	DISTRIBUCION REGIONAL DE POZOS PETROLEROS Y DE REFINERIAS EN COLOMBIA.....	38
Figura No. 2	VOLUMENES ANUALES MEDIOS DE SEDIMENTOS Y CAUDALES MEDIOS MULTIANUALES EN LAS GRAN- DES REGIONES HIDROLOGICAS DE COLOMBIA.....	49
Figura No. 3	LOCALIZACION GENERAL DE PROYECTOS DE ADE- CUACION.....	78
Figura No. 4	REGIONALIZACION DEL PAIS PARA FINES DEL INVENTARIO HIDROELECTRICO.....	95
Figura No. 5	ORDENAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS EJECUCION DE GASTOS 1972-1981.....	140
Figura No. 6	ORDENAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS EJECUCION DE GASTOS 1975-1981.....	141
Figura No. 7	RECAUDOS RECURSO AGUA 1975-1981.....	142

CONCLUSIONES

1. El país cuenta con regiones físico-geográficas bien definidas, caracterizadas por la acción de factores morfoclimáticos que inciden notablemente en el comportamiento de las aguas de escurrimiento. Aparte de la hidrología, la fisiografía, el relieve y la naturaleza de las formaciones superficiales condicionan las finalidades preliminares de los aprovechamientos hídricos, accidentes conocidos como estructuras hidrográficas que definen los usos posibles desde el punto de vista social y del manejo hidráulico. Las regiones hidrográficas, configuran un vasto sistema de captación de aguas sobre el lomo y laderas del sistema cordillerano, conformando zonas especiales para la gestión ambiental relacionada con la protección de las aguas en su origen. Bajo esta consideración la cuenca hidrográfica aparece como un subsistema.

Los estudios analíticos y cartográficos reafirman la naturaleza por lo general húmeda de Colombia. Esta definición es importante desde el punto de vista de ajustar tecnologías adecuadas para el manejo básicamente de aguas lluvias y superficiales abundantes y relativamente bien distribuidas en medios tropicales.

La degradación física, química y biológica comienza a tener proporciones inquietantes. Existen estudios localizados y discontinuos que permiten apreciar la evolución del fenómeno. Se cree conveniente establecer una red nacional de mediciones para la degradación química y biológica del agua, al menos en los sectores más críticos, así como también darle un tratamiento especial a los fenómenos de derrumbes y deslizamientos, tan frecuentes y nocivos en la economía del país.

El país cuenta con importantes aportes técnico-científicos en el conocimiento de las condiciones naturales y de degradación de las aguas, que deben utilizarse como marco de orientación en la fijación de políticas para la administración y manejo de los recursos hídricos.

2. Contrariando la relativa abundancia de aguas, aparecen los niveles de consumo y de utilización, por cierto muy bajos, apenas representados en el consumo humano, hidroenergético, de riegos y drenajes, que en conjunto presentan altos potenciales. Es de relevar la utilización marginal de las aguas con destino a la industria y a la navegación.

La actividad agropecuaria del país se ha desarrollado fundamentalmente bajo condiciones de secano y métodos tradicionales que permitieron el abastecimiento interno de productos básicos. Con el crecimiento demográfico, la inmigración rural hacia las ciudades y la necesidad de mantener en el mercado internacional algunos productos agropecuarios, se crearon condiciones especiales que es necesario afrontar, a través de mejores patrones tecnológicos de productividad, entre los cuales la adecuación de tierras, mediante riegos y drenajes y control de inundaciones, reviste gran importancia.

Al presente se dispone de estimativos provenientes de estudios agrológicos para definir las posibilidades agropecuarias del país. De otra parte, el estudio del sector eléctrico identificó proyectos de aprovechamiento de propósito múltiple relacionado directamente con la ampliación de la frontera agrícola, los cuales es preciso profundizar al nivel de la factibilidad técnica y de concordancia política y económica con planes de desarrollo nacional.

3. En contraposición a las tesis que se han venido sosteniendo en relación con la administración y manejo del agua, dadas las múltiples entidades que tienen que ver en el asunto según naturaleza y jurisdicción, tal situación se presenta como una especialización positiva y como un comienzo de descentralización administrativa, en virtud de tener varias instituciones encargadas de desarrollar actividades específicas y de contar con delegación de funciones en las corporaciones regionales. La débil coordinación interinstitucional presenta una aparente sensación de confusión orgánica en los aspectos institucionales y de competencias para la administración y manejo de las aguas; por lo tanto, un fortalecimiento de los canales de coordinación sería un paso preliminar importante para el éxito de programas de investigación, fomento, desarrollo y administración del recurso.

DIAGNOSTICO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Guillermo Mantilla*
Pablo Leyva**
Octavio Espinosa***

I. CONDICIONES NATURALES

En primer término, se presentan las condiciones naturales en la forma que el conocimiento general de la geografía y la climatología lo permite. Esta primera delimitación deja apreciar en el marco natural las limitaciones físicas ligadas al grado de abundancia ya que, en primer lugar, está relacionada con precipitación y regímenes, que logran mostrar una visión general de la distribución geográfica de la humedad pluvial. Posteriormente se caracteriza la estructura hidrográfica del país, con lo cual se obtiene a grandes rasgos la distribución hidrológica y las características generales de la dinámica del flujo, así como también la estabilidad relativa de esa estructura, frente a la acción hídrica.

A. Regiones Físico-Geográficas

Es importante considerar al interior de las regiones físico-geográficas, factores inherentes a su misma naturaleza, tales como la estructura hidrográfica, las precipitaciones y regímenes de lluvias,

* Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional Seccional Palmira. D.E.A. en Pedología de la Escuela Nacional Superior de Agronomía Montpellier. Profesional Especializado del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente -INDERENA-.

** Ingeniero Químico de la Universidad Nacional de Colombia. Doctor en Economía de la Universidad de París. Consultor en Recursos Naturales Renovables del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA-.

*** Economista Agrario de la Universidad INCA de Colombia, Especialista en Planeación Agropecuaria-formulación y evaluación de proyectos. Profesional Especializado del Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDERENA-.

que en una primera aproximación constituyen el marco físico para identificar a grandes rasgos las posibilidades de aprovechamiento y de protección de los recursos hídricos. El primero dimensiona el espacio, accidentes y posibles formas y aptitudes para el aprovechamiento. El segundo, condiciona la forma y frecuencia bajo las cuales la cantidad y distribución del agua caída afecta el medio físico, efectos que pueden ser de tipo local (regímenes de lluvia) o concurrentes y aditivos dentro de una misma estructura hidrográfica, favoreciendo ciertos tipos de aprovechamiento hidráulicos (regímenes de caudales).

Conjugados los factores anteriores, en la región físico-geográfica se visualizan los eventos de escorrentía y flujos dentro de una dinámica que marca la naturaleza de las aptitudes y los tipos de aprovechamiento posibles:

Hidroenergía, adecuación de tierras, navegación, agua potable, entre otros. De otra parte, la estructura hidrográfica se confronta con el impacto producido por la acción del agua, con el fin de apreciar la vulnerabilidad de los sistemas naturales a la degradación inducida por la transformación artificial, representada en la infraestructura que la origina (sistema vial, urbanismo, obras hidráulicas).

El desarrollo del sistema permite apreciar las aptitudes de las regiones para el aprovechamiento y fijar los criterios de manejo en la regulación y protección del recurso.

1. Nivel de aproximación en el conocimiento de los medios físico-geográficos

a. Marco físico

En líneas generales, el relieve permite reconocer dos grandes partes: la parte Andina y la parte Oriental.

La parte Andina: La Región Andina está constituida por el sistema cordillerano de los Andes y sus valles interandinos, las llanuras costeras y la Sierra de Santa Marta. Al interior de esta parte, se reconocen los siguientes conjuntos físicogeográficos:

- Cordillera de la Costa.
- Llanura costera del Pacífico y depresión de los ríos Atrato y San Juan.
- Cordillera Occidental.
- Fosas del Cauca y del Patía y Altiplano de Popayán.
- Cordillera Central.
- Valle del río Magdalena.
- Cordillera Oriental.
- Llanura del Caribe.
- Sierra Nevada de Santa Marta.
- La Guajira,

La parte Oriental: La parte Oriental, conformada por grandes planicies de relieve regular interrumpido por la Sierra de la Macarena, se divide en dos grandes conjuntos:

- La Orinoquía, conjunto de sabanas y bosques de galería.
- La Amazonía, conjunto de bosque pluvial.

1) Estructura hidrográfica. En buena parte la estructura hidrográfica y los factores hidrográficos determinan la finalidad en el aprovechamiento de los recursos hídricos.

El sistema cordillerano del país constituye un eje de fuentes hidrográficas que junto con la Sierra Nevada conforman la mayor parte de los accidentes geográficos vitales para el desarrollo hidroenergético y para alimentar los cursos que irrigan importantes valles interandinos y llanuras, destacándose para nuestros fines las del Caribe y Oriental.

Tres grandes vertientes agrupan las redes fluviales del país a saber:

Vertiente del Pacífico: Integra los sistemas hidrográficos de los ríos San Juan, Patía y Mira.

Vertiente del Caribe: Agrupa los sistemas hidrográficos de los ríos Magdalena, Cauca, Sinú, Atrato, Cesar y Ranchería.

Vertiente Oriental: Conformada por los sistemas hidrográficos correspondientes a los ríos Catatumbo, Orinoco y Amazonas.

2) Regiones hidrográficas. Superpuestas a la división que ofrece el drenaje natural del país se localizan las unidades hidrográficas, muy importantes en la medida en que favorezcan la captación de aguas con destino a las diferentes vertientes, a saber:

- Serranía de Baudó
- Cordillera Occidental
- Cordillera Central
- Cordillera Oriental
- Sierra Nevada de Santa Marta
- Sierra de la Macarena

Al interior de estas unidades hidrográficas alternan páramos, nevados, altiplanos y crestas de las cordilleras, las cuales desempeñan funciones importantes en cuanto a protección de las aguas se refiere. Algunos sectores de estas posiciones se encuentran alinderados dentro del Sistema de Parques Nacionales Naturales.

Las características físicas y biológicas de las regiones físico-geográficas e hidrográficas determinan los criterios generales a tener en cuenta para una adecuada protección de los recursos hídricos. De otro lado, la estructura hidrográfica, la distribución de lluvias y regímenes condicionan los aspectos hidrológicos y climáticos en general, en materia de control, regulación y/o aprovechamiento de las aguas.

b. Medios geográficos

En el estudio de los diferentes ambientes físicos del país se pueden separar varios niveles.

1) Las regiones naturales. Este primer nivel está relacionado con los medios naturales, definidos tentativamente y caracterizados por Khobzi ^{/11} de la siguiente manera:

Regiones de páramo: Corresponden a zonas con lluvias relativamente bien distribuidas, escasas y de poca intensidad. La buena estabilidad estructural de suelos y rocas, no obstante la variabilidad de la topografía, dificulta la acción de la erosión hídrica. Las condiciones ecológicas limitan el aprovechamiento agropecuario y la presencia de especies endémicas vegetales y animales convierte estas áreas en sitios para los cuales deben definirse criterios especiales de manejo.

Atillanuras de clima templado: Estas zonas conforman los altiplanos cundiboyacense y nariñense. Poseen una agricultura muy intensa, con las restricciones dadas por las pendientes y sectores con mala distribución de lluvias y suelos de estabilidad estructural débil. (Sectores secos de la Sabana de Bogotá y regiones aledañas como Guasca y Ubaté).

Regiones húmedas de relieve quebrado: Se incluyen en esta unidad las laderas de las cordilleras que reciben más de 2.000 m.m. de precipitaciones anuales, con pendientes fuertes y alteraciones profundas que favorecen los movimientos de masa aún en condiciones naturales. Los deslizamientos y derrumbes son muy frecuentes, magnitud que se incrementa fuertemente con la colonización (zona cordillera del Caquetá y piedemonte llanero, Sierra de la Macarena). Cuando las zonas han sido recubiertas por cenizas volcánicas, presentan mejores condiciones para la agricultura de ladera y resistencia a la acción del agua (zona cafetera).

Regiones húmedas de relieve moderado o suave: Presentan diferentes tendencias frente a la acción hídrica: Las colinas de pendientes fuertes o cortas sobre rocas arcillosas o alteradas o en capas de cenizas volcánicas, están sometidas a deslizamientos. (Altiplano de Popayán y río Negro en Antioquia).

Las regiones modeladas en rocas de relativa estabilidad presentan menor tendencia a los deslizamientos y mayor susceptibilidad al escurrimiento superficial (Colinas del Magdalena Medio, piedemonte Amazónico).

Las zonas planas (valles y terrazas aluviales) plantean problemas de drenaje o de inundaciones (valles del Magdalena Medio, del Atrato, región de Tumaco).

Regiones con estaciones secas marcadas: En general, las condiciones ecológicas favorecen la erosión hídrica por la débil protección del suelo. Se reconocen varios grados en la importancia de los procesos:

- Bajo topografías accidentadas, de terrenos deleznales o de alteraciones o depósitos cuaternarios espesos, la torrencialidad y el escurrimiento superficial son dominantes sobre otros procesos. (Colinas del Atlántico, Vertiente Noroccidental de la Sierra Nevada de Santa Marta, colinas de la región seca del Alto Magdalena, alrededores de Cúcuta, Meseta de Bucaramanga, región de Dagua, Villa de Leyva...).
- Las regiones planas se ven afectadas por la erosión pluvial (Alto Magdalena, sectores del Valle del Cauca, Cesar, etc.).
- En los Llanos Orientales, las sequías afectan los suelos de colinas. Las quemas favorecen la erosión pluvial y subsiguientemente compactación, lo cual facilita la erosión por escurrimiento.

Región semiárida: Por ausencia de una cobertura vegetal protectora, suelos impermeables e intensidad de los aguaceros, el escurrimiento se concentra aún en pendientes suaves; por ello la Guajira está catalogada como una región donde la erosión hídrica presenta las condiciones de desarrollo más intenso. En áreas poco protegidas, de suelos poco coherentes, se presenta una erosión eólica importante.

A este nivel cualitativo sigue un segundo nivel, mayormente elaborado, en cuyo desarrollo ha sido evaluada la red pluviométrica del país, teniendo en cuenta las aproximaciones a que obliga un medio natural contrastado e influido por factores físicos muy variables.

2) Distribución de las precipitaciones. Este nivel ha permitido llegar a caracterizar las regiones naturales del país en función de las precipitaciones y regímenes. Se ha elaborado un mapa de isoyetas ^{/14} el cual señala la organización de las lluvias de acuerdo con las grandes unidades del relieve, a saber:

La fachada Pacífica: Se trata de una unidad super-húmeda, menos lluviosa hacia el sur. Entre 3° y 7° de latitud norte, todas las partes bajas de la fachada Pacífica reciben lluvias de 5.000 mm. Al norte de los 7° las lluvias disminuyen hasta menos de 4.000 mm. hacia la frontera con Panamá. Hacia el este la pluviosidad disminuye bruscamente sobre la vertiente occidental de la cordillera, alcanzando alrededor de 3.000 mm. hacia la cumbre.

Las mayores pluviosidades se localizan entre los 5° y 6° en la parte baja, con lluvias mayores de 7.000 mm. cerca de los Andes. Tumaco tiene promedio estimado en 2.000 mm. Este valor es explicable por la presencia de los últimos efectos inhibidores sobre la lluvia de la corriente fría de Humboldt.

Se presentan en la cordillera algunas zonas menos húmedas, conformadas por valles protegidos, cuya precipitación se estima en menos de 2.000 mm., a saber:

- El Valle de Dabeiba 7° latitud norte
- El Valle de Urrao, un poco más al sur.
- Los Valles de los ríos Dagua y Calima, a la latitud de Buenaventura.

Las llanuras orientales: Cubren alrededor de la mitad del país. Las lluvias se incrementan paulatinamente de norte a sur.

Los valores máximos se reportan hacia la frontera brasileña, con lluvias mayores de 3.000 mm. En el resto de la Amazonía ningún punto tiene un promedio superior a 3.000 mm. ni inferior a 2.550 mm. Hacia los Andes las lluvias pasan de 3.000 mm. (lluvias pre-orográficas). Al norte, la isoyeta de 2.500 mm. marca a grandes rasgos el límite entre Amazonía y Llanos. Al norte de los 5° las precipitaciones anuales presentan valores por debajo de 2.000 mm.

En la vertiente Oriental de la cordillera, las diferencias son pocas de sur a norte. Al pie de la cordillera los promedios de lluvia son de 4.000 mm. En la medida en que se asciende, las lluvias alcanzan puntos de 4.500 a 5.500 mm. Al igual que en la fachada Pacífica se encuentran zonas menos húmedas y relativamente secas, a saber:

- Valle del río Negro, aguas arriba de Villavicencio.
- Valles de los ríos Guavio y Batá.
- Alto del Valle del río Arauca, cerca de la frontera con Venezuela.

Estos valles están abrigados y las precipitaciones anuales caen por debajo de 1.200 mm. en algunos sitios.

La Región del Caribe: Se define como la parte septentrional del país, al norte de los 8° de latitud. Podría considerarse como una región externa de las cordilleras. Sin embargo, debido a su menor precipitación se separa como otra unidad. En efecto, las lluvias son inferiores a 1.500 mm. en la mayor parte de la región, solamente superada en la Sierra Nevada y hacia los Andes.

Al norte las lluvias son mínimas. En la Guajira se reportan precipitaciones inferiores a 500 mm. condición que se extiende al suroeste por el valle del río Cesar, entre la Sierra Nevada y la Serranía de Perijá.

En la zona se observa un aumento de las lluvias de norte a sur acorde con el alejamiento del mar y la Guajira y el acercamiento a las cordilleras. Al pie de las cordilleras la precipitación alcanza y supera los 3.000 mm. La Serranía de San Lucas, terminación septentrional de la Cordillera Central, es bastante lluviosa. Estas estribaciones ya hacen parte de la Región Andina.

La Región Andina: Generalmente los totales anuales no pasan de 3.000 mm. con excepción del valle medio del Magdalena y de las estribaciones septentrionales de las cordilleras Occidental y Central, donde las lluvias suelen sobrepasar los 3.000 y aún los 4.000 mm. Con estas excepciones, las lluvias oscilan entre 500 y menos de 3.000 mm. Se distinguen las zonas secas y las húmedas.

Las partes secas. Corresponden a los fondos del valle, altiplanos y a cumbres, entre los cuales se encuentran:

- Valle del río Chicamocha (sitios con lluvias inferiores a 88 mm.)
- Valle del río Cauca Medio, aguas abajo de la Pintada. Las lluvias son inferiores a 1.500 mm.
- Valle del río Patía, con lluvias inferiores a 1.200 mm. o aún 1.000 mm. localmente.
- Valle del río Magdalena, aguas arriba de Honda.
- Valle del río Cauca, aguas arriba de la Virginia.
- Cumbres de las cordilleras por encima de 3.500 mm. de altitud, reciben por debajo de 1.500 mm. que, debido a la baja evapo-transpiración, son suficientes para mantener las necesidades vegetales.

- Los altiplanos de la Sabana de Bogotá, Ubaté, Chiquinquirá y valle alto del río Chicamocha (cerca de Tunja).
- Altiplano nariñense.

Las partes húmedas. Corresponden a las vertientes con lluvias que oscilan entre los 2.000 y 2.500 mm.

El mismo estudio agrupa los regímenes pluviométricos medios en tres tipos, los cuales corresponden a áreas geográficas físicamente distintas:

- | | |
|---------------------|--|
| -Régimen bimodal: | Región intra-andina-Llanura del Caribe |
| -Régimen monomodal: | Llanuras Orientales |
| -Régimen especial: | Fachada Pacífica |

3) La acción del agua y la dinámica de la erosión.

El tercer nivel se caracteriza por estudios bien elaborados a partir de análisis de factores físicos y su incidencia en el comportamiento de los procesos originados por la acción del agua (aguas lluvias, de escurrimiento superficial, y de infiltración), los cuales finalmente dan lugar a la erosión hídrica superficial y a la remoción en masa. Este tipo de estudios sobre la dinámica de la erosión ^{/12}, presentan al país con condiciones de relativa estabilidad, en donde dominan los movimientos de masa sobre el escurrimiento superficial. La tendencia de los procesos se explica en razón de la naturaleza húmeda del territorio, de la constitución de las formaciones superficiales de las montañas y llanuras húmedas, entre otras.

En el Cuadro No. 1, Resultados del Mapa de Erosión, se presentan cifras significativas para la evaluación y control de la erosión en el país. Los tres niveles enunciados permiten apreciar la distribución geográfica de las lluvias, sus regímenes y su comportamiento al interior de las regiones físico-geográficas.

Cuadro No. 1
RESULTADOS DEL MAPA DE EROSION
 RESUMEN

TIPOS DE EROSION E INTENSIDAD	SUPERFIC.	SUP.TOT. GRUP.PROC	% DE SUP. PAIS.
-Areas sin proceso de consideración		282.000	24.8
-Areas afectadas principalmente por erosión hídrica superficial.		586.000	51.4
-De intensidad escasa a leve	415.000		36.4
-De intensidad leve a mediana	146.000		12.8
-De intensidad mediana a fuerte	7.000		0.6
-De intensidad fuerte a muy fuerte	18.000		1.6
-Areas afectadas principalmente por remoción en masa		268.000	23.5
-De intensidad escasa a leve	28.000		2.5
-De intensidad leve a mediana	233.000		20.4
-De intensidad mediana a fuerte	7.000		0.6
-Areas afectadas principalmente por erosión eólica		3.000	0.3
-De intensidad fuerte a muy fuerte	3.000		
 SUPERFICIE TOTAL DEL PAIS KMS ²		 1'139.000	 100%

4) Medios geomorfopedológicos. Para efectos prácticos es preciso, en primer lugar, individualizar los grandes medios naturales donde se albergan las zonas agrícolas del país, en la medida en que estos compartan características similares para el desarrollo de las especies vegetales y ciertos factores de producción; y, en segundo lugar, a partir de los conocimientos presentes identificar medios naturales frágiles, exigentes de ciertos tipos de medidas y criterios de manejo para su existencia o para un aprovechamiento prudente.

Las regiones fisicogeográficas condicionan en gran parte la naturaleza morfopedológica del país, destacándose en primer plano la acción morfoclimática tanto en el modelado del relieve como en la profundidad y tendencia de la alteración (dinámica del hierro, del aluminio y materia orgánica).

De otro lado, la estructura hidrográfica regula los procesos de sedimentación y los relacionados con la hidrología de la cuenca. Merecen especial atención los depósitos cuaternarios constituidos por basines, abanicos, terrazas, llanuras de inundación, por lo que ellos representan en la agricultura actual y futura.

a. Región Andina. Zonas muy húmedas externas al sistema cordillerano.

Incluye la parte montañosa y bien drenada de la fachada Pacífica y los sectores húmedos de la vertiente este de la Cordillera Oriental. Estos han estado sometidos a lavados intensos y bajo condiciones que favorecen la alteración ferralítica.

Zonas húmedas de vertientes interiores del sistema cordillerano.

Se destacan las toposecuencias, merced. entre otros, al comportamiento característico de la materia orgánica con respecto a la altitud y a las condiciones especiales a que dan origen las cenizas volcánicas y el material piroclástico en general. Grandes sectores presentan testimonios de procesos de ferruginización antigua en formaciones superficiales de gran espesor y otros están afectados por fenómenos de andosolización actual, generalmente por encima de 2.000 metros sobre el nivel del mar.

i. Relación de algunas toposecuencias importantes /19.

-La alta montaña ecuatorial andina fría, de 3.800 a 4.600 m. de altura. En la alta montaña andina se destacan los suelos poco evolucionados de origen climático y los suelos húmiferos desaturados bajo condiciones de clima frío y relativa humedad. En la Cordillera Central se destacan los caracteres hidromórficos de las alteraciones sobre cenizas volcánicas y en el sistema andino en general la frecuencia de suelos orgánicos y turbosos en las cubetas numerosas de origen fluvio-glaciar.

-La media montaña ecuatorial andina húmeda, entre 2.300 y 3.800 m. la media montaña andina se caracteriza por su humedad y por la presencia del bosque de niebla en el piso andino, y por las formaciones arbustivas del subpiso alto-andino. En presencia de cenizas volcánicas la orientación de la pedogénesis es hacia la formación de andosoles y ándicos. Cuando predominan los materiales igneo-metamórficos la cripto-podzolicación es marcada (altitud 3.400-3.800 m.).

Por debajo de 3.400 msnm se encuentra un andosol más desarrollado con tendencia hacia los pardos ándicos en el cinturón de los 2.900-2.300. En ausencia de cenizas volcánicas aparecen los ferrisoles húmiferos.

-La baja montaña ecuatorial andina cálida, entre 2.300 y 700 m. la ferralitización aparece hacia los 2.100 y 1.800 m. con sus procesos intermedios como la ferruginización y ferrisolización.

Por debajo de 2.000 m. se hace presente una mayor humedad y temperatura más alta, dando lugar a alteraciones profundas de la clase de ferrisoles ándicos o de los ferralíticos andinos. En las partes menos húmedas dominan los ferrisoles a veces húmíferos. En los sectores desprovistos de cenizas aparecen los ferrisoles muy desaturados y lixiviados.

Entre los 1.200 y 700 m. aproximadamente, se observa un mosaico de suelos ferralíticos, ferrisoles y ferruginosos.

-Llanuras ecuatoriales cálidas y relativamente secas del Magdalena, debajo de 700 m. dominan los procesos ferruginosos en los suelos climáticos. Se diferencian los suelos poco evolucionados del cuaternario reciente, a veces sobre terrazas piroclásticas, rankers ferruginosos y suelos hidromórficos y planosoles en las llanuras de desborde del Magdalena.

ii. Paisajes interiores del sistema cordillerano.

-Zonas húmedas de vertientes del sistema cordillerano en relieve suave a moderado.

Se caracterizan por presentar algunas áreas con amplia influencia volcánica afectadas por procesos ándicos (Altillanura de Popayán y Rionegro). La pedogénesis ferralítica aparece por

debajo de los 600 metros sobre el nivel del mar, en especial sobre rocas de tipo sedimentario (colinas del Magdalena Medio y piedemonte Amazónico).

-Valles interandinos sub-húmedos a secos.

Los conforman sectores de acumulación a veces humíferos constituidos por depósitos cuaternarios de origen aluvial y/o lacustre, los cuales dan lugar por lo general a suelos con características vérticas, hidromórficas y planosólicas (Valles del Cauca Medio Superior). En ausencia de cenizas volcánicas, sobre material igneo-metamórfico y/o terrazas terciarias aparecen los suelos ferruginosos y ferralíticos (Valle del Magdalena aguas arriba de Honda). Cuando el clima presenta períodos secos prolongados se observan rankers de pendiente ferruginosos. También se localizan algunos valles abrigados de estaciones secas marcadas.

-Altillanuras de clima templado en medios sub-húmedos a secos.

Son sectores de origen aluvial y/o lacustre, con marcada influencia de cenizas volcánicas, situadas por encima de los 2.000 metros sobre el nivel del mar (altiplanos cundiboyacense y nariñense).

-Zonas de páramo y picos nevados.

Sin hacer mención de las subdivisiones del Páramo, pueden tomarse como tales las zonas por encima de los 3.600 m.s.n.m.

-Llanuras costeras del Caribe.

Predominan los suelos poco evolucionados e hidromórficos. A grandes rasgos se distinguen tres áreas:

- Áreas sub-húmedas a secas bien drenadas.
- Áreas inundables sub-húmedas a húmedas (confluencia de los valles de los ríos Cauca, San Jorge, Magdalena y Cesar).
- Áreas inundables de acumulación (Bajo Atrato, Bajo Magdalena).

-Semiárida.

Corresponde a la península de la Guajira. Es la más seca del país, característica que se manifiesta en la xerofitia de su vegetación. Generalmente son suelos poco evolucionados, afectados por la erosión eólica y localmente por acumulación de sales.

