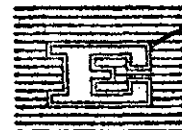


NACIONES UNIDAS

CONSEJO  
ECONOMICO  
Y SOCIAL



LIMITADO  
E/CN.12/CCP/SC.5/75  
TAO/LAT/104/Panamá  
Mayo de 1972

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA  
COMITE DE COOPERACION ECONOMICA  
DEL ISTMO CENTROAMERICANO  
SUBCOMITE CENTROAMERICANO DE  
ELECTRIFICACION Y RECURSOS HIDRAULICOS

Grupo Regional sobre Recursos Hidráulicos (GRRH)  
Grupo de Trabajo de Panamá

ISTMO CENTROAMERICANO. PROGRAMA DE EVALUACION DE  
RECURSOS HIDRAULICOS

VI. PANAMA

Informe preparado para el Grupo de Trabajo sobre Recursos Hidráulicos de Panamá con base en estudios elaborados por la Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos de la subsección de la CEPAL en México y por el Grupo de Recursos Naturales, CEPAL/OCT/OMM/CMS/(OPS), adscrito a la secretaría de la CEPAL en Santiago.

Este informe no ha sido aprobado oficialmente por la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas, la que no comparte necesariamente las opiniones aquí expresadas.

INDICE DE MATERIAS

|  | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| Presentación   | 1             |
| Introducción   | 3             |
| I. Potencial de los recursos de agua   | 7             |
| 1. Características meteorológicas  | 8             |
| a) Factores determinantes del clima  | 8             |
| b) Causas meteorológicas de las precipitaciones                                    | 9             |
| 2. Descripción resumida de la hidrografía  | 10            |
| 3. Características hidrogeológicas   | 11            |
| 4. Estimación de las disponibilidades de agua                                      | 12            |
| a) Precipitación   | 12            |
| b) Escorrentía superficial   | 18            |
| c) Precipitación y caudales en años secos  | 27            |
| d) Aguas subterráneas  | 27            |
| e) Sumario de recursos disponibles   | 30            |
| 5. Estimación preliminar del balance de aguas                                      | 33            |
| a) Estimación de la evapotranspiración   | 33            |
| b) Evaluación de la ecuación hidrológica   | 35            |
| 6. Factores naturales que influyen en la disponibilidad y utilización de las aguas | 36            |
| a) Topografía  | 36            |
| b) Geología  | 36            |
| c) Suelos  | 37            |
| d) Cobertura vegetal y evapotranspiración  | 38            |
| II. Usos actuales y futuros del agua   | 39            |
| 1. Riego   | 40            |
| a) Potencial de irrigación   | 41            |
| b) Usos actuales   | 41            |
| c) Usos proyectados  | 44            |

|   | <u>Página</u> |
|---|---------------|
| 2. Abastecimiento de agua y desagües                          | 52            |
| a) Usos actuales del agua                                     | 53            |
| b) Usos proyectados   | 56            |
| c) Contaminación del agua                                     | 57            |
| 3. Hidroelectricidad  | 58            |
| a) Potencial hidroeléctrico                                   | 60            |
| b) Usos actuales del agua                                     | 62            |
| c) Usos proyectados del agua                                  | 65            |
| d) Grado de utilización del potencial hidroeléctrico práctico | 66            |
| 4. Navegación fluvial   | 68            |
| a) Navegación en canales naturales                            | 68            |
| b) Navegación en el Canal Interoceánico                       | 69            |
| c) Resumen de usos y demandas                                 | 73            |
| 5. Otros usos y problemas relacionados con el agua            | 73            |
| a) Recreación   | 73            |
| b) Pesca y caza   | 73            |
| c) Crecidas e inundaciones                                    | 74            |
| d) Erosión y sedimentación                                    | 74            |
| e) Drenaje  | 75            |
| f) Contaminación  | 75            |
| 6. Resumen de usos y requerimientos de agua                   | 76            |
| a) Utilización actual   | 76            |
| b) Utilización proyectada para 1980                           | 79            |
| c) Utilización proyectada para 1990                           | 79            |
| 7. Comparación de usos y disponibilidades de agua             | 80            |
| a) Grado de utilización actual de los recursos                | 82            |
| b) Grado de utilización proyectado para 1980                  | 82            |
| c) Grado de utilización proyectado para 1990                  | 85            |
| 8. Análisis de grandes cuencas importantes                    | 86            |
| a) Grandes cuencas KK, PP y QQ                                | 86            |
| b) Grandes cuencas MM, NN y OO                                | 88            |
| c) Otras grandes cuencas                                      | 89            |

