

"Documento original en mal estado"

PROLOGO

El agua es uno de los tres elementos de la naturaleza y por consiguiente su presencia es vital en la vida de todos los seres vivos y cumple una función fundamental en las transformaciones de los materiales inanimados. De ahí la exclamación universal de que sin agua no hay vida. El planeta tierra se compone en sus tres cuartas partes de agua en sus océanos, mares, lagos, ciénagas, ríos u otras corrientes, recursos subterráneos y nieves perpetuas.

Colombia tiene el privilegio de ser uno de los países más ricos del mundo en este recurso. Basta examinar algunas cifras comparativas a nivel mundial y a nivel latinoamericano para evidenciarlo. El rendimiento medio anual del escurrimiento en Colombia, es casi seis veces mayor que el rendimiento promedio de la parte continental del globo (10 litros/seg/km²) y es tres veces mayor que el rendimiento promedio para América Latina (21 litros/seg/km²). La precipitación promedio anual en Colombia es dos veces superior a la de América Latina (1.600 mm/año) y tres veces el promedio mundial (900 mm/año). Todo lo anterior nos produce el enorme beneficio de tener más de 1.000 ríos permanentes cuando todo el continente africano no posee más de 60 y a ocupar el cuarto lugar en el mundo en disponibilidades de agua después de Rusia, Canadá y Brasil. Pero hay que notar que cada uno de estos países es más de ocho veces el territorio continental de nuestro país.

Tenemos diez ríos con caudales anuales promedios de más de 1.000 m³/seg. El más grande de ellos, nuestro majestuoso Caquetá, tiene casi 10.000 m³/seg de caudal medio anual ¡Que inmensa riqueza en agua tiene Colombia! Su escurrimiento promedio anual es casi de 70.000 m³/seg, que van al Mar Caribe, al Océano Atlántico por el Orinoco y el Amazonas, o al Océano Pacífico. Mientras usted, amigo lector, lee este breve prólogo, habrán escurrido por nuestro territorio cantidades de agua suficiente para abastecer de este líquido a una población de 100 000 habitantes

A pesar de esta riqueza, una gran parte de nuestra población rural y urbana carece de servicio de agua potable, hay ciudades al lado de ríos caudalosos muriéndose de sed, hay tierras fértiles sin ningún uso por falta de riego, hay otras sufriendo los rigores de las inundaciones periódicas, no hay una integración del sistema vial y ferroviario con el fluvial, el más económico de todos y cada año se pierden miles de vidas por deslizamientos y desbordamientos.

Tenemos una gran riqueza pero hacemos un pésimo uso de ella. Sumando los consumos humanos, agrícolas e industriales, solo estamos utilizando el diez por ciento de nuestras disponibilidades. El resto va a los mares y los océanos por falta de regulación de nuestras corrientes. Colombia será rica y próspera cuando se dedique a manejar sus aguas, cuando haya mínimo 300.000 pequeños lagos en toda su geografía nacional que guarden las aguas benéficas de invierno para prolongar su acción bienhechora a los largos y agobiantes meses de verano, así como a insistir en el manejo integral del casi millón de microcuencas en las que cuenta el país por su variada topografía.

Este es el principal mensaje que el HIMAT quiere dejarle a todos los colombianos, a través de esta recopilación denominada "Estadísticas sobre el Recurso Agua en Colombia". Esperamos de todos los amables lectores sus comentarios, datos o sugerencias para mejorar tales estadísticas.

FABIO BERMUDEZ GOMEZ
Director General HIMAT

RECONOCIMIENTO

Este libro ha sido el producto de una extensa recopilación de información, documentos, libros, revistas e informes técnicos tanto de organismos estatales como privados que han colaborado y que junto con el HIMAT, se dedican directa o indirectamente a la tarea de conocer y describir procedimientos relacionados con los recursos hídricos tanto en el ámbito nacional como regional, se logró no obstante que se presentaron grandes dificultades en su realización, ya que la información disponible está muy dispersa, además del contratiempo causado por la insuficiencia de textos y documentos que traten sobre el tema de los recursos hídricos en Colombia, en el aspecto estadístico y de cifras

Además, se han consultado otros documentos de seminarios, simposios y congresos recientes; en algunos casos, se ha extractado en forma textual la información requerida y en otros, se efectuaron cambios en relación con la gramática y distribución, pero no se modificó en forma alguna su contenido básico

A; intentar resumir las características principales del recurso agua, ha sido necesario enfrentar toda una variedad de materias interaccionantes que afectan la dinámica de dicho recurso. Difícilmente alguien puede estar versado en todas estas áreas y conocer la enorme cantidad de información existente.

En la aproximación comparativa que se ha realizado fue necesaria una reelección rigurosa de temas y ejemplos. Si los resultados son útiles en la práctica o la enseñanza y si en un futuro se creyera conveniente revisar y actualizar este trabajo, insto a los colegas o personas relacionadas con el tema para que colaboren sobre los vacíos existentes, o sobre la existencia de ejemplos mejores que los escogidos o a expresar cualquier tipo de crítica constructiva que pudiera aumentar la utilidad de este documento.

Los objetivos propuestos, se han logrado gracias a la información y sugerencias de muchos organismos, entre los que cabe destacar:

- a) Organismos que aportaron información sobre los Recursos Hídricos tales como:

La Corporación Autónoma Regional del Cauca (CVC), la Corporación de la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB), la Corporación Autónoma

Regional del Tolima (CORTOLIMA), la Corporación Autónoma Regional de las Cuencas de los ríos Bogotá, Ubaté y Suárez (CAR), la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo de Nariño (CORPONARIÑO), la Corporación Regional de Desarrollo de Urabá (CORPOURABA), el Instituto de Investigaciones Geológicas Mineras (INGEOMINAS), el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), la Corporación Nacional de Turismo y la Asociación Colombiana de Oceanografía

b. Con información sobre los usos del recurso agua

El Instituto de Fomento Municipal (INSFOPAL), la Sociedad de Agricultores del Valle (SAG), oficinas Regionales de la Federación de Cafeteros, el Departamento Administrativo de Intendencias y Comisarías (DAINCO), el Instituto Nacional de la Salud (INAS), las empresas Públicas Municipales (EPM), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Empresas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá y Cali, las Unidades Regionales de Planeamiento Agropecuario (URPAS), Interconexión Eléctrica S.A. (ISA), Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL), Dirección Nacional de Navegación y Puertos

c) En el estudio sobre la problemática del recurso agua

Las corporaciones Autónomas Regionales anteriormente citadas, la Defensa Civil Colombiana, el Instituto Nacional de la Salud (INAS), Empresa Colombiana de Petroleos (ECOPETROL), Asociación Colombiana de Oceanografía.

En la elaboración de este libro, recibí constantemente estímulo y apoyo de profesionales en la rama de los recursos hídricos: mi mayor deuda es con el Doctor Fabio Bermúdez Gomez, Director General del HIMAT, quien siempre me animó a escribir el texto y desde el nacimiento de la idea de estructurar estas estadísticas, tomó un profundo interés personal por el mismo, en un tema que se considera vital e importantísimo para el país. Por otra parte, el constante intercambio de ideas y análisis a la problemática del agua con los colegas ha sido y continúa siendo enormemente estimulante. Especial reconocimiento al Ingeniero Gabriel E. Chitiva B., quien revisó

inicialmente el borrador, hizo numerosas sugerencias y observaciones y colaboró en la elaboración del índice; la revisión final del texto y aportes del Ingeniero Octavio Serrano, fueron valiosísimos, en fin muchos otros colegas leyeron y comentaron diversas partes de todos los capítulos en la última fase de preparación; Isaura Sandoval, preparó con esmero las figuras y gráficas finales a partir de los dibujos originales. El grupo de mecanografía del HIMAT, fue especialmente paciente al pasar a máquina los manuscritos, finalmente deseo destacar el esfuerzo en la edición del libro por parte de la Sección de Publicaciones del HIMAT. A estas personas, así como a otras que no acabaría por enumerar, expreso mi más profundo agradecimiento y no tengo la menor duda que sin ellas y las instituciones colaboradoras el éxito y la utilidad de este libro, no se habría podido lograr.

Bogotá, D. E., abril de 1986

EL AUTOR

CONTENIDO

	Pág.
1. EL RECURSO AGUA	17
1.1 CARACTERISTICAS DEL RECURSO AGUA	17
1.2 FACTORES FISICOS Y GEOGRAFICOS	18
2. RECURSOS HIDRICOS DE COLOMBIA Y SUS CARACTERIS- TICAS	18
2.1 AGUAS LLUVIAS	19
2.1.1 La precipitación y su distribución	19
2.1.1.1 Región Caribe	19
2.1.1.2 Región Andia	20
2.1.1.3 Región Pacífica	20
2.1.1.4 Región Oriental	21
2.2 AGUAS SUPERFICIALES	22
2.2.1 Hidrografía	22
2.2.1.1 Vertiente del Caribe	22
2.2.1.2 Vertiente del Pacífico	23
2.2.1.3 Vertiente del Amazonas	23
2.2.1.4 Vertiente del Orinoco	23
2.2.2 La Esorrentía	23
2.3 AGUAS SUBTERRANEAS	24
2.4 AGUAS TERMALES	25
2.4.1 Características físico—químicas de las aguas termales	26
2.4.2 Clasificación de las aguas termales	26
2.4.3 Localización de las aguas termales de Colombia	26
2.5 AGUAS MARINAS	27
2.6 CUERPOS DE AGUA	28
2.6.1 Agua en lagos y embalses	28
2.6.2 Agua en ciénaga y varios	28
2.6.3 Almacenamiento de agua en los pantanos	28
3. RED HIDROMETEOROLOGICA	29
4. CUANTIFICACION DE LOS RECURSOS DE AGUAS LLUVIAS Y SUPERFICIALES	31
5. USOS DEL AGUA	32
5.1 AGUA PARA CONSUMO HUMANO	33
5.1.1 Datos sobre Demografía	33
5.1.2 Consumo urbano de agua	34
5.1.3 Consumo rural de agua	34