-Pantanos y manglares.

Los pantanos se presentan en las depresiones del Bajo Atrato; y en el Bajo Magdalena-Cauca, las tierras de manglar sobre ambos litorales.

b. Región Oriental

Orinoquía

La conforman llanuras de sabanas con estaciones secas marcadas, subdividida por subpaisajes de microrelieve y sustratos geológicos especiales.

Las sabanas de la Orinoquía revisten características especiales que las diferencian grandemente de paisajes similares en otras latitudes. No es común la frecuencia de períodos secos críticos. Dada la convexidad e inclinación de la subsidencia no se presentan superficies de acumulación, salvo en las cubetas pantanosas. Las

sabanas de la Orinoquía no muestran índices de aridez apreciables. La Orinoquía bien drenada presenta en general fuerte alteración y lixiviación. La iluviación antigua actuó con especial intensidad; producto de ella son la presencia de corazas fósiles en algunas unidades, con predominio del aluminio. En la Orinoquía mal drenada, sometida a inundaciones periódicas, el fenómeno de alteración y migración del hierro parece estar presente. Posiblemente en razón de ser paisajes tan recientes, los fenómenos no son tan netos.

Cuadro No. 2

GRANDES PAISAJES DE LA ORINOQUIA

PAISAJES DE LA ORINOQUIA	SUPERFICIE (Has)
Piedemonte	653.800
Orinoquía mal drenada	6'524.800
Orinoquía bien drenada	13'866.900
Escudo Guayanés	<u>5'000.000</u>
SUPERFICIE TOTAL	<u>26'045.500</u>

FUENTE: FAO, 1964

La vegetación de sabana es pobre con elevada relación carbono: nitrógeno. El ciclo de la materia orgánica es muy rápido. Generalmente la materia orgánica es escasa, con excepción de los sitios de acumulación y de algunos podosoles tropicales asociados con suelos ferralíticos húmiferos situados entre el río Tuparro y el Vichada.

Los suelos pobremente drenados de la llanura eólica y de las altillanuras están conformados por materiales de muy mala estabilidad estructural afectados por un cierto grado de soliflujión, aún en terrenos con pendientes inferiores al 1%, lo cual debería tenerse en cuenta en el futuro para obras de adecuación.

La mayoría de los suelos del llano se resecan fácilmente y durante buena parte del año, con lo cual su adecuación requeriría planes gigantescos de irrigación.

-Amazonía

Corresponde aproximadamente al 35% del país. Reviste especial importancia la relación de la fase orgánica del suelo con la vegetación exuberante.

5) Influencia de la humedad, distribución y regímenes pluviométricos en la fitogeografía del país.

Son diversos y complejos los factores que condicionan la vida vegetal. Las influencias climáticas han merecido especial consideración, lo cual ha permitido ciertas aproximaciones en la clasificación de la vegetación, a través del empleo de fórmulas empíricas que toman parámetros de humedad, distribución y regímenes pluviométricos y temperatura. Este tipo de agrupaciones por correlación climática, revelan características importantes de la fisonomía de grandes zonas como Colombia, dan una relativa aproximación en el conocimiento de su fitogeografía, que dados los parámetros puramente físicos que se analizan conviene interpretar cuidadosamente.

La duración de los períodos secos, la cantidad y distribución de la pluviometría, la humedad atmosférica, los regímenes de inundación, la tabla freática, características limnológicas de las aguas, entre otras, imparten características fisonómicas y fisiológicas a la vegetación natural muy importante para las agrupaciones de tipo fitosociológico.

El Mapa Ecológico de Colombia realizado por el sistema de clasificación de Holdridge, como su mismo autor lo indica, constituye un modelo matemático fundamentado en parámetros climáticos, base primaria del sistema. Con él se llega a las "formaciones vegetales", actualmente conocidas como "zonas de vida".

El Mapa Ecológico realizado con base en la sistemática de Holdridge señala un predominio en el país de las zonas de vida húmedas muy húmedas y pluviales.

Es importante comparar la influencia del agua bajo cualquiera de sus formas y posición (atmosférica, freática, de inundación) dentro de cada región natural del país, a la vez caracterizada por distribuciones y regímenes pluviométricos especiales.

En el caso de la fachada Pacífica hacia la llanura, los estudios identifican vegetación de manglar, natal y guandal, según predominio de las influencias marinas o continentales; las llanuras pantanosas y fértiles del Bajo Atrato se caracterizan por el endemismo que introduce la vegetación de catival. Hacia las lomas y montañas húmedas bien drenadas del Chocó, Carare, Golfo de Urabá, se localiza el dominio del abarco, el cual se extiende hasta zonas relativamente húmedas de la Costa Atlántica.

Dentro de las condiciones húmedas de la Amazonía, según microrelieve, formas geomorfológicas, es posible diferenciar agrupaciones fitosociológicas relacionadas con los regímenes hídricos freáticos y superficiales.

Las sabanas, pajonales y vegetación xerofítica de zonas con estaciones secas marcadas están relacionadas con déficits hídricos y generalmente con paleoclimas y perfiles edáficos, entre otros.

A grandes rasgos, puede decirse que el agua en cualquiera de sus formas ejerce una influencia marcada en la distribución fitogeográfica de la vegetación del país solamente comparable al interior de cada región natural, incluyendo endemismo y paleo-vegetación.

Las apreciaciones de la influencia del agua en las agrupaciones fitosociológicas y formaciones vegetales deben estar conjugadas con el resto de factores que ofrece el medio físico.

B. Características Hidrológicas.

1. Factores de la humedad /14

A escala regional es imposible apreciar los factores más relevantes que condicionan el clima colombiano. A nivel hemisférico se conocen una faja de bajas presiones ecuatoriales y dos zonas de altas presiones subtropicales, una en cada hemisferio. Al interior de la faja de bajas presiones ecuatoriales se localiza la zona de convergencia intertropical. El territorio colombiano está totalmente incluido en la zona de translación de la CIT. Estas circulaciones generales son interrumpidas por las cadenas montañosas de los Andes. Se agregan, además, las circulaciones de origen local, variables en función de la fisiografía y del carácter general del tiempo.

Se ha demostrado que el país está sujeto a corrientes convergentes sobre la masa andina: por una parte, corrientes del este, presentes en las regiones ecuatoriales; corresponden a los alisios de ambos hemisferios, oscilando entre el sureste y noreste. La intensidad de estas corrientes son máximas de mayo-junio a septiembre.

Sobre el Pacífico, las corrientes del oeste son constantes durante el año, a pesar de su ligera disminución de febrero a abril, correspondientes a los meses menos húmedos en el Chocó. Este fenómeno encuentra su explicación en los alisios de ambos hemisferios.

Se conoce que el origen del CIT es debido al choque de los alisios de ambos hemisferios, cuyo desplazamiento explica en gran parte los regímenes pluviométricos de Colombia.

Los factores azonales representados en el relieve son determinantes en la climatología del país, tanto por la relación de la altitud con la temperatura y la humedad como por el obstáculo que oponen las montañas a las corrientes. A los efectos de abrigo se añaden los topoclimas debidos a las circulaciones locales.

En síntesis, se tienen unos factores meteorológicos ligados a la posición geográfica, como responsables en los regímenes pluviométricos del país, a la vez condicionados por el relieve y las circulaciones locales.

En otros términos se diría que el país tiene una pluviometría alta, originada en tres fuentes de humedad atmosférica. Los alisios del noroeste que se cargan de humedad en el mar de las Antillas, antes de tocar las regiones costeras; el Pacífico en el cual están presentes las corrientes marinas frías (Humboldt) y calientes (Ecuatorial)

y permanentemente circulan las corrientes del oeste, que se descargan al transmontar los Andes; los alisios húmedos del sureste que atraviesan la Amazonía. Por otra parte, el doble paso del CIT (calmas ecuatoriales) sobre el territorio del país, al cual se opone un sistema cordillerano de gran altitud, origina zonas de condensación de lluvias.

2. Distribución de rangos de humedad (OSTER, R. 1979)

Un análisis general confirma las características muy húmedas del país, al encontrarse alrededor del 70% del territorio con más de 2.000 mm. de lluvias promedias, sin incluir las zonas paramunas las cuales, sin exceder el promedio, disponen de suficiente humedad. Los estudios cartográficos pueden presentar errores relacionados con la calidad y densidad de las observaciones; sin embargo, los resultados permiten la apreciación siguiente:

Menos de 500 mm.	0.5%
De 501 a 1.000 mm.	1.5%
1.001 a 1.500 mm.	9.5%
1.501 a 2.000 mm.	15.5%
2.001 a 2.500 mm.	18.0%
2.501 a 3.000 mm.	31.0%
3.001 a 5.000 mm.	18.5%
Más de 5.000 mm.	5.0%

3. La escorrentia ^{/16}

Colombia es un país rico en aguas superficiales. El sistema hidrológico del país permite aproximar en 36.000 metros cúbicos por segundo el promedio de aguas de escurrimiento superficial, merced a los altos rendimientos por unidad de superficie, estimados en 31 litros por segundo por kilómetro cuadrado de tierras en Colombia, lo que equivale

a casi cuatro veces el rendimiento total del globo, en promedio. Estas son características inherentes a su naturaleza húmeda excepcional, excluyendo la Alta Guajira.

Dispone de características orográficas y fisiográficas que se traducen en un sistema montañoso recolector de aguas y en formas favorables a los aprovechamientos de propósito múltiple.

4. Hidrología e hidrometría (DNP-ISA-1979)

El caudal medio total del país es del orden de $48.000 \text{ m}^3/\text{s}$, equivalente a una escorrentía media multianual de $42 \text{ l}/\text{skm}^2$, o sea alrededor de $1.325 \text{ mm}/\text{año}$.

Los mayores valores para la escorrentía media anual se localizan en la vertiente del Pacífico, con $3.300 \text{ mm}/\text{año}$; la más baja se encuentra en la Guajira, con $280 \text{ mm}/\text{año}$. En igual forma se indican los rendimientos medios multianuales máximos estimativos en $7.000 \text{ mm}/\text{año}$, en la cuenca del Atrato Superior, y los mínimos en $50 \text{ mm}/\text{año}$, hacia el centro de la Guajira.

a. Factores reguladores de la escorrentía

Se le ha dado bastante importancia a la vegetación y a la capa vegetal como reguladora de la escorrentía superficial, merced a la intercepción y retención de láminas de agua. El fenómeno ha sido analizado muy superficialmente, por lo general extrapolando resultados de zonas con medios naturales totalmente diferentes.

Por la naturaleza de las formaciones superficiales en medio tropical, ellas son profundas y permeables, lo cual permite una alta infiltración de aguas lluvias y de escorrentía, que se traduce en

una mayor retención de agua, posiblemente superior a la lograda por la vegetación y la capa vegetal presentes en las altas montañas y donde la naturaleza del medio geo-físico permite su retención y/o acumulación.

El sistema andino ha sufrido alteraciones de tipo ferralítico y ferruginoso en grandes extensiones, dinámica ésta dominada por el hierro. El clima actual, la erosión geológica y los recubrimientos de cenizas volcánicas han estabilizado u orientado en otras direcciones los procesos geomorfológicos dando lugar a un equilibrio relativo de las capas superficiales.

A los factores de equilibrio de las formaciones superficiales, dados por su propia naturaleza y adecuada repartición de lluvias de intensidad moderada, están ligadas las condiciones que permiten un crecimiento vegetal permanente de excelente cubrimiento que en conjunto presentan estructuras naturales resistentes al arrastre provocado por las aguas lluvias y de esorrentía.

Stanescu, 1981, realizó una evaluación sobre el comportamiento de cuencas mayores de 100.000 hectáreas, relativa a los procesos erosivos y su relación con el cubrimiento boscoso (ver cuadro No. 3)

El mismo autor ^{/18} en el trabajo "Influencia de la vegetación forestal en el régimen hidrológico de corrientes", obtiene conclusiones sobre la irregularidad estacional de caudales en las que la deforestación da lugar a presencia de picos de crecida, y mayores y menores caudales de estiaje.

Los resultados de estas investigaciones deben ser manejados prudentemente. La diversidad de medios físicos que ofrece el país dificulta la generación del comportamiento de los factores de erosión.

Cuadro No. 3

RELACION DEL CUBRIMIENTO BOSCOZO CON LA EROSION ^{/17}

CUBRIMIENTO CON BOSQUE O SEMI-BOSQUE.	CONCENTRACION ANUAL MEDIO DE SEDIMENTOS	VOLUMEN ESPECIFICO ANUAL MEDIO DE SEDIMENTOS	LAMINA ANUAL MEDIA DE EROSION.
Más del 70%	Hasta 350 g/m ³	Alrededor de 500 m/km./año	Alrededor de 0.5 mm./año
Alrededor del 50%	Alrededor de 1.000 g/m	Alrededor de 1.200 m/km/año	Alrededor de 1.2 mm./año
Menos del 30%		Alrededor de 5.000 m/km/año	Alrededor de 5 mm./año.

FUENTE: HIMAT

En iguales circunstancias no debe confundirse la morfoestructura que opone el bosque natural a través de una estratificación y densidad de cubrimiento, amortiguando impacto de lluvias, favoreciendo parcialmente su continuidad vertical, a través del suelo, al sustraer volúmenes importantes del escurrimiento superficial. Además, la presencia en el perfil del suelo, de masas densas de raíces y raicillas facilita la fijación de los terrenos.

5. La red hidrometeorológica

a. Datos pluviométricos e hidrometeorológicos

OSTER 1979 ^{/14} reportó un total de 2.500 estaciones pluviométricas, de las cuales alrededor de 1.500 estaban en operación

(estimación para 1975). La Cuenca Magdalena-Cauca para la misma fecha contaba con 1.288 estaciones en servicio.

La densidad de puestos, de uno por cada 500 kilómetros cuadrados, no es indicativo de una adecuada distribución, ya que la mayoría de los existentes registran períodos cortos o discontinuos y hay regiones que carecen totalmente de ellos. La situación es crítica también para registros de larga duración. Estos datos son registrados básicamente por el HIMAT; sin embargo, varios organismos como CENICAFE, C.V.C, la CHEC, la CAR, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Empresas Públicas de Medellín, tienen sus propias redes de medición.

La confiabilidad y la calidad de los datos en general ha sido muy cuestionada, exceptuando los datos de CENICAFE.

El estudio de ISA-DNP 1979, inventarió y zonificó las redes de medición, de acuerdo con la regionalización para aprovechamientos hidroenergéticos (ver cuadro No. 4). Como nota especial, la red de estaciones hidrométricas con promedios multianuales de caudal para la Orinoquía Baja y Amazonía Baja, no cuenta con estaciones de medición. Stanescu 1981 ^{/17}, reporta el establecimiento por el HIMAT y otras entidades, de más de 100 estaciones con programas de medición de sedimentos en suspensión. No obstante, un 40% del territorio y en especial las áreas periféricas del país y el suroriente del país no cuentan con ninguna estación hidrométrica.

Sobre la red hidrometeorológica, cabe señalar que no solamente es importante adelantar programas de cubrimiento y de toma de datos, sino también estudios críticos nacionales, regionales y locales que permitan configurar el comportamiento hidroclimático del país y precisar los requerimientos de información para cada sector usuario de las aguas.

DENSIDADES MEDIAS DE LA RED DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS A NIVEL REGIONAL Y NACIONAL /1

REGIONES	ESTAC. EVAPORIMETRICAS No. Y DENSIDAD/Km ²		ESTACIONES METEOROLOGICAS CAS No. Y DENSIDAD/Km ²		ESTACIONES PLUVIOMETRICAS CAS No. Y DENSIDAD/Km ²		ESTACIONES HIDROMETRICAS CAS No. Y DENSIDAD/Km ²				
	Regional	Nacional	Regional	Nacional	Regional	Nacional	Regional	Nacional			
I	$\frac{115}{\bar{1}2.139}$	$\frac{219}{\bar{1}5.201}$	$\frac{133}{\bar{1}1.850}$	$\frac{251}{\bar{1}4.538}$	$\frac{112}{\bar{1}7597}$	$\frac{787}{\bar{1}1.449}$	$\frac{243}{\bar{1}1.012}$	$\frac{376}{\bar{1}3.029}$			
II	$\frac{38}{\bar{1}9.605}$		$\frac{87}{\bar{1}9.865}$		$\frac{175}{\bar{1}2.086}$		$\frac{61}{\bar{1}2.836}$				
III	$\frac{23}{\bar{1}2.087}$		$\frac{22}{\bar{1}2.182}$		$\frac{51}{\bar{1}7941}$		$\frac{18}{\bar{1}2.667}$				
IV	$\frac{9}{\bar{1}6.889}$		$\frac{23}{\bar{1}2.696}$		$\frac{49}{\bar{1}1.265}$		$\frac{17}{\bar{1}3.647}$				
V	$\frac{23}{\bar{1}3.304}$		$\frac{22}{\bar{1}3.455}$		$\frac{62}{\bar{1}1.226}$		$\frac{22}{\bar{1}3.455}$				
VI	$\frac{9}{\bar{1}38.000}$		$\frac{12}{\bar{1}28.500}$		$\frac{35}{\bar{1}79.771}$		$\frac{13}{\bar{1}6.231}$				
Regiones (Estudio ISA-DNP, 1980)		Sup. (Km ²)		EE. Estaciones Evaporimétricas		EM. Estaciones Meteorológicas		EP. Estaciones Pluviométricas		EH. Estaciones Hidrométricas	
I.	Magdalena-Cauca	246.000								(Promedios multianuales desde la superficie).	
II.	Orinoco-Catatumbo	365.000								(Promedios multianuales de E.P.)	
III.	Sierra Nevada-Guajira	48.000								(Promedios multianuales de precipitación)	
IV.	Atrato-Sinú	62.000								(Promedios multianuales de caudal).	
V.	Vertiente del Pacífico	76.000									
VI.	Amazonía	342.000									

1/ FUENTE: HIMAT 1976

Para el sector agropecuario, es de interés avanzar en la agroclimatología del país. Un programa de suma importancia lo constituye "alertas hidrometeorológicas" para las inundaciones de la cuenca Magdalena-Cauca.

C. Algunos Aspectos Limnológicos y la Degradación del Agua

Generalmente se hace referencia a los países altamente industrializados cuando se trata el tema de degradación de las aguas. Cuando se aborda la problemática se hace énfasis en la contaminación de origen químico y biológico. Estos países hacen gigantescos esfuerzos para potabilizar el agua, o restaurar parcialmente sus buenas características. Es de esperar que los países en vía de desarrollo no recorran estos caminos, si llegan a implementar estrategias preventivas en la protección de las aguas.

En nuestros comentarios se abogará por tomar el agua como un cuerpo geográfico vivo y dinámico y no como parte de los centímetros cúbicos requeridos por el laboratorio de turno, por lo cual, dentro del concepto de degradación se agregará la contaminación física* y la degradación por modificación de la dinámica natural de los cuerpos de agua.

1. Algunos aspectos limnológicos

Los estudios limnológicos de los sistemas acuáticos del país, en sus estados de aguas corrientes, estancadas, lagos artificiales y naturales, no han tenido el auge y desarrollo necesarios para fijar los criterios de manejo y protección de los mismos.

* Incluye las modificaciones inducidas por cambios térmicos.

En forma localizada y no periódica se han realizado estudios sobre limnología físico-química de algunos cuerpos de agua, verificando su grado de turbidez, propiedades ópticas, vegetación, calidad del agua y tipo de contaminantes. De otro lado, en los aspectos de la limnología biológica se han obtenido mediciones para algunas ciénagas, lagos y lagunas del país relacionadas con oxígeno disuelto, productividad primaria, propiedades térmicas y ópticas, y calidad del agua. En el plano específico se han desarrollado trabajos de la misma naturaleza básicamente sobre contaminación de corrientes, donde cabe destacar los del río Bogotá y su influencia en la calidad del agua del río Magdalena.

Ducharme ^{/4} (ver cuadro No. 5), efectuó una investigación sobre la limnología del río Magdalena, algunas ciénagas, lagos artificiales y naturales durante el período comprendido entre mayo de 1973 y noviembre de 1974, dirigida a mediciones hidrológicas, calidad química del agua y productividad primaria, así como su relación con regímenes de inundación. Se reporta una variación de la turbidez del río Magdalena que fluctúa entre 200 y 1.300 ppm. y un incremento en el contenido de nutrientes y metales pesados debido al aporte de agua con desechos industriales, domésticos y agrícolas, que se hace extensivo a sus tributarios el Cauca y el San Jorge.

Debido al intercambio alternativo del agua de las ciénagas con el río, las fluctuaciones de la calidad de las aguas es muy grande; generalmente son ricas en nutrientes y su conductividad oscila desde 170 a 3.000 mhos/cm.

Para éstas no se encontró estratificación térmica y química; se observó una individualización determinada por la altura y duración de la inundación del río.

Cuadro No. 5

AGUAS SELECCIONADAS EN ESTUDIO LIMNOLÓGICO

AGUAS CORRIENTES SISTEMA MAGDALENICO.
<u>Río Magdalena.</u> Zonas de muestras: Girardot (antes y después de la confluencia con el río Bogotá) La Dorada Barrancabermeja Calanku
<u>Río Cauca.</u> La Virginia (cerca a Pereira) Medio Cauca Caucasia Bajo Cauca
<u>Río San Jorge.</u> Montelíbano
<u>Río Bogotá.</u> En la desembocadura, cerca a Girardot
<u>Río Sogamoso.</u> En la desembocadura (entre Barrancabermeja y Puerto Wilches)
AGUAS LENTICAS CIENAGAS
<u>Zapatoca.</u> (altura aproximada 30 m.) Bajo Magdalena <u>Del Guajaro</u> (altura aproximada 24 m.) Canal del Dique <u>Ayapel</u> (altura aproximada 55m.) Bajo Cauca <u>La Raya</u> (altura aproximada 55 m.) Bajo Cauca <u>San Silvestre</u> (altura aproximada 55 m.) Medio Magdalena
LAGOS ARTIFICIALES
Embalse Prado (altura 350 m.) Embalse de Santa Rita (altura 400 m.)
LAGOS NATURALES DE GRAN ALTITUD
Lago Tota (altura 3.000 m.)

FUENTE: Ducharme, A. 1975. Informe Técnico de Biología Pesquera (Limnología). INDI-RLNA-FAO. Bogotá.

Se estimó una productividad primaria despreciable en los ríos estudiados y una producción promedio de oxígeno por volumen de agua de 0.223 gr. $O_2/m^3/h$ para el nivel de superficie, y 0.0761 gr. $O_2/m^3/h$ limitada hasta los dos primeros metros desde la superficie.

La capacidad fotosintética estuvo limitada por la transparencia y el intenso desarrollo de plantas acuáticas flotantes. Los resultados obtenidos en el lago de Tota, lo señalan como típicamente "oligotrópico", de bajo contenido de nutrientes y baja productividad primaria. El embalse Prado, reveló la existencia de una lámina oxigenada de 5 metros, en la superficie.

En el límite más bajo se encontró un termoclima débil y altas concentraciones de sulfuro de hidrógeno.

Mikkola, H. 1976, realiza un trabajo sobre la contaminación del río Bogotá y su influencia en la calidad del agua del río Magdalena. Este río viene siendo estudiado desde 1950 por la Universidad de los Andes, época en la cual se apreciaba ya su marcada contaminación a la altura de Alicachín ^{/15} (Panizzo 1971).

El caudal del río Bogotá es solamente el 3% del caudal del río Magdalena en Girardot; no obstante, su influencia sobre la calidad del agua del Magdalena es grande, en especial en lo referente a la conductividad, al contenido de amoníaco, nitratos, sulfatos, cloros, color y detergentes. La mayor parte de los desperdicios urbanos e industriales provienen de la ciudad de Bogotá, con algo más de 4 millones de habitantes, quienes emplearían más de 1 millón de metros cúbicos de agua, la cual se vierte al río sin tratamiento alguno. Además, se reportan alrededor de 300 plantas industriales establecidas en Bogotá, que arrojan sus desechos al río.

Lo anterior hace que el río antes de llegar al Salto de Tequendama, fluya desoxigenado. El Salto, merced a su gran caída recupera altamente la saturación de oxígeno disuelto, pero los desechos de la ciudad de Girardot aumentan nuevamente la demanda química de oxígeno.

En términos generales, los resultados obtenidos por Mikkola 1976, muestran las variaciones en la temperatura, acidez conductividad, dureza, alcalinidad, oxígeno disuelto, contenidos de amoníaco, nitratos, fosfatos, sulfatos, cloro, hierro, cobre, manganeso, detergentes entre otros, quedando por fuera el análisis de contenidos de plomo, mercurio y pesticidas. Las determinaciones se realizaron sobre tramos del río Bogotá y sectores inmediatos a su confluencia sobre el Magdalena.

Estudios similares se han realizado en corrientes importantes situadas en áreas de influencia de grandes centros urbanos (río Cali, río Medellín, río Pamplonita, río Lebrija, río Cauca...).

a. Alcances de la información disponible

La información limnológica disponible permite apreciar en forma general los cambios sucedidos en las condiciones naturales de algunos sistemas acuáticos del país, presentándose casos de procesos de contaminación letales para la vida acuática y aun para el hombre.

No obstante, este tipo de información no es suficiente en especial porque debe ser periódica y continua en tal forma que permita comparar el comportamiento de la contaminación frente a las condiciones naturales de clima, hidrología y la capacidad amortiguadora de los mismos sistemas acuáticos, con el fin de definir pautas para el control de la contaminación.

En igual forma, es necesario evaluar la magnitud y naturaleza de la contaminación con el fin de llevar a cabo programas factibles de gestión ambiental tendientes a devolver la calidad de condiciones a los sistemas acuáticos y prevenir su degradación.

2. Principales factores de degradación

Actualmente las aguas del país vienen siendo afectadas por tres grandes grupos de acciones causantes de degradación en menor o mayor grado, según los factores que regulen la intensidad, magnitud y frecuencia de las mismas, a saber:

a. Alteración química

Básicamente es producida por desechos industriales y de minería, pesticidas, fertilizantes y por productos de las actividades de la extracción y refinamiento y/o tratamiento de los hidrocarburos, en especial del petróleo. Para los próximos años se espera un incremento en los poluctantes provenientes de la extracción del carbón mineral, a raíz del fuerte desarrollo de tal actividad.

Los pesticidas y en general los fertilizantes de origen químico utilizados en la producción agropecuaria moderna, ocupan un sitio importante que alcanza caracteres críticos en la medida en que su diseminación y concentración de compuestos tóxicos afecte la vida humana, vegetal y animal.

b. Alteración biológica

Generalmente es producida por desechos domésticos, teniendo un alto contenido de compuestos orgánicos y microorganismos. Sus efectos degradantes son más acentuados en las corrientes recolectoras

de desechos en centros urbanos. Afecta grandemente la salud humana y altas concentraciones modifican la vida acuática natural.

Ultimamente, con el auge de la hidroenergía, el represamiento de aguas corrientes puede traer entre las modificaciones de la vida acuática, la eutroficación de las aguas, por disminución marcada de la rata de aireación.

c. Alteración física

En primer lugar, se citan los cambios de turbidez inducida por sedimentos inertes provenientes de la erosión natural y antrópica, cuyos daños van desde los causados en la potabilidad del agua para consumo humano hasta la destrucción parcial o total de obras de arte, entre otras.

En menor proporción, las aguas del país están afectadas por el uso del agua en procesos industriales que modifican su temperatura, en especial inducida por las termoeléctricas y la metalurgia.

En un futuro es de esperar, con el advenimiento de la utilización de elementos radioactivos, incrementos letales de radioisótopos del hidrógeno y la radioactividad en general.

En las regiones costeras con ecosistemas regulados por el balance de aguas dulces-aguas marinas, ya se trate de bahías, deltas, manglares, ciénagas, las modificaciones en la dinámica natural del balance vienen acompañadas de cambios profundos en la población acuática.