|  | <u>Página</u> |
|--|---------------|
| <b>III. Aspectos económico-financieros y legales e institucionales</b> | <b>90</b>     |
| <b>1. Aspectos económico-financieros</b>                               | <b>90</b>     |
| a) Acueductos y alcantarillados  | 90            |
| b) Riego y avenamiento   | 93            |
| c) Hidroelectricidad   | 98            |
| d) Navegación fluvial  | 101           |
| e) Hidrología y meteorología   | 101           |
| f) Sumario de aspectos económico-financieros                           | 103           |
| <b>2. Aspectos legales e institucionales</b>                           | <b>111</b>    |
| a) Breve descripción del derecho de aguas                              | 111           |
| b) Normas especiales para los distintos aprovechamientos del agua      | 114           |
| c) Normas especiales para distintas clases de aguas                    | 117           |
| d) Acción contra los efectos nocivos y el deterioro de las aguas       | 118           |
| e) Aguas de interés internacional                                      | 119           |
| f) Análisis de la estructura administrativa                            | 122           |
| <b>IV. Conclusiones y recomendaciones</b>                              | <b>132</b>    |
| <b>1. Conclusiones</b>   | <b>132</b>    |
| a) Recursos disponibles  | 132           |
| b) Utilización actual del agua (1970)                                  | 133           |
| c) Utilización proyectada del agua                                     | 135           |
| d) Aspectos económico-financieros                                      | 137           |
| e) Aspectos legales e institucionales                                  | 138           |
| <b>2. Recomendaciones</b>  | <b>140</b>    |
| a) Política general  | 140           |
| b) Estudios a realizar   | 140           |
| c) Aspectos legales  | 141           |
| d) Aspectos institucionales  | 142           |
| e) Aspectos internacionales  | 143           |
| <b>Bibliografía</b>  | <b>145</b>    |

INDICE DE CUADROS

| <u>Cuadro</u> |  | <u>Página</u> |
|---------------|--|---------------|
| 1             | Estimación de la precipitación media anual   | 14            |
| 2             | Precipitaciones mensuales y anuales en estaciones seleccionadas  | 15            |
| 3             | Estimación de los recursos hídricos superficiales  | 19            |
| 4             | Cálculo del caudal excedido el 95 por ciento del tiempo  | 21            |
| 5             | Caudales mensuales y anuales de ríos principales   | 24            |
| 6             | Características hidrológicas de algunos ríos   | 26            |
| 7             | Estimación de precipitación y escorrentía en años secos  | 28            |
| 8             | Estimación provisional de los recursos renovables de aguas subterráneas  | 31            |
| 9             | Sumario de recursos hídricos disponibles   | 32            |
| 10            | Distribución del área potencialmente regable por grandes cuencas   | 42            |
| 11            | Superficie bajo riego y uso del agua en 1970   | 43            |
| 12            | Demanda interna y exportaciones de cultivos anuales fuera del área centroamericana estimadas para los años 1980 y 1990 | 45            |
| 13            | Rendimientos agrícolas unitarios bajo diferentes grados de tecnología  | 47            |
| 14            | Superficie a cultivarse y regarse en 1980 y 1990   | 49            |
| 15            | Requerimientos de tierra y agua para riego, proyectados para 1980 y 1990   | 51            |
| 16            | Estimaciones de población para 1970, 1980 y 1990   | 54            |
| 17            | Utilizaciones de agua estimadas para satisfacer necesidades domésticas e industriales 1970 a 1990                      | 55            |
| 18            | Efluentes urbanos contaminados y caudales requeridos para dilución natural, 1970 a 1990                                | 59            |
| 19            | Evaluación preliminar del potencial hidroeléctrico teórico y práctico  | 61            |
| 20            | Características de las centrales hidroeléctricas existentes y en proyecto, 1970 a 1990                                 | 63            |
| 21            | Utilización actual y futura del agua para generación hidroeléctrica  | 64            |
| 22            | Grado de utilización actual y futura del potencial hidroeléctrico práctico   | 67            |

| <u>Cuadro</u> |  | <u>Página</u> |
|---------------|--|---------------|
| 23            | Longitudes de ríos navegables y requerimientos de agua para navegación mínima  | 70            |
| 24            | Clasificación de los usos nacionales del agua, 1970, 1980 y 1990               | 77            |
| 25            | Sumario de usos y demandas actuales y proyectadas del agua, 1970, 1980 y 1990  | 78            |
| 26            | Grados de utilización actual y proyectada de los recursos hídricos disponibles | 83            |
| 27            | Acueductos y alcantarillados. Inversiones al 31 de diciembre de 1970           | 91            |
| 28            | Acueductos y alcantarillados, programa de inversiones 1971 a 1975              | 92            |
| 29            | Acueductos y alcantarillados, personal y presupuesto de funcionamiento, 1971   | 94            |
| 30            | Riego y avenamiento. Inversiones efectuadas al 31 de diciembre, 1970           | 95            |
| 31            | Riego y avenamiento. Inversiones programadas, 1970 a 1975                      | 96            |
| 32            | Riego y avenamiento. Personal y presupuesto de funcionamiento, 1971            | 97            |
| 33            | Hidroelectricidad, inversiones al 31 de diciembre, 1970                        | 99            |
| 34            | Hidroelectricidad, programa de inversiones, 1971 a 1975                        | 100           |
| 35            | Hidroelectricidad, personal y presupuesto de funcionamiento, 1971              | 102           |
| 36            | Hidrología y meteorología. Inversiones al 31 de diciembre de 1970              | 104           |
| 37            | Hidrología y meteorología. Programa de inversiones, 1971 a 1975                | 105           |
| 38            | Hidrología y meteorología. Personal y presupuesto de funcionamiento, 1971      | 106           |
| 39            | Inversiones totales acumuladas en la utilización del recurso agua, 1970        | 108           |
| 40            | Costo y financiamiento de los programas de utilización del agua, 1971 a 1975   | 109           |
| 41            | Personal y costo de funcionamiento en la utilización del agua, 1971            | 110           |