	Pág.	
5.1.4	Cobertura del estado sanitario.....	34
5.1.5	Calidad del agua suministrada.....	35
5.1.6	Requisitos que debe llenar el agua para uso doméstico.....	36
5.1.7	Diagnóstico de los recursos hídricos.....	37
5.1.8	Situación crítica de los factores condicionantes.....	37
5.1.8.1	Abastecimiento de agua.....	37
5.1.8.2	Alcantarillado.....	38
5.2	AGUA PARA CONSUMO AGRICOLA.....	38
5.2.1	Suelos.....	38
5.2.1.1	Clasificación de tierras.....	39
5.2.2	El riego en Colombia.....	41
5.2.3	Superficie actual bajo riego.....	42
5.2.4	Aprovechamiento de nuevas áreas.....	43
5.2.5	Riego en ladera y pequeños lagos.....	44
5.3	CONSUMO DE AGUA EN LA INDUSTRIA.....	44
5.4	USO DEL AGUA EN HIDROENERGIA.....	45
5.5	USO DEL AGUA PARA NAVEGACION FLUVIAL.....	47
5.5.1	Principales sistemas fluviales de Colombia.....	47
5.5.1.1	Sistema fluvial del río Magdalena.....	48
5.5.1.2	Sistema fluvial del río Amazonas.....	48
5.5.1.3	Sistema fluvial del río Orinoco.....	49
5.5.1.4	Sistema fluvial del río Atrato.....	49
5.5.1.5	Sistema fluvial del río San Juan.....	49
5.5.2	La navegación fluvial y sus obstáculos.....	49
5.5.3	El transporte fluvial.....	50
5.6	USO DEL AGUA EN LA RECREACION.....	50
5.7	CONSUMO DE AGUA EN LOS DIVERSOS SECTORES EN COLOMBIA.....	51
6.	PROBLEMATICA DEL RECURSO AGUA.....	51
6.1	DESASTRES NATURALES DE ORIGEN HIDROMETEOROLÓGICO.....	51
6.1.1	Sequía y estaciones secas.....	52
6.1.2	Desertificación en Colombia.....	54
6.1.3	Inundaciones.....	54
6.1.3.1	Estado actual de la red de Alertas.....	57
6.2	DETERIORO Y CONTAMINACION DE LAS AGUAS.....	57
6.2.1	Orígenes de la contaminación.....	57
6.2.2	Principales factores de degradación.....	59
6.2.2.1	Degradación de tipo químico.....	59

	Pág.
6.2.2.2 Degradación de tipo biológico.....	60
6.2.2.3 Degradación de tipo físico.....	60
6.2.3 Principales corrientes fluviales afectadas.....	61
6.2.4 Focos contaminantes de origen industrial y doméstico.....	62
6.3 ZONAS AFECTADAS POR ALTA CONCENTRACION DE AGRO- QUIMICOS.....	63
6.4 AREAS CONTAMINADAS POR HIDROCARBUROS.....	64
6.4.1 Contaminación marina por hidrocarburos.....	64
6.5 EVALUACION DE LA CONTAMINACION DE LOS RIOS.....	65
6.6 ENFERMEDADES DE ORIGEN HIDRICO.....	66
6.6.1 Mortalidad infantil.....	67
6.6.2 Morbilidad general e infantil.....	68
6.7 ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	69
6.8 TRANSPORTE MEDIO DE SEDIMENTOS EN LOS RIOS DE COLOMBIA.....	69
7. ENTIDADES DEL ORDEN NACIONAL QUE TIENEN JURIS- DICCION SOBRE EL RECURSO AGUA.....	70
8. GLOSARIO.....	78
BIBLIOGRAFIA GLOSARIO.....	94
BIBLIOGRAFIA GENERAL.....	95

LISTA DE CUADROS

		Pág.
Cuadro No. 1	Inventario de cuencas en Colombia	107
Cuadro No. 2	Caudales y áreas de drenaje de los principales ríos que desembocan al Mar Caribe, Océano Pacífico y ríos Orinoco y Amazonas.	108
Cuadro No. 3	Mayores rendimientos de ríos por regiones hidrográficas.	109
Cuadro No. 4	Inventario nacional de cuerpos de agua.	110
Cuadro No. 4a	Diez embalses artificiales más grandes en Colombia.	111
Cuadro No. 4b	Diez lagunas naturales más grandes en Colombia.	112
Cuadro No. 4c	Diez ciénagas más grandes en Colombia.	113
Cuadro No. 5	Estaciones meteorológicas e hidrológicas por regional operadas por el HIMAT.	114
Cuadro No. 5a	Estaciones meteorológicas e hidrológicas operadas por otras entidades	115
Cuadro No. 6	Densidad mínima para redes hidrométricas.	116
Cuadro No. 7	Escorrentía media de la tierra, América del Sur y de Colombia.	117
Cuadro No. 8	Cobertura del estado sanitario.	118
Cuadro No. 9	Proyección Decenio del Agua	119
Cuadro No. 10	Calidad del agua suministrada	120
Cuadro No. 11	Tipo de tratamiento del agua suministrada	121
Cuadro No. 12	Estados sanitarios	122
Cuadro No. 13	Guía de planificación de uso de agua.	123
Cuadro No. 14	Clases por capacidad de uso de las tierras utilizadas para el levantamiento de la carta de clasificación de tierras en Colombia.	126
Cuadro No. 15	Inventario de suelos por clases agrológicas.	127
Cuadro No. 16	Suelos potencialmente adecuables por departamentos.	128
Cuadro No. 17	Información variada para determinar a nivel nacional la capacidad o vocación del uso de la tierra en Colombia	130
Cuadro No. 18	Zonificación de las tierras de la llanura del Caribe de acuerdo con aptitud agrícola y requerimientos de riego suplementario o drenaje.	131
Cuadro No. 19	Producción agrícola en los Distritos de Adecuación año 1982	132
Cuadro No. 20	Producción agrícola en los Distritos de Adecuación año 1983	133
Cuadro No. 21	Area sembrada y producción en los Distritos de Adecuación total año 1984	134
Cuadro No. 22	Inventario nacional de áreas con riego.	135
Cuadro No. 23	Tierras cultivadas y bajo riego en los países Suramericanos.	136
Cuadro No. 24	Suelos potencialmente adecuables por regiones en el país	137

Cuadro No. 25	Nuevos proyectos de adecuación de tierras con estudios de identificación por departamentos	138
Cuadro No. 26	Nuevos proyectos de adecuación de tierras con estudios de reconocimiento por departamentos.	139
Cuadro No. 27	Nuevos proyectos de adecuación de tierras con estudios de factibilidad por departamentos	140
Cuadro No. 28	Nuevos proyectos de adecuación de tierras con estudios de factibilidad por departamentos	141
Cuadro No. 29	Proyectos de pequeña irrigación	142
Cuadro No. 30	Programa lagos y riego en ladera	143
Cuadro No. 31	Consumo de agua en generación termoeléctrica.	148
Cuadro No. 32	Consumo humano e industrial de agua por cuencas.	149
Cuadro No. 33	Potencial hidroeléctrico teórico por grandes regiones	150
Cuadro No. 34	Potencial hidroeléctrico utilizable.	151
Cuadro No. 35	Capacidad instalada a comienzos de 1979	152
Cuadro No. 36	Principales embalses existentes en 1982	153
Cuadro No. 37	Capacidad instalada en 1985.	154
Cuadro No. 38	Embalses proyectados para el período (1981—1988)	155
Cuadro No. 39	Ordenamiento de proyectos de acuerdo a su uso múltiple.	156
Cuadro No. 40	Sistemas fluviales de Colombia	157
Cuadro No. 41	Movimiento portuario de pasajeros y ganado por las Intendencias fluviales del Magdalena, Amazonas, Orinoco y Atrato 1982 y 1983	158
Cuadro No. 42	Movimiento portuario de la carga movilizada en toneladas por las Intendencias fluviales del Magdalena, Amazonas, Orinoco y Atrato 1982—1983.	159
Cuadro No. 43	Lagos, lagunas y represas con fines turísticos en Colombia.	160
Cuadro No. 44	Principales sitios con aguas altas y desbordamiento en las diferentes cuencas hidrográficas	162
Cuadro No. 45	Pérdida de vidas humanas y económicas por desastres de origen hidrometeorológico (1964 — 1977)	163
Cuadro No. 46	Relación de emergencias hidrológicas presentadas en el período 1975 — 1984.	164
Cuadro No. 47	Relación de emergencias meteorológicas presentadas en el período 1978 — 1984.	165
Cuadro No. 48	Duración de la inundación en la cuenca Magdalena—Cauca	166
Cuadro No. 49	Relación por departamentos de familias damnificadas, por causa de la ola invernal presentada entre septiembre y diciembre de 1984	167
Cuadro No. 50	Subcentros Regionales de comunicación de la red de alertas hidrometeorológicas — HIMAT	168
Cuadro No. 51	Distribución por entidades de la red de alertas hidrometeorológicas.	168
Cuadro No. 52	Red de estaciones de alertas hidrometeorológicas cuenca	168

	Magdalena—Cauca	169
Cuadro No. 53	Relación entre nutrientes en la Bahía de Cartagena	172
Cuadro No. 54	Participación porcentual de las diferentes fuentes en la carga contaminante actual (Bahía de Cartagena)	173
Cuadro No. 55	Distribución porcentual de las cargas contaminantes industriales a la Bahía de Cartagena	174
Cuadro No. 56	Valores de caudales, concentraciones y cargas de las industrias evaluadas en la Bahía de Cartagena	175
Cuadro No. 57	Fosfatos en aguas de ríos Colombianos	176
Cuadro No. 58	Parámetros que en una o más de sus determinaciones se encuentran a niveles superiores a los recomendados o fijados por organismos internacionales — río Bogotá	177
Cuadro No. 59	Parámetros que en una o más de sus determinaciones se encuentran a niveles superiores a los recomendados o fijados por organismos internacionales — río Magdalena	178
Cuadro No. 60	Tasa por mil de mortalidad en menores de un año Colombia 1977—1981	179
Cuadro No. 61	Tasa de mortalidad infantil (por 1.000 nacidos vivos) en algunos departamentos de Colombia 1973, 1983 y 1988	179
Cuadro No. 62	Tasa por mil de morbi—mortalidad general en Colombia 1981—1982	180
Cuadro No. 63	Morbi—mortalidad en menores de un año en Colombia 1981—1982	180
Cuadro No. 64	Morbi—mortalidad en niños (1 a 4 años) Colombia 1981—1982	181
Cuadro No. 65	Producción, transporte y concentración de sedimentos en ríos de Colombia	182

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura No. 1	Precipitación media anual en Colombia	187
Figura No. 2	Red hidrográfica de Colombia por vertientes.	188
Figura No. 3	Zonificación hidrográfica de Colombia	189
Figura No. 4	Caudales medios multianuales y rendimientos en las grandes regiones hidrográficas de Colombia	190
Figura No. 5	Localización de los estudios de aguas subterráneas en Colombia.	191
Figura No. 6	Producción de los acuíferos en algunas regiones de Colombia.	192
Figura No. 7	Fuentes de aguas termales en Colombia.	193
Figura No. 8	Mar Territorial y zona económica exclusiva de Colombia.	194
Figura No. 9	Delimitación del mar en extensión y profundidad.	195
Figura No. 10	Volumen de los cuerpos de agua	196
Figura No. 11	Area total de los cuerpos de agua	197
Figura No. 12	Escomentía y rendimientos de toda la tierra, América del Sur y Colombia	198
Figura No. 13	Densidad de población en las diferentes secciones del país	199
Figura No. 14	Participación porcentual de la población urbana y rural de Colombia.	200
Figura No. 15	Participación porcentual de la población urbana de los cuatro centros más importantes del país.	201
Figura No. 16	Participación porcentual de los suelos de los grupos A y B adecuables por secciones en el país	202
Figura No. 17	Superficie adecuada en el país (Riego y Drenaje) en porcentaje.	203
Figura No. 18	Suelos potencialmente adecuables en el país en porcentaje.	204
Figura No. 19	Porcentaje de nuevos proyectos de adecuación de tierras en estudio	205
Figura No. 20	Porcentaje del programa lagos y riego en ladera.	206
Figura No. 21	Inventario Hidroeléctrico — Regionalización.	207
Figura No. 22	Intendencia fluvial del Magdalena	208
Figura No. 23	Intendencia fluvial del Amazonas	209
Figura No. 24	Intendencia fluvial del Orinoco	210
Figura No. 25	Intendencia fluvial del Atrato y San Juan	211
Figura No. 26	Río Magdalena — Sitios difíciles para la navegación	212
Figura No. 27	Río Putumayo — Pasos de difícil navegación.	213
Figura No. 28	Río Caquetá — Pasos de difícil navegación	214
Figura No. 29	Río Guaviare — Pasos de difícil navegación.	215
Figura No. 30	Río Meta — Pasos de difícil navegación.	216
Figura No. 31	Río Atrato — Sitios difíciles para la navegación	217
Figura No. 32	Río San Juan — Sitios difíciles para la navegación.	218