3. Distribución geográfica de la contaminación y algunas cifras importantes

En términos generales, los factores de contaminación y degradación están dados por:

- Desechos urbanos, los cuales son críticos en tramos de corrientes a la altura de ciudades como Bogotá, Cali y Medellín.
- Desechos industriales, presentes en los tramos aledaños a la instalación de industrias. En el río Bogotá, el SCMH encontró concentraciones de ABS hasta de 3 ppm. en caudales altos, que equivaldrían a 22 ppm. en estiajes.
- Sedimentos, presentes en todos los ríos del país en mayor o menor grado.

El SCMH reporta las siguientes mediciones:

Río Magdalena-Honda	V-21-73	310.000	Ton/día
Río Magdalena-Magangué	VI-15-73	243.000	"
Río Magdalena-Puerto Bello	VII-30-73	378.000	"
Río Magdalena-Calamar	VII-14-73	356.000	"
Río Cauca-Puerto Valdivia	V-30-73	70.000	"
Río Cauca-Apaví	VI-8-73	102.000	"

- Desechos y residuos agropecuarios, representados por los residuos provenientes de granos que requieren lavado (café, cacao) y de residuos de plagicidas (DDT, 24 D,...).

a. Focos de contaminación por hidrocarburos

1) Derivados del petróleo (ver figura No. 1). En Colombia son graves los problemas ocasionados por efluentes presentes en aguas continentales debidos a accidentes en refinerías y por el transporte de combustible a lo largo de la arteria fluvial del Magdalena hasta la Bahía de Cartagena; en un grado menor, pero no despreciable se presentan los efluentes en medio marino originados en cargue y descargue de hidrocarburos, transporte en el mar, residuos de las refinerías y de tanques de almacenamiento, y por vertimientos de desechos de los buques.

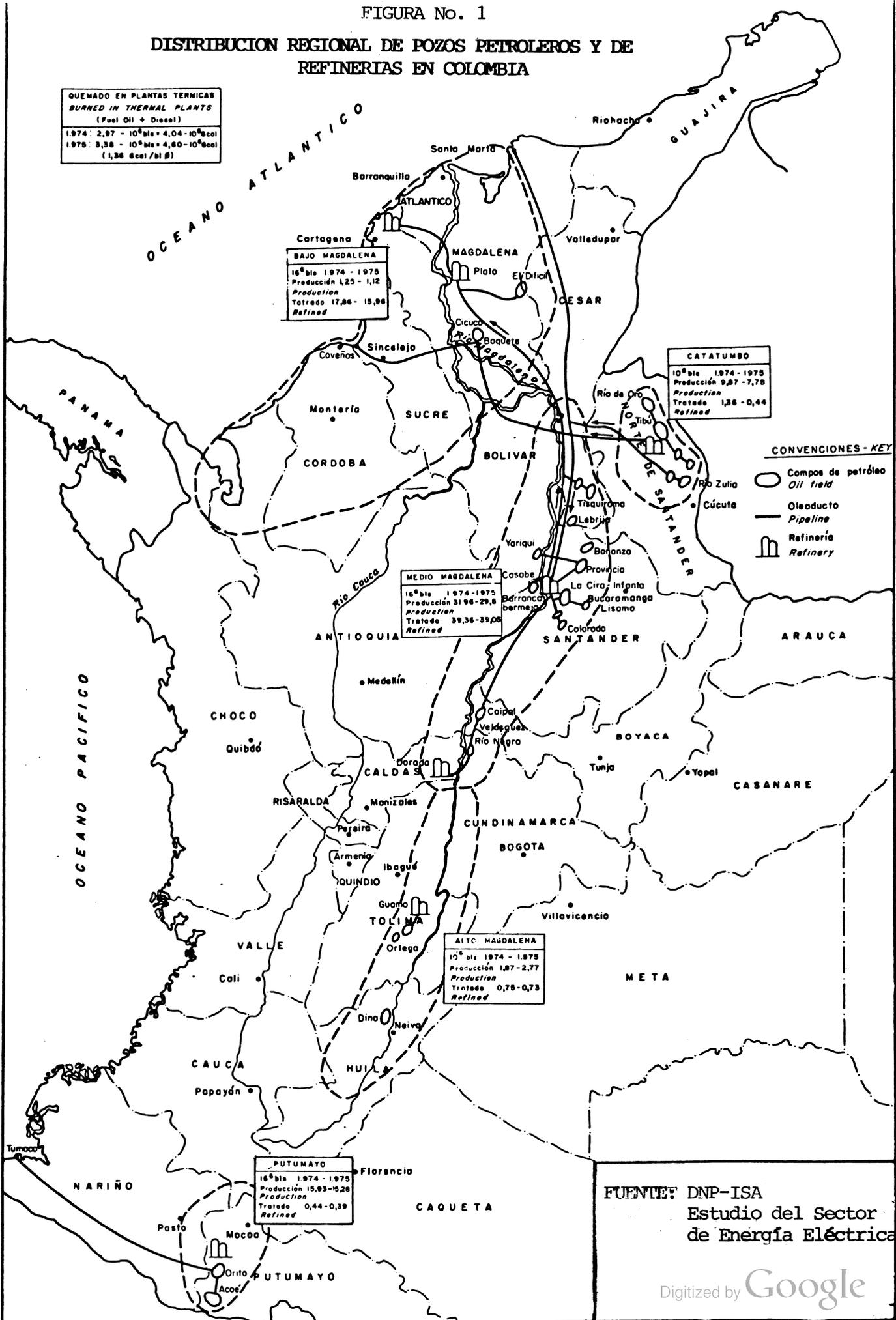
- Tumaco: Terminal del oleoducto que transporta crudos provenientes del Putumayo.
- Buenaventura: Terminal del oleoducto que transporta los productos refinados provenientes del centro del país.
- Coveñas: Terminal del oleoducto que transporta crudos de las explotaciones localizadas en la región nororiental.
- Cartagena: Terminal del oleoducto que transporta el petróleo del nororiente y de Barrancabermeja.
- Santa Marta: Terminal del oleoducto que transporta productos del nororiente del país.
- Centros de refinación y almacenamiento: Se señalan los centros de Cartagena, Barrancabermeja, Guamo, Tibú y la Dorada, como los más importantes productores de poluctantes provenientes de desechos de refinerías y/o depósitos de petróleo. Sinembargo, cabe destacar los centros de Barrancabermeja y Cartagena como los más críticos por sus grandes complejos petroquímicos.

FIGURA No. 1

DISTRIBUCION REGIONAL DE POZOS PETROLEROS Y DE REFINERIAS EN COLOMBIA

QUEMADO EN PLANTAS TERMICAS
BURNED IN THERMAL PLANTS
(Fuel Oil + Diesel)

1974: 2,97 - 10 ⁶ bls + 4,04 - 10 ⁶ gal
1975: 3,38 - 10 ⁶ bls + 4,60 - 10 ⁶ gal
(1,36 gal/bl @)



BAJO MAGDALENA
16^o bis 1974 - 1975
Producción 1,25 - 1,12
Production
Tratado 17,86 - 15,98
Refined

CATUMBO
10^o bis 1974 - 1975
Producción 9,87 - 7,78
Production
Tratado 1,36 - 0,44
Refined

MEDIO MAGDALENA
16^o bis 1974 - 1975
Producción 31,98 - 29,8
Production
Tratado 39,36 - 39,08
Refined

ALTO MAGDALENA
10^o bis 1974 - 1975
Producción 1,87 - 2,77
Production
Tratado 0,78 - 0,73
Refined

PUTUMAYO
16^o bis 1974 - 1975
Producción 15,93 - 15,28
Production
Tratado 0,44 - 0,39
Refined

CONVENCIONES - KEY

- Campos de petróleo / Oil field
- Oleoducto / Pipeline
- Refinería / Refinery

FUENTE: DNP-ISA
Estudio del Sector
de Energía Eléctrica

2) Carbón mineral y derivados. Corresponde a una de las más recientes actividades supeditadas al desarrollo del país, ya que se ha pasado de las extracciones de tipo doméstico, a la gran explotación de tipo comercial, la cual se va a fomentar con mayor fuerza en el Cerrejón. Tanto la extracción, por lo general a cielo abierto, como su transporte, generan residuos poluciantes de la atmósfera, el agua y los suelos.

b. Principales corrientes fluviales afectadas

1) Magdalena-Cauca. En términos absolutos, la corriente fluvial más contaminada corresponde al río Magdalena con su afluente el Cauca, en cuyas áreas de influencia se concentra la actividad urbana, agrícola e industrial del país. A la vez, los afluentes localizados en los principales centros urbanos e industriales, constituyen los focos de mayor polución del eje fluvial Magdalena-Cauca, a saber:

- Río Cauca, a la altura de sus afluentes el río Cali, el río Medellín y tramos aledaños.
- Río Bogotá a la altura de la ciudad de Bogotá.
- Río Magdalena propiamente dicho, a la altura de las ciudades de Barrancabermeja y Barranquilla.

A grandes rasgos, la cuenca Magdalena-Cauca tanto en su curso como en su área de drenaje, presenta los índices de contaminación más elevados del país, los cuales pueden resumirse en desechos domésticos provenientes de los sectores urbanos; desechos industriales provenientes de complejos industriales y en especial petroquímicos; y por último, los agroquímicos (pesticidas y fertilizantes) y sus efectos residuales, originados en la actividad agrícola de los valles interandinos.

Estudios recientes ^{/1} asignan al río Magdalena gran capacidad de dilución de materia orgánica, indicando además los efectos despreciables de los desechos domésticos del río Bogotá, Girardot, Honda y La Dorada sobre los niveles del O.D., al menos hasta el año 1985. Hasta el presente no es aconsejable utilizar el agua del río para consumo humano, salvo tratamientos primarios, dados los valores de turbidez, color y sólidos. No obstante encontrarse el río con niveles adecuados de oxígeno disuelto, no tener concentraciones críticas de cloruros, ni de nitrogenados, es altísima la contaminación bacteriológica, de gran importancia patógena para el hombre.

Los desechos domésticos no afectan actualmente el río Magdalena, pero sus aguas no pueden ser usadas como fuente para el consumo humano.

No se puede asegurar lo mismo en relación con la degradación por contaminación química localizada hacia los centros urbanos e industriales de su influencia, originada en vertimientos de desechos industriales, detergentes, grasas, metales, hidrocarburos, sustancias tóxicas, que en conjunto afectan la flora y la fauna del río así como la salud humana. Es el caso de los ríos Bogotá y Medellín, y ciudades como Barranquilla, Cali y Barrancabermeja, cuyas descargas industriales causan además alta demanda de oxígeno.

2) Río Zulia. Aunque en niveles de menor magnitud, pero de alta concentración de poluctantes, figura el río Pamplonita a la altura de la ciudad de Cúcuta.

c. Concentración de los focos contaminantes de origen industrial y doméstico

1) Distrito Especial de Bogotá. Es el área de mayor contaminación y una de las más estudiadas al respecto. Los mayores

aportes están representados por los desechos domésticos de una población de cinco millones de habitantes y por desechos de varios centenares de industrias, representadas por textiles, curtiembres, químicos, vidrio, caucho, plásticos, planta de soda, fertilizantes, detergentes, licores, cervezas, cementos, ácidos orgánicos, entre otros.

2) Valle de Aburrá. Asiento de la ciudad de Medellín y municipios aledaños, área netamente industrial, similar a Bogotá en número de industrias, no obstante tener una población mucho menor. Ha sido considerada como la ciudad industrial por excelencia. Sobresalen las industrias de textiles, pinturas, jabones, fertilizantes, ácidos orgánicos, polietileno, curtiembre y tuberías, pulpa para papel, entre otros.

Los cursos de agua han sido estudiados, determinando en ciertos tramos del río Medellín la desaparición de la acuafaua natural.

3) Area de Cali-Yumbo-Palmira. Corresponde a un área con alta densidad demográfica y fuerte emplazamiento industrial que vierte desechos domésticos e industriales sobre los ríos Nima y Cali, afluentes del río Cauca, el cual también los recibe directamente.

Los informes de Hernández, 1975 ^{/6} señalan cifras de contaminación alarmantes expresadas en BOD5 mgrs ^{/6}. La magnitud de la degradación se manifiesta en los ciclos migratorios anuales de los peces comerciales. La calidad sanitaria del río Cauca en este tramo también alcanza cifras preocupantes, situación que se hace más grave si se considera que la zona de Cali toma agua para consumo humano de esta fuente.

Los principales focos contaminantes provienen de las industrias de pulpa para el papel, curtiembres, industria azucarera, desechos domésticos y otras industrias.

4) Area de Barranquilla. Como en las anteriores, los desechos domésticos e industriales de una población cercana al millón de habitantes y alrededor de 100 industrias, se vierten al río Magdalena configurándose una contaminación de efectos sobre las aguas continentales y marítimas que convierte al sector en medio no apto para la pesca.

Sobresalen las industrias de alimentos, textiles, bebidas, químicas y metalúrgicas. Es el área con menor información en cuanto a polución se refiere.

5) Area de la Bahía de Cartagena. Ha sido tema de estudio en los últimos años por las características catastróficas que imprimen los poluciantes derivados del mercurio.

En la degradación de la Bahía por el desarrollo industrial ha actuado como factor acelerador o atenuante la modificación de la dinámica natural del medio, Hernández 1975, calculaba en 50 el número de industrias entre alimenticias, químicas y petroquímicas que vierten los desechos industriales en la Bahía, llegándose a comprobar una disminución del 75% de la pesca en comparación a varios lustros atrás.

d. Areas con alta concentración de zonas afectadas por agroquímicos

El uso de agroquímicos en los cultivos es más intensivo en la agricultura comercial, en especial para los cultivos de algodón,

arroz, ajonjolí, banano, papa, trigo, maíz, caña de azúcar, café, cebada, frijol, soya y flores.

Dentro de los pesticidas sobresalen los órganoclorados, mercuriales, compuestos fosforados, derivados de hidrocarburos, carbónicos, anilinas, triazinas, azufrados, entre otros, los cuales se ubican dentro de categorías respectivas según se empleen como insecticidas, fungicidas o herbicidas.

Todos ellos tienen un grado de toxicidad para las especies vivientes, que se hace más crítica en la medida en que se usen indiscriminadamente, su poder residual sea alto por resistencia a la biodegradación y alcancen fácilmente los cuerpos de aguas naturales. Igual efecto producen los fertilizantes, bien por eutroficación de las aguas como por la producción de compuestos tóxicos para los animales superiores, entre los que se citan algunos nitrogenados.

Se pueden destacar las siguientes áreas:

- Valles del Alto Magdalena.
- Basin 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
- La zona cafetera.

En esta última área, en la medida en que se tecnifican los sistemas de producción, han ido creciendo los volúmenes de agroquímicos, básicamente el de fertilizantes.

e. Degradación física y biológica

En un capítulo anterior (La Erosión en Colombia) se hizo una apreciación de la forma como la erosión afecta los suelos del país, con base en estudios de data reciente, procesos que de hecho se relacionan con el flujo de sedimentos hacia las fuentes de agua.

Los cuerpos de agua de los ecosistemas costeros (Bahía de Cartagena, Ciénaga Grande, áreas de Manglar, etc.) regularmente vienen siendo afectados por los cambios producidos por la modificación de los balances naturales entre aguas continentales y marinas, cambios que terminan afectando las poblaciones acuáticas.

De otra parte, si es cierto que la hidroenergía es una fuente limpia de energía en relación con otras del tipo térmico onuclear los cambios físicos por represamientos de aguas corrientes y trasvases en especial, inducen cambios biológicos de magnitudes imprevisibles. En otras latitudes se reportan catástrofes completas en los ecosistemas. La zona tropical poca o ninguna experiencia posee sobre los efectos de estas obras de ingeniería.

Consideraciones muy globales permiten deducir daños directos en las migraciones de peces, eutrofización, cambios en la población acuática; y es de esperar la aparición de patógenos y proliferación de insectos en medios cálidos, si no se toman las medidas necesarias para potabilizar el agua para consumo humano y evitar que las represas se conviertan en cloacas. (Caso de las represas La Salvajina y Caña Fistos).

Las industrias de procesamiento de metales y termoeléctricas elevan la temperatura del agua que utilizan en sus procesos

industriales, acción que introduce cambios en la vida acuática de las corrientes que reciben tales descargas.

4. La erosión y la sedimentación

El fenómeno de erosión y sedimentación corresponde a un ciclo de arranque y deposición de las partículas exteriores de la corteza terrestre, proceso que se sucede en medio acuoso o gaseoso, bien sea que ocurra por la fuerza de arrastre o desplazamiento que imprime la gravedad a las aguas de escorrentía y de infiltración o bien que se lleve a cabo por el transporte aerodinámico de las partículas por el viento. En principio, se trata de un proceso geológico natural, causante del modelado reciente de los paisajes y de la formación de llanuras aluviales, no obstante puede ser acelerado por la modificación o alteración artificial de los factores que condicionan el equilibrio dinámico del proceso, tales como cobertura vegetal, formación superficial, dinámica de vertientes, torrencial y fluvial.

En la evaluación del proceso se utilizan métodos cualitativos y cuantitativos. Por lo general, es conveniente en la interpretación de resultados combinar ambos, ya que la variación de las mediciones cuantitativas es muy irregular para el sistema montañoso andino.

a. Evaluación del proceso de erosión y sedimentación

1) Palinología y carbón 14. Quizá sean los más apreciativos. Se señalan procesos geológicos antiguos de sedimentación, de acuerdo al análisis histórico de las distintas deposiciones, merced a las constantes de tiempo suministrados por el polen y por el carbón 14 respectivamente.

Utilizando la palinología, en Colombia se determinaron ratas anuales promedias de acumulación de sedimentos en la zona lacustre del Magdalena-Cauca, las cuales varían para los últimos 1.500 años en el orden siguiente: Palmitas 2,7 mm. Sucre 3,3 mm. Boquillas 4,0 mm. y Monpós 1,7 mm. que dá un promedio para estos sitios de 2,9 mm. Estas cifras señalan el valor máximo de las subsidencias tectónicas en cada caso, muy importantes para el diseño de los proyectos de protección contra las inundaciones ^{/8}.

2) Estudios morfodinámicos de la erosión. Antiguamente se elaboraban estudios cartográficos de la erosión, señalando el proceso como un fenómeno estático y teniendo en cuenta una apreciación objetiva del escurrimiento superficial.

Actualmente, los estudios morfodinámicos presentan la naturaleza del proceso frente a los factores predominantes que regulan su comportamiento, ya se trate del escurrimiento superficial o de movimiento en masa en sus diferentes intensidades, en cuanto a dinámica de vertientes se refiere, y de profundización de lechos, zapamientos, tomas y retomas en lo relacionado con la dinámica torrencial y fluvial.

El país cuenta con estudios generales en el orden nacional y detallados en el regional y local.

La cartografía morfodinámica a escala nacional permite localizar las regiones críticas del país por la naturaleza e intensidad del proceso, así como jerarquizar y fijar los criterios de prevención y control del mismo. En la escala regional y local los estudios morfodinámicos han sido muy utilizados por los administradores y constructores de embalses, con especial énfasis en la corrección torrencial y dinámica fluvial, con miras a fijar en lo posible la carga de sedimentos de colmatación.

3) Mediciones sedimentológicas. Con base en estaciones hidrométricas y análisis de concentración de sedimentos se ha logrado determinar el transporte medio de sedimentos en algunos ríos de Colombia.

La necesidad de realizar este tipo de mediciones se determinó con los estudios y diseños para embalses con destino a la producción hidroenergética. Sin embargo, fue en 1969 cuando se planteó la organización de una red de estaciones hidrométricas, diseñadas con criterios técnicos por parte del Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología.

Actualmente se aplican metodologías simplificadas que usan las correlaciones caudal-concentración de suspensiones y/o caudal-cargas de sedimentos en suspensión. Existen alrededor de 100 estaciones hidrométricas ubicadas principalmente en las cuencas del Magdalena y del Cauca; y en áreas de montaña de las vertientes del Pacífico y del Orinoco disponen de valores anuales medios de concentraciones y volúmenes de sedimentos.

También se dispone de valores anuales medios de los volúmenes totales de sedimentos transportados por algunos ríos del país.

La interpretación de resultados debe hacerse teniendo en cuenta que los anteriores datos no estiman la carga de fondo cuyos volúmenes pueden oscilar entre un 10% y un 30% adicional al volumen en suspensión y cobra vital importancia en los embalses.

Es conveniente, para una serie local o regional, disponer de factores compensatorios para eventos especiales, los que podrían ser el resultado de una zonificación del país por frecuencia,

magnitud e intensidad de derrumbes y deslizamientos, correlacionados naturalmente con resultados hidrométricos y sedimentológicos correspondientes.

Debe aclararse que los volúmenes anuales promedios de sedimentos, que por lo general se estiman para las desembocaduras de los ríos, no corresponden a los volúmenes erosionados en las vertientes, ya que buena parte procede de la toma y retoma en el cauce del mismo río.

a) Algunas cifras importantes sobre arrastre de sedimentos ¹⁷. Stanescu 1982 trae algunos datos importantes sobre la magnitud de arrastres de sedimentos por los ríos y vertientes en Colombia.

El autor reporta lo siguiente: El río Magdalena entrega al mar Caribe en promedio 27 millones de metros cúbicos anuales de sedimentos. Para los ríos Atrato y Meta se estima en más de 30 millones de m³/año por cada uno. El río Caquetá, a la altura de la frontera con Brasil, entrega 26 millones de m³/año.

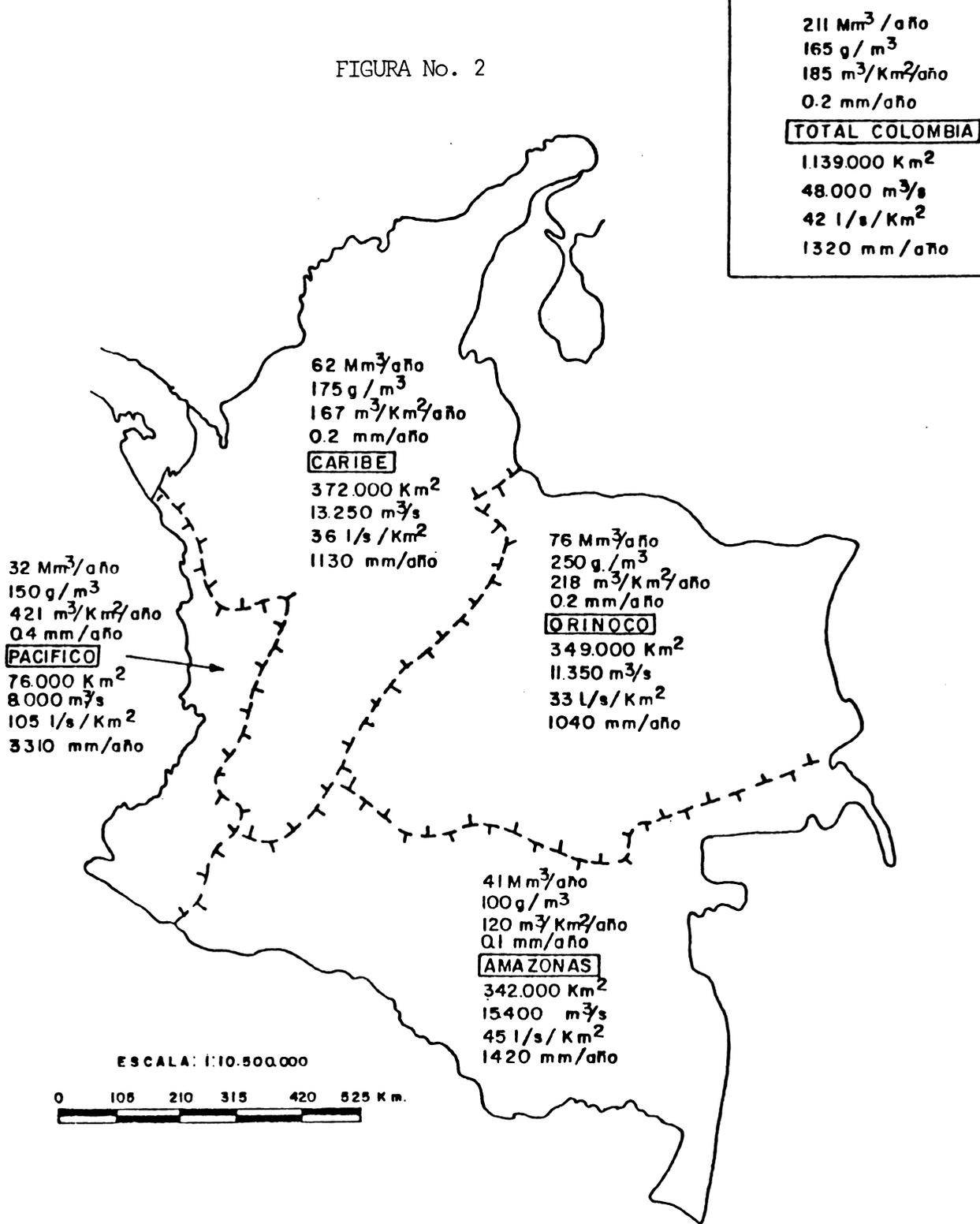
En igual forma, presenta los volúmenes anuales medios y concentraciones correspondientes de sedimentos de todo el país por regiones hidrográficas (figura No. 2)

El volumen total se sitúa aproximadamente en 211 millones de m³/año, con una concentración media de 165 g/m³, erosión de 185 m³/km²/año y lámina de erosión media de 0.2 mm./año.

b. Significado de las evaluaciones de la erosión y la sedimentación.

La evaluación de los diferentes resultados en materia de erosión y sedimentación permiten conclusiones importantes bastante

FIGURA No. 2



VOLUMENES ANUALES MEDIOS DE SEDIMENTOS Y CAUDALES
 MEDIOS MULTIANUALES EN LAS GRANDES REGIONES HIDROGRAFICAS
 DE COLOMBIA

favorables para la construcción y operación de embalses de regulación de caudal para diversos fines. La intensidad de la erosión y las ratas de sedimentación son relativamente bajas, como consecuencia de factores naturales benéficos para la estabilidad del país en general, sin que se puedan presentar conclusiones alarmantes sobre el fenómeno. Lo anterior no significa que sobren esfuerzos para prevenir y controlar los procesos erosivos, máxime cuando implican pérdidas económicas.

II. UTILIZACION SOCIAL DE LAS AGUAS

Nota Introdutoria

Paisajes por lo general húmedos y cálidos, variados y contrastados, agrupados en grandes vertientes conforman el territorio nacional. Al noroeste emerge la Región Andina, representada por tres cordilleras que alternan con altiplanos y valles interandinos y que están bordeadas por las llanuras costeras del Pacífico y del Atlántico. Al este se extiende la Región Oriental, integrada por las llanuras de la Orinoquía y la Amazonía.

A diferencia de otras civilizaciones desarrolladas a orillas de grandes arterias fluviales, la nuestra evolucionó en las montañas y altiplanos andinos, incluyendo los más importantes asentamientos precolombinos.

Por mucho tiempo los ríos Cauca y Magdalena, en especial, sólo sirvieron de medio de comunicación entre el mar y la montaña. Los centros urbanos crecieron y se multiplicaron en las márgenes de cursos secundarios y se fortalecieron en la medida en que algunos productos agropecuarios obtenían buena cotización en mercados nacionales e internacionales, gracias a una actividad agrícola de secano que prosperó en las laderas y valles interandinos.

El debilitamiento de la insalubridad de las llanuras cálidas abrió nuevas posibilidades a la frontera agrícola. No obstante, ello no fue suficiente para contrarrestar el proceso colonizador en las laderas y pie de montes de las cordilleras. Procesos cuya magnitud ha sido tal, que en nuestros días la cuenca del río Batá soporta la densidad de población rural más severa de Latinoamérica.