| <u>Cuadro</u> |  | <u>Página</u> |
|---------------|--|---------------|
| 42            | Tratado de 1903 sobre el Canal Interoceánico                   | 120           |
| 43            | Actividades de la administración pública relativas al agua     | 124           |
| 44            | Actividades y sectores cubiertos por la administración pública | 129           |

#### INDICE DE GRAFICOS

##### Gráfico

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 1 | Variación del caudal medio mensual en ríos seleccionados                | 23  |
| 2 | Estructura de la administración pública relacionada con las aguas, 1971 | 123 |

#### INDICE DE LAMINAS\*

##### Lámina

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| 1 | Mapa hidrográfico              |
| 2 | Mapa hidrogeológico preliminar |
| 3 | Isoyetas anuales               |
| 4 | Hipsometría generalizada       |
| 5 | Mapa generalizado de suelos    |

\* Se incluyen al final del estudio.



## PRESENTACION

Este trabajo forma parte de la serie de estudios que, bajo la dirección de la Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos de la CEPAL, se ha llevado a cabo durante el período 1968 a 1970 para conocer los problemas que plantea la utilización de las aguas disponibles, especialmente en lo que afecta a su aplicación a propósitos múltiples en el Istmo Centroamericano.

La serie consta de informes correspondientes a los seis países del Istmo que completan cuatro anexos sobre temas específicos: A. Meteorología e hidrología; B. Abastecimiento de agua y desagües; C. Riego y D. Aspectos legales e institucionales. Un estudio regional donde se sintetiza la información de los estudios nacionales y se incluyen conclusiones y recomendaciones para el Istmo Centroamericano en conjunto, completa la serie.

La elaboración del informe sobre Panamá estuvo a cargo del señor J. Roberto Jovel, asesor regional de las Naciones Unidas y miembro de la Misión Centroamericana de Electrificación y Recursos Hidráulicos de la CEPAL y sobre la base de estudios y trabajos preparados por expertos del Grupo de Recursos Naturales CEPAL/OCT/OMM/OMS/(OPS) adscritos a la secretaría de la CEPAL en Santiago; expertos de la Oficina de Cooperación Técnica de las Naciones Unidas asignados a la subsección de la CEPAL en México, y un experto de la Secretaría de Recursos Hidráulicos de México. Se contó también con la colaboración de la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), de la Oficina Sanitaria Panamericana (OPS/OMS) y de los organismos nacionales que tienen relación con los diversos sectores usuarios del agua.



## INTRODUCCION

En la Resolución 99 (VI) aprobada en el sexto período de sesiones de la Comisión Económica para América Latina (Bogotá, 1955), se recomendó a la secretaría que, con la colaboración de las diferentes agencias especializadas de las Naciones Unidas y de otros organismos internacionales, realizara "un examen preliminar de la situación relativa a los recursos hidráulicos en América Latina, su aprovechamiento actual y futuro, en lo posible para fines múltiples, tales como energía, riego y abastecimiento de aguas y defensa contra inundaciones, tomando en cuenta otros factores como el saneamiento y demás beneficios que se derivan de la construcción de las obras correspondientes y del uso del agua".

De acuerdo con dicha resolución, se ha estudiado la disponibilidad y el aprovechamiento de los recursos hidráulicos de Chile, el Ecuador, Venezuela, Bolivia, Colombia, la Argentina, Perú, el Uruguay y la Norpatagonia.