Figura No. 33	Consumo de agua en los diversos sectores en Colombia	219
Figura No. 34	Períodos de aguas altas y desbordamientos de los principales ríos en Colombia	220
Figura No. 35	Períodos de aguas altas y desbordamientos de los principales ríos de Colombia	221
Figura No. 36	Desastres de origen hidrológico (Desbordamientos)	222
Figura No. 37	Desastres de origen meteorológico (vendavales tormentas)	223
Figura No. 38	Ubicación zonas inundables	224
Figura No. 39	Estaciones de la red de alertas hidrometeorológicas	225
Figura No. 40	Localización de las industrias evaluadas para determinar su posible carga contaminante en la Bahía de Cartagena	226
Figura No. 41	Usos de la Bahía	227
Figura No. 42	Influencia de sedimentos en el Canal del Dique sobre la Bahía de Cartagena	228
Figura No. 43	Zona del terminal marítimo de ECOPETROL (Cartagena) con implicación de aceites y grasas y desechos industriales	229
Figura No. 44	Oxígeno disuelto	230
Figura No. 45	Tasas de mortalidad infantil en Colombia por secciones 1973 (por mil)	231
Figura No. 46	Tasas de mortalidad infantil en Colombia por secciones 1978, 1983 por mil	232
Figura No. 47	Primeras causas de mortalidad en Colombia	233
Figura No. 48	Enfermedad diarreica por región y grupos de edad en Colombia (1977 – 1980)	234
Figura No. 49	Estaciones de medición de sedimentos	235
Figura No. 50	Producción zonal de sedimentos	236
Figura No. 51	Aportes de sedimentos al río Magdalena y al Caribe	237
Figura No. 52	Aportes de sedimentos al río Patía y al Pacífico	238
Figura No. 53	Aportes de sedimentos en el río Meta y Sinú	239
Figura No. 54	Aportes de sedimentos a la Ciénaga Grande	240

1. EL RECURSO AGUA

El agua, es un recurso natural básico e insustituible, sin el cual no es posible la vida ni la actividad del hombre. Se diferencia de los otros recursos naturales por su maravillosa propiedad de renovarse continuamente a causa del ciclo hidrológico, cuyo principal eslabón lo constituye el intercambio de agua entre los océanos (gigantescos vaporizadores) y la tierra.

El agua ha sido siempre un elemento decisivo en el desarrollo de la civilización al obligar a los hombres a agruparse, originándose en esta forma un cambio de ideas que permitió el desarrollo cultural. Razón por la cual las primeras culturas nacieron en países desérticos, en los cuales la vida sólo era posible al lado de una fuente de agua (en Babilonia y en Egipto el agua fue el elemento que aglutinó a esos grupos humanos).

El agua interviene también en la actividad humana a través de sus múltiples usos, conflictivos a veces, en todas las etapas del desarrollo socioeconómico de las comunidades. En amplias regiones del globo se constituye en el factor crítico, restringiendo severamente las posibilidades de vida del hombre y en otras no menos importante su abundancia, su uso indiscriminado o anormales contingencias climáticas, originan irreversibles procesos, cuya corrección es altamente costosa y demanda largos períodos de tiempo. Sequías, inundaciones y otros efectos nocivos de las aguas que temporal o frecuentemente afectan grandes zonas y producen ingentes daños a la comunidad, por la pérdida de bienes, infraestructura y aun de vidas humanas.

1.1 CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO AGUA

Las características especiales de este recurso son las que determinan en forma general disposiciones legales que regulan su uso, dada su importancia merecen mención breve:

- a) Es un recurso vital y en algunos lugares escaso, es decir sin agua no hay vida y la disponibilidad del elemento en algún lugar puede ser inferior a la demanda.
- b) La disponibilidad en tiempo y lugar del recurso agua implica proba-

bilidad de ocurrencia y nada se puede asegurar sobre su cantidad.

- c) La masa de agua existente es constante, pero está en continuo movimiento y cambio de estado. Primero cae como lluvia, luego se presenta como escorrentía superficial o subterránea y finalmente asciende en forma de vapor, conservando siempre su identidad de agua.
- d) El valor del agua está ligado a su ubicación en tiempo y lugar y a su calidad. Además el agua puede ser usada sucesivamente y para fines muy diversos. La misma agua que produce energía en una turbina puede más abajo regar y haber sido utilizada entre tanto como medio de transporte e infortunadamente en muchos casos para recolectar desperdicios en una ciudad. La posibilidad de usos sucesivos del agua también obliga a regular el orden en que se utiliza el recurso para asegurar la adecuada calidad de cada uso.

1.2 FACTORES FISICOS Y GEOGRAFICOS

Factores tales como la estructura hidrográfica, las precipitaciones y el régimen de lluvias, 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 (régimen de lluvia) o concurrentes y aditivos dentro de una misma estructura hidrográfica, favoreciendo ciertos tipos de aprovechamientos hidráulicos (régimen de caudales). Si se conjugan los factores anteriores, se pueden visualizar los eventos de escorrentía y flujos dentro de una dinámica que marca la naturaleza de las aptitudes y los tipos de aprovechamientos posibles: hidroenergía, adecuación de tierras, navegación, agua potable, entre otros.

lluvias, aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas termales y aguas oceánicas.

2.1 AGUAS LLUVIAS

Es el más importante a cuantificar en el país puesto que la magnitud anual de las precipitaciones en las distintas regiones no es igual, debido a las características de la circulación atmosférica y en parte a la diferencia en el contenido de humedad en las masas de aire. El régimen pluviométrico es muy variado, observándose en la Alta Guajira, promedios anuales menores de 500 mm y en algunos sitios de las serras del Chocó valores superiores a 8.000 mm anuales. La precipitación de cada lugar está determinada principalmente por la situación de la mayor parte del país al norte del Ecuador, así como también por la temperatura, vientos, altitud, configuración, relieve, etc. El período lluvioso al norte del Ecuador es en general de abril a noviembre, con dos máximos de precipitación que coinciden con los dos pasos del territorio colombiano bajo la norma solar en mayo-junio y octubre-noviembre; entre diciembre y marzo se observa un período seco con lluvias esporádicas en algunas zonas y ausencia total de éstas en otras; entre los dos máximos de pluviosidad se presenta en algunas regiones una corta época seca. Al sur del Ecuador se aprecian diferencias con el ciclo de lluvias descrito, ya que se tienen lluvias intensas al final de cada año y períodos secos entre ambos períodos lluviosos.

La distribución de la precipitación en Colombia por regiones se presenta más adelante.

2.1.1 La precipitación y su distribución

Este factor ha permitido llegar a caracterizar las regiones naturales del país en función de las precipitaciones y regímenes. Figura No. 1.

2.1.1.1 Región Caribe

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

Valores totales anuales

lluvias son más escasas. En la Guajira se reportan precipitaciones inferiores a 500 mm y se extiende esta condición al sureste por el Valle del río Cesar, entre la Sierra Nevada y la Serranía de Perijá. Al pie de la cordillera la precipitación alcanza y supera los 3.000 mm. La Serranía de San Lucas, terminación septentrional de la Cordillera Central, es bastante lluviosa.

Las zonas secas de esta región corresponden a la Alta Guajira, que en determinados lugares se reportan precipitaciones totales anuales inferiores a 250 mm y en la zona noroccidental de las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta con valores inferiores a los 400 mm de precipitación anual.

2.1.1.2 Región Andina

En general en esta región los valores totales anuales no superan los 3.000 mm, en promedio, con excepción del valle medio de Magdalena y de las estribaciones septentrionales de las cordilleras Occidental y Central, donde las lluvias suelen sobrepasar los 3.000 mm y aun los 4.000 mm. Hay excepciones donde las lluvias se presentan entre los 500 mm y aun valores más bajos.

Las zonas secas de esta región corresponden a los fondos del valle, altiplano y a cumbres, entre las cuales se encuentran:

- Valle del río Chicamocha (lugares con lluvias inferiores a 1.000 mm)
- Valle del río Cauca Medio (aguas abajo de la Pintada), lluvias inferiores a 1.500 mm.
- Valle del río Patía, lluvias inferiores a 1.200 mm o aún 1.000 mm en ciertos sitios.
- En los valles del río Magdalena (aguas arriba de Honda) y del río Cauca (aguas arriba de La Virginia).
- Los altiplanos de la Sabana de Bogotá y Nariñense
- Las cumbres de las cordilleras por encima de 3.500 metros de altitud, reciben precipitaciones por debajo de 1.500 mm.

2.1.1.3 Región Pacífica

Entre 30° y 70° de latitud norte en las partes bajas de la región reciben lluvias de 5.000 mm. Al norte de los 70° las precipitaciones disminuyen hasta menos de 4.000 mm (frontera con Panamá). Hacia el este la pre-

precipitación disminuye bruscamente sobre la vertiente occidental de la cordillera alcanzando los 3.000 mm hacia la cumbre. Las mayores precipitaciones se localizan entre los 5º y 6º en la parte baja, con lluvias mayores de 8.000 mm (cerca de los Andes). Tumaco tiene un promedio estimado de 2.000 mm.

Se presentan en la cordillera algunas zonas menos húmedas conformadas por valles protegidos, cuya precipitación se estima en menos de 2.000 mm, tales como

- El valle de Dabeiba
- El valle de Urrao
- Los valles de los ríos Dagua y Calima

2.1.1.4 Región Oriental

Hacia la frontera brasilera las lluvias son mayores de 3.000 mm. En el resto de la Amazonia no se presentan valores promedio superiores a 3.000 mm, ni inferiores a 2.550 mm. Hacia los Andes las lluvias pasan de 3.000 mm. El norte de la isoyeta de 2.500 mm, marca a grandes rasgos el límite entre la Amazonia y la Orinoquia. En esta última, al norte de los 5º, 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 lluvias son de 4.000 mm. En la medida en que se asciende, las lluvias alcanzan valores de 4.500 a 5.500 mm. También hay zonas en esta región menos húmedas y relativamente secas a saber:

- Valle del río Negro
- Valle de los ríos Guavio y Batá
- Alto Valle del río Arauca

Estos valles presentan precipitaciones anuales por debajo de 1.200 mm, en algunos sitios.