El fenómeno no ha sido fortuito. Los climas más benignos, las fuentes de agua numerosas y la adecuada distribución de lluvias han permitido el poblamiento y desarrollo actual de la Región Andina, utilizando los recursos de aguas, suelos, flora, fauna y pesca básicamente, a través de las actividades agropecuarias, de aprovechamiento hidráulico, de extracción de productos de los bosques y de los ríos. Paralelamente con la utilización, ha crecido la infraestructura de aprovechamiento y desarrollo social, representada en urbanismo, red vial, sistemas industriales que generan obligatoriamente impactos ambientales los cuales el país ha venido contrarrestando mediante el empleo de recursos técnico-científicos, institucionales, jurídicos y financieros. Al margen del desarrollo esperan las grandes llanuras que circundan el sistema andino, irrigadas por afluentes con excelentes posibilidades para la agricultura, la navegación y actividades extractivas de los recursos naturales renovables, de cuya utilización acertada e integrada dependen en gran parte las posibilidades futuras del país.

Es importante reflexionar sobre el ambiente y los recursos naturales renovables del país, asiento de actividades productivas y extractivas básicas en el suministro de materias primas nacionales. Al respecto cabe señalar: las actividades extractivas derivadas del aprovechamiento de los bosques naturales y sistemas hidrobiológicos, y las actividades productivas representadas en las labores agropecuarias en los altiplanos y páramos de las cordilleras, en las laderas cafeteras, en los valles altos y cálidos interandinos y en las llanuras y valles costeros del Atlántico. A esta regionalización estructural de las actividades productivas y extractivas se superponen los centros urbanos andinos, los centros urbanos fronterizos y los centros industriales como zonas de equilibrio geográfico que surgen a expensas del reordenamiento económico, en el cual el agua es un factor condicionante y fundamental del desarrollo.

A. Funciones y Utilización Posibles de Corrientes y Cuerpos Naturales

Básicamente las corrientes naturales y cuerpos de agua pueden ofrecer una gama de servicios conocidos, que se relacionan con su comportamiento natural y con la utilización social, a saber:

- Servir de drenaje a las aguas de escurrimiento superficial y subterráneas, constituyendo la red fluvial.
- Servir de colchón de amortiguación, en la regulación natural de caudales del lecho principal a través de la captación de excesos de caudal en las ciénagas y áreas naturales de inundación.
- Cubrir demandas ecológicas naturales, a través de aguas edáficas, flujos y cuerpos naturales de aguas.
- Ofrecer hábitats a los sistemas hidrobiológicos.
- Suministrar aguas adecuadas para el consumo humano, de animales domésticos e industrial.
- Bajo el lleno de ciertos requisitos de navegabilidad, servir de medio de transporte.
- Generar energía a través de caídas y caudales.
- Evacuar desechos domésticos.
- Servir de medio refrigerante de centrales térmicas.

B. Daños Ligados a su Dinámica Natural

En la misma forma que las corrientes y cuerpos naturales de agua prestan servicios para el bienestar social y desarrollo de los asentamientos humanos, también se presentan eventos relacionados en su mayor parte con la dinámica natural de las aguas, a saber:

- Inundaciones y crecidas.
- Fluctuaciones desfavorables del nivel freático.
- Transmisión de patógenos causantes de enfermedades llamadas de origen hídrico.
- Polución aguas abajo del foco de contaminación por desechos domésticos e industriales.
- Procesos cíclicos de erosión y sedimentación de lechos y orillas.

C. Algunas Cifras de la Utilización Social

Con el fin de obtener una apreciación de los principales usos que la población hace de las aguas, se presentan a continuación cifras de interés, algunas no actualizadas, que se relacionan con dotación y calidad de servicios de acueducto y alcantarillado, uso industrial, generación de energía, irrigación y drenajes, navegación, recreación y pesca. Dada la importancia y el nivel de avance en el conocimiento y planeamiento de los sectores eléctricos y adecuación de tierras, estos aspectos se tratan con mayor detalle con base en la información disponible.

1. Consumo humano

a. Nivel de suministro

La salubridad pública depende en gran parte de un adecuado suministro de agua potable, por lo cual suele utilizarse como indicador del grado de desarrollo de un país.

Para el año de 1975, la información estadística del país reportaba para la población urbana un 47% de colombianos sin servicios de agua tratada y un 41% no disponía ni de suministro de agua cruda.

El consumo humano utilizó aproximadamente $40 \text{ m}^3/\text{seg}$. para abastecer al 53% de la población. Solamente el 35% de tal población recibió agua tratada. En Colombia no se separan los usos humanos de los industriales, lo que ocasiona fuertes recargos en los servicios de acueducto.

b. Consumo

Suponiendo que una persona en un día consume 250 litros de agua, se estimó que los acueductos se servían de un caudal promedio de unos $35 \text{ m}^3/\text{seg}^*$.

2. Alcantarillados

a. Nivel de dotación

Este sistema que corresponde a servicios complementarios del suministro de agua potable, también está directamente relacionado con la salubridad pública. Menos del 50% de la población urbana carece de servicio de alcantarillado.

b. Servicios conexos

La evacuación rápida y adecuada de las aguas superficiales es indispensable para la salud de las personas que habitan los centros poblados, necesidad que se hace más crítica en las zonas cálidas por la proliferación de insectos nocivos en las aguas estancadas.

* Cifras de febrero de 1980, estiman un gasto de $50 \text{ m}^3/\text{seg}$. con destino al consumo humano, suficiente para dotar de servicio de acueducto al 60% de la población.

En igual forma, el tratamiento de las aguas negras antes de su vertimiento en las corrientes de agua se hace necesario para proteger la vida acuática y mantener las condiciones de calidad del recurso.

Solamente las ciudades grandes del país cuentan con el alcantarillado separado de los recolectores de aguas lluvias. En ninguna ciudad del país se hace tratamiento de aguas negras antes de su vertimiento a las corrientes naturales.

3. Uso industrial

Aunque Colombia no se cuenta dentro de los países industrializados, la utilización por este concepto va en crecimiento, compitiendo en áreas metropolitanas con el consumo doméstico.

Con el fin de tener una idea del significado del consumo industrial, se dan las siguientes cifras:

Para refinar un barril de petróleo se requieren 18 barriles de agua; para producir uno de cerveza se requieren 300 litros de agua; en la producción de una tonelada de pulpa para papel se necesitan 250 toneladas de agua; en la conversión de energía de una tonelada de carbón en una planta de vapor son necesarios entre 600 a 1.000 metros cúbicos de agua.

4. Generación de energía

La crisis energética en materia de hidrocarburos derivados del petróleo y la importación de crudos llevada a cabo por el país, forzó a un replanteamiento en la generación energética, dando como resultado la realización de una programación para la ejecución acelerada de centrales hidroeléctricas y térmicas.

Para el año de 1974, el potencial instalado del país llegaba a los 2.550 MW, de los cuales el 70% era generado con agua. Colombia es uno de los países con más bajo consumo de energía per cápita en el mundo.

El estudio del sector de energía eléctrica, realizado por ISA, identificó más de 300 posibilidades para la instalación de centrales hidroeléctricas con un potencial de 93 millones de kilovatios, sin incluir las posibilidades para centrales con capacidad inferior a 10.000 kilovatios.

Durante 1981, el país disponía de una capacidad nominal de 4.300 kilovatios, de los cuales más del 70% provinieron de la generación hidráulica con caudales captados en doce hoyas hidrográficas de un cubrimiento de 1'750.000 hectáreas de superficie. Estos sistemas produjeron 4.000 millones de metros cúbicos de capacidad útil, almacenados en 14 embalses.

Para comienzos de la próxima década el país demandará una capacidad instalada del orden de los 14 millones de kilovatios, de los cuales se estima en 11'500.000 kilovatios el componente hidráulico, en cuya generación será preciso utilizar 21 cuencas hidrográficas con una superficie de 8'329.000 hectáreas, y 12 cuencas para trasvases de caudales, con una superficie de 220.000 hectáreas.

El sistema hidrográfico para ese entonces suministrará 2.935 metros cúbicos por segundo, en promedio anual, con un total de 29 embalses con capacidad de almacenamiento útil de 23.800 millones de metros cúbicos.

5. Irrigación y drenajes

Merced a una buena repartición de las lluvias en las zonas agrícolas del país, localizada en las laderas y valles interandinos, la actividad agrícola se desarrolla bajo condiciones de secano. No obstante, con el crecimiento de la población y la demanda de bienes y servicios ha sido necesario habilitar algunos valles y llanuras donde, por lo general, los fenómenos hidrometeorológicos actúan sin control, aumentando los riesgos de pérdidas por sequías y/o inundación.

Actualmente se utilizan 600 m³/seg. para irrigar 600.000 hectáreas.

6. Navegación

Las corrientes fluviales conforman los medios para el transporte más eficiente y económico. Así lo han entendido muchos países, los cuales no sólo han adecuado sus redes naturales, sino que han ampliado el cubrimiento con canales artificiales. Colombia ha crecido haciendo caso omiso de estas ventajas naturales.

En el Magdalena-Cauca se utilizan 1.500 km con muchas dificultades. A grandes rasgos, las posibilidades de navegación en el país alcanzan los 30.000 kilómetros para embarcaciones menores, pero sólo se utilizan 7.000 kilómetros.

7. Recreación

El país cuenta con mares, ríos y lagos con atracciones suficientes para el turismo, el deporte y el esparcimiento.

8. Pesca y acuicultura

En los últimos años el país ha realizado esfuerzos tendientes al conocimiento de sus existencias y manejo del recurso, con miras a su desarrollo. La actividad industrial para captura y procesamiento es aun incipiente.

La explotación total no sobrepasa las 200.000 toneladas por año, con un potencial estimado en 55 millones de toneladas por año.

D. Utilización del Agua en la Agricultura

1. La distribución de tierras y la adecuación

a. Distribución teórica de los suelos agrícolas

Esta se establece con base en el inventario de tierras realizado por el Instituto Agustín Codazzi, el cual clasificó 52'774.000 hectáreas que se presentan con 46.5% de la superficie del país, quedando por fuera la Amazonía y la parte oriental del Llano. El estudio incluyó casi la totalidad de la Región Andina. Posteriormente PRORADAM elevó este porcentaje de tierras clasificadas, al cubrir la Amazonía colombiana. En forma global se agrupan las tierras según su vocación, para agricultura y ganadería intensiva, ganadería y agricultura con prácticas de conservación, bosques e improductivas.

El Cuadro No. 6 permite apreciar las ocho clases dentro de las cuales se agruparon las tierras del país

Aunque muy discutido, el sistema de clasificación permite visualizar en términos generales aspectos de relieve, drenaje y fisiografía de las grandes unidades de tierra del país (ver Cuadros Nos. 6 y 7).

Cuadro No. 6

**INVENTARIO DE CLASIFICACION DE TIERRAS
CLASES Y SUPERFICIE TOTAL**

CLASE I	172.465	0.33
CLASE II	978.673	1.85
CLASE III	5'418.271	10.26
CLASE IV	4.398.125	8.33
CLASE V	1'605.126	3.04
CLASE VI	13'654.432	25.88
CLASE VII	18'202.447	34.50
CLASE VIII	7'743.675	14.67

FUENTE: Instituto Geográfico Agustín Codazzi 1973

b. Utilización de la tierra

Las estadísticas muestran que en 1970-1971 solamente alrededor del 27% del área total del país (31 millones de hectáreas) correspondió a tierra en fincas y, de ésta, alrededor de 5 millones de hectáreas fueron cultivadas, 17.5 millones de hectáreas estuvieron bajo pastos y 8.5 millones de hectáreas en descanso o sin uso. Los principales cultivos desarrollados en las tierras altas son papa, cebada y legumbres (especialmente por finqueros de pequeña escala), con operaciones diarias como principal fuente de ingreso. El algodón, la soya, el aceite de palma y la caña de azúcar son cultivos importantes en los valles cálidos interandinos, desarrollados por finqueros mecanizados y a gran

TIERRAS APTAS PARA AGRICULTURA EN LAS DISTINTAS REGIONES NATURALES DEL PAIS

Región Natural	Superficie Km ²	Porcentaje en el país	Tierras Agrícolas % 1/	Porcentaje en el país
Cordilleras Andinas	299.800	26.3	10.8	2.9
Valle Geográfico del río Cauca	3.400	0.3	75.0	0.3
Valle del río Magdalena (Sectores Alto y Medio)	25.100	2.2	36.7	0.8
Guajira Alta y Media	12.500	1.1	15.8	0.2
Llanura Caribe	100.000	8.7	44.3	3.9
Andén Pacífico	59.200	5.2	5.7	0.3
Orinoquía	260.000	22.8	8.3	1.9
Amazonía	380.000	33.3	18.4	6.1
	<hr/> 1'140.000			<hr/> 16.4

1/ Tierras aptas para cultivos transitorios y semiperennes en un tipo de agricultura agro-industrial. En la Amazonía se requieren sistemas especiales de manejo.

FUENTE: CORTES, A. 1982

escala. Las plantaciones de café se encuentran sobre las laderas y en valles altos. En las tierras bajas tropicales está el arroz, algodón, banano, plátano y ganado. En los Llanos Orientales la forma corriente de explotación de la tierra por los colonos es en arroz y pastoreo extensivo de ganado.

c. La irrigación en la productividad agrícola y su significado en la productividad

Como puede observarse en la información de diversas fuentes, la agricultura colombiana viene siendo afectada por altibajos de diverso orden, entre los cuales conviene destacar los de carácter estructural, los de carácter físico y los de carácter exógeno. Los primeros se relacionan con la evolución misma de la economía y con los cambios de la organización de la comunidad. La participación del sector en el PIB ha tenido una declinación apreciable en las últimas décadas, en favor de sectores en crecimiento como lo es el industrial y el de exportaciones menores. El urbanismo, la tecnificación de la agricultura, la industrialización y algunos factores sociales* han presionado el desplazamiento de la población rural hacia las ciudades, lo que corresponde, aunque por diferentes causas, a un fenómeno universal de la sociedad industrial.

En los últimos años, el desestímulo a la inversión en el campo ha sido un común denominador para la agricultura, situación que se agrava con la emergencia de mercados financieros relativamente más lucrativos y de menor riesgo.

Bajo las condiciones anteriores, nos encontramos frente a un sector que pierde liderazgo tanto en brazos utilizados como

* La violencia de las últimas décadas y la búsqueda de bienestar y seguridad social.

en participación en el PIB, no obstante se haya mantenido su crecimiento en valor y en volumen. Estos altibajos, por su misma naturaleza estructural, pueden ser mitigables y orientados en favor de impactos positivos en el desarrollo nacional.

Los segundos hacen referencia al sometimiento del sector a la variabilidad y al rigor del clima, factores que han afectado el crecimiento anual del sector en grado altamente crítico. Estos altibajos son controlables. La importancia de hacerlo radica en que, además de incidir en la regulación de los volúmenes, crea condiciones favorables para la elasticidad de la oferta frente a crecimientos eventuales de la demanda externa, en virtud además de la obtención de costos de producción competitivos.

Por último, se hace mención a los de carácter exógeno, constituidos por los efectos en los mercados externos de las fluctuaciones de oferta y demanda, los cuales han sido catastróficos para el subsector algodonero debido a una baja sustancial de los precios internacionales a partir de 1977. El país exportaba el 80% de su producción. Dados los altos costos de producción, sumados a otros de carácter interno, este renglón está casi fuera de competición en el exterior.

Hasta el presente, parece que una de las mejores alternativas de disminuir costos de producción y mejorar los rendimientos físicos está dada por la irrigación, ya que un refinamiento de los paquetes tecnológicos de producción con base en un incremento de insumos de producción importados son onerosos para el país.

1) El déficit hídrico. El clima de las regiones donde se localizan los sistemas de irrigación se caracterizan por una estación seca de alrededor de 4 meses o más, desde enero a abril,

durante el cual todos los cultivos semestrales requieren suplemento de riego. La estación lluviosa se divide en dos partes de marzo a julio y de septiembre a diciembre, con un "veranillo" entre julio y agosto, durante el cual se requiere por lo regular de riego.

Las lluvias anuales promedias varían de sistema a sistema de 500 a 2.000 mm. Los promedios más bajos ocurren en los valles interandinos donde se localizan zonas con estaciones secas marcadas, la región media del Caribe con 1.200 mm. anuales y más altas en las regiones nor-occidentales.

Las temperaturas promedio son generalmente altas lo mismo que la humedad relativa, particularmente a lo largo de la costa Caribe. La evaporación fluctúa entre 1.800 a 2.200 mm. por año con un máximo entre marzo y abril, de 6 a 7 mm. diarios.

El clima de Colombia permite el desarrollo de dos o más cultivos por año cuando no media el agua como limitante. Generalmente, las mejores tierras agrícolas se localizan en los valles profundos donde los mayores problemas son las inundaciones durante la estación húmeda o de aguas altas y el déficit de agua durante cuatro meses de sequía.

2) Superficie bajo riego. Alrededor de 600.000 hectáreas se encuentran bajo irrigación en Colombia, representando alrededor del 12% del total del área cultivada. La mayor parte de los sistemas de irrigación se localizan en las tierras cálidas, hacia la parte central del país, en los valles del Magdalena y del Cauca, en el noroeste cerca a los límites con Venezuela y en las regiones del norte a lo largo de la costa Caribe.

Dos tipos de irrigación existen en Colombia:

-Los sistemas privados operan sin asistencia gubernamental. Se estima en 500.000 hectáreas la superficie cubierta, de las cuales una alta proporción están localizadas en el Valle del Cauca. Se caracterizan por su eficiencia, debido a su relación estrecha con empresas comerciales tales como fábricas de textiles, aceites y azúcar.

-Los sistemas gubernamentales, conocidos como distritos de riego y drenajes, son operados por el HIMAT, una entidad pública. Los 20 distritos del país cubren un área cultivable de 235.000 hectáreas, de las cuales alrededor de 110.000 están actualmente irrigadas y cultivadas anualmente.

a) Cultivos de inundación. El arrozal es el cultivo que más consumo de agua tiene en Colombia, además de ocupar 350.000 has/año, equivalentes al 60% de la superficie irrigada. El arrozal de irrigación produce el 90% de la producción de arroz del país (OPSA, 1979).

Otros cultivos que requieren irrigación son caña de azúcar, soya, algodón, pancoger (tomates, pimentón, papa) banano, plátanos y pastos.

Aunque la irrigación ayuda a mejorar estas tierras, particularmente durante el primer semestre de cada año, la mayoría de estos cultivos se hacen en diversas proporciones en los distritos, bajo condiciones de lluvias. Las áreas donde la irrigación de

estos cultivos es más desarrollada están localizadas en los Valles del Cauca y Magdalena. Los pastos están ampliamente distribuidos tanto en las tierras bajas como en las altas del país.

b) Distritos de riego. Existen 20 distritos de riego y drenajes asistidos por el Estado en Colombia, esparcidos en 11 departamentos. La mayoría de estos distritos fueron construidos por el INCORA para beneficio de la Reforma Agraria y poco se tuvieron en cuenta las consideraciones técnicas y económicas.

El área neta cultivable total de los 20 distritos es aproximadamente 235.000 hectáreas de las cuales 193.000 hectáreas están provistas con estructuras de riegos y drenajes y 82.000 con estructuras de drenaje solamente. (ver Cuadros Nos. 8 y 9).

Las obras de adecuación en los distritos están inconclusas. Un 20% del área no dispone de infraestructura de riego y drenaje.

Cuadro No. 8

DISTRITOS DE RIEGO, SUPERFICIE EN PRODUCCION AÑO 1977

TIPO DE COSECHAS	CULTIVADO POR SEMESTRE (Has).	COSECHAS AÑO (n)	CULTIVADO POR AÑO (Has).
Cultivos bajo riego	58.800	1.85	109.500
Cultivos de secano.	35.200	1.20	42.200
Pastos naturales.	141.000	1.00	141.000
	235.000		292.700

FUENTE: FEDEARROZ

Cuadro No. 9

DISTRITOS DE RIEGO EN OPERACION

REGIONAL	DISTRITOS (Dpto)	ASPECTOS FISICOS											OPERACION									
		AREAS (Has)						FUENTE DE ABASTECIMIENTO					CAUDAL M ³ /seg	CANALES Y TUBERIAS (Kms)								
		ESTUDIO	BRUTA	NETA	BENEFICIADA		EN OPERACION		CUENCA HIDROLOGICA (Nombre)	TIPO DE CAPTACION	Capacidad de Derivación M ³ /seg	RIEGO			DRENAJE							
					Riego	Drenaje	Con Riego	Con Drenaje				Principales		Secundarios	Terciarios	Tubería	Principales	Secundarios	Terciarios			
2	REPOLON (Atlántico)	20.000	4.190	3.027	1.530		1.440		Embalse del GUAJARO	Bombeo	5.0	3.0	30.0			66.0						
	SANTA LUCIA (Atlántico)	5.000	4.900	4.197	1.400	2.450	8.40	2.450	RIO MAGDALENA	Bombeo	5.0	2.5	70	12.0		54.0	2.8.9	112.0	70			
	MANATI-CANDELARIA (Atlántico)	35.000	22.200	17.000		17.000		17.000	RIO MAGDALENA	Bombeo	5.0	3.0					14.5	52.0				
3	MARIA LA BAJA (Bañer)	25.000	19.444	17.500	15.750	17.500	5.272	17.500	Arroyos GRANDE Y MATUYA	Presas de Almacen	25.0	70	65.0	96.0	128.0	6.5	64.0	128.0	269.0			
4	ALTO CHICAMOCHA (Bayasí)	16.000	10.500	10.000	4.66	8.754	4.66	8.754	RIO CHICAMOCHA	Bombeo	0.6	0.3				16.2	1500	200				
	SAMACA (Bayasí)	4.000	2.800	2.400	2.216		2.216		RIO GACHANECA	Embalse	5.0	2.0	275	252		0.4	335	12.0				
5	MONTERIA (Córdoba)	100.000	64.000	57.600	6.598	28.620	1.400	28.620	RIO SINU	Bombeo	7.0	2.5	320	270	21.0		154.0	128.0	370			
	LA DOCTRINA (Córdoba)	12.000	3.875	3.000	1.600	3.000	600	3.000	RIO SINU	Bombeo	3.6	2.4	300	35.0	67.0	70	300	35.0	250			
7	EL JUNCAL (Huila)	5.100	5.000	1.900	1.900	1.900	1.746	1.900	RIO MAGDALENA	Bombeo	6.0	4.0	240	233	60	10	84					
	EL PORVENIR (Huila)	800	787	430	371		345		RIOS MAGDALENA Y VILLA VIEJA	Bombeo y presa Derivadora	1.0	1.0	76	49	2.4	0.4	2.1					
	SAN ALFONSO (Huila)	6.000	3.000	1.720	1.720	1.720	855	1.720	RIO CABRERA	Bocatoma lateral	2.8	2.2	84	148	6.1							
8	PRADO DE SEVILLA (Magdalena)	95.000	35.800	31.000	16.190	5.700	15.205	5.684	RIO SEVILLA y otras	Bocatoma laterales	28.0	23.5	66.0	133.0	196.0		67.0	126.0	360			
9	ABREGO (Norte de St)	3.500	1.980	1.235	750	630	750	630	RIO FRIO	Presa Derivadora	1.5	0.6	163	60	10	0.6	5.2	6.3	12.0			
	ZULIA (Norte de St)	38.000	14.500	10.000	8.500	8.500	4.000	8.500	RIO ZULIA	Presa Derivadora	20.0	70	74.5	31.4	240.0		13.5	290	2340			
10	COLON (Putumayo)	8.500	8.500	5.500		5.500			RIO PUTUMAYO	Intersectores							32.3	17.9	5.6			
11	LEBRIJA (St. Sur)	17.000	11.101	10.949		9.341		2.052	RIO LEBRIJA	Diques de confinamiento							25.6	200	471			
12	RIO RECIO (Tolima)	20.000	15.813	10.000	7.400	7.400	7.400	7.400	RIO RECIO	Presa Derivadora	10.5	12.0	50.4	96.0			80	12.0				
13	R. U. T. (Valle)	13.300	11.500	10.000	8.000	9.300	6.495	9.300	RIO CAUCA	Bombeo	8.5	3.6	750	473	335		260	76.6	41.6			
U	COELLO (Tolima)	71.000	40.000	28.200	25.900		22.600		RIO COELLO	Bocatoma lateral	25.0	150	64.3	145.6	162		000	000				
U	SALDAÑA (Tolima)	38.000	37.700	25.000	17.415		14.102		RIO SALDAÑA	Bocatoma lateral	28.0	200	74.0	100.0			000	000	000			
	TOTAL	533.200	317.590	250.658	117.706	127.315	85.732	114.510	—	—	181.5	111.6	652.0	797.5	717.2	152.1	6.630	774.8	714.3			

* = Cifras que incluyen riego y secano

FUENTE: HIMAT.

El área acondicionada con estructuras para el riego y drenaje (111.000 Has.) solamente es cultivada en un 50% durante cualquier semestre, mientras que el otro 50% permanece en pastos naturales o en descanso con un nivel de producción muy bajo.

En conclusión, puede decirse que las áreas cultivadas y el nivel presente de producción de los distritos está muy por debajo de su potencial.

- c) Limitantes en los distritos de riego y drenajes.

La superficie cultivada en los distritos de riegos y drenajes está muy por debajo del potencial previsto. Numerosos factores técnicos, físicos y sociales explican este comportamiento.

- i. De orden técnico

Sobresale el mantenimiento inadecuado de los sistemas de irrigación, drenaje y vial, en gran parte debido a la antigüedad y al desgaste de los equipos. Los distritos de riego operan para diseños de funcionamiento ajenos a los propósitos de su concepción inicial; es el caso de un incremento acentuado de las áreas dedicadas al arroz con riego. Los distritos de drenaje adolecen de insuficiencia de diseños y dimensiones para evacuar las aguas de inundación.

En consecuencia, estos factores no solo inciden en la aminoración del área de cultivo, sino que también incrementan sustancialmente los riesgos de pérdidas de cosechas.

Dos factores determinantes en el éxito a lograr en los distritos son los de tipo edáfico y climático. En términos generales, los distritos pueden sacar un cultivo semestral al año con las precipitaciones del lugar, excepto de arroz. Se presentan distritos en el Valle del Alto Magdalena (San Alfonso y Juncal) donde el microclima semiárido obliga a aplicar riego suplementario durante todo el año. La mayoría de los distritos no se localizan en los mejores suelos de Colombia.

ii. De tipo social y económico

Ha sido muy notorio el abandono de las tierras por los beneficiarios de la reforma agraria, lo cual ha redundado en la subutilización de los distritos. Estos están utilizados en un 50% de su capacidad real. Ha faltado motivación, crédito agrícola y perfeccionamiento de canales de mercadeo y centros de acopio.

Los productores de arroz han tenido niveles altos de producción merced a la irrigación, mecanización y una gran cantidad de insumos. No obstante, el incremento de la producción de arroz en el país no ha permitido que su precio de venta se incremente a la misma rata que lo hacen el combustible y los insumos. Bajo estas circunstancias, la rentabilidad de la producción de arroz para productores decreció en los últimos años.

Un refinamiento aun mejor en los paquetes tecnológicos de producción y un incremento de las exportaciones permitirá a los productores mantener la actividad.

d. El manejo hidráulico de las aguas en la ampliación de la frontera agrícola

En primer lugar, a modo de apreciación general se presenta una síntesis del trabajo "Opciones para la Ampliación de la Frontera Agrícola" (Cortés, A., 1980) como inventarios globales, hasta cierto punto ilustrativos de la situación de tierras agrícolas en Colombia. Posteriormente se describen las posibilidades reales e inmediatas del país en materia de ampliación de fronteras agrícolas. Por último, se esbozan las posibilidades a largo plazo con relación al objetivo anterior.