Los gobiernos de los países del Istmo Centroamericano, a través del Subcomité Centroamericano de Electrificación y Recursos Hidráulicos (organismo del Comité de Cooperación Económica, solicitaron de la CEPAL, en agosto de 1966, que realizara una evaluación regional de los recursos hidráulicos del Istmo donde se incluyera, además de las disponibilidades de agua, "una proyección de las necesidades de agua para los diferentes usos; la determinación del papel que corresponderá a los recursos hídricos, a mediano y largo plazo, en el desarrollo económico de la región; la formulación de las bases para una política coordinada en materia de utilización de los recursos; la identificación de los problemas actuales que afronta la región en el aprovechamiento de las aguas, recomendando medidas concretas que permitan solucionarlos a corto plazo; el análisis de los programas hidráulicos nacionales y la formulación de proyectos adicionales que tomen en cuenta posibilidades de desarrollo regional; examinar la actual organización institucional y las disposiciones legales vigentes a nivel nacional, con miras a lograr su mejoramiento y armonización a nivel regional (y, en su caso, el establecimiento de una organización

/que tendría

que tendría a su cargo la coordinación regional del desarrollo futuro de los recursos) y, finalmente, la formulación de un plan de investigaciones que permita asegurar la continuidad en el aprovechamiento de los recursos hidráulicos una vez terminado el programa".

Este informe, que corresponde a la serie elaborada sobre los recursos hidráulicos de Latinoamérica, se refiere a Panamá; incluye la evaluación del potencial hídrico del país, la estimación de la utilización actual y futura del agua, el análisis de los problemas que dicha utilización plantea, así como un examen de los aspectos económico-financieros, de las estructuras administrativas y del régimen institucional y legal vigente.

El potencial hidráulico se refiere a los caudales superficiales y subterráneos disponibles en un año de precipitación normal, incluyéndose también estimaciones referentes a disponibilidades durante años "secos" y durante el estiaje. Se estiman los requerimientos por usos principales del agua para 1970 y se extrapolan dichos resultados hasta 1980 y 1990 con base en la satisfacción de las necesidades nacionales para cada sector usuario.

La suma aritmética de todas las utilidades sectoriales representa el uso bruto del recurso, y descontando los usos que no significan consumo o no causan contaminación se ha obtenido la utilización neta del agua. De los usos netos (agua potable, navegación interoceánica<sup>1/</sup> y riego) una parte se pierde a través de diferentes procesos (uso consuntivo y el remanente retorna a los cuerpos de agua con cierto grado de contaminación (uso contaminante).

La comparación entre la utilización --actual y proyectada-- del agua y los diferentes parámetros que definen su disponibilidad, indica el grado de aprovechamiento del recurso, las necesidades de regulación de los caudales y de reutilización y tratamiento de los retornos. También

<sup>1/</sup> La navegación por el canal interoceánico se consideró dentro de los usos netos por el hecho de que los caudales utilizados son entregados al mar y por ello no son reutilizables.

permite conocer las posibilidades de utilización complementaria y prever las situaciones conflictivas que pueden llegar a presentarse al aumentar el uso del agua por los sectores usuarios.

De acuerdo con los estudios realizados, puede afirmarse que Panamá cuenta con una muy amplia disponibilidad de agua superficial. A escala nacional, los recursos son actualmente objeto de un reducido aprovechamiento; sin embargo, existen zonas de alta concentración demográfica y de elevadas demanda y consumo de agua que coinciden con cuencas hidrográficas que poseen limitados recursos hídricos. Las estructuras administrativas y el régimen legal en vigencia presentan deficiencias que plantean problemas para el adecuado conocimiento, aprovechamiento, manejo y conservación de las aguas.

A causa del crecimiento demográfico, se estima que en los próximos 10 y 20 años las disponibilidades de agua por habitante se reducirán al 73 y al 52 por ciento de su valor actual, respectivamente, y que para satisfacer las necesidades básicas de la población será necesario realizar utilidades brutas respectivas del agua 1.6 y 2.3 veces mayores que las presentes.

Se considera que dicha situación habrá de resultar crítica al nivel de cuenca hidrográfica, especialmente en algunas de las vertientes del Pacífico de la parte central y occidental del país y en la que alimenta al canal interoceánico, donde se concentrará la mayor demanda y existen menores disponibilidades del recurso; en algunas será necesario emplear muy elevados porcentajes de los recursos disponibles, podrán presentarse conflictos entre sectores usuarios del agua y muy graves problemas de contaminación. Estas situaciones deberán preverse con la debida antelación, para encontrar la solución adecuada.

Puede recomendarse, por lo tanto, formular y aplicar sin tardanza una política nacional de desarrollo hidráulico que disponga el aprovechamiento óptimo de los recursos --a base de la regulación del caudal de los ríos y del amplio y combinado aprovechamiento de las aguas superficiales y subterráneas, recurriendo a desarrollos múltiples y escalonados del agua-- donde se establezcan prioridades en el uso para lograr los más amplios beneficios económicos y sociales para el país, se señale la

/debida

debida prioridad a las actividades y obras de conservación de suelos y forestación de cuencas (que permitirían obtener una mayor retención del agua precipitada, mantener tasas elevadas de recarga