Los datos anteriores indican que Colombia aunque tiene algunas zonas secas es básicamente un país húmedo, donde las barreras montañosas ejercen gran efecto sobre las masas de aire que vienen de Atlántico y del Pacífico, destacándose en las laderas montañosas, zonas con gran

aumento de precipitación por la orografía.

El análisis adelantado por Oster, R. 1979, citado por Mantilla, G, en el Diagnóstico de los Recursos Hídricos, véase referencia, confirma las anteriores aseveraciones y puede decirse que en el 23.54% del área nacional hay lluvias mayores de 3 000 mm, en promedio y un rango más amplio, es decir en el 72.50% del área nacional, hay lluvias mayores de 2 000 mm, en promedio aproximadamente. Oster, R. hace la siguiente distribución de rangos de humedad a nivel nacional sin incluir las zonas de páramo que también disponen de suficiente humedad:

Menos de 500 mm	0.50%
de 501 a 1 000 mm	1.50%
1.001 a 1.500 mm	9.50%
1.501 a 2 000 mm	15.50%
2.001 a 2.500 mm	18.00%
2.501 a 3 000 mm	31.00%
3.001 a 5 000 mm	18.50%
más de 5 000 mm	5.00%

2.2 AGUAS SUPERFICIALES

Incluye ríos, riachuelos, quebradas, lagunas y aflines (ver escorrentía).

2.2.1 Hidrografía

La hidrografía colombiana está determinada por la estructura orográfica del país; la orientación sur-norte que presentan las tres grandes cordilleras colombianas encauzan en una dirección las principales corrientes, tales como el río Magdalena, entre las cordilleras central y oriental, el Cauca entre la Central y la Occidental y el Atrato entre la Cordillera Occidental y las Serranías de Baudo y Darién; las vertientes externas de los ramales andinos distribuyen las corrientes hacia el oriente y occidente. La geografía del país determina la formación de cuatro vertientes hidrográficas: Caribe, Pacífico, Amazonas y Orinoco (Ver figura No. 2)

2.2.1.1 La Vertiente del Caribe

Está constituida por las hovas hidrográficas de las corrientes que vierten

sus aguas al mar Caribe, ya sea directamente o a través de los principales ríos del sistema, tales como el Magdalena con sus afluentes, los ríos Cauca, Cesar, San Jorge, Sogamoso, Saldaña, Bogotá, Sumapaz, etc., el río Atrato y sus tributarios el Murri, Domingodo, Ardágueda y otros, los ríos Sinú, Ranchería, León, etc.

2.2.1.2 La vertiente del Pacífico

Está formada por las corrientes que tributan al Océano Pacífico. Es una vertiente húmeda de alta precipitación donde sobresalen los ríos Patía, San Juan, Mira, Micay, Dagua, Anchicayá, Guzón, etc.

2.2.1.3 La Vertiente del Amazonas

Región suroriental del país y la integran los numerosos tributarios del Amazonas o de sus afluentes, entre los que se destacan ríos Caquetá, Putumayo, Vaupés, Guainía, Apaporis, Caguán, Orteguzza, Yarrí, Iga-Paraná.

2.2.1.4 La Vertiente del Orinoco

Corresponde a la región de los Llanos Orientales cuyas aguas se dirigen al río del mismo nombre, sobresalen los ríos Arauca, Meta, Vichaca, Guaviare, Inírida, Casanare, Tomo, Tuparro, etc.

2.2.2 La Escorrentía

Es aquella parte de la precipitación que corre por la superficie terrestre, después de haber llenado depresiones, lagunas, embalses o haberse infiltrado. Los ríos, riachuelos, arroyos, caños, etc., son el resultado de la escorrentía superficial.

Colombia con la consecuencia de la alta precipitación en la mayor parte de su superficie y de otros factores como topografía y geología, posee una altísima red hidrográfica, del orden de 720 000 microcuencas físicamente definidas, cifra que aumenta de acuerdo a rangos por área (Ver figura No. 3 y Cuadro No. 1).

De esta forma Colombia se convierte en uno de los países que posee

mayor abundancia de recursos hídricos de superficie en el mundo

Dicho escurrimiento está repartido en cuatro grandes regiones hidrográficas a saber:

15 430 m³/seg. (Región Hidrográfica del Caribe); 6 903 m³/seg. (Región Hidrográfica del Pacífico); 21 399 m³/seg. (Región hidrográfica de la Orinoquia) y 22.185 m³ seg. (Región Hidrográfica de la Amazonia) Ver Figura No. 4.

El caudal de los ríos en gran porcentaje, se ha establecido por espacio de varios años (cuenca Magdalena—Cauca), aunque existen zonas en que las mediciones han sido puntuales como sucede en algunos ríos de las vertientes de la Orinoquia y Amazonia y en consecuencia los valores medios son por lo general aproximados.

En el Cuadro No. 2 se presentan clasificados por su caudal los principales ríos, grandes, medianos y pequeños del país, que desembocan en el mar Caribe, Océano Pacífico, como también en los ríos Orinoco y Amazonas.

En el Cuadro No. 3, se presentan por regiones hidrográficas los rendimientos más altos por unidad de superficie.

2.3 AGUAS SUBTERRANEAS

Las aguas subterráneas, son un recurso hídrico de gran importancia para la mayoría de las regiones del país. Infortunadamente es muy pobre la información al respecto, es decir, la disponibilidad total de aguas subterráneas en Colombia, e incluso la cantidad que se extrae anualmente, es muy difícil de establecer.

En algunas zonas se han realizado inventarios de los pozos y en otras se ha estimado el volumen de agua extraído todos los años, pero aún falta mucho para saber cual es el volumen de aguas subterráneas disponible en el Territorio Nacional, así como en qué medida ellas se aprovechan.

Los estudios regionales cubren la Alta Guajira, parte del Valle Medio del Magdalena, el Valle del Cesar, la Sabana de Bogotá, la Isla de San Andrés,

el Valle del Río Ariguani, la zona de Santa Marta y el área de Cúcuta. De todas las áreas anteriormente citadas, solamente en la que corresponde al río Cauca se ha establecido una red de observación, operada por la CVC, para el control de la explotación (Ver Figura No. 5).

Por otro lado, hay peligro inminente de sobreexplotación de las reservas de agua subterránea en el Valle del río Cauca debido a grandes extracciones, en la Media Guajira debido a una recarga muy limitada con el peligro de la salinización de los acuíferos y en la Sabana de Bogotá, por la creciente explotación del agua subterránea. Dentro de las principales zonas ya descritas, se encuentran acuíferos de producción promedio de 130 L/seg. (Valle del Cauca); 30 L/seg. (Valle del río Cesar), 60 L/seg. (Santa Marta en el relleno aluvial del río Manzanares), con una variación de 20 a 60 L/seg. (Llanos Orientales), 100 L/seg. (Alrededores de Sincelejo); 30 L/seg. (Valle de Codazzi); 15 L/seg. (algunas regiones del Chocó).

Con relación a las aguas subterráneas, éstas constituyen un factor menos limitante para la producción agropecuaria en la región Caribe y Valles Interandinos, que en la Región Andina (Ver Figura No. 6)

En general el potencial estimado de aguas subterráneas en la vertiente del Caribe y donde se dispone de información es como sigue:

Vertiente	Cuenca	Valle	Vol. (miles de millones de m ³)
Caribe	Magdalena	Río Cauca	37.210
	San Juan del Cesar	Río Cesar	2.243
	Ariguani	Río Ariguani	55

INGEOMINAS, Plan Nacional de Aguas Subterráneas. Informe borrador. Datos parciales. Citado por VII Seminario Latinoamericano de Irrigación. Informe de Colombia. 1984.

2.4 AGUAS TERMALES

Uno de los aspectos importantes de las aguas subterráneas son las aguas termales que brotan a una temperatura superior a la ambiental e inferior a 100°C y que contienen en disolución varias sales minerales, pro-

cedentes de capas acuíferas muy profundas.

2.4.1 Características Físico-químicas de las Aguas Termales

Las aguas termominerales, contienen sales disueltas disociadas. Además de vapor de agua hay presencia de gases disueltos y ocluidos, entre los que se destacan el gas carbónico (más frecuente y abundante) y el nitrógeno; como también gases raros, tales como el helio, argón, criptón y xenón que aunque sólo existen en trazas, son frecuentes.

La temperatura es la característica más importante de las aguas termominerales. Una fuente se dice termal cuando sus aguas tienen una temperatura superior de 5 a 6°C a la temperatura promedio ambiente de la zona de emergencia. La radioactividad es característica de interés en aguas minerales. Toda clase de agua subterránea presenta una pequeña radioactividad que desaparece después de algún tiempo al estar expuesta al aire.

2.4.2 Clasificación de las aguas termales:

a) Según su composición química: bicarbonatadas, cloruradas, sódicas, sulfatadas, sulfuradas, cloruradas cálcicas, clorosulfuradas, ferruginosas, arsenicales, radiactivas.

b) Según su temperatura (°C)

Hipertermiales	50 a 100
Mesotermiales	35 a 50
Hipotermiales	20 a 35
Prototermiales	15 a 25
Fuentes frías	menos de 20

2.4.3 Localización de algunas de las principales Fuentes Termales de Colombia

La región Cundiboyacense es la que mayor cantidad de fuentes termales presenta, seguida de la región sur, compuesta por los departamentos de Cauca, Huila y Nariño. En muchos lugares se han creado balnearios termales que van desde refinados hoteles a simples embalses para almacenar agua. En la Figura No. 7, se presenta la localización de las fuentes termales en Colombia.

2.5 AGUAS MARINAS

Colombia cuenta con costas sobre el Océano Pacífico y el mar Caribe que constituyen una tercera parte de su perímetro continental y desde 1978 ejerce jurisdicción sobre una zona económica exclusiva adyacente al mar territorial que cubre aproximadamente 988.000 km², o sea un 87% del área del país en tierra firme.

A pesar de la favorable situación natural del país en su frente marítimo, el aprovechamiento de dichos recursos y el uso económico del mar no ha tenido un desarrollo muy pequeño proporcionalmente con los recursos terrestres.

Son evidentes los beneficios económicos y sociales que para estas regiones significaría un fortalecimiento de la pesca marítima, el cultivo controlado de especies vivas o acuicultura, el transporte marítimo internacional y de cabotaje, el potencial energético especialmente de la plataforma continental, las actividades vinculadas con la recreación y el turismo nacional e internacional, la extracción de minerales y materias primas y, en general el gran desarrollo de la zona costera como franja de vinculación entre el continente y el océano.