Los inventarios globales considerados en la apreciación general dejan muchos vacíos en estimación del potencial de tierras y sus aptitudes agrícolas, ya que las fuentes que sirvieron para tal aproximación están constituidas por estudios generales elaborados con base en macrofactores adecuados a la escala que utilizó "proclass" y a los parámetros físicos contemplados por el "estudio ecológico". Este acercamiento deja sin considerar limitaciones de tipo pedológico, hidrológico y socioeconómico entre otros, por lo cual sus resultados pueden ser insuficientes.

1) El crecimiento actual de la frontera agrícola ^{/5}

En 1970 el 40% de la población habitaba en el sector rural, mientras que en 1980 se calcula que esa proporción alcanza el 27%. Como consecuencia de este fenómeno estructural, cada vez una menor proporción de la población tendrá a cargo la producción de alimentos y en general de productos agropecuarios.

Para el período comprendido entre 1960 y 1978 la demanda aumentó en un 4.42% anual, la oferta en un 3.78% anual y la población aumentó en un 2.2% anual. El crecimiento superior de la demanda exige esfuerzos a mediano y largo plazo, para corregir los déficit en la oferta.

El concepto de "ampliación de la frontera agrícola" debe considerarse teniendo como fondo los intereses nacionales en lo político, técnico-económico y protección ambiental.

Para el año 1978 merece señalarse la ampliación de la frontera agrícola en casi 160.000 hectáreas en comparación con 52.000 de 1977 y de cerca de 34.000 en 1976. Durante el año 1978 los cultivos comerciales incrementaron su área en un 20%, salvo el algodón; los tradicionales lo hicieron en un 5.2% y los mixtos en 1.7%, estando estos últimos relacionados con alimentos básicos de consumo interno.

Varios ensayos han comparado las diversas rutas para alcanzar mayores producciones, sobresaliendo, entre otras, las siguientes:

- Refinamiento de paquetes tecnológicos de producción.
- Ampliación de la frontera agrícola.

La investigación en la búsqueda de variedades de altos rendimientos y uso adecuado de insumos de producción ha influido notoriamente en el crecimiento de volúmenes de producción, en cuanto a agricultura comercial se refiere. En la agricultura tradicional se han activado los programas relacionados con fomento y transferencia tecnológica.

La ampliación de la frontera agrícola se ha mantenido a expensas de la colonización, bajo patrones que reproducen la ineficiencia de la actividad agrícola en razón de las regiones utilizadas y de las técnicas de producción. Además, se trae a colación los efectos negativos en los ecosistemas naturales, motivados por el impulso colonizador actual en áreas no adecuadas.

Estudios empíricos revelan la necesidad de 6.3 millones de hectáreas nuevas para los próximos 20 años, bajo el supuesto de unos rendimientos estables.

Se requiere estructurar nuevas estrategias para el logro de mayores volúmenes de producción en función de exportaciones y consumo interno, y disminuir los componentes de importación que pesan sobre los paquetes tecnológicos de producción. En primera instancia se presenta la adecuación de tierras, bien a través de suministro de riego suplementario, evacuación de aguas superficiales y/o drenaje de aguas freáticas.

a) Inventarios globales ^{1/3}. -La llanura del Caribe. Con base en el Mapa de Clases Agrológicas (IGAC 1973) y los levantamientos agrológicos se determinó que alrededor de un 45% del área total, sin incluir la Sierra Nevada de Santa Marta y la Alta y Media Guajira, corresponde a tierras con vocación agrícola (Clase I a IV).

Siguiendo el patrón de clasificación en el mapa anterior (Cortés, A. 1980) mediante una superposición con el Mapa Ecológico (IGAC, 1977), se logró llegar a una apreciación de aptitudes agrícolas y requerimientos de riego o drenaje, con los resultados que aparecen en el Cuadro No. 10.

El primer grupo presenta déficit mínimos de agua en relación con toda la región estudiada y necesidades de drenaje en algunos sectores. El segundo grupo está afectado por períodos de sequía prolongados, que obligan a suplementar con riego la agricultura intensiva. El tercer grupo corresponde a tierras inundables la mayor parte del año y a ciénagas permanentes. El cuarto grupo, figura como

tierras descartables para la agricultura intensiva, por el rigor de las limitaciones (erosión, sales, etc.).

-La Región de la Orinoquía. En el Cuadro No. 7 se presentan cifras globales sobre las aptitudes de las tierras en la Orinoquía

Cuadro No. 10

**ZONIFICACION DE LAS TIERRAS DE LA LLANURA DEL CARIBE DE ACUERDO CON
APTITUD AGRICOLA Y REQUERIMIENTOS DE RIEGO SUPLETORIO O DRENAJE**

OPCION	SUPERFICIE (Has.)	CLASES AGRICOLAS	FORMACION ECOLOGICA	LOCALIZACION
1	1'600.000	(I a IV)	BMH, BHT...	Valles del río San Jorge y Alto Sinú.
2	2'700.000	(I a IV)	BST, BMST...	Planicies aluviales de los ríos Sinú, Magdalena y Cesar.
3	970.000	(V)	--	Depresión Momposina, planicie aluvial de los ríos Cauca, Magdalena, San Jorge, Cesar y Sinú.
4	4'730.000	-	--	--

FUENTE: CORTES. 1980

-Otras regiones. El estudio (Cortés, 1980) hace un comentario sobre las incompatibilidades encontradas para la vinculación a la agricultura tradicional de las tierras de la Amazonía y sugiere una mejor utilización de los valles interandinos.

b) Posibilidades inmediatas. El análisis de la ampliación de la frontera agrícola debe ir más allá de la evaluación de macrofactores de orden físico (relieve, fisiografía, altitud, balances climáticos). Debe contemplar el estado actual de las tierras, la tecnología del momento y las necesidades de suministro de productos agrícolas.

En un orden lógico las posibilidades de carácter físico de ampliar la frontera agrícola están dadas por:

1. Intensificación del uso y adecuación de tierras en los valles interandinos.
2. Rehabilitación, terminación y/o ampliación de los distritos de riego.

-Intensificación del uso de las tierras en valles y altiplanos interandinos. Se hace referencia en especial al Valle del Cauca, al Alto Magdalena y a los altiplanos. En estas áreas se concentra el mayor hectariaje de zonas irrigadas por el sector privado y de mayor uso de tecnologías avanzadas. Si adicionamos la zona algodонера y la zona bananera de la Región del Caribe, se puede intuir que la tecnificación ha sido lograda merced a los mercados internacionales conquistados por los renglones del banano, algodón, azúcar, flores y últimamente el arroz. Los cambios drásticos en los precios externos del algodón han forzado al país a replantear la situación del cultivo, de los usuarios y consumidores, estado de crisis que en menor grado se hace extensivo al café.

La caída de precios del algodón y del café se proyecta directamente contra las reservas en divisas, pero es posible que redunde en beneficios para el consumo netamente interno. A propósito, el Valle del Cauca aun dedica buena proporción de sus tierras a la ganadería extensiva y alrededor de 100.000 hectáreas* están sometidas a inundaciones y/o drenaje deficiente. Una intensificación en el uso de los pastos mantendría los volúmenes de producción en favor de cereales y oleaginosas para el consumo interno.

Con el proyecto de la Salvajina crecen las posibilidades de vincular eficientemente a la producción las áreas del Valle del Cauca sometidas a los riesgos hidrometeorológicos, en razón de disponer de las mejores condiciones de infraestructura socio-económicas, culturales y de tecnología agrícola con que cuenta el país.

Actualmente cobran importancia los arreglos múltiples tradicionales, unas décadas atrás demeritados en favor del monocultivo y tecnologías para altos rendimientos físicos.

La intensificación del uso, no puede contemplarse únicamente en función del incremento físico de la superficie. Las áreas rurales tradicionales de Boyacá, Cundinamarca, Antioquia, Nariño, entre otras, suelen utilizar todos los espacios posibles con cultivos diversificados de diferentes requerimientos, con el fin de adaptar sus cosechas a las condiciones no sólo ambientales sino de mercados y consumo doméstico.

Esta combinación de especies de raíces cortas y largas, de diferentes requerimientos, formando varios estratos, optimiza la eficiencia en la utilización de las condiciones ambientales y

* El proyecto hidroeléctrico en ejecución para propósitos múltiples de la Salvajina, incluye la vinculación de esta superficie a la agricultura intensiva.

favorece la conservación de los suelos y las aguas, al mismo tiempo que favorece el estado fitosanitario de los cultivos. Un fortalecimiento de la investigación, transferencia tecnológica y fomento de los sistemas tradicionales en arreglos múltiples, puede constituir una alternativa importante en la ampliación de la frontera agrícola por intensidad de uso.

-Posibilidades de rehabilitación ^{/13}. HIMAT presentó al Banco Mundial una lista de 15 distritos para rehabilitación. Luego de una inspección de estos 15 distritos por una comisión del Banco Mundial y FAO, se convino en presentar el Proyecto de Rehabilitación de los Distritos en varias fases. De acuerdo con el gobierno, los criterios de selección fueron establecidos para los distritos prioritarios. Ocho distritos fueron escogidos para el proyecto de la Fase I incluyendo siete distritos de irrigación:

San Alfonso, El Juncal, Río Recio, Zulia, la Doctrina, RTU, y Samacá, y un distrito de drenaje: Sibundoy. Estos ocho distritos en conjunto suman un área totalmente cultivable de 46.064 hectáreas de las cuales 34.500 están equipadas con facilidades para la irrigación o el drenaje.

El proyecto de Rehabilitación del Distrito de Riego y Drenaje logrará un incremento en los cultivos irrigados en los distritos de riegos, y en la ganadería en el distrito de drenaje de Sibundoy, a través de una serie de medidas en el distrito y niveles de fincas.

A nivel de distrito el proyecto incluirá la rehabilitación de la irrigación, drenaje y sistema vial, reposición del equipo de mantenimiento, mejoramiento de la distribución del agua y el

incremento de cargas de irrigación y drenaje para cubrir completamente los costos de su mantenimiento y operación pública.

A nivel de campo, el proyecto suministrará servicios de extensión y crédito para reducir costos de producción del arroz a través de nivelación de tierras y para promover la producción agrícola en general.

La organización y administración del proyecto fase I incluirá la participación de HIMAT, INCORA, Caja Agraria, y FEDEARROZ. (Ver figura No. 3)

c) Posibilidades a mediano y largo plazo. -Riego.
El inventario hidroenergético realizado por el proyecto Colombo-Alemán 1980, identificó numerosas plantas hidroeléctricas con características favorables para su utilización como proyectos de propósito múltiple, para tres actividades de prioridad nacional: irrigación, control de inundaciones y navegación.

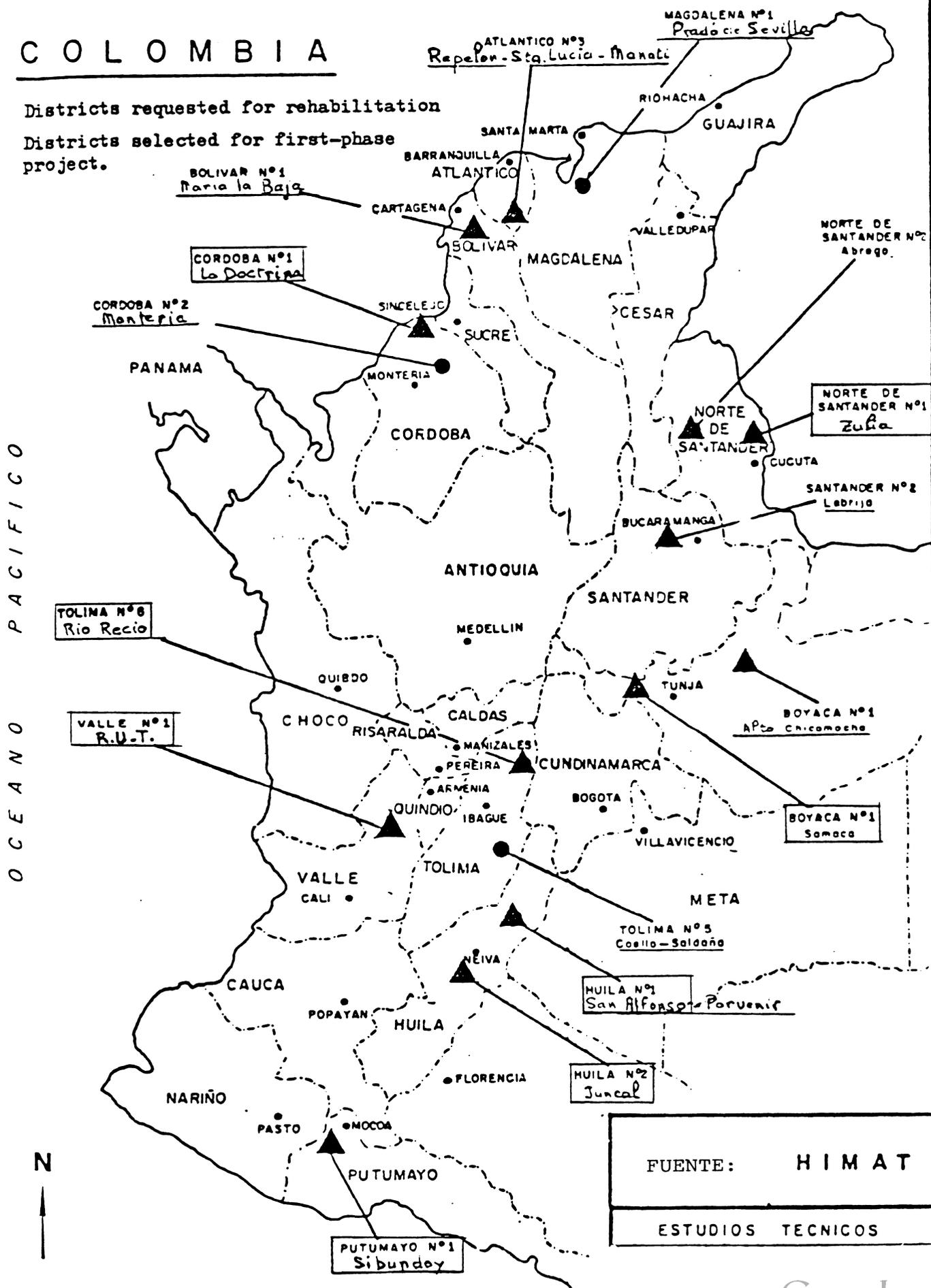
El estudio identificó áreas para programas agrícolas intensivos, con el suministro de agua, con una extensión aproximada de 1'800.000 hectáreas, lo cual señala la importancia del uso múltiple de proyectos hidroenergéticos para propósitos de irrigación, aspecto importante a considerarse dentro de políticas nacionales de planeamiento.

Según el estudio ¹² de CODAL 1982, basado en la programación e identificación de proyectos hidroeléctricos, el área beneficiada para riego es la siguiente:

LOCALIZACION GENERAL DE PROYECTOS DE ADECUACION

COLOMBIA

- ▲ Districts requested for rehabilitation
- Districts selected for first-phase project.



FUENTE: HIMAT
ESTUDIOS TECNICOS

REGION	AREA REGABLE
I. Magdalena-Cauca	626.000
II. Orinoquía-Catatumbo	900.000
III. Sierra Nevada-Guajira	50.000
IV. Atrato-Sinú	<u>240.000</u>
TOTAL AREA ADECUABLE PARA RIEGO	1'816.000

El área identificada como regable está estrechamente relacionada con la ejecución de todos los proyectos de uso múltiple. Según prioridades programadas para los proyectos hidroeléctricos, se estimaría que hacia el año 2.000 podrían beneficiarse alrededor de 1.000.000 de hectáreas.

En principio, las grandes zonas susceptibles de un desarrollo agropecuario intensivo a mediano plazo son, principalmente, la zona de inundación del Bajo Magdalena, el Valle del río Cesar, la Cuenca del río Sinú y la zona de los Llanos Orientales. En segundo lugar se encuentran otras áreas de menor magnitud como es el caso del Valle del Cauca y de los Valles del Tolima y del Huila.

-Control de inundaciones. En la cuenca Magdalena-Cauca, según cifras suministradas por el proyecto Colombo-Holandés ¹⁷ se identificaron alrededor de 2'077.000 hectáreas afectadas por inundaciones localizadas hacia la parte denominada zona lacustre, las cuales se distribuyen de la siguiente forma: (Ver Cuadro No. 11)

La zona lacustre tiene 1'745.000 hectáreas libres de ciénagas. Los estudios evidenciaron posibilidades técnicas de controlar las inundaciones en unas 310.000 hectáreas.

Cuadro No. 11

REGIMEN HIDROLOGICO Y AREAS AFECTADAS DE LA ZONA LACUSTRE

CIENAGAS	16%	332.320	hectáreas
6-12 meses de inundación	19%	394.630	"
3-6 meses de inundación	30%	623.100	"
1-3 meses de inundación	14%	290.780	"
Menos de 1 mes de inundación	21%	<u>436.170</u>	"
Superficie Total		2'077.000	hectáreas

FUENTE: HIMAT

-Relación y comentarios sobre proyectos de propósito múltiple ^{/10}. Los estudios analizaron el potencial de los suelos en función de los principales cultivos actuales y potenciales, de acuerdo con sus posibilidades para una agricultura intensiva bajo riego.

Se seleccionaron cuatro áreas en las que se efectuó una evaluación económica preliminar a manera de indicativo para la justificación de obras de riego y drenaje. Se concluyó que estas zonas presentan buenas posibilidades para el desarrollo agrícola intensivo bajo riego.

En relación con el control de inundaciones, se identificaron algunos grandes embalses que tienen la posibilidad de ser utilizados para controlar inundaciones aguas abajo. Se presentan inconvenientes para la evaluación de estas posibilidades, pues no existe información sobre su comportamiento en las inundaciones; sin embargo, las

áreas identificadas para riego coinciden con las áreas inundadas, lo cual da lugar a la evaluación de la sobre-elevación de las presas para tal propósito y para la respectiva confrontación con la construcción de diques en las áreas inundadas. La sobre-elevación de las presas estaría destinada al almacenamiento de crecientes con destino al control de inundaciones.

La utilización múltiple de los proyectos hidroeléctricos con fines de riego y control de inundación debe analizarse con profundidad, con miras a lograr un aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos (ver Cuadros Nos. 12 y 13).

De acuerdo a estudios de evaluación se seleccionaron algunos proyectos hidroeléctricos prioritarios desde el punto de vista de su utilización múltiple con fines de riego, algunos de ellos con posibilidades de utilización para control de inundaciones. Son doce proyectos que podrían beneficiar 1'125.000 hectáreas:

i. Zona del río Sinú

Los proyectos Urrá I y Urrá II, por el gran tamaño de sus embalses presentan un doble beneficio; de una parte, la regulación de caudales con fines de riego y de otra, el control de crecientes, sacrificando un potencial despreciable de energía. El área beneficiable alcanza 240.000 hectáreas.

ii. Zona del río Saldaña

Esta área se beneficia con los proyectos sobre el río Saldaña los cuales implican un desarrollo agrícola intensivo y una infraestructura básica de producción. Lo anterior influiría en la obtención más inmediata de beneficios en relación con otras regiones. Se calcula en 105.000 hectáreas posibles.

iii. Zona de los Llanos Orientales

Los Llanos Orientales se benefician con los proyectos de los ríos Humea, Upía y Rio Negro. Es una posibilidad a mediano plazo, después del desarrollo del valle del Cesar.

iv. Zonas de los ríos Sogamoso, Lebrija, Carare y Opón

La infraestructura vial es mínima en la actualidad. En los últimos años se han elaborado planes para mejorar la infraestructura de servicios en general, los cuales han sido presentados conjuntamente con el anteproyecto de creación de la Corporación Regional del Magdalena Medio. Como ventajas se enumeran las siguientes: Una alta pluviosidad, que reduce sustancialmente las necesidades de riego, quedando pendiente el control de las inundaciones y el drenaje. Siendo el problema básico el control de las inundaciones, éste quedaría resuelto con la construcción de los proyectos hidroeléctricos. Las anteriores condiciones permiten presentar unos costos de adecuación relativamente bajos.

v. Proyectos de uso múltiple en progreso

En los últimos años se han tratado muchos temas con relación al uso múltiple de los proyectos hidráulicos. Por lo general, al hacer las apreciaciones es costumbre comparar las situaciones de otros países con el nuestro, haciendo abstracción del medio colombiano.

En realidad lo más recomendable para el aprovechamiento de los cuerpos de agua son los proyectos de uso múltiple, en la medida en que disminuyen los costos de infraestructura y

mantenimiento. No obstante, ésto no es siempre posible, bien por el antagonismo de usos contemplados, como por la posibilidad de encontrar alternativas más económicas para los aprovechamientos por separado.

Estudios recientes del sector eléctrico identifican proyectos hidroeléctricos con posibilidad de uso múltiple, para navegación, control de inundaciones y adecuación de tierras.

En la actualidad se ha dado aprobación para la ejecución del proyecto "La Salvajina", no obstante las conclusiones contradictorias a que dió lugar su estudio, las cuales radican en la discrepancia sobre la eficiencia de la finalidad, en cuanto a control de inundaciones se refiere, y profundas polémicas sobre la selección de la presa como alternativa para generación y control de inundaciones.

Lo anterior hace pensar que en el futuro, dadas las cuantiosas inversiones que representan para el Estado y para la sociedad, se disponga de una información básica suficiente y de modelos de análisis adecuados para expresar con acertada aproximación la corrección de los limitantes que se quieren controlar y realizar las evaluaciones económicas que la sociedad requiere en procura de su bienestar y desarrollo.

Cuadro No. 12

RESUMEN SUPERFICIE PARA RIEGO SEGUN PROYECTOS DE USO MULTIPLE

R E G I O N	AREA REGABLE (Has)
I Magdalena-Cauca	626.000
II Orinoquía-Catatumbo	900.000
III Sierra Nevada-Guajira	50.000
IV Atrato-Sinú	<u>240.000</u>
TOTAL AREA ADECUABLE PARA RIEGO	1'816.000

FUENTE: ISA-DNP. Estudio del sector eléctrico

Cuadro No. 13

USOS MULTIPLES Y PROYECTOS PRIORITARIOS PARA RIEGO 1

RIO	PROYECTO	CAUDAL REGULADO M ³ /S	AREA REGABLE (Has)
REGION I			
Alto Magdalena	Ismos Guarapo Chillurco Oporada	103	12.000
Páez y la plata	Pericongo La Plata Vieja Aranzazu Paicol	133	6.000
Saldaña y Cucuana.	Atá Alto Saldaña Malmalarga Ombulf Coyalma Cucuana	250	105.000
Prado	Prado	41	6.000
Carare	Sanal Furatená Yatara Cachipay Horta	110 48	80.000
Opón	Troya Indio	57	50.000
Sogamoso	Mamaruco Simacota Calera Tonce Guane Sogamoso Filo Cristal	315 75	90.000 70.000
Lebrija Magdalena (Cauce Principal).	Lebrija Quindío Botania El Mucso El Juncal ovejas	240	22.000
Gauca (Alto)	Salvajina	150	135.000
La Vieja	Timba La Vieja	60	50.000
REGION II			
Restrepo y Liria	Quetame Guayabetal La Kona	81 99	90.000 100.000
Liria	Hinea Guvio Chivo Lengua Campohermoso Ujía	303	300.000
Ujía	Vado Honda	9	10.000
Ujía Sur	El Norte La Plata	54	65.000
Ujía Norte	Ujía Aguilanca Mundo Nuevo Lana de la Vega San Lope Hito Corzoal El Juncal	150	150.000
Ujía Sur	Olebras Gotambina Gualanday Coluria Guano Bojaba	36	35.000
Ujía Sur		150	150.000
REGION III			
Aracataca II	Fundación Ariguani	18	25.000
Aracataca I	Aracataca II Aracataca I	23	25.000
REGION IV			
Urrá	Urrá II Urrá I	355	240.000
	TOTAL AREA ADICIONABLE PARA RIEGO.		1'816.000

E. Inventario Hidroenergético (ISA-DNP 1979)^{/10}

El inventario identifica el potencial técnicamente aprovechable, estimado en 93.000 MW, de los cuales 2.900 MW hacen parte de la capacidad instalada actual y 6.700 MW están en las fases de construcción o diseño para entrar en operación entre 1980 y 1988. El resto, o sea 83.000 MW, se espera que cubra las necesidades del país más allá del año 2.015.

Los objetivos del inventario estuvieron dirigidos hacia el estudio de las posibilidades de desarrollo hidroeléctrico en todo el país, la identificación de todos los proyectos con capacidad instalada mayor de 100 MW, la evaluación de características técnicas y económicas a nivel preliminar de los proyectos inventariados, la creación de un catálogo de proyectos hidroeléctricos y las recomendaciones respectivas. De otra parte, se han incluido dentro del inventario los proyectos de construcción, con estudios avanzados y los existentes.

1. Criterios de planeamiento

El proceso de planeamiento aplicado en el estudio consideró las siguientes características en la expansión del sistema eléctrico colombiano:

- El catálogo de proyectos incluye plantas hidroeléctricas, plantas termoeléctricas, turbinas de gas y centrales nucleares.
- En el inventario de los recursos hidroeléctricos se identificaron 230 proyectos nuevos con capacidad aproximada de 59.000 MW.

- Dentro del potencial hidroeléctrico se reportan grupos de proyectos a construirse sobre un mismo río, incluyendo sus afluentes.
- Los nuevos proyectos disponen de una información cartográfica, hidrológica y geológica de menor grado de aproximación que aquella disponible para los proyectos existentes con estudios de prefactibilidad y factibilidad.
- La demanda eléctrica en la mayor parte del país se cubrirá con fuentes alternativas; sólo en la región norte predominará la generación con base en el carbón y es factible el gas natural.

2. Resultados generales

Para nuestros fines, reportamos el potencial teórico por regiones (Cuadro No. 14), en función de la regionalización prevista por el estudio del sector eléctrico, en el cual aparece la cuenca del Magdalena-Cauca con el 37% del potencial teórico, potencial que se incrementa ligeramente desde el punto de vista de utilización técnicamente posible (Cuadro No. 15).

El crecimiento en la generación energética es acelerado, hasta llegar casi a doblar la capacidad instalada en menos de un lustro (Cuadros Nos. 16 y 17).

Igualmente, el estudio avaluó las posibilidades de proyectos de uso múltiple, en los aspectos de irrigación, control de inundaciones y navegación, dándole un debido orden según el uso múltiple y su prioridad en función de la programación hidroeléctrica (Cuadro No. 18).

Cuadro No. 14

POTENCIAL TEORICO POR REGIONES

REGION	No. de Ríos	Area Km ²	POTENCIAL TEORICO		
			Continuos	%	KW/Km ²
I. Magdalena-Cauca	171	246.000	44.080	37	179
II. Orinoco-Catatumbo	62	365.000	27.565	23	76
III. Sierra Nevada-Guajira.	24	48.000	2.000	2	42
IV. Atrato-Sinú	14	62.000	7.070	6	114
V. Pacífico	28	76.000	17.700	15	233
VI. Amazonía	52	342.000	20.340	17	59
T O T A L	351	1139.000	118.755	100	104

FUENTE: Estudio del Sector de Energía Eléctrica. ISA-DNP 1979.

Cuadro No. 15

**POTENCIAL HIDROELECTRICO UTILIZABLE DESDE EL PUNTO DE
VISTA TECNICO**

R E G I O N	CAPACIDAD INSTALADA	% DEL POTEN CIAL TOTAL
I. MAGDALENA-CAUCA	35.478	38
II. ORINOCO-CATATUMBO	27.324	29
III. SIERRA NEVADA-GUAJIRA	631	1
IV. ATRATO-SINU	5.556	6
V. PACIFICO	12.078	13
VI. AMAZONIA	12.018	13
T O T A L	93.085	100

Cuadro No. 16

CAPACIDAD INSTALADA A COMIENZOS DE 1979 (MW)*

E M P R E S A	HIDRAULICA	TERMICA	T O T A L
EEEB	550	137	687
EPM	991	-	991
CVC Y CHIDRAL	534	50	584
ICEL Y CHEC	345	336	681
CORELCA	-	604	604
ISA	500	-	500
T O T A L	2.920	1.127	4.047

* No se incluyen pequeñas centrales no interconectadas a los sistemas principales

FUENTE: Estudio del Sector de Energía Eléctrica. ISA-DNP 1979. Bogotá

Cuadro No. 17

CAPACIDAD INSTALADA EN 1983 (MW)/1

EMPRESA	HIDRAULICA	TERMICA	TOTAL
EEEEB	1.150	137	1.287
EPM	1.010	-	1.010
CVC Y CHIDRAL*	714	50	764
ICEL Y CHEC	357	543/2	900
CORELCA	-	909/3	909
ISA	2.428	66	2.494
T O T A L	5.659	1.705	7.364

1/ En los valores anteriores no se han incluido 166 MW térmicos a instalar en el período 1981-1982, construcción en proceso de decisión.

2/ Se retirarán 51 MW

3/ se retirarán 43 MW

* Se incluye la Central de Salvajina, que operará hacia comienzos del año 1984

FUENTE: Estudio del Sector de Energía Eléctrica.
ISA-DNP 1979, Bogotá.

ORDENAMIENTO DE PROYECTOS DE ACUERDO A SU USO MULTIPLE

No.	PROYECTO	R E G I O N	RIO	USO/1	PRIORIDAD ELECTRICA
1	URRA I/2	IV ATRATO-SINU	SINU	IRR, CI	Corto Plazo
2	URRA II/2	IV ATRATO-SINU	SINU	IRR, CI	Corto Plazo
3	PALMA LARGA	I MAGDALENA-CAUCA	SALDAÑA	IRR, NAV	Mediano Plazo
4	NEME	I MAGDALENA-CAUCA	SALDAÑA	IRR, NAV	Mediano Plazo
5	UPIA	II ORINOQUIA-CATATUMBO	UPIA	IRR, CI, NAV	Mediano Plazo
6	HUMEA	II ORINOQUIA-CATATUMBO	HUMEA	IRR, CI, NAV	Mediano Plazo
7	GUAYABETAL	II ORINOQUIA-CATATUMBO	NEGRO-GUAYU- RIBA	IRR, CI, NAV	Mediano Plazo
8	QUETAME	II ORINOQUIA-CATATUMBO	NEGRO-GUAYU- RIBA	IRR, CI, NAV	Mediano Plazo
9	SOGAMOSO	I MAGDALENA-CAUCA	SOGAMOSO	IRR, CI, NAV	Largo Plazo
10	LEBRIJA	I MAGDALENA-CAUCA	LEBRIJA	IRR, CI, NAV	Largo Plazo
11	TROZA	I MAGDALENA-CAUCA	OPON	IRR, CI, NAV	Largo Plazo
12	CHACIPAY	I MAGDALENA-CAUCA	CARARE	IRR, NAV	Largo Plazo

1/ IRR: Irrigación; CI: Control de Inundaciones; NAV: Navegación

2/ Proyectos recomendados para 1984-1988

FUENTE: Estudio del Sector de Energía Eléctrica.
ISA-DNP 1979, Bogotá.

3. Significado del estudio del sector eléctrico

La generación de energía en el país puede cubrirse en un alto porcentaje a partir de fuentes de energía primarias existentes en el país, con base en las opciones dadas por la disponibilidad de potencial hidráulico, carbón, gas natural y posiblemente energía nuclear. A la generación a través de la energía solar y el potencial geotérmico no se le atribuyó mayor importancia.

Los estimativos del potencial hidroeléctrico son relativamente confiables. Las reservas de carbón se suponen extensas, con base en exploraciones preliminares, excepto el Cerrejón. El gas, dada su limitada disponibilidad, permite un cubrimiento parcial en la generación. Los derivados del petróleo, dado su alto costo, no cuentan ya que últimamente se están viendo desplazados por otros combustibles. No es de alta confiabilidad la fuente de uranio, pues la localización y depósitos de uranio apenas comienzan a verificarse; además, factores técnicos, económicos y sociales presentan un horizonte oscuro para el desarrollo de la energía nuclear.

Con lo anterior, además de las consideraciones técnicas, económicas y financieras, se señala un cubrimiento relevante de las necesidades del sector eléctrico con la utilización del potencial hidroeléctrico y un papel secundario pero importante se le asigna a las centrales térmicas, dadas las grandes existencias de carbón y reservas de gas natural.

Las regiones del país con potencial hidroeléctrico más extenso y de mayor atractivo económico son:

Región Sur	(Nariño-Cauca)
Región Noroeste	(Antioquia)
Región Noroeste	(Norte de Santander, Santander, Boyacá y Arauca).

Región Oeste	(Litoral Pacífico)
Región Central	(Cundinamarca, Tolima, Huila y Meta)

Las plantas térmicas por lo general presentan problemas ambientales de contaminación más serios que los que pueden causar las centrales hidráulicas, incluyendo el posible desequilibrio de la temperatura de los ríos si no se dispone de métodos eficientes de enfriamiento, por lo cual debe dársele marcada importancia en el planeamiento de estas plantas a los aspectos ambientales relacionados con extracción, transporte e instalación y operación de la central térmica.

4. Importancia para el sector agropecuario y la gestión ambiental

El sector agropecuario ha sido favorecido en el estudio del sector de energía eléctrica, dada la identificación de proyectos hidroeléctricos de propósito múltiple relacionados con la adecuación de tierras, bien a través del control de inundaciones que se puede realizar con los embalses programados, como por la facilidad de irrigación conseguida con los mismos.

Por tratarse de un tema específico relacionado con la energía eléctrica, el estudio debe ser complementado en aspectos de gestión ambiental.

Existen de antemano unas políticas y una legislación importante, que hace falta implementar. Para el ordenamiento de cuencas hidrográficas se realizó la respectiva reglamentación del articulado del Código Nacional del Ambiente en sus puntos más relacionados. En lo referente a la implementación financiera de protección de cuencas y ambiental, también se dispone de una Ley debidamente reglamentada, que suministrará los recursos financieros necesarios. Falta aun compatibilizar lo mejor posible

ambos decretos reglamentarios con el fin de no contraponer los objetivos y fines contemplados en la legislación.

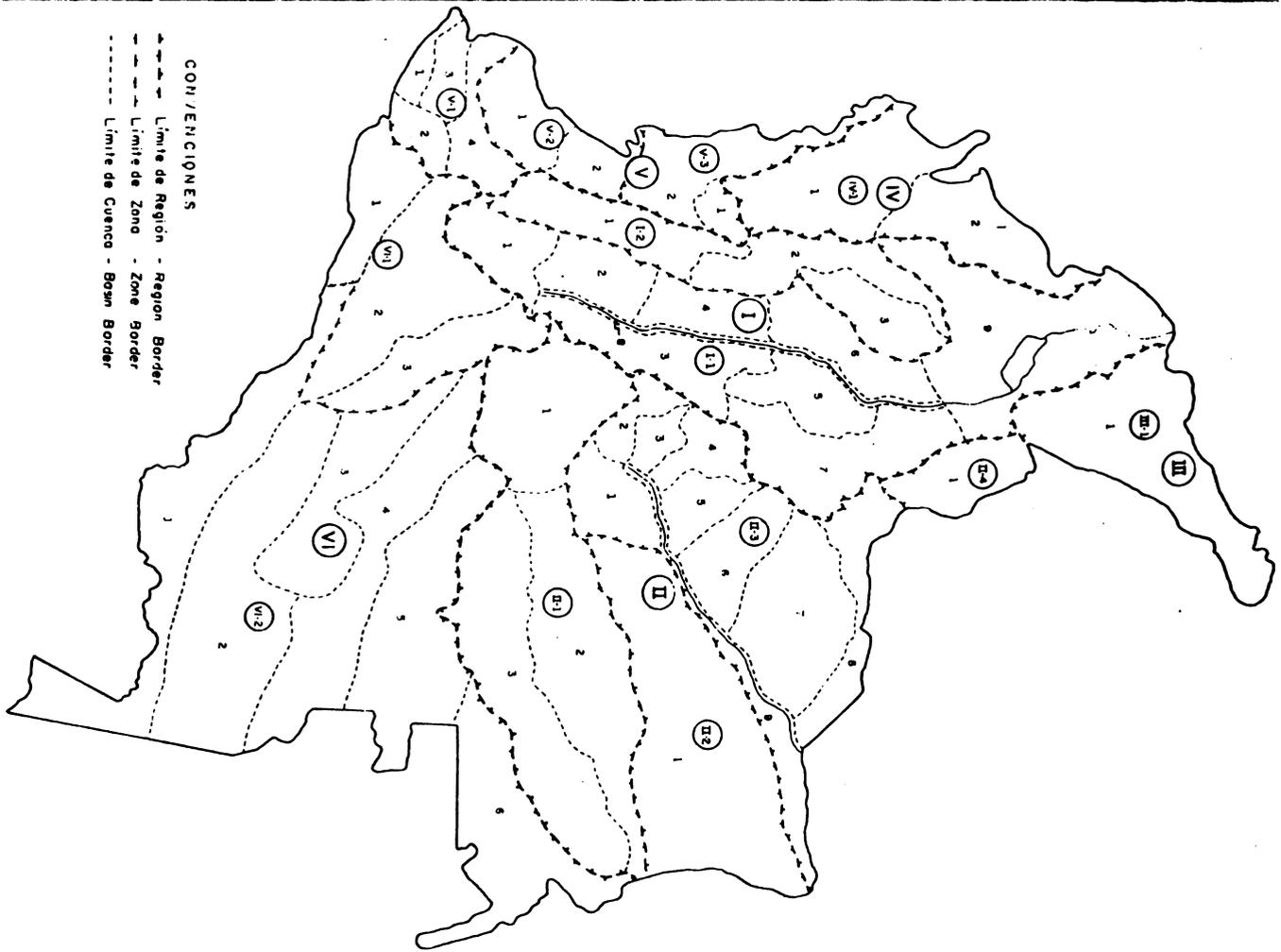
Es importante recalcar la necesidad de refinar y concretar lo concerniente al control de efectos ambientales generados con el desarrollo hidráulico de los recursos hídricos, lo cual sería posible al reglamentar adecuadamente el Código de los Recursos Naturales en los capítulos pertinentes.

La alteración de hábitats por los embalses, trasvases, construcción de obras y la contaminación prevista por las centrales térmicas, hace prever la urgencia de una investigación fundamental, que permita evaluar con precisión la magnitud de los impactos y formular las técnicas de regulación, control o amortización del mismo.

En igual forma se presenta la necesidad de reforzar las actividades de conservación y protección de las áreas receptoras.

La regionalización del país para fines del inventario hidroeléctrico, seguida de una programación de construcción y operación, fija bases parciales para la selección de prioridades en materia de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas. (Ver Figura No. 4)

FIGURA No. 4 REGIONALIZACION DEL PAIS PARA FINES DEL INVENTARIO HIDROELECTRICO



CONVENCIONES
 - - - - - Limite de Region - Region Border
 - - - - - Limite de Zona - Zone Border
 Limite de Cuzco - Boson Border

- I MAGDALENA - CAUCA
 - ⓔ1 MAGDALENA
 - 1 - Magdalena Alto
 - 2 - Soldado y Otros
 - 3 - Cabrera-Prado-Sumapaz - Negro Bogota
 - 4 - Coello - La Miel
 - 5 - Carara - Opón
 - 6 - Samani Norte - Cimlarro - Similí
 - 7 - Sogomoso - Lebrija
 - 8 - Magdalena cauce principal
 - 9 - San Jorge Zona de inundación
- II ORINOQUIA - CATATUMBO
 - ⓔ1 GUAVIARE
 - 1 - Alto Guaviare
 - 2 - Guaviare
 - 3 - Iniridá
 - ⓔ2 ORINOCO
 - 1 - Orinoco
 - ⓔ3 META - ARAUCA
 - 1 - Monaceros
 - 2 - Guayuruba
 - 3 - Guacurío - Humed
 - 4 - Uo'
 - 5 - Casana - Tuo
 - 6 - Cravo Sur
 - 7 - Cosanore
 - 8 - Aroica
 - 9 - Meta cauce principal
 - ⓔ4 CATATUMBO
 - 1 - Cota Lumbó
- III SIERRA NEVADA - GUAJIRA
 - ⓔ3 SIERRA NEVADA - GUAJIRA
 - 1 - Sierra Nevada - Guajiro
- IV ATRATO - SINU
 - ⓔ4 ATRATO - SINU
 - 1 - Atrato
 - 2 - Sinu
- V VERTIENTE DEL PACIFICO
 - ⓔ5 MIRA - PATIA
 - 1 - Mira
 - 2 - Guisano
 - 3 - Temipá
 - 4 - Pólo
 - ⓔ6 CAGUA - MICHAY
 - 1 - Mirocy
 - 2 - Nevo - Dague
 - ⓔ7 SAN JUAN - BAUDO
 - 1 - Alto San Juan - Tamono
 - 2 - Arriales San Juan y Baudó
- VI AMAZONIA
 - ⓔ6 ALTA AMAZONIA
 - 1 - Alto Atunayo
 - 2 - Alta Coquerá
 - 3 - Coquerá - Coques
 - ⓔ7 BAJA AMAZONIA
 - 1 - Bajo Atunayo
 - 2 - Bajo Coquerá
 - 3 - Yari
 - 4 - Apapirís
 - 5 - Vaudes
 - 6 - Guano

FUENTE: DNP-ISA ESTUDIO DEL SECTOR DE ENERGIA ELECTRICA

III. ESTADO ACTUAL, POLITICAS Y PROGRAMAS

A. Características Fundamentales

1. Estado natural

En términos absolutos, el país cuenta con aguas abundantes, que se manifiestan en los altos rendimientos del escurrimiento superficial y una distribución adecuada de las precipitaciones, lo cual permitió casi ignorar su existencia y crecer a sus espaldas. La característica central está dada por grandes regiones hidrográficas de captación y confluencia, paralelas a los ejes de las cordilleras, que irrigan valles, mesetas y llanuras interandinas.

En contraste con otras civilizaciones que se han desarrollado en las orillas de grandes arterias fluviales, la nuestra evolucionó en las montañas, incluyendo los principales asentamientos precolombinos que también tuvieron sus centros más importantes en las montañas y altiplanos andinos. Los centros urbanos crecieron y se multiplicaron en las márgenes de cursos secundarios y se hicieron más fuertes en la medida en que algunos productos agropecuarios obtenían buena cotización en los mercados nacionales e internacionales, merced a una agricultura de secano que prosperó en ladera y a la disponibilidad de fuentes permanentes de aguas para los diversos usos sociales. Con las necesidades de una población en crecimiento, se dio comienzo a la tecnificación de la agricultura en los valles altos y a una industria incipiente, a la par que se debilitaba la agresividad de las zonas cálidas, a través de campañas de salud y potabilización de las aguas.

Generalmente la humedad natural del territorio puede resumirse en condiciones super húmedas presentes en las laderas y estribaciones externas de la Región Andina y en la Amazonía; en condiciones

húmedas localizadas en la Región Andina; en condiciones subhúmedas o secas, conformadas por los valles, llanuras y mesetas interandinas y por microregiones abrigadas de estaciones secas marcadas; y finalmente, por condiciones muy secas o semiáridas presentes en los Llanos Orientales y con especial índice de aridez en la Guajira. Estos fenómenos trascienden en la fisiografía del país, dando lugar a un macizo andino bien drenado y a la ocurrencia de inundaciones en los basines y valles bajos, llanuras costeras y orientales. No obstante la naturaleza húmeda y montañosa del país, el comportamiento de sus formaciones superficiales es de relativa estabilidad frente a la acción hídrica de las aguas.

2. El uso social y nivel de aprovechamiento

Las estadísticas del país revelan usos muy bajos de las aguas cuando se estiman los volúmenes usados en relación con los volúmenes disponibles, estado que se hace más crítico cuando se analiza el cubrimiento de necesidades a través de la relación de servicios prestados sobre demanda estimada para consumo humano, alcantarillado, industrias, generación hidroenergética, adecuación de tierras, navegación fluvial, entre otros.

Los esfuerzos de la última década en cuanto a inversión pública en aprovechamiento de las aguas se refiere, han sido dirigidos a la generación hidroeléctrica y al suministro de agua potable para el consumo humano, estando presente además, en menor cuantía las realizaciones del sector privado en adecuación de tierras.

Los efectos negativos del subaprovechamiento de las aguas ha traído consigo, según estudios recientes, muchos retrasos en el desarrollo del país, los cuales se han agrupado en:

- Pérdidas humanas, a través de catástrofes hidroclicmáticas y enfermedades de origen hídrico.

- Pérdidas físicas, representadas en bienes materiales y recursos naturales.
 - Bajo nivel de vida en razón de los servicios que deja de recibir la sociedad para su bienestar, ya se trate de agua potable, alimentos, empleo, transporte.
3. Limitaciones naturales, problemas derivados del uso y de la transformación de estructuras físicas

Las limitaciones naturales para la utilización de las aguas se dan en función de un uso específico. Por lo general están relacionadas con procesos morfoclimáticos de erosión y sedimentación, ciclos hidrológicos de inundación, humedad edáfica y ambiental inadecuada a la finalidad del uso, estaciones secas, alta pluviometría, torrencialidad, irregularidad de los caudales medios mensuales, entre otros. No sobra recordar que el sistema montañoso húmedo que favorece los numerosos aprovechamientos hidroenergéticos, merced a gargantas y vasos de depósito, inhabilita en especial para la agricultura, superficies apreciables de tierras; sin embargo, un diseño adecuado de presa, en algunos casos puede regular las inundaciones aguas abajo. Contrariamente, la desecación de zonas de inundación y ciénagas para las actividades agropecuarias resta espacios vitales a la eficiencia de la productividad natural en estos medios. Por esta razón, para las decisiones de ejecución de proyectos hidráulicos, además de disponer de la evaluación económico-social de factibilidad, es recomendable que la evaluación global contemple el componente ambiental al mismo nivel de importancia.

Los problemas derivados del uso también están relacionados con los usos específicos. En términos generales, son comunes a todos la erosión y la sedimentación ocasionada por los sistemas de labranza y la contaminación proveniente de la actividad urbana e industrial.

Por último, toda actividad que implique transformación de estructuras físicas fundamentales en favor del establecimiento de infraestructuras productivas y de servicios como presas, carreteras, minería, colonización, urbanismo y actividades similares, ocasiona efectos ambientales, cuyas imprevisiones han sido sufridas por el país y sus recursos naturales renovables.

B. La Administración, Jurisdicción y Competencias

La administración de las aguas en el país constituyen un régimen de excepción en relación con el resto de recursos naturales renovables, dado no sólo el seccionamiento jurisdiccional de la autoridad, sino también por la asignación de facultades administrativas por la naturaleza de la utilización y por políticas de soberanía nacional en aguas marítimas y fronterizas.

Existen actos legislativos y reglamentarios que indican la asignación de funciones, los mecanismos de coordinación, formas de instrumentación y aplicación de las normas, pero esta institucionalización y aplicación de las normas no se cumple, con lo cual se ha dado paso a un régimen administrativo de acomodo e interpretación del momento, que no ejerce a cabalidad lo que el legislativo y el ejecutivo pone a su disposición. La gravedad de la asunción parcial de facultades se manifiesta en los aspectos de protección y en la prevención y control de efectos ambientales, lo cual no se ha reglamentado debidamente. Mientras tanto, la degradación avanza aceleradamente.

Actualmente la administración es ejercida en aguas continentales por el INDERENA, Corporaciones Regionales, el HIMAT (distritos de riego) y por el Ministerio de Salud (aguas potables y uso doméstico). En aguas marítimas las competencias han sido asignadas a DIMAR (control y

vigilancia), Ministerio de Defensa (soberanía y defensa), Ministerio de Relaciones Exteriores (soberanía y tratados internacionales); el INDERENA mantiene el control , la administración sobre los recursos hidrobiológicos. En aguas fronterizas, en los niveles correspondientes, ejercen la autoridad el INDERENA, el Ministerio de Defensa y el Ministerio de Relaciones Exteriores.

Con el fin de establecer los canales de coordinación y cooperación interministerial e interinstitucional se creó la "Comisión Nacional de Aguas". En igual forma se han creado otras comisiones para el manejo regional y los conductos de coordinación entre el INDERENA, Ministerio de Obras Públicas y DIMAR.

Los organismos facultados para ejercer la administración de las aguas, se han quedado cortos en la asunción plena de funciones no obstante disponer de un marco legal y de disposiciones reglamentarias que habilitan al sector público para la administración y la coordinación en el ejercicio de competencias con miras al control y protección de las aguas.

1. Asignación legal de competencias

A continuación, con base en disposiciones vigentes, se señalan las competencias básicas de la administración y manejo de las aguas:

Administración:	INDERENA HIMAT CORPORACIONES REGIONALES DIMAR
Investigación:	HIMAT INGEOMINAS INDERENA MINSALUD

Inventario:	HIMAT (INGEOMINAS-INDERENA)
Representación cartográfica:	INGEOMINAS (INDERENA-IGAC-CORPORACIONES REGIONALES)
Protección y control de calidad:	MINSALUD INDERENA CORPORACIONES
Declaración de efecto ambiental o el estudio eco- lógico:	INDERENA (MINAS-DIMAR) INDERENA (MINOBRAS-DIMAR)
Comisión Nacional de Aguas:	DNP MINAGRICULTURA MINSALUD MINDEFENSA MINMINAS MINOBRAS PUBLICAS SECRETARIA: INDERENA
Asistencia espe- cial de:	HIMAT INGEOMINAS CORPORACIONES REGIONALES IGAC

Asistencia especial de:

DIMAR
INSFOPAL
INAS
ICEL
NAVENAL

2. El marco legal en la administración

Los recursos legales se han referido a disposiciones generales hasta llegar a conformar un marco adecuado en términos globales, pero insuficiente para los niveles regionales y locales. En parte, la creación de algunas corporaciones autónomas ha subsanado los requerimientos específicos de las regiones.

Las disposiciones sobre competencia de la autoridad en materia de administración de las aguas ha sido bien definida tanto en su naturaleza como jurisdiccionalmente. Otro tanto puede decirse del manejo de las aguas. No obstante, las funciones no se han ejercido a cabalidad. Los aspectos de protección y efecto ambiental no se han reglamentado adecuadamente y, por lo tanto, su implementación ha quedado corta y avanza lentamente, en relación a una degradación acelerada.

Hasta el presente se cuenta con una asignación de competencias en forma global, tendiente a encuadrar institucionalmente, a través de funciones, las actividades básicas de la administración y el manejo, así como la formulación de esquemas de coordinación institucional.

Todo en conjunto ha sido relacionado con la utilización social del recurso en una escala nacional. Lo importante en estos momentos es llegar a escalas regionales y locales, con el fin de caracterizar los problemas y soluciones básicas e inmediatas, a través de reglamentaciones y normas enmarcadas y detalladas a estas escalas.

Los actos legislativos y reglamentarios sobre la utilización social del agua han perfeccionado los procedimientos y canales administrativos, dejando de un lado la problemática que atañe a cada región natural o a cada conjunto de corrientes o cuerpos de agua, por lo cual la expedición frecuente de decretos y actos similares con carácter nacional, dada su dispersión, confunden al intérprete local. Entiéndase que se hace relación a la administración y al manejo para la protección, control y aprovechamiento racional, ya que el desarrollo del recurso es motivo de otro tipo de análisis dentro del contexto nacional, cuyo carácter debe primar sobre el regional y local. Es decir, se invierte el proceso; una administración y manejo adecuado del agua en estos niveles supone un conocimiento acertado y caracterizado de medios naturales, sociales y económicos. El desarrollo debe partir de enfoques nacionales en lo social y económico, básicamente.

Una regionalización, con base en la problemática y soluciones para la adecuada administración y manejo de los recursos hídricos, puede constituir un paso importante para acertar en la racionalización del aprovechamiento y protección de los mismos.

Bajo estas consideraciones, es preciso concluir que los factores y parámetros a controlar para el manejo del agua en la Región del Pacífico y la Amazonía, son diferentes a los que regulan su comportamiento en la Guajira o en la llanura del Caribe o en las regiones con estaciones secas marcadas. Y aun más distantes, si se hace referencia a la sabana de Bogotá, valle del Cauca, altiplano nariñense, valle de Aburrá, entre otros. Es necesario especificar la normatización regional y local para el control y la protección que permita un manejo adecuado de las aguas, sin que ésto signifique que se esté favoreciendo una anarquía en el plano administrativo nacional. La CAR y la CVC han dado pasos muy importantes al respecto.

Las grandes ciudades, incluyendo el Distrito Especial de Bogotá, los valles interandinos, algunos ecosistemas importantes (lagunas, ciénagas, zonas de inundación...) requieren de normas de control y protección que consulten la problemática local y regional del agua en procura del bienestar social. Sobre los instrumentos a utilizar podría pensarse en acudir a ordenanzas y a actos normativos de menor jerarquía, dado su carácter local.

3. El ejercicio de la facultad administrativa

Vale la pena evaluar la forma como se ejerce la administración de las aguas en el país. Da la impresión que las instituciones facultadas para ejercerla se han quedado cortas en la asunción plena de funciones, no obstante disponer de un marco legal y de disposiciones reglamentarias que habilitan al sector público para la administración y la coordinación en el ejercicio de competencias con miras al control y la protección de las aguas. En buena parte, este estado puede atribuirse a la falta de medios financieros e infraestructura adecuada, lo cual no significa que todo el problema debe asignársele a la escasa apropiación presupuestal asignada. Falta iniciativa y capacidad exploratoria en la búsqueda de soluciones por parte de las instituciones.

En alguna medida, la descentralización del INDERENA es un comienzo en la conformación de esquemas para solucionar problemas al alcance de instrumentos y medios regionales y/o locales. Es contraproducente dejar permanentemente en manos del poder central la solución de cuanto conflicto se presente en el territorio nacional.

Una autonomía relativa de la región, orientada por consultas regionales, agiliza la administración y conduce a un mayor acierto en la formulación de pautas y selección de criterios para la administración y manejo de las aguas. Sin embargo, conseguida ésta, hace falta

precisar los factores y parámetros que afectan las corrientes de agua, con el fin de especificar las normas de control y establecer las tasas y multas por utilización, contaminación y reposición del recurso, para cuyo cumplimiento es necesario adecuar la infraestructura física y tecnológica a través de la asignación de mejores medios financieros.

4. Contaminación y control

La acepción contaminación parece ser suficientemente amplia por lo cual es necesario definir parámetros de degradación y la dinámica del proceso, con el fin de refinar los paquetes normativos para el control y la protección. La obtención de esta información obliga a establecer una red nacional de muestreo, procesamiento y análisis, así como a favorecer el fomento de la investigación fundamental en los aspectos de comportamiento de desechos domésticos e industriales y de tratamientos de efluentes.

La contaminación de las principales corrientes fluviales y cuerpos de agua del país sigue incrementándose a pasos solamente retardados por la recesión industrial, más no por el ejercicio de la autoridad administrativa y de las funciones asignadas.

Con relación a los desechos industriales y domésticos, es urgente realizar un inventario de industrias y actividades contaminantes, con el fin de lograr:

- La clasificación de industrias contaminantes
 - Por importancia nacional
 - Por naturaleza y magnitud de los efluentes
- La clasificación de desechos
 - Por naturaleza y toxicidad

-Por magnitud, intensidad y frecuencia de vertimiento y/o eyección.