Desde el punto de vista continental, el país tiene una extensión de 1.141.748 km² y un perímetro de 9.242 km. Si se considera además el mar territorial y su plataforma continental, sobre las cuales el Estado ejerce soberanía absoluta, se puede considerar que la extensión del país aumenta en un 60%, aproximadamente, en relación con su territorio Continental.

El 32,50% del perímetro continental está formado por los llamados "límites" con el océano Pacífico y con el mar Caribe, o sea, por sus costas marinas, lo cual significa que a lo largo de aproximadamente 3.000 km (1.700 km en el Caribe y 1.300 km en el Pacífico), el país tiene un acceso directo a una cantidad de recursos que son comparables en magnitud a los que posee en todo su territorio continental, además del recurso en sí que constituye extensa zona costera. Con la aprobación de la Ley 10 de agosto de 1978 y con los tratados bilaterales celebrados o en negociación con naciones vecinas, el país establece derecho dentro de una zona económica exclusiva de 200 millas náuticas en un

área oceánica, aproximada de 988 000 km², incluyendo los recursos que se encuentran en la columna de agua, el lecho y el subsuelo del mar en esta área. (Ver Figuras Nos. 8 y 9).

2.6 CUERPOS DE AGUA

2.6.1 Agua en Lagos y Embalses

Los lagos y embalses contienen importantes reservas de agua utilizables para fines económicos. El total de lagos y embalses existentes en Colombia es de 1 636 aproximadamente, ocupando un área de 104 712 hectáreas. Los departamentos de Antioquia, Atlántico, Boyacá, Cundinamarca y Nariño son los que más área en lagos y embalses presentan, con un total de 60 351 hectáreas (57.64% del total). El volumen total es de 18 352 millones de metros cúbicos.

2.6.2 Agua en Ciénaga y Varios*

Estos cuerpos de agua ocupan un área de 607.504 Has y los departamentos de Bolívar y Magdalena tienen el 57.51% del área. El almacenamiento total es de 156 961 millones de metros cúbicos.

2.6.3 Almacenamiento de agua en los pantanos

Los pantanos son zonas que se caracterizan por una saturación de humedad, estanqueidad y escasa fluidez, en los horizontes superiores del suelo y del subsuelo. Aún no ha sido posible establecer el volumen de agua almacenada en las zonas pantanosas de Colombia, aunque se estima que la superficie ocupada por el total de éstas, es aproximadamente de 1 967 988 Has, es decir, cerca del 2% del área de Colombia.

Es de anotar que estas áreas están concentradas en el Amazonas, Guanía y el Guaviare con el 60.00%.

En términos generales el área total ocupada por los cuerpos de agua en Colombia es de 2 680 204 Has (2.35% del área total continental de Colombia), con un almacenamiento de aproximadamente 175 313

* Varios, todo cuerpo de agua que no tiene nombre

3. RED HIDROMETEOROLOGICA

Hasta el año de 1968 las actividades hidrometeorológicas se desarrollaron en el país por parte de numerosas entidades públicas y privadas que proyectaban y operaban sus redes de estaciones de observación de acuerdo con necesidades específicas. Con igual criterio procesaban y presentaban la información resultante.

Dichas entidades por diferentes razones no tuvieron en cuenta en la planeación y ejecución de sus tareas los criterios básicos para la realización de estudios hidrológicos y meteorológicos de propósito general o múltiple.

La actividad hidrometeorológica desarrollada hasta entonces estaba relacionada principalmente con las necesidades económicas inmediatas de ciertas áreas con mayor desarrollo o con proyectos hidráulicos en marcha, situados todos en la región montañosa y más poblada del país.

La hidrometeorología desarrollada en Colombia hasta 1970, presentaba las siguientes características

- a) Las estaciones de observación hidrológica y meteorológica pertenecían a diferentes entidades.
- b) Existían solamente redes de características aceptables en regiones de gran interés específico.
- c) Los sistemas de medición y procesamiento de los datos no eran homogéneos
- d) Un análisis de los datos mostraba registros cortos o prematuramente interrumpidos y muy pocas estaciones presentaban más de 20 años de operación continua
- e) Se carecía de un archivo nacional de datos hidrometeorológicos, lo cual llevó a duplicar y superponer estudios y esfuerzos en una misma

zona. Además, se hacía singularmente difícil y costosa la toma de datos para un proyecto de amplia cobertura nacional o para fines generales.

- f) Las actividades hidrometeorológicas no se desarrollaban teniendo en cuenta el aprovechamiento múltiple de los recursos, especialmente del agua, ni el manejo racional de las cuencas hidrográficas.

A partir de abril de 1969, se creó el Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología, SCMH (hoy HIMAT), época en la cual se proyectaron las redes hidrológicas y meteorológicas con instalaciones homogéneas y se aplicaron métodos de observación estandarizados tan importantes para adelantar programas de cubrimiento y emprender estudios de cobertura nacional que permitieran conocer el comportamiento hidroclimático del país y precisar los requerimientos de información para cada sector usuario de las aguas, dentro de principios de lo que se entiende como red mínima o básica.

Una red mínima o básica es aquella que evita serias deficiencias en el desarrollo y la gestión de los recursos hídricos a una escala compatible con el nivel general de desarrollo económico del país.

Una red mínima no atiende necesidades de información para proyectos muy específicos y localizados, es decir, no es la adecuada para la formulación de planes detallados de desarrollo y no satisface los numerosos requerimientos de una región desarrollada para la operación de proyectos y la gestión de los recursos hídricos. En otras palabras, dicha red suministrará el marco básico de expansión para satisfacer las necesidades de los objetivos específicos.

En general, puede sostenerse que en los últimos 15 años se ha puesto más énfasis en la racionalización de las redes hidrométricas y meteorológicas del país y en el mejor conocimiento del ciclo hidrológico en algunas zonas. Sin embargo, debido a la naturaleza de la distribución de la población, quedan aún cuencas hidrográficas de las cuales no se conocen ni siquiera los elementos básicos necesarios para calcular el balance hídrico.

En la actualidad hay reportadas 4.200 estaciones para la medida de los

parametros hidrometeorológicos (ver cuadros Nos. 5 y 5a.)

Dicha red se encuentra zonificada cumpliendo los requisitos mínimos en cuanto a densidad (ver cuadro No. 6).

Adicionalmente, vale la pena destacar que en 1985 se ha iniciado la instalación y operación de una estación hidrometeorológica automática en Mitú con proyección de otras dos adicionales en la región oriental del país.

4 CUANTIFICACION DE LOS RECURSOS DE AGUAS LLUVIAS Y SUPERFICIALES

Los valores de precipitación y esorrentía permiten apreciar fácilmente en Colombia gran riqueza hídrica, ocupando el agua un lugar sobresaliente entre los recursos naturales por su manifiesta abundancia, así como por su aceptable distribución caracterizada desde los puntos de vista temporal y geográfico, ocupando de esta forma el cuarto lugar en riqueza hídrica, después de la Unión Soviética, Canadá y Brasil, sin dejar de considerar zonas afectadas por sequía temporal o permanente, como de otras donde se producen inundaciones periódicas.

Sin embargo, la característica de la precipitación en Colombia consiste en que el 88% del área total, registra lluvias superiores a 2.000 mm, para establecer un promedio anual cercano a 3.000 mm.

Con esta precipitación media anual, Colombia supera en cerca de 2 veces la de América del Sur (1.600 mm)* y en 3 veces el promedio mundial (900 mm)*.

Si el área de Colombia es aproximadamente 1.141.748 km² con una precipitación media anual de 3.000 mm y una evaporación media de 1.150 mm, se obtiene:

Volumen total anual precipitado:

$$1,14 \times 10^6 \text{ km}^2 \times 3,0 \times 10^{-3} \text{ km} = 3,425 \text{ km}^3$$

* Instituto de Hidrología – UNESCO, Balance Hídrico Mundial y Recursos Hidráulicos de la Tierra. Madrid 1979

Volumen total evaporado:

$$1.14 \times 10^6 \text{ km}^2 \times 1.15 \times 10^{-3} \text{ km} = 1.313 \text{ km}^3$$

De donde se deduce que el volumen disponible para escorrentía superficial es de:

$$3.425 \text{ km}^3 - 1.313 \text{ km}^3 = 2.112 \text{ km}^3$$

De la estimación se obtiene en promedio para todo el país una escorrentía superficial de $66.971 \text{ m}^3/\text{seg}$. Este valor da aproximadamente un rendimiento medio de $59 \text{ L}/\text{seg}/\text{km}^2$; aunque parecen un poco altos los valores estimados éstos pueden comprobarse tomando los valores reportados en el Cuadro No. 2, para la escorrentía total medida en los ríos colombianos de $54.839 \text{ m}^3/\text{seg}$, para el 83.55% del área total y repartiendo dicho caudal en las regiones hidrográficas; aplicando el método de los rendimientos en forma ponderada, se obtienen los siguientes valores que confirman los estimados inicialmente. (ver figura No. 4).

Caudal:	$66.971 \text{ m}^3/\text{seg}$
Rendimiento	$59 \text{ L}/\text{seg}/\text{km}^2$
Lámina:	$1.821 \text{ mm}/\text{año}$

Los anteriores resultados y la información consignada en el Cuadro No. 7 y la Figura No. 12, permiten hacer las siguientes consideraciones:

- a) Aunque la extensión del territorio colombiano es sólo el 0.77% del área continental total del globo, aporta el 4% de la escorrentía media total.
- b) El rendimiento medio anual de Colombia es casi seis veces mayor que el rendimiento promedio continental del globo ($10 \text{ L}/\text{seg}/\text{km}^2$) y 3 veces mayor que el rendimiento promedio de la América del Sur ($21 \text{ L}/\text{seg}/\text{km}^2$).

Es importante anotar que este recurso se ve disminuido por pérdidas debidas a la evaporación. En el territorio nacional se estima que de la precipitación hay unos 1.150 mm, que se pierden por evaporación.

zonas resulta un poco difícil, ya que en diversas áreas de Colombia prácticamente no existen datos sobre el consumo de agua como es el caso de la Orinoquia, Amazonía y parte de los litorales Atlántico y Pacífico

Hay datos completos para determinados aspectos en la zona Andina en donde se dispone de trabajos sobre la demanda de agua, sin embargo, sue.en en algunos aspectos ser discordantes y no comparables

Para apreciar los principales usos que la población hace de las aguas, a continuación se presentan algunas cifras de interés, relacionadas con el consumo humano de agua (acueducto y alcantarillados), uso industrial, generación de energía, irrigación y drenaje, navegación y recreación.

5.1 AGUA PARA CONSUMO HUMANO

La salubridad pública depende en gran parte de un adecuado suministro de agua potable tanto para las comunidades urbanas como rurales, siendo éste un objetivo esencial en todo plan de desarrollo social y factor que suele utilizarse como indicador del grado de desarrollo de un país.