Los objetivos de estos inventarios serían básicamente los siguientes:

- a. Evaluar y dimensionar el problema de degradación de las aguas.
- b. Encontrar alternativas para el control de la contaminación bioquímica y térmica.
- c. Encontrar alternativas para el control de la degradación biológica.

C. Políticas y Programas

El agua cumple un papel fundamental como elemento esencial del ambiente y como condicionante de los asentamientos humanos. El objetivo general de una adecuada política del agua debe orientarse al bienestar social y protección del patrimonio nacional. Por política del agua debe entenderse las acciones del gobierno originadas en sus distintos sectores y en diferentes niveles, en medida en que afecten su utilización social.

1. Lineamientos de políticas generales

- a. Obtener conocimiento de las aguas y corrientes naturales y de sus relaciones con la utilización social.
- b. Adelantar acciones encaminadas a mantener la calidad de las aguas de acuerdo con sus condiciones naturales y/o finalidad de la utilización.

- c. Orientar las actividades humanas en la utilización adecuada de las aguas y de los recursos hídricos.
2. Bases para orientar las políticas regionales
- a. Fijar criterios jurídicos, institucionales, técnico-administrativos, estrategias y medios financieros para el manejo de las fuentes de agua en el nivel regional.
 - b. Determinar los objetivos prioritarios en materia de manejo y protección de las fuentes de agua.
 - c. Trazar pautas para seleccionar las estrategias para lograr objetivos prioritarios en materia de desarrollo, manejo y protección de las aguas.
 - d. Establecer los mecanismos de coordinación y la división de responsabilidades entre los diferentes ministerios u organismos públicos en materia de desarrollo, manejo y protección del recurso.
 - e. Aplicar tasas y tarifas a los usuarios por costos de manejo y protección de las aguas.
 - f. Fortalecer el servicio de información sobre las aguas.
3. Programas y proyectos
- a. Coordinación
 - 1) Criterios preliminares de integración al Plan Nacional de Desarrollo.

2) Nivel de participación en planes sectoriales existentes y en progreso.

a) Plan Nacional de Aguas

b) Plan de Desarrollo Hidroenergético

-Proyectos de propósito múltiple

-Adecuación de tierras

-Navegación

-Control de inundaciones

c) Planes de suministro de agua potable

d) Planes de ordenación y manejo de cuencas

3) Bases de coordinación y su participación en el control y prevención de la contaminación de aguas.

4) Bases para la ordenación del territorio.

b. Investigación

1) Desarrollo de la estadística y cartografía agroclimática, con fines de apoyo a las políticas agropecuarias.

2) Desarrollo de tecnologías de uso eficiente de las aguas en la agricultura y de conservación de las condiciones de calidad de las mismas.

3) Conocimiento de las características hidroclimáticas de la agricultura colombiana con fines de orientar políticas de fomento.

- 4) Determinar y ejecutar acciones integradas orientadas a la preservación o recuperación de la calidad de las aguas, frente a la degradación de sus características físicas, químicas, biológicas y sanitarias en general, en el propósito de establecer normas técnicas que sirvan para evaluar el estado de contaminación de las fuentes receptoras regionales, sectorizando sus tramos, adecuando sus usos y fijando niveles permisibles, compatibles con la salud humana y el uso del recurso.

c. Fomento y desarrollo

- 1) Implementación financiera a disposiciones de fomento para pequeños aprovechamientos de las aguas con destino a riegos y drenajes.
- 2) Fomento a la protección de agua en microcuencas con destino a acueductos veredales.
- 3) Fomento a la protección de aguas en cuencas de captación con destino a acueductos municipales.
- 4) Ampliación de la frontera agrícola.

d. Administración

- 1) Esquemas de organización institucional para la coordinación.
- 2) Evaluación de medios financieros para la administración.
 - a) Reglamentación de corrientes
 - b) Protección de cuencas

- c) Control de la contaminación
 - d) Disposiciones tasativas y tarifarias
- 3) Reglamentación de efecto ambiental y fijación de mecanismos de aplicación.

IV. LA ESTADISTICA AGROCLIMATICA Y LA IMPORTANCIA EN LA POLITICA AGROPECUARIA

Por recomendación de la Jefatura de OPSA, se incluye un temario para desarrollar relacionado con la utilización de la estadística agroclimática en la orientación de la política agropecuaria del país.

Las precipitaciones y los regímenes hidrológicos de los grandes afluentes conforman uno de los factores básicos que regulan la producción agropecuaria.

La alternancia sequía, alta pluviometría y/o inundación, constituye fenómenos cíclicos constantes de desequilibrio en el normal abastecimiento de productos agropecuarios.

Se considera posible que un análisis histórico de regímenes de lluvias y de inundación, previa confrontación con volúmenes de producción y de acuerdo a la intensidad, resistencia vegetal a un fenómeno hidroclimático dado, permita obtener a grandes rasgos una apreciación de su incidencia en los volúmenes de producción. La comparación debe realizarse con la longitud de los períodos secos, húmedos y de inundación. En lo posible, en el diseño se tendría en cuenta la ocurrencia del fenómeno en estadios críticos del ciclo vegetativo del cultivo y la resistencia del mismo a condiciones ambientales de esa naturaleza. Se sabe de antemano la importancia de las lluvias en las épocas de siembra y floración y de su incidencia negativa en las épocas de cosecha. De otra parte, un seguimiento de las condiciones ambientales críticas en las zonas agropecuarias del país y en relación con el desarrollo normal de los cultivos refinaría los resultados del primer panorama histórico.

En conjunto se dispondría de un comportamiento de cosechas frente a condiciones ambientales críticas, suministrando criterios a tener en cuenta para la adopción oportuna de políticas relacionadas con el abastecimiento de productos agropecuarios.

V. LA ADMINISTRACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Compete al Estado, a través de delegación en varias instituciones, la administración de los recursos hídricos del país, en el propósito de asegurar el adecuado aprovechamiento de las aguas de uso público y la explotación racional de los lechos de las corrientes y depósitos naturales de agua.

A. Marco Institucional

En consideración a lo anterior, el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente -INDERENA-, interviene en su área de jurisdicción a fin de dirigir la forma e intensidad de la explotación del recurso y mantener un control permanente de los aprovechamientos, que permita garantizar el abastecimiento oportuno que supla las necesidades de la población y las que el desarrollo del país plantea. Dentro de este contexto, el Instituto da cumplimiento a las normas legales que rigen el manejo de las aguas superficiales y subterráneas y las relacionadas con la explotación de materiales de arrastre y ocupación de cauces y depósitos naturales, dirimiendo conflictos que se presentan cuando hay varios usos compitiendo por el recurso.

Similar actividad efectúan las corporaciones autónomas regionales CAR, CVS, CVC, en sus respectivas jurisdicciones.

La acción institucional que compete al INDERENA se centra en las corrientes reglamentadas y no reglamentadas. Para estas últimas, con una muestra del 80% se establecen 2.212 concesiones en 1.467 corrientes, con un litraje en segundos de 309.398 y cuya utilización en términos relativos es la siguiente:

-Para riego:	30%
-Para acueductos rurales y urbanos:	4.9%
-Para uso industrial:	2.6%
-Para hidroenergía:	62.5%

En cuanto a distribución geográfica, se estima que el 58.4% del caudal asignado corresponde a Antioquia, debido especialmente al establecimiento en la zona de varias centrales hidroeléctricas. En su orden, los departamentos de Cesar y Meta representan un 13.6% y 13.4% de lo asignado, volumen representado por su alta actividad agropecuaria.

Para corrientes reglamentadas (Cuadros Nos. 19 - 19A) se establece la siguiente distribución en cuanto a utilización del caudal (lts./seg.)

-Para riego	92.9%
-Para acueductos rurales y urbanos	5.5%
-Para uso industrial	1.5%
-Otros usos	0.1%

Geográficamente se establece que los departamentos de Tolima, Meta, Huila y Cesar demandan un 75% del litraje distribuido, especialmente para riego, por constituirse estas zonas en polos de producción agrícola.

Todo lo anterior implica la necesidad de zonificar el país en áreas con diferentes órdenes de prioridad, estableciendo una administración más efectiva a corto plazo en aquellas áreas donde se identifiquen las siguientes características:

Cuadro No. 19

I N D E R E N A
CONCESIONES EN CORRIENTES NO REGLAMENTADAS
1 9 8 2

REGIONAL	Número de Corrientes	Número de Concesiones	Total caudal asignado (Lts/seg)	No. Acueductos.		Area Irrigables (Has.)	UTILIZACION DEL CAUDAL (Lts/Seg.)			
				Rura-les	Urba-nos		Riego	Acueductos	Industrial	Hidroener-gía
1. Santander	238	360	6.797	135	2	3.419	5.464	823	510	
2. Llanos Orientales	75	190	41.435	21	-	20.955	39.123	148	59	2.105
3. Cundinamarca	213	293	16.321	76	5	6.528	315	636	84	15.285
4. Risaralda	76	84	16.455	17	7	1.329	319	4.362	224	11.550
5. Magdalena	4	5	80	1	-	169	40	5	35	-
6. Norte de Santander.	38	50	496	-	-	311	496	-	-	-
7. Huila - Caquetá	74	150	3.446	4	-	537	886	2.560	-	-
8. Cauca	56	59	96	59	-	-	-	96	-	-
9. Atlántico	1	5	1.341	-	-	170	256	-	-	-
10. Cesar	86	243	42.176	7	-	77.230	42.151	25	1.085	-
11. Antioquia	606	773	180.755	164	50	2.906	3.948	6.623	5.976	164.203
T O T A L	1.467	2.212	309.398	484	64	113.554	92.998	15.278	7.973	193.149

NOTA: No incluye Caldas - Boyacá - Nariño - Tolima

FUENTE: INDERENA - División de Aguas - 1982

APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN CORRIENTES REGLAMENTADAS

REGIONES	No. Corrientes	Caudal Asignado (Lts./seg)	Area Beneficiada (Has.)	UTILIZACION DEL CAUDAL (Litros/Segundo)			
				Riego	Acueductos	Industrial	Otros
- Antioquia	12	1.883	4.450	1.322	372	148	41
- Boyacá	3	654	1.396	630	24	-	-
- Caldas	1	2	-	1	1	-	-
- Cesar	15	44.958	130.675	43.311	1.497	40	110
- Cundinamarca	30	9.641	16.109	8.852	626	160	3
- Guajira	4	7.416	34.361	7.018	359	-	39
- Huila	23	34.483	50.687	30.710	1.172	2.556	45
- Magdalena	5	10.622	13.315	9.835	760	-	27
- Meta	7	39.879	73.506	39.595	275	-	9
- Norte de Santander	4	20.144	4.748	15.848	4.223	70	3
- Santander	1	9	205	8	1	-	-
- Tolima	19	31.532	55.624	29.747	1.679	69	37
TOTAL	124	201.223	385.076	186.877	10.989	3.043	314

FUENTE: INDERENA - División de Aguas

-Zonas de desarrollo agropecuario de tipo comercial, donde la demanda supere la disponibilidad del recurso.

-Áreas de minifundio en las cuales la distribución eficiente y equitativa del recurso presenta alta complejidad, por lo cual se hace imperativa la intervención de la entidad administradora respectiva para prevenir problemas de orden social.

Adicionalmente, se deben considerar zonas que debido al alto desarrollo de las industrias constructoras y su proximidad a corrientes de agua, originan una explotación intensiva de los materiales de arrastre.

B. Marco Legal

El marco jurídico que señala la normatización del recurso hídrico en cuanto a su aprovechamiento, viene dado por diferentes Leyes y Decretos Reglamentarios que referencian la acción estatal, los cuales se indican a continuación.

Igualmente, se describen las funciones del INDERENA como ente gubernamental que regula la utilización del recurso.

Mediante el Decreto No. 1381 de 1940 se da la pauta para tratar sobre aprovechamiento, conservación y distribución de aguas nacionales de uso público. Se deja en claro que todo ésto estará sujeto al control o superintendencia del Gobierno Nacional. Se hace una serie de definiciones a fin de evitar equívocos entre los usuarios.

El Decreto 1382 de 1940 dicta algunas disposiciones sobre aprovechamiento, distribución y conservación de aguas nacionales de uso público. Se explica sobre la reserva de dominio de las aguas de uso público

por parte del Gobierno, aclarando que se hace un control sobre un goce que corresponde a particulares, que no se grava con impuestos. Se habla de las licencias y se especifica qué se considera aguas para uso público.

Se comenta sobre formalidades para solicitar merced de aguas, condiciones relativas al otorgamiento de la concesión, a garantizar el cumplimiento de la concesión, causas administrativas de caducidad, legalización y revisión de los aprovechamientos existentes, reglamentación, conservación y defensa de las aguas y finalmente algunas disposiciones.

El Decreto No. 891 de 1942 trata sobre el establecimiento de servicios de vigilancia en las reglamentaciones de aguas públicas. Se dice sobre los celadores o fontaneros de aguas nacionales de uso público, cuyas funciones se recogen en la Resolución No. 15 de 1948.

Dentro de las disposiciones especiales se encuentra la Ley 51 de 1942, en la cual se trata de la suspensión de obras que en determinado momento afecten las aguas de uso público. Esto será tenido en cuenta al concederse licencias de explotación.

El Acuerdo No. 27 de 1970, de la Junta Directiva del INDERENA, crea grupos de control y vigilancia de aguas en corrientes reglamentadas de algunos departamentos, y establece una tarifa que es modificada por el Acuerdo No. 26 de 1974 de la misma entidad.

La Ley No. 09 de 1979, dicta medidas sanitarias, tratando de eliminar y evitar la contaminación del agua para el consumo humano.

Dentro de las normas vigentes encontramos el Decreto No. 2811 de 1974 "por el cual se dicta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente", que entre otras disposiciones contiene la que regula el aprovechamiento de las aguas no marítimas

en todos sus estados y formas. En lo referente al dominio de las aguas y sus cauces, explica que, sin perjuicio de los derechos privados, siempre que se hable de aguas sin otra calificación, se deberán entender las de dominio público.

Trata también sobre los modos de adquirir derecho al uso de las aguas, de las concesiones, su exigibilidad y duración, otros modos de adquirir derechos al uso de las aguas, explotación y ocupación de los cauces, playas y lechos, de las servidumbres, obras hidráulicas, del uso, conservación y preservación de las aguas, de prevención y control de la contaminación, de los usos especiales, administración de las aguas y cauces, de las asociaciones de usuarios de aguas, y sanciones.

Según el Código de Recursos Naturales Renovables, son facultades de la administración las siguientes (Decreto No. 2811 de 1974, Artículo 155):

"Artículo 155. Corresponde al Gobierno:

- a) Autorizar y controlar el aprovechamiento de aguas y la ocupación y explotación de los cauces;
- b) Coordinar la acción de los organismos oficiales y de las asociaciones de usuarios, en lo relativo al manejo de las aguas.
- c) Reservar las aguas de una o varias corrientes, o parte de dichas aguas.
- d) Ejercer control sobre uso de aguas privadas, cuando sea necesario para evitar el deterioro ambiental o por razones de utilidad pública e interés social; y

e) Las demás que contemplen las disposiciones legales"

Según el Decreto No. 133 de 1976, que reestructuró el sector agropecuario, en su Artículo 38 dice:

"Artículo 38. El Instituto tendrá las siguientes funciones:

1. Asesorar al Gobierno en la formulación de la Política Nacional en materia de protección ambiental y de los recursos naturales renovables puestos a su cuidado.
2. Cooperar en la coordinación y control de la ejecución de la política ambiental, cuando ésta corresponda a otras entidades.
3. Regular el uso, aprovechamiento, comercialización, movilización y en general el manejo de los recursos naturales renovables en todo el territorio nacional, para lo cual tendrá a su cargo:
 - a) El otorgamiento, supervisión, suspensión, declaración de caducidad y revocación de concesiones, permisos, autorizaciones, licencias y patentes, así como la supervisión de los usos que se ejercen por ministerio de la Ley del registro de los usuarios de los recursos naturales renovables.
 - b) Declarar, alindar, reservar y administrar las áreas que se consideren necesarias para la adecuada protección de los recursos naturales renovables y efectuar las sustracciones a que haya lugar.
 - c) Realizar directamente o por asociación, el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y desarrollar las actividades relacionadas con la obtención,

transformación, procesamiento, elaboración y comercialización de sus productos, cuando lo considere conveniente para el adecuado manejo del recurso:

El ejercicio de esta función requiere el concepto favorable del Comité de Coordinación Ejecutiva del Sector Agropecuario.

- d) Sin perjuicio de las funciones que corresponden al Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT-, adelantar las labores de ordenación de cuencas hidrográficas encaminadas a su desarrollo integral, con el fin de obtener los beneficios de la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables.
- e) Realizar y fomentar actividades de repoblación forestal, de la fauna y la flora acuática y terrestre.
- f) Adquirir bienes de propiedad privada y los patrimoniales de las entidades de derecho público que se requieren para el cumplimiento de los fines previstos en los literales b) y d), de este artículo.
- g) Fijar y recaudar el monto de las tasas y derechos que deban cobrarse por concepto del aprovechamiento para el mantenimiento de la renovabilidad de los recursos naturales, cuando su administración y manejo no corresponda a otra entidad de derecho público.
- h) Organizar sistemas adecuados de control y vigilancia para velar por el cumplimiento de las normas relacionadas con los recursos naturales renovables e imponer las sanciones correspondientes en caso de contravención, para lo cual el Instituto estará dotado de funciones policivas.

PARAGRAFO: El ejercicio de la función otorgada por el literal b) numeral 3) del presente artículo, requerirá la aprobación del Gobierno Nacional".

Según el Decreto No. 2683 de 1977 que aprobó los estatutos del INDERENA promulgados mediante el Acuerdo No. 45 de 1977, en su Artículo Quinto dice:

"Artículo 5°. Funciones: El Instituto tendrá las siguientes funciones:

- a) Desarrollar las actividades relacionadas con la conservación, aprovechamiento, uso, fomento, control, administración y vigilancia de las aguas, bosques, recursos hidrobiológicos, suelos, fauna y flora silvestre, propender por la defensa y conservación de los recursos naturales renovables del país y del medio ambiente.
- b) Otorgar, supervisar, suspender, declarar la caducidad o revocar concesiones, permisos, autorizaciones, licencias y patentes, así como supervisar los usos que se ejercen por ministerio de la Ley y llevar el registro de los usuarios de los recursos naturales renovables.
- c) Asesorar al Gobierno en la formulación de la política nacional en materia de protección ambiental y de los recursos naturales renovables puestos a su cuidado.
- d) Cooperar en la coordinación y control de la ejecución de la política ambiental, cuando ésta corresponda a otras entidades.

- e) Ejecutar la política general del Gobierno en materia de recursos naturales renovables y en la protección del ambiente en lo que le sea asignado.
- f) Conservar, administrar, fomentar y vigilar las áreas forestales, expedir las normas para regular su aprovechamiento y la transformación, comercialización y movilización de sus productos y establecer los trámites y requisitos para el otorgamiento de concesiones, autorizaciones y permisos.
- g) Otorgar concesiones, autorizaciones, permisos, patentes y salvoconductos para el aprovechamiento, transformación, comercialización y movilización de productos del recurso forestal.
- h) Conservar, administrar, fomentar y vigilar los recursos hidrobiológicos y los de fauna y flora terrestre. Expedir las normas para regular su aprovechamiento, transformación, comercialización y movilización, además de establecer los trámites y requisitos para el otorgamiento de patentes, concesiones, licencias, autorizaciones y salvoconductos.
- i) Conservar, administrar y vigilar las aguas de uso público y sus cauces para lo cual se encargará de la expedición de reglamentaciones para el uso de corrientes y depósitos de aguas superficiales subterráneas y del otorgamiento de concesiones para su aprovechamiento y de permisos para la ocupación y explotación de cauces, comprendida la extracción de materiales de arrastre.

No obstante, en los casos de que trata el artículo 9° del Decreto Ley 132 de 1976, la reglamentación, administración y distribución de las aguas, será ejercida por el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras -HIMAT-.

- j) Controlar y reglamentar los vertimientos en las corrientes y depósitos de aguas de uso público.
- k) Realizar investigaciones y estudios necesarios para la conservación, desarrollo y aprovechamiento racional de los recursos naturales renovables y del ambiente.
- l) Declarar, alinderar y administrar las áreas que se consideren necesarias para la adecuada protección de los recursos naturales renovables y efectuar las sustracciones a que haya lugar. El ejercicio de esta función requiere la aprobación del Gobierno Nacional.
- ll) Reservar, delimitar, reglamentar y administrar las áreas que integran el Sistema de Parques Nacionales.
- m) Realizar y fomentar actividades de repoblación forestal de la flora y fauna acuáticas y terrestres.
- n) Realizar directamente o por asociación, el aprovechamiento de los recursos naturales renovables y desarrollar las actividades relacionadas con la obtención, transformación, procesamiento, elaboración y comercialización de sus productos, cuando lo considere conveniente para el adecuado manejo del recurso y reservarlos para este fin.

- ñ) El ejercicio de esta función requiere el concepto favorable del Comité de Coordinación Ejecutiva del Sector Agropecuario.
- o) Expedir normas sobre el uso adecuado de los suelos, reservar, delimitar y administrar los distritos de conservación de que trata la Ley 2a. de 1959 y el Decreto 2811 de 1974.
- p) Representar al Gobierno Nacional en la ejecución de Convenios o Proyectos relacionados con el estudio y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, de acuerdo con la facultad del Artículo 38, ordinal 3º del Decreto 133 de 1976.
- q) Reglamentar la ocupación de las playas marítimas, fluviales y lacustres de acuerdo con lo dispuesto en el literal g) Artículo 23 del Decreto 2420 de 1968.
- r) Organizar sistemas adecuados de control y vigilancia para velar por el cumplimiento de las normas relacionadas con los recursos naturales renovables e imponer las sanciones correspondientes en caso de contravención, para lo cual el Instituto estará dotado de funciones policivas.
- rr) Sin perjuicio de las funciones que corresponden al Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras -HIMAT-, adelantar las labores de ordenación de cuencas hidrográficas, encaminadas a su desarrollo integral, con el fin de obtener los beneficios de la conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables.

- s) Realizar actividades de información, entrenamiento y divulgación sobre conservación y desarrollo de los recursos naturales renovables y de conservación del medio ambiente.
- t) Expedir las normas necesarias para el racional aprovechamiento, protección, comercialización, movilización y en general el manejo y uso de los recursos naturales renovables, así como la protección ambiental en el área de su competencia.
- u) Adquirir bienes de propiedad privada y los patrimoniales de las entidades de derecho público que se requieren para el cumplimiento de los fines previstos en estos Estatutos.
- v) Fijar y recaudar el monto de las tasas y derechos que deben cobrarse por concepto del aprovechamiento para el mantenimiento de la renovabilidad de los recursos naturales, cuando su administración y manejo no corresponda a otra entidad de derecho público.
- w) Celebrar contratos con departamentos, distritos especiales y municipios, para desarrollar los programas de que trata el Artículo 5º del Decreto Ley 1455 de 1942 con los recursos que señala el Artículo 6º del mismo Decreto.
- x) Con participación de las asociaciones campesinas o similares, promover la integración de consejos y ligas municipales que propendan por la conservación del ambiente y por el adecuado manejo de los recursos naturales renovables y sirva de organismos de asesoría para los funcionarios seccionales del Instituto y organizar la prestación

de servicio ambiental obligatorio que establece el Decreto No. 2811 de 1974. Asimismo, promover y organizar empresas comunitarias cooperativas y otras similares orientadas al aprovechamiento de recursos.

- y) Las demás funciones que le sean asignadas por la Ley, por los presentes Estatutos o por los Decretos Reglamentarios del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (Decreto 2811 de 1974).

Según el Decreto Reglamentario 1541 de 1978, en su Artículo 284, expresa:

"Artículo 284. Para la administración, conservación y manejo del recurso hídrico, el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente-INDERENA, de conformidad con los Artículos 37 y 38 del Decreto Ley 133 de 1976 tendrá a su cargo:

- 1) Coordinar la acción de los organismos oficiales, de las asociaciones de usuarios y de las empresas comunitarias en el manejo de las aguas.
- 2) Reglamentar el aprovechamiento de las aguas de uso público, superficiales y subterráneas, distribuyendo los caudales para los usos contemplados en el Artículo 36 de este Decreto.
- 3) Reglamentar la ocupación de las playas fluviales y lacustres con excepción de las de los ríos navegables limítrofes y determinar la faja paralela al cauce permanente de los ríos y lagos a que se refiere la letra d) del Artículo 83 del Decreto Ley 28 de 1974.

4. Otorgar, supervisar, suspender y declarar la caducidad de las concesiones de aguas de uso público, superficiales o subterráneas.
5. Otorgar, suspender, supervisar y revocar los permisos para explotación, ocupación de cauces, los permisos para la explotación de aguas subterráneas, y los permisos de vertimiento.
6. Reservar las aguas de una o varias corrientes o depósitos o parte de dichas aguas y declarar el agotamiento cuando haya lugar.
7. Ejercer el control sobre las aguas privadas y declarar la extinción del dominio privado cuando ocurra lo previsto en el artículo 82 del Decreto Ley No. 2811 de 1974.
8. Otorgar concesiones de aguas minerales y termales con fines medicinales y turísticos.
9. Aprobar los planos y las obras hidráulicas que los concesionarios o permisionarios deban presentar y construir para el aprovechamiento de las aguas o sus cauces.
10. Determinar las zonas que van a quedar afectadas con las servidumbres de interés privado, las características de las obras y las demás modalidades concernientes al ejercicio de esa servidumbre, en el caso previsto por el artículo 136 de este Decreto.
11. Imponer limitación de dominio o servidumbre cuando medie utilidad pública o interés social, conforme al Artículo 67 del Decreto Ley 2811 de 1974.

12. Adquirir bienes de propiedad privada y los patrimoniales de las entidades de derecho público, para los fines previstos en los artículos 69 y 70 del Decreto Ley 2811 de 1974 y adelantar ante el Juez competente la expropiación de bienes a que se refiere este numeral, una vez surtida la etapa de negociación y expedido el Decreto correspondiente por el Gobierno Nacional.
13. Ordenar la construcción de obras cuando se produzcan inundaciones por causa de aguas lluvias o sobrantes de riego, de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 126 del Decreto Ley 2811 de 1974
14. Construir las obras necesarias para el aprovechamiento de las aguas en corrientes reglamentadas por el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente -INDERENA-, en los casos señalados por el Artículo 128 del Decreto Ley 2811 de 1974.
15. Ordenar o efectuar directamente la destrucción de las obras hidráulicas que se ejecuten sin permiso, y de las obras autorizadas cuando de ellas se deriven o puedan derivarse daños en épocas de crecientes o avenidas.
16. Fijar las tasas de valorización a cargo de los propietarios de los predios que se benefician con las obras construidas, de acuerdo con los Artículos 46, 128 y 152 del Decreto Ley 2811 de 1974, 232 letra b) de este Decreto.

17. Conceder permiso para establecer servicios de turismo, recreación o deporte en corrientes, lagos y demás depósitos de agua. Esta función se coordinará con la Corporación Nacional de Turismo.
18. Prevenir y controlar la contaminación de las aguas, tanto públicas como privadas, para lo cual establecerá las prohibiciones, restricciones o condicionamientos a las actividades susceptibles de producir contaminación, y parámetros tales como índices, niveles, cantidades, concentraciones necesarias para la protección del recurso hídrico y de la flora y fauna acuática y demás recursos relacionados.
19. Reglamentar y controlar los vertimientos, en coordinación con el Ministerio de Salud.
20. Establecer los requisitos mínimos para la Declaración de Efecto Ambiental y para la realización del Estudio Ecológico y Ambiental a que se refiere el Decreto Ley 2811 de 1974 y este Decreto, y establecer la forma de evaluarlos.
21. Fijar y recaudar el valor de las tasas que están obligados a pagar los usuarios de las aguas de acuerdo con los artículos 18 y 159 del Decreto Ley 2811 de 1974 y 232 letras a) y c) de este Decreto.
22. Sancionar a los contraventores de las normas contenidas en este Decreto, en el Decreto Ley 2811 de 1974 y en la Ley 23 de 1973 en la forma establecida tanto en este despacho como en la Ley 23 de 1973.