5.1.1 Datos sobre Demografía

La población estimada para 1984 asciende a un total de 28 439 000 habitantes, según el Departamento Nacional de Planeación, de los cuales aproximadamente un 66% reside en áreas urbanas, con el agravante de presentar dicho porcentaje, tendencia al aumento.

La población se concentra en la Región Andina y el Caribe, en tanto que la densidad de población es considerablemente baja en las demás regiones (ver figuras Nos. 13, 14 y 15) Aproximadamente una tercera parte de la población total habita en los cuatro principales centros urbanos del país, así.

Bogotá:	4.313.000 habitantes
Medellín:	2.071.000 habitantes
Cali:	1.352.000 habitantes
Barranquilla:	1.074.000 habitantes

5.1.2 Consumo Urbano de agua

Son numerosas las variables que determinan el consumo de agua a nivel urbano; entre los principales factores están:

- La demografía (número de personas por familia o vivienda)
- El nivel de ingresos (el consumo es directamente proporcional al ingreso familiar)
- Las tarifas (a mayor costo tarifario menor consumo).
- El clima (a mayor temperatura mayor consumo).
- Otras variables socio-económicas (calidad del servicio en referencia a la presión, fugas de agua, calidad y tratamiento del agua).

5.1.3 Consumo Rural de Agua

El consumo de agua por habitante en las zonas rurales de todo el mundo es siempre inferior al consumo urbano, en las zonas rurales la disponibilidad de las fuentes es más restringida y los habitantes generalmente no poseen artefactos de gran consumo de agua.

En Latinoamérica el consumo de agua diario promedio por persona en sectores urbanos y rurales es del orden de 270 y 130 litros/habitante/día, respectivamente*.

En Colombia se presentan los siguientes valores para el sector rural:**

- 80 litros/habitante/día para climas fríos
- 120 litros/habitante/día valor promedio
- 140 litros/habitante/día para climas cálidos

5.1.4 Cobertura del Estado Sanitario

Las coberturas de los estados sanitarios a nivel departamental se presentan en el Cuadro No. 8, observándose una mayor cobertura en los departamentos del interior sobre los de la Costa.

* Organización Mundial de la Salud

** Instituto Nacional de Salud

Dentro del estado sanitario y en relación con la existencia de los servicios de acueducto y alcantarillado, se encuentran porcentajes de cobertura entre 92.60% en el departamento del Quindío y 55.80% en Bolívar; es decir que las regiones Central (departamentos de Cundinamarca, Meta y Boyacá), Caldense (departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda) y Occidental (departamentos del Valle, Cauca y Nariño) tienen una cobertura por encima del 850%, mientras que las regiones noroccidental (departamentos de Bolívar, Sucre y Córdoba) y norte (departamentos de la Guajira, Cesar, Magdalena y Atlántico) presentan por debajo del 720%.

En el sector rural las coberturas del servicio de agua son muy inferiores a las del sector urbano, observándose un progreso dentro de la población rural nucleada

Las coberturas actuales en acueducto y alcantarillado comparadas con las del "Decenio del Agua 1981-1990" y cumpliéndose sus objetivos, se observa que en 1990 aproximadamente el 900% de la población urbana, el 600% de la rural nucleada y el 35.00% de la rural dispersa, contarán con abastecimiento de agua potable (ver Cuadro No. 9).

5.1.5 Calidad del Agua Suministrada

La calidad del agua entregada depende de la fuente, la efectividad del tratamiento a que se la someta y del buen funcionamiento y operación en el sistema de distribución. En consecuencia es necesario y prioritario el control de su calidad al terminar de tratarla como de comprobar que sus características sean mantenidas al llegar al término de su distribución.

De acuerdo con la evaluación realizada, la situación general en cuanto a la calidad del agua se presenta en el Cuadro No. 10.

En el Cuadro No. 11 se consignan los datos obtenidos de una distribución de la población de acuerdo con 5 tipos de tratamientos utilizados en los sistemas.

Si se considera que únicamente las calidades A y B brindan confiabilidad deseable sobre potabilidad, se deduce que solo 216 localidades se encuentran a este nivel, es decir, el 21.90% del total de cabeceras municipi-

país. La población servida con estas calidades suma 12.416.481 habitantes y constituye el 66,50% del total.

El total de localidades que tienen sistemas que pueden calificarse de suficientes y adecuados es de 197; sólo responden al 20% de las cabeceras municipales.

La población servida por ellos es de 12.323.124 habitantes que representan el 66,00% del total de habitantes en las 990 cabeceras municipales del país.

El resto de localidades población está recibiendo un servicio deficiente por calidad y/o cantidad o sencillamente no cuenta con servicio alguno.

5.1.6 Requisitos que debe llenar el agua para uso doméstico

Toda agua que se de al consumo para usos domésticos debe tener y llenar las siguientes características.

a) Físicas*

Turbidez: no mayor de 10 unidades Jackson de Turbiedad, UJT
Color: 20 unidades, escala platino cobalto

b) Químicas*

Arsénico	menor de 0.050 ppm**
Selenio	" 0.010 "
Selenio	" 0.010 "
Plomo	" 0.050 "
Fluor	" 1.000 "
Vanadio	" 1.000 "
Boro	" 1.000 "
Cobre	" 1.000 "
Zinc	" 15.000 "
Hierro y manganeso juntos	" 0.300 "
Magnésio	" 36.000 mg/L
Sólidos totales	" 500.000 mg/L
Cloruros	" 250.000 ppm
Sulfatos	" 400.000 "
Fenoles	" 0.002 "

* Normas de agua potable en Colombia. Ministerio de Salud Pública
Decreto Número 1594 de junio de 1984
Decreto Número 2105 de julio de 1983

** Partes por millón

c) Bacteriológicas

El agua para consumo humano debe estar libre de bacterias patógenas. Como índice de contaminación se toma el grupo de bacterias coliformes en número no mayor de 1 000 microorganismos/100 ml. No se acepta película visible de grasas y aceites flotantes, materiales flotantes provenientes de actividad humana, radioisótopos y otros no removibles por desinfección, que puedan afectar la salud humana.

5.1.7 Diagnóstico de los Recursos Hídricos

En la actualidad la información estadística del país reporta para la población urbana un 34,00% de colombianos sin servicio de agua debidamente tratada y un 19% que no dispone ni siquiera del suministro de agua cruda en el domicilio (ver Cuadro No. 12).

El consumo humano de agua es de aproximadamente 78 0 m³/seg* para abastecer el 59,00% de la población de los cuales 12,75 m³/seg* son el consumo del sector rural. Solamente el 66 00% de la población urbana recibe agua con tratamiento tipo A. En Colombia no se establece la distinción entre el uso humano y el uso industrial del agua, lo que ocasiona fuertes recargos en los servicios de los acueductos locales.

En el supuesto de que una persona consuma en un día 250 litros de agua, se estima que los acueductos deben surtir un caudal promedio de unos 82 0 m³/seg.

En Colombia las coberturas en servicios de acueducto y alcantarillado en zonas rurales son notablemente inferiores a las urbanas.

5.1.8 Situación Crítica de los Factores Condicionantes

De los datos consignados en los Cuadros Nos. 10 y 11, anteriormente vistos, se puede establecer:

5.1.8.1 Abastecimiento de agua

— Sólo el 59 00% de la población total cuenta con abastecimiento

* Estudio Nacional de Aguas — DNP — 1985

de agua.

- Sólo el 66.50% de la población total recibe agua potable.
- 3 547 566 habitantes urbanos (19.00%) no tienen servicio de abastecimiento de agua en el domicilio.
- 1 610.124 habitantes de localidades rurales (56.00%) de la población nucleada no tienen servicio de abastecimiento de agua.
- 6.478 836 habitantes dispersos (94.00%) de la población rural dispersa, no tienen facilidades para abastecerse de agua

5.1.3.2 Alcantarillado

- 6 348.276 habitantes urbanos 33.50% no tienen servicio de alcantarillado
- 2 673.957 habitantes de localidades rurales (92.90%) de la población rural nucleada no tienen servicio de alcantarillado
- 6 299 634 habitantes dispersos (91.40% de la población rural dispersa no tienen servicio de alcantarillado.

Finalmente en el Cuadro No. 13 se presenta como una guía para la planificación del uso del recurso agua, una lista extensa de los consumos en las distintas aglomeraciones humanas.

5.2 AGUA PARA CONSUMO AGRICOLA

5.2.1 Suelos

Tradicionalmente se ha considerado que todos los suelos pueden ser utilizados en agricultura y en ganadería, pero al elaborar un plan agropecuario es indispensable conocer, aunque en forma general, las características de las tierras especialmente todas aquellas relacionadas con la capacidad de producción, toda vez que el suelo, debido al uso y manejo que se haga de él, puede sufrir transformaciones (degradación, erosión, etc.).

Conocer el uso actual y potencial de las tierras como los principales factores del suelo que restringen el crecimiento normal de las plantas, es muy útil para llegar a objetivos propuestos. Los desajustes entre el uso actual y el potencial ocasionan deterioro y alteración de la capacidad productora de la tierra (inundación, escasez de agua, etc.).

5.2.1 Clasificación de Tierras

El sistema más difundido se basa en las clases agrológicas por capacidad de uso, agrupadas en 8 categorías, donde priman los factores topográficos y condiciones de labranza para la agricultura mecanizada.

Colombia en la elaboración del estudio de los suelos por clases agrológicas con su respectivo mapa, siguió el sistema empleado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y acondicionó la metodología a los estudios existentes en las diferentes regiones

Las características determinantes consideradas entre otras fueron la fisiografía, las características físicas y químicas del suelo, las condiciones climáticas, los parámetros hidrofísicos del suelo, la fertilidad y la presencia de fragmentos gruesos o de roca en superficie, con sus respectivos factores dominantes tales como el relieve, la pendiente, la presencia o ausencia de sales y piedras, el drenaje natural, la presencia de encharcamientos o inundaciones, la retención de humedad, la permeabilidad y el nivel de fertilidad de los suelos

El sistema agrológico del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos clasifica las tierras de acuerdo con su capacidad de uso en 8 clases, en donde la I es la mejor y la VIII la peor, (de una forma simplista) de acuerdo con las limitaciones que presentan los factores del suelo más importantes antes considerados.

La clase I a IV, corresponden a tierras apropiadas para cultivos y para otros usos y las clases V a VIII a tierras con limitaciones para su uso, es decir no propicias para cultivos.

Los suelos de la clase I presentan pocas limitaciones que restrinjan su uso, los de la clase II tienen algunas limitaciones que reducen la escogencia de plantas o requieren de métodos de conservación moderados; los de la clase III tienen severas limitaciones que reducen la escogencia de plantas o requieren métodos de conservación especiales, los de la clase IV tienen limitaciones muy severas que restringen la escogencia de plantas y requieren un manejo muy cuidadoso, los de la clase V no presentan riesgo de erosión o si lo presentan es muy pequeño, pero tienen otras limitaciones que en la práctica no se pueden remover y que

Limitan su uso principalmente al pastoreo, la producción forestal o la fauna silvestre, los de la clase VI tienen limitaciones severas que las hacen generalmente inapropiadas para cultivar y que limitan su uso principalmente al pastoreo, producción forestal o fauna silvestre; los de la clase VII tienen limitaciones muy severas que los hacen inapropiados para cultivos y que restringen su uso principalmente a pastoreo, producción forestal o fauna silvestre; los suelos y las formas terrestres en la clase VIII tienen limitaciones que impiden su uso para la producción de plantas comerciales y los restringen a la recreación, la fauna silvestre o al suministro de agua o a fines paisajísticos o del recurso visual.

En el Cuadro No. 14 se presenta el resumen de clases por capacidad de uso de las tierras utilizadas para el levantamiento de la carta de clasificación de tierras en Colombia del IGAC 1973.

La extensión de cada una de las ocho clases agrológicas identificadas en el estudio del IGAC, cubrió 52.774.039 Has., (46,22%), del área total nacional y se presenta en el Cuadro No. 15. Dicho porcentaje no considera la Amazonia, como tampoco la parte oriental de los Llanos. Posteriormente con el programa de PRORADAM se aumentó el porcentaje de tierras clasificadas cubriendo la Amazonia Colombiana.

Las tierras se agruparon según su vocación agrícola, como de aquellas para una ganadería intensiva y de ganadería y agricultura con las debidas prácticas de conservación. Es de anotar que en los 61.400.761 de hectáreas (53,78%) no estudiadas, están ubicados la mayor parte de los bosques naturales existentes en el país, aproximadamente 40.000.000 Has. (35,03%).

En el Cuadro No. 16 se presenta en el grupo A para el país los suelos plenamente mecanizables planos con alto nivel de fertilidad, aptitud para la agricultura y la ganadería intensiva y con facilidad para implantar cualquier sistema de riego, predominando los suelos de las clases I a IV. En el grupo B los suelos de relieve plano a plano cóncavos, que requieren sistemas especiales de adecuación como protección contra inundaciones, drenaje, lavado de sales, etc., pueden ser de uso potencial similar al grupo A, una vez adecuados, predominando los suelos de la clase V (ver Figura No. 16).

La superficie con vocación agrícola mecanizable en el país, puede decirse

que es de 6 589.200 Has., equivalente al 5 77% del área total del país y puede aumentarse esta área a 10.552.300 hectáreas (9 24%) incluyendo suelos del grupo B con medidas especiales para su uso.

En el panorama nacional la vocación del uso de la tierra en Colombia se presenta en el Cuadro No. 17.

De acuerdo con lo reportado por los cuadros anteriores y según el cuadro No. 18 se confirma que el 100% de los suelos de la clase I (172.500 Has.), el 73% de la clase II (530.000 Has.) y el 46% de la clase III (1.370.000 Has.), se encuentran en las formaciones ecológicas correspondientes a bosque seco tropical (bs-T) y bosque muy seco tropical (bms-T), de donde se deduce que de un total de 6 589.200 hectáreas de suelos con vocación agrícola inmediata 2 700 000 hectáreas equivalentes al 41% están situadas en las formaciones ecológicas secas del país; en consecuencia la poca precipitación o mala distribución de las lluvias originan deficiencia de agua en unos períodos, como de encharcamientos e inundaciones en otros.

Esta serie de fenómenos naturales solo pueden ser solucionados mediante la ejecución de planes de adecuación de tierras con obras de riego y drenaje.

5.2.2 El Riego en Colombia

El riego, considerado como la más antigua e importante de las diversas técnicas que intervienen en la producción de alimentos y, consecuentemente, reconocido como una de las actividades del hombre, que desempeñó un papel principal en el desarrollo de las antiguas civilizaciones, registra antecedentes en el país, que se remonta a muchos siglos antes del descubrimiento de América en el siglo XV.

En efecto, cuando los españoles llegaron por primera vez, en el sur del país como de otros países vecinos (centro de la cultura Inca), encontraron una infraestructura hidráulica de cierta complejidad, cuyo origen se había perdido aún para la tradición oral, que venía siendo utilizada para captar, almacenar y conducir aguas para riego en beneficio de importantes áreas agrícolas.

La agricultura bajo riego y de secano o temporal no admite discusión que en las zonas áridas y semiáridas la única alternativa viable para el desarrollo de una agricultura económica y socialmente exitosa depende de la aplicación del riego, total o suplementario. Merced a una buena repartición de las lluvias en algunas zonas agrícolas del país, localizadas éstas en las laderas y valles interandinos, la actividad agrícola se desarrolla bajo condiciones de secano. Sin embargo, en dichas zonas tradicionales de esa agricultura de secano o temporal por contar con precipitaciones más o menos adecuadas en oportunidad e intensidad, el "riego suplementario" destierra toda posibilidad de una baja sensible en la productividad que se derive de una eventual ausencia de lluvia y que infortunadamente ocurre en períodos de máxima demanda hídrica para los cultivos en desarrollo, máxime si se tiene en cuenta el crecimiento de la población y la demanda de bienes y servicios.

En los Cuadros Nos. 19, 20 y 21, se ve la producción agrícola en los distritos en adecuación operados por HIMAT, en las áreas de riego y de secano para los años 1982, 1983 y 1984.

5.2.3 Superficie Actual Bajo Riego

Colombia actualmente cuenta con 841.570 hectáreas en adecuación (riego y drenaje) aproximadamente el 12,77% del total del área con vocación agrícola inmediata (6.588.200 hectáreas) y el 7,98% si se incluye la clase de suelos A (10.522.300 hectáreas) de dicha categoría. 378.551 hectáreas o sea el 45,00% del total en adecuación, son realizaciones Estatales y el resto por el sector privado, es decir, 463.019 hectáreas (55,02% del total en adecuación) (ver Cuadro No. 22).

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 de Colombia limitando con Venezuela y en las regiones del norte a lo largo de la Costa Caribe (ver Figura No. 17).

Es de anotar que aproximadamente el 41,77% del área adecuada en el país corresponde a los departamentos del Valle y del Tolima.

Las áreas adecuadas por el Estado, corresponden a los distritos de riego y drenaje que son administrados, operados y conservados por el HIMAT.

y cuenta con un área total de 378.557 hectáreas; de esta cantidad existen 118.236 hectáreas con obras de riego y drenaje y 147.685 hectáreas con obras de drenaje y para control de inundaciones.

Las cifras anteriores sobre la adecuación de tierras, indican que Colombia no ha logrado un desarrollo acorde con su potencial de tierras y aguas.

En el Cuadro No. 23 se observa que Colombia ocupa el sexto lugar en Suramérica dentro de los países que tienen tierras regadas sobre su total de tierras cultivadas, ubicándose Surinam (68.10%) y Perú (34.40%) como los que tienen los mayores porcentajes.

Sin embargo en Colombia el porcentaje real es de 14.030% considerando valores más actualizados, tomando como orden de magnitud 6.000.000 de hectáreas (tierras cultivadas) y 841.570 hectáreas bajo riego. Aproximadamente el 900% de la superficie bajo riego en Colombia, utiliza el riego por gravedad, especialmente en el Valle del Cauca y la Sabana de Bogotá y otras áreas predominan otros sistemas de riego (aspersión y goteo). El método de gravedad se usa debido principalmente a la costumbre tradicional de considerar el agua como un recurso abundante y barato que se puede gastar sin mayor racionalidad y seguramente por la alta inversión inicial que demandan otros sistemas y en contraste con los impresionantes progresos que se han producido en diversos campos durante los milenios de civilización, ha evolucionado muy poco. En relación con lo anterior, fuerza es reconocer que la eficiencia del uso del agua en las áreas bajo riego en el país es en general muy baja, lo que conspira contra la ampliación de la frontera agrícola en cuanto a disponibilidad del recurso agua y contribuye al deterioro de los suelos por erosión hídrica o salinización, afectando los rendimientos.

5.2.4 Aprovechamiento de Nuevas Areas

En el Cuadro No. 24 se observa que algo más del 53.320% del potencial de tierras adecuables, se encuentra localizado en dos regiones a saber: 37.540% en la Llanura del Caribe y el 15.780% en la Orinoquia, el resto o sea el 46.680% pertenece al Medio y Alto Magdalena, Valle del Cauca, Altiplano Cundiboyacense, Santanderes y Amazonia, considerando los suelos adecuables del grupo A.

Para los suelos del grupo B, tendría la Llanura del Caribe una representación del 41.09%. Se debe anotar que el 13.96% del potencial del grupo A cuenta con estudios a nivel de prefactibilidad y factibilidad y el 11.82% está constituido por proyectos que se encuentran en las fases de identificación y reconocimiento.

Al considerar el total de los suelos potencialmente adecuables de los grupos A y B se tiene 3.72% para las fases prefactibilidad y factibilidad y el 7.38% para las fases identificación y reconocimiento. En total se relacionan 80 proyectos de los cuales 25 figuran en fase de operación (ver Cuadros Nos. 25, 26, 27 y 28 y Figuras Nos. 18 y 19).

5.2.5 Riego en Ladera y Pequeños Lagos

En la Región Andina Colombiana, en las zonas de ladera situadas en las estribaciones de las cordilleras, en las que predomina el minifundio (representado en el 84% de las fincas del país) y que alberga el 70.00% de la población rural y donde además se cultiva aproximadamente el 64% de los alimentos básicos para la población y se produce el 20.00% de las materias primas por la industria en el país se ha creído oportuno extender los programas de adecuación de tierras, desarrollando las áreas de ladera*. En el Cuadro No. 29 se presentan las áreas potencialmente beneficiadas por departamentos mediante la implantación de dichos programas y que el INMAT ya ha iniciado con estudios que se adaptan a las zonas.

Lo anterior se contempla mediante proyectos de construcción de pequeños lagos, para almacenamiento de aguas lluvias para riego, como para otros usos, en las zonas de topografía que lo faciliten y así procurar solucionar la escasez del recurso. Mediante el adelanto de estos proyectos será posible contar con aproximadamente 22,402 hectáreas (ver Cuadro No. 30 y Figura No. 20).

5.3 CONSUMO DE AGUA EN LA INDUSTRIA

Los factores que intervienen en la demanda de agua por la industria son numerosos, debido precisamente a toda una serie de procesos industriales

* VII Seminario Latinoamericano de Iniciación - Informe Nacional de Colombia - Santiago de Chile 28 noviembre a 2 diciembre de 1983.

a que ésta es sometida. Entre una lista extensa de actividades industriales que consumen agua se destacan: alimentos y bebidas, productos lácteos, cervezas y gaseosas, producción de pulpa, papel y cartón, metales primarios en la siderurgia, productos químicos, cemento, minería del carbón, derivados del petróleo y el carbón, generación termoeléctrica, industria textil, fertilizantes, jabones y tintas, etc. En general la industria demanda agua para efectos de refrigeración, pero el mayor volumen de agua lo tienen las plantas termoeléctricas que en Colombia cerca del 90% o más del agua captada por dichas plantas se emplea en refrigeración. En el cuadro No. 31 se detallan las principales plantas térmicas del país.