23. Organizar y llevar el registro y censo de los usuarios de aguas, a que se refieren los Artículos 64 y 65 del Decreto Ley 2811 de 1974 y colaborar con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC-, y con el Instituto Colombiano de Hidrología, y Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT-, en la representación cartográfica y en el levantamiento del inventario del recurso.
24. Ejercer las demás funciones previstas en este Decreto."

El Decreto No. 1449 de 1977 trata sobre las obligaciones que deben tener los dueños de predios respecto a la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas.

En el Decreto No. 1541 de 1978 se recogen una gran cantidad de reglamentos relacionados con el recurso agua en todos sus estados.

La Resolución No. 0334 de 1981 "reglamenta la inscripción y aprobación de planes presentados por profesionales y firmas, para actuar ante el INDERENA, en materia de aprovechamiento de aguas".

C. Control y Protección

Le corresponde al INDERENA la vigilancia y control de las corrientes reglamentadas (115) en su área de jurisdicción con caudal aproximado a los 200.000 l/seg. que riegan 388.220 hectáreas. Sin embargo, la administración del mayor número de corrientes se ha incorporado en forma parcial, o sea aquellas no reglamentadas, como se indicó anteriormente. A partir de 1980 se consideró como básico la protección del recurso hídrico a través de un programa integrado de cuencas hidrográficas,

tomando como punto de partida la del Alto Magdalena, tendiente a mantener el potencial y minimizar la contaminación debido esencialmente a su incidencia en la salud humana.

En síntesis, las actividades de control y protección se efectúan en aquellas áreas donde las corrientes se han reglamentado, labor que se limita básicamente a dirimir conflictos entre los usuarios y no a labores preventivas que eviten la degradación como punto de partida para acciones integradas de las entidades que de una u otra forma se vinculan a la administración del recurso.

D. Gestión Ambiental

El deterioro de los recursos y del ambiente merecen resaltarse debido esencialmente a la carencia de control de las actividades propias de la industria, del desarrollo urbano y de la dotación de la infraestructura vial o energética, factores que hacen relación a la gama de situaciones generadas por el propio proceso de desarrollo del país y el consiguiente crecimiento de los distintos sectores productivos. A lo anterior se agrega lo atañente al estado de pobreza y miseria de las poblaciones con implicaciones ambientales de gran magnitud, como es el caso de la presión e inadecuada utilización de los recursos a su alcance, que se manifiesta en acelerados procesos de erosión, mal manejo de los recursos aguas y suelos, etc.

El impacto que provoca el desarrollo del país en el equilibrio ambiental suele llegar al agotamiento de los recursos genéticos, contaminación de las aguas y suelos por el empleo de fertilizantes y plagicidas, deterioro de las características físicas de los suelos por mecanización agrícola, destrucción de agentes naturales de control biológico, desarrollo de plagas y otros elementos, que finalmente afectan la salud humana y el bienestar social. Este desarrollo de diferentes sectores

económicos producen en el medio natural una serie de problemas que afectan en mayor o menor intensidad a cada recurso o a todos ellos en su conjunto.

Es así como el recurso agua, por su carácter de recurso dinámico e integrador de todos los sectores de la economía, es impactado en lo que atañe el desequilibrio de las cuencas hidrográficas, crecidas e inundaciones, obstrucción, y modificación de cauces, colmatación de embalses, sedimentación en canales e instalaciones portuarias, destrucción del hábitat de recursos íctivos, contaminación de aguas por el uso de agroquímicos y vertimientos de desechos de las grandes ciudades, modificaciones cualitativas y cuantitativas de las aguas subterráneas, problemas de drenaje y acentuación de sequías.

A la problemática anteriormente planteada, se suman otros factores de tipo institucional que inciden negativamente en el conocimiento y solución adecuado de los problemas ambientales, como son la carencia de esquemas coherentes de desarrollo regional, sistemas eficaces de ordenamiento y evaluación, escasos conocimientos de las implicaciones concretas de la contaminación de los ecosistemas, inexistencia de información sobre el medio ambiente, falta de planificación en cuanto al uso eficiente del espacio territorial, carencia de coordinación interinstitucional, en la concepción de planes y programas que descarten acciones encontradas y contradictorias.

Por lo expuesto, una acción estatal deberá orientarse a incorporar la dimensión ambiental a las actividades derivadas del proceso de desarrollo económico y social, propendiendo por asegurar una adecuada utilización de los recursos y protección del ambiente en función del bienestar general de la población.

E. Recursos Financieros

Por todo lo anteriormente planteado se deduce que la competencia en la administración del recurso recae en el INDERENA con algunas delegaciones en Corporaciones Regionales, con cubrimiento a nivel nacional a través de dieciseis (16) sedes administrativas y las zonas del Valle del Cauca, Sabana de Bogotá, Valles de Chiquinquirá, Ubaté, del Sinú y del San Jorge, que administran las corporaciones autónomas.

En este sentido, el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y el Ambiente tiene un cubrimiento de aproximadamente el 85% del territorio nacional, lo que nos lleva a considerar los recursos financieros con que ha contado esta entidad para la administración del recurso hídrico, el cual ha tenido en el período 1972-1981 diferentes componentes como lo muestran los cuadros adjuntos.

A precios corrientes, en la ejecución de gastos se observan marcadas variaciones para los años 1975-1976, notándose una tasa de crecimiento a partir de este último año del orden del 32% anual, debido especialmente al crecimiento de los servicios personales por reajustes anuales y por la implementación del Proyecto de Administración de Cuenas Hidrográficas.

A precios constantes de 1975 la ejecución del presupuesto de gastos presenta marcada disminución para los años 1976-1980, con leve ascenso para 1981. De lo anterior se deduce la incidencia en la ejecución, del desequilibrio entre los requerimientos del programa y las partidas asignadas para su operación, como se visualiza en el Cuadro No.22

En cuanto a recaudos por concepto de cuota de aprovechamiento, vigilancia de aguas y multas, el Cuadro No.23 presenta ingresos totales para el período 1975-1981 en el orden de \$ 20.4 millones a precios

constantes del año base (1975) que indican un recaudo decreciente, acentuándose éste para el año 1979 referenciado al año inmediatamente anterior, lo cual parece ser motivado por deficiencias en los métodos de captación de estos recursos por parte de las direcciones regionales del instituto.

EXECUCION PRESUPUESTO DE GASTOS
ORDENAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS

PRECIOS CONSTANTES - INDERENA

1975 - 1981

(000)

	1975= 100	1976	1977	1978	1979	1980	1981	TOTAL
SP Ordenamiento y Manejo de Aguas y Suelos	28.979	27.941	9.142	11.301	12.354	14.248	23.336	127,301
PY Dirección, Asesorías y Jefaturas Regionales	2.947	1.500	1.562	1.846	2.089	2.371	2.846	15.161
PY Reglamentación y Control de Corrientes	8.206	7.624	7.580	8.436	9.773	9.739	12.290	63.648
PY Aguas Subterráneas	-	-	-	1.019	492	598	620	2.729
PY Administración Cuencas Hidrográficas	13.326	9.635	-	-	-	-	7.580	30.541
PY Conservación de Suelos	-	-	-	-	-	1.540	-	1.540
PY Magdalena - Cauca	4.500	9.182	-	-	-	-	-	13.682

CUADRO No. 21
EJECUCION PRESUPUESTO DE GASTOS
ORDENAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS
INDERENA - 1972-1981
(000)

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	TOTAL
SP Ordenamiento y Manejo de Aguas y Suelos	17.567	21.279	35.299	28.979	34.451	14.372	21.280	29.428	42.259	76.825	321.739
PY Dirección, Asesorías y Jefaturas Regionales	1.453	1.138	-	2.947	1.850	2.456	3.476	4.976	7.031	9.368	34.695
PY Reglamentación y Control de Corrientes	4.888	5.173	7.988	8.206	9.400	11.916	15.885	23.280	28.885	40.460	156.081
PY Aguas Subterráneas	1.577	1.399	1.805	-	-	-	1.919	1.172	1.775	2.043	11.690
PY Administración Cuencas Hidrográficas	1.324	4.801	13.320	13.326	11.880	-	-	-	-	24.954	69.605
PY Conservación de Suelos	8.325	8.768	12.186	-	-	-	-	-	4.568	-	33.847
PY Magdalena - Cauca	-	-	-	4.500	11.321	-	-	-	-	-	15.821

**COMPARATIVO EJECUCION INSTITUTO - EJECUCION SUBPROGRAMA
ORDENAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS**

AÑOS	Ingresos del Instituto (Ejecución)	Ejecución Presupuesto de Gastos Ordenamiento y Manejo de Aguas y Suelos			
		Precios Constantes	% del Total Ingresos	Precios Corrientes	% del Total Ingresos
1975	264.029	28.979	10.98	28.979	10.98
1976	279.804	27.941	9.99	34.451	12.32
1977	374.728	9.142	2.44	14.372	3.84
1978	459.285	11.301	2.46	21.280	4.64
1979	735.842	12.354	1.68	29.428	4.00
1980	1.161.833	14.248	1.23	42.259	3.64
1981	1.157.100	23.336	2.02	76.825	6.64

CUADRO No. 23

INDICERINA

RECAUDOS RECURSO AGUA *

1975-1981

(000)

A Ñ O S	PRECIOS CORRIENTES		PRECIOS CONSTANTES	
	V a l o r	Variación (%)	V a l o r	Variación (%)
1. 975	3. 961	-	3. 961	-
1976	4. 339	9. 5	3. 519	- 11. 2
1977	6. 106	40. 7	3. 884	10. 4
1978	6. 460	5. 8	3. 431	- 11. 7
1979	5. 712	- 11. 6	2. 398	- 30. 1
1980	5. 021	- 12. 1	1. 693	- 29. 4
1981	5. 080	1. 2	1. 543	- 8. 9
TOTAL	<u>36. 679</u> =====		<u>20. 429</u> =====	

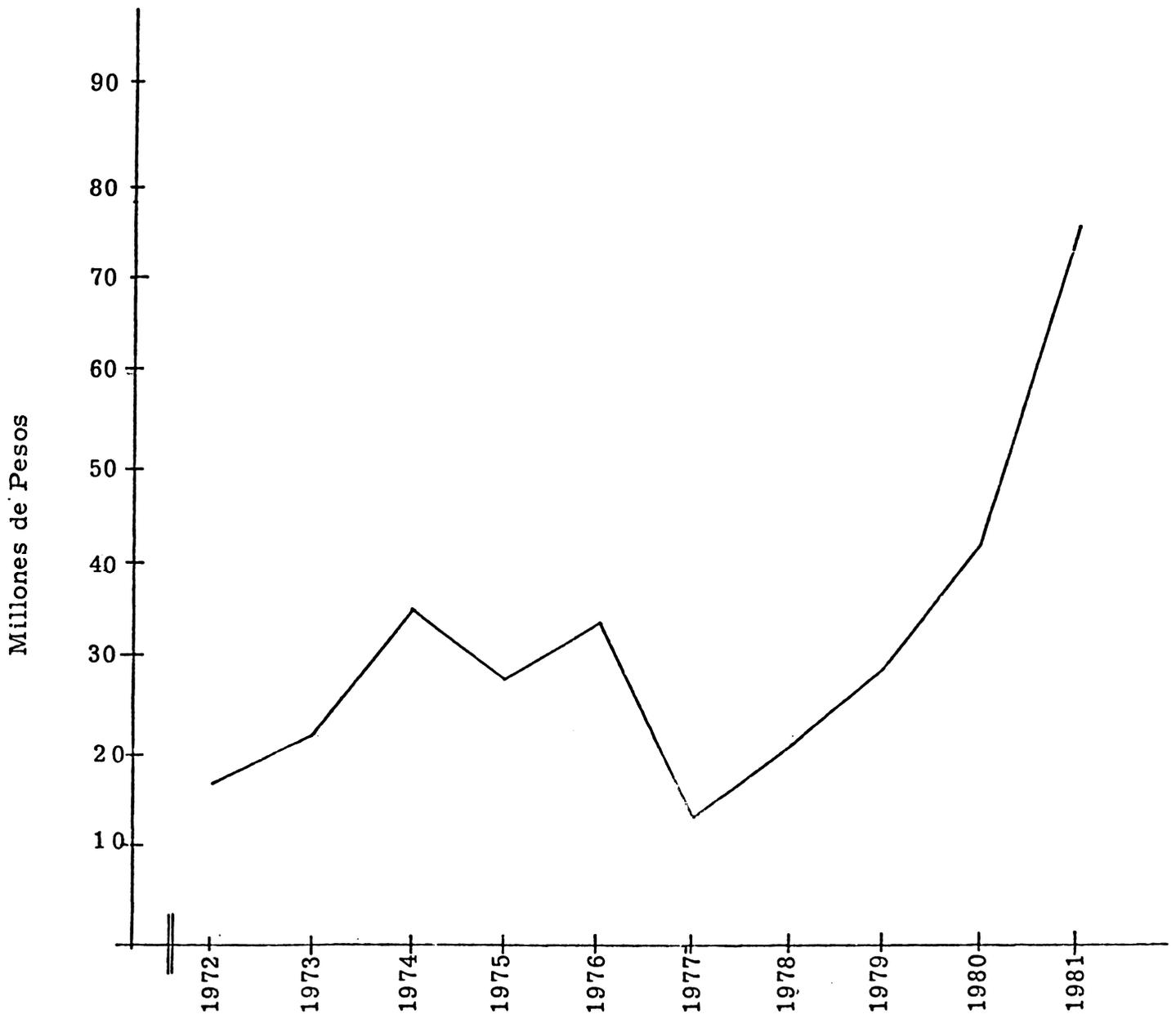
* Tasa de \$ 5, 00 Lt/Seg. / Mes

U N I D E R R E N A

SP: ORDENAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS

EJECUCION DE GASTOS 1972-1981

PRECIOS CORRIENTES



ORDENAMIENTO Y MANEJO DE AGUAS Y SUELOS

EJECUCION DE GASTOS 1975-1981

PRECIOS CONSTANTES

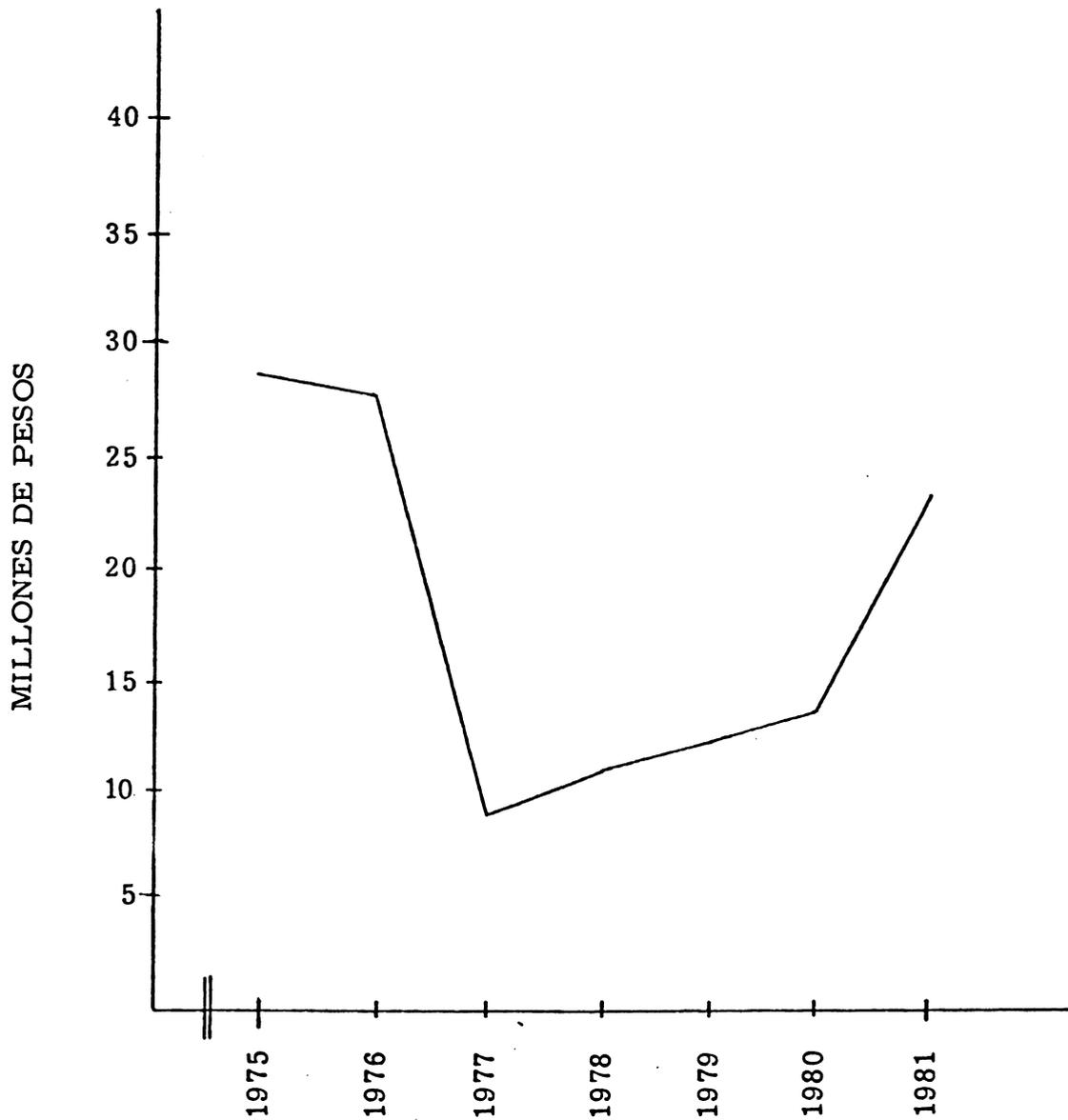
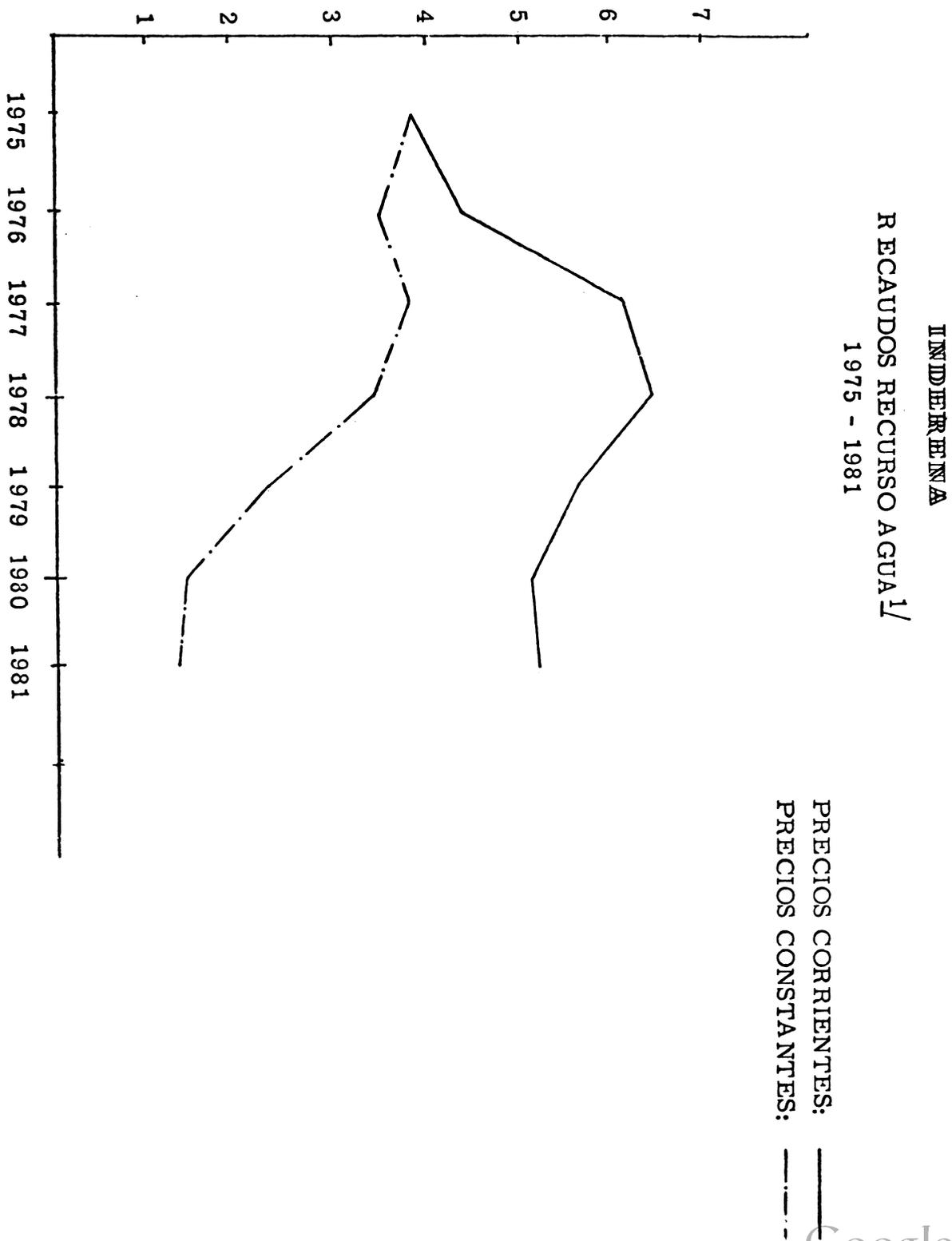


Figura No. 7

MILLONES DE PESOS



VI. BASES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE TASAS RETRIBUTIVAS POR CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO

A. Antecedentes

De acuerdo con los diferentes usos del agua en una corriente, lago, estuario y/o costa, se presenta un conflicto entre los usuarios del recurso y los contaminadores del mismo. Sin embargo, se nota claramente que por lo general los usos son causantes de degradación en la calidad, como es el caso del agua para consumo humano que implica la eliminación de excretas las cuales evidentemente contaminan el agua. La relación consumo-excreción, uso-efluente, crea situaciones encontradas debido a la propia dinámica del recurso o por su capacidad de dilución limitada, donde un uso específico descarga efluentes los cuales a su vez son captados por otro usuario en una calidad de hecho reducida y no apta para el fin requerido por el siguiente usuario.

Lo anterior plantea, lógicamente, un costo social, por ser el recurso un bien común que todo individuo tiene derecho a disfrutar. Es por ésto que le compete al Estado garantizar su calidad y cantidad.

Por consiguiente, es conveniente asumir como estrategia acciones coherentes e integradas de investigación y reglamentación de las actividades que inciden sobre los recursos y el ambiente, como factor unificador de parámetros contaminantes y utilización de elementos ajenos a los recursos naturales renovables.

Por lo expuesto, se hace necesario emprender una gestión tendiente a prevenir y controlar la contaminación, como el establecimiento de un sistema de tasas retributivas de acuerdo al nivel de degradación que se haga del recurso.

B. Actividades

Tomando como punto de partida la necesidad de compatibilizar la calidad actual de las aguas receptoras con la calidad de los diferentes tipos de vertimientos, con base en criterios de conservación no sólo del recurso sino de la flora, fauna y pesca, es indispensable adelantar acciones tales como:

- Inventario y caracterización de efluentes líquidas sobre industrias y asentamientos humanos que se localicen en las zonas de estudio.
- Caracterización y evaluación de la calidad del agua de los cuerpos receptores de tales vertimientos.

En cuanto a la primera actividad, la base la constituirá la encuesta directa, que dará información sobre volumen y tipo de captación, tipo de procesos, materia prima utilizada, volumen de producción, pérdida durante los procesos, volumen, caudal y composición del efluente, tipo y sitio de descarga.

Para la segunda actividad se harán mediciones directas y pruebas de laboratorio, de conformidad con los métodos estándar de calidad de aguas en los sitios antes-en-después- de la descarga, con el objeto de conocer los factores de dilución y el tamaño de la zona de muestreo, si existiere.

El muestreo deberá abarcar un año hidrológico completo, procurando un mayor número de muestras durante los períodos de alto y bajo nivel de agua, ya que en este último se considera que los factores contaminantes se agudizan por una mayor concentración y por lo tanto un mayor efecto ecológico.

A continuación las dos (2) muestras se comparan con el mayor grado de utilización de los recursos hidrológicos, sus características actuales y potenciales. Los dos tipos de muestras deben conducir a la implementación de un modelo económico que sirva de base a la adopción de tasas retributivas. Se considera, además, que los valores DBO es criterio acertado en el establecimiento de un sistema de tasas, el cual ya ha sido utilizado por algunas corporaciones con los ajustes a que haya lugar.

LITERATURA CONSULTADA

1. CAICEDO, P. Algunos factores que inciden en la contaminación del río Magdalena. Bogotá, UNIANDES. 1976
2. CORPORACION DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO. Aprovechamiento de propósito múltiple. Bogotá, 1982. 20 p.
3. CORTES. A. Opciones para la ampliación de la frontera agrícola. EN: Simposio sobre el Desarrollo de los Recursos Naturales y la Protección del Medio Ambiente. Bogotá, Fundación Universidad de Bogotá, Facultad de Agrología, 1980. 48 p.
4. DUCHARME, A. Informe técnico de biología pesquera. Proyecto para el desarrollo de la pesca continental. INDERENA-FAO. Publicación No. 4, Bogotá, INDERENA. 1975. 38 p.
5. GIRALDO, G. Foro sobre la lucha contra la carestía. Bogotá Senado de la República, 1982. 28 p.
6. HERNANDEZ, E. Contaminación acuática en Colombia. Bogotá, INDERENA, 1975. 32 p.
7. INSTITUTO COLOMBIANO DE HIDROLOGIA, METEOROLOGIA Y ADECUACION DE TIERRAS. Proyecto Magdalena-Cauca. Bogotá, HIMAT, 1979.
8. INSTITUTO NACIONAL DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y DEL MEDIO AMBIENTE. Proyecto Colombo-Holandés. Bogotá, INDERENA, 1975. v. 1. pp. 10-20
9. _____. División de Aguas. Informe Técnico. Bogotá, INDERENA, 1982.
10. INTERCONEXION ELECTRICA S.A. Y COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION. Estudio del sector de la energía eléctrica, sinopsis. Bogotá, ISA-DNP, 1979. V.I. 81 p.
11. KHOBSI, J. Aspectos principales de erosión y conservación en Colombia. Congreso Nacional de Cuencas Hidrográficas, Cali, 1973. Bogotá, INDERENA, 1973. 15 p.

12. LECARPENTIER, C. Y OTROS. La erosión de tierras en Colombia. Bogotá, INDERENA, 1977. 53 p.
13. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Proyecto de rehabilitación de distritos de irrigación. Roma, FAO, 1980. 33 p.
14. OSTER, R. Las precipitaciones en Colombia. Colombia geográfica. 4(2):7-144. 1979.
15. PANIZZO, L. Contaminación del río Bogotá. Bogotá, UNIANDES, Facultad de Ingeniería. 1971.
16. SANCHEZ, A. El agua en Colombia. Bogotá, Ministerio de Agricultura, 1975. pp. 4-18.
17. STANESCU, S. Estimativo preliminar del transporte medio de sedimentos en los ríos de Colombia. Documento presentado al Congreso de Cuencas Hidrográficas, 1, Medellín, 1982.
18. _____. Y GODOY, G. Influencia de la vegetación forestal en el régimen hidrológico de corrientes. Serie SCHH No. 30. 1973.
19. THOURET, J. Notas geomorfopedológicas. Trabajo ecodinámico de los Andes. Bogotá, IGAC, 1981. 20 p.