Según Estudio Nacional de Aguas, ENA*, el consumo de agua por la industria en el país es del orden de $29 \text{ m}^3/\text{seg}$ y el agua dulce usada en la generación termoeléctrica es del orden de $107.53 \text{ m}^3/\text{seg}$ y la de mar de $47.96 \text{ m}^3/\text{seg}$ (ver Cuadro No. 32)

5.4 USO DEL AGUA EN HIDROENERGIA

El país cuenta con un potencial hidroeléctrico técnicamente aprovechable estimado en 93.000 MW que serían obtenidos en 308 sitios, considerando centrales con una capacidad superior a los 100 MW, que le permitirán atender su demanda de energía eléctrica hasta comienzos del siglo próximo, de los cuales 2.900 MW (3.20%) hacen parte de la capacidad instalada actual con un caudal de $1.000 \text{ m}^3/\text{seg}$ y 6.700 MW (6.50%) están en fases de construcción o diseño para entrar en operación antes de 1988, reservando de esta forma un potencial aprovechable de 83.000 MW, esperando que cubran las necesidades del país, para las próximas décadas

En el Cuadro No. 33 aparece el potencial teórico por grandes regionales, de acuerdo a la regionalización prevista por el estudio del sector eléctrico.

Si se hace una utilización técnica dicho potencial puede aumentar como se indica en el Cuadro No. 34

Las regiones del país con mayor potencial hidroeléctrico y atractivo

* Departamento Nacional de Planeación DNP. Estudio Nacional de Aguas. Uso del Agua en Consumo Humano e Industrial. Bogotá 1985.

económico son

Región sur (Nariño—Cauca)

Región noroeste (Antioquia)

Región noreste (Norte de Santander, Santander, Boyacá y Arauca)

Región oeste (Litoral Pacífico)

Región central (Cundinamarca, Tolima, Huila y Meta)

A comienzos de 1979, el país contaba con una capacidad total instalada de 4 047 MW, con el 28% en plantas térmicas y el 72% de origen hidroeléctrico y caudales captados en doce hoyas hidrográficas con un área de 1.750.000 hectáreas (ver Cuadro No. 35)

Estos sistemas produjeron 4.000 millones de metros cúbicos de capacidad útil y almacenada en los embalses relacionados en el Cuadro No. 36.

Ultimamente se observa un incremento acelerado en la generación eléctrica, llegándose a duplicar la capacidad instalada en menos de 5 años (Cuadro No. 37). Igualmente en el Cuadro No. 38 se muestran los embalses proyectados para el año 1988.

Algo significativo e interesante de estos avances ha sido definitivamente los proyectos de uso múltiple, en sus diferentes aspectos como irrigación, control de inundaciones y navegación (ver Cuadro No. 39).

La generación hidroeléctrica del país, realmente puede ser cubierta en gran porcentaje de acuerdo al potencial confiable, de igual manera en la termoenergía que ocupa un papel secundario pero también importante.

Aunque esta última presenta problemas ambientales de contaminación más serios que los que pueden causar las hidroeléctricas, no desatendiendo el desequilibrio de la temperatura de los ríos, si no se dispone de métodos de enfriamiento

Por todos los análisis realizados, se puede observar que las proyecciones del sector eléctrico nacional en los próximos años es la de elevar la capacidad instalada. En otras condiciones las cuencas receptoras de hidroeléctricas en funcionamiento o en etapa de factibilidad y que poseen una extensión aproximada de 8 millones de hectáreas, necesariamente

deberán ser sometidas a proceso de ordenamiento y manejo.

El sistema hidrográfico para aquella época suministrará 2.935 m³/seg., en valor promedio y un total de 29 embalses con capacidad de almacenamiento útil de aproximadamente 24 millones de metros cúbicos y suplir una demanda de 14.000 MW

Finalmente, en la Figura No. 21 se presenta una regionalización para el Inventario Hidroeléctrico

5.5 USO DEL AGUA PARA NAVEGACION FLUVIAL

El país para efectos de navegación fluvial está dividido en nueve (9) cuencas hidrográficas de las cuales cuatro (4) son utilizadas para una navegación rudimentaria y son las siguientes: Cuencas de los ríos Patía y Mira, Baudó, Sinú y Catatumbo.

Los sistemas fluviales con navegación comercial son: Cuencas de los ríos Magdalena, Amazonas, Orinoco, Atrato y San Juan. (ver Figuras Nos. 22, 23, 24 y 25).

Estos sistemas fluviales tienen un área total de 1.009.848 km² (88.45% del área total del país), en el Cuadro siguiente se observan las áreas por cuencas:

Cuenca	Area (Km ²)	Porcentaje (%)
Magdalena	266.541	23.34
Amazonia	343.000	30.04
Orinoquia	350.000	30.65
Atrato	35.702	3.13
San Juan	14.605	1.28

La cuenca fluvial del Orinoco representa el 30.65% del área del país, mientras que la del Atrato y San Juan sólo representan el 3.13% y 1.28% respectivamente.

5.5.1 Principales Sistemas Fluviales de Colombia

5.5.1.1 Sistema Fluvial del Río Magdalena

Formado por el Río Magdalena y sus afluentes principales, los ríos Cauca, Cesar, Nechí y el Canal del Dique. Este sistema corre de sur a norte por el centro del país, hasta el puerto de Barranquilla en el Caribe.

Abarca una extensión de 266.541 km² que corresponde al 23.34% de la superficie del país. La longitud total navegable del sistema es de 1.556 km, sobre un total de 3.356 km., es decir el 46.36% (ver Cuadro No. 40).

5.5.1.2 Sistema Fluvial del Río Amazonas (Sistema del sur)

Está formado por el río Amazonas y sus afluentes los ríos Caquetá, Putumayo y Vaupés.

A su vez los afluentes del río Caquetá (ríos Caguán, Orteguzza y Guayas) y del Putumayo (ríos Cara—Paraná, Cotuñe, Guamués, Igora—Paraná y San Miguel).

La cuenca del Río Amazonas tiene un área en Colombia de 343.000 km², 30.04% del área total del país.

La longitud total navegable del sistema del Amazonas es de 2.488 km, divididos básicamente en 2 subsistemas independientes entre sí: el primero de ellos es el integrado por el río Amazonas con una longitud navegable de 116 km, es decir, toda la longitud que le corresponde a Colombia, igualmente con el río Putumayo con 1.350 km.

El segundo subsistema es el del río Caquetá con una longitud total de 2.200 km, de ellos 1.200 km en territorio colombiano; su navegabilidad es de 462 km, que se interrumpe en algunos tramos por la presencia de rápidos, chorros y saltos entre los que sobresalen los de Aracacuara, Angostura y Córdoba. Desde el punto de vista de la navegación el río Caquetá comprende tres (3) sectores:

- a) Alto Caquetá: Los afluentes principales en este sector son los ríos Orteguzza y el Caguán.
- b) Caquetá Central: Comprende un tramo de aproximadamente 400

km, localizados entre el Salto de Araracuara y el Chorro de Córdoba.

- c) Bajo Caquetá: Abarca el trayecto desde el Chorro de Córdoba en cercanías de la población de La Pedrera

Finalmente el Río Vaupés con una longitud total de 1.055 km de los cuales 660 km, en territorio colombiano y de ellos 560 km, se consideran navegables.

5.5.1.3 Sistema Fluvial del río Orinoco (Sistema del Oriente)

Está integrado además del río Orinoco, por los ríos Meta, Arauca, Guaviare, Inírida y Vichada y afluentes de los anteriores. Cuenta con una extensión de 350.000 km² (30,650/o del área total del país). La longitud navegable del sistema del Orinoco es de 2.559 km incluyendo todos los afluentes.

5.5.1.4 Sistema Fluvial del Río Atrato

Integrado este sistema por la cuenca hidrográfica del río Atrato, que tiene un área de 35.702 km², ocupando el 3,130/o del total del país.

Tiene numerosos afluentes navegables que no se consideran prioritarios dentro del total de la navegación fluvial de la región. El río Atrato con una longitud de 612 km, es navegable en 457 km (74,670/o del total)

5.5.1.5 Sistema Fluvial del Río San Juan

La cuenca hidrográfica del río San Juan tiene una extensión de 14.605 km² y una longitud navegable de 230 km, que es posible a partir de la localidad de Itzmina.

5.5.2 La Navegación Fluvial y sus Obstáculos

La navegación fluvial en el país soporta generalmente innumerables problemas: unos de índole natural, como sucede con el descenso de los caudales de los ríos en las épocas de estiaje con la frecuente formación de islas, brazos y bancos de arena; otros por obstáculos en la navegación continua, inclusive en épocas de lluvia debido a los denominados saltos

o rápidos y palizadas. En las figuras Nos. 26 a 32 se presentan los pasos difíciles de navegación en algunos ríos navegables de los sistemas ya mencionados.

5.5.3 El Transporte Fluvial

Es innegable que el transporte fluvial se realiza a muy bajos costos y en volúmenes muy grandes, es por ello que debe promoverse y apoyarse decisivamente puesto que propicia el desarrollo regional del país.

El sistema del río Magdalena es el más importante desde el punto de vista de transporte de carga, es considerado el único que se encuentra integrado a otros sistemas.

Los otros sistemas son la base del transporte en áreas locales, que debido al poco desarrollo no han sido implementados, pero siendo por ejemplo el transporte por los sistemas sur y oriente muy limitados, estos ríos constituyen la principal forma de comunicación en esas regiones.

La capacidad de carga fluvial en Colombia es aproximadamente de 4 000 000 de toneladas anuales representadas en hidrocarburos, abonos, cemento, maderas y carga varia. En los cuadros Nos. 41 y 42 se muestra el movimiento portuario de pasajeros, ganado y carga movilizada por las intendencias fluviales para los años 1982 y 1983 en conjunto

Cabe anotar que el país cuenta con una longitud de cauce de aproximadamente 7 500 km comercialmente navegable por embarcaciones de más de 12 toneladas y unos 8.000 km, adicionales navegables por embarcaciones menores

5.6 USO DEL AGUA EN LA RECREACION

Existe la creencia de que el agua empleada en recreación ocupa un papel secundario, sin embargo, dentro de los programas de turismo la participación del recurso agua es igualmente importante, debiendo preservarse los cuerpos de agua y áreas de influencia en las zonas de atracción recreativa.

A nivel nacional el mayor aprovechamiento turístico se encuentra en los

grandes embalses o represas naturales y artificiales, tales como Lago de Tota, Laguna de la Cocha, Cumbal, Calima, Prado y otros. (ver Cuadro No. 43).

Existen otras formas de emplear el agua para fines recreativos, tales como piscinas, embellecimiento del paisaje, surtidores en los parques, etc.

5.7 CONSUMO DE AGUA EN LOS DIVERSOS SECTORES EN COLOMBIA

En la Figura No. 33 se presentan los consumos totales aproximados para cada sector de acuerdo con la información disponible y analizada anteriormente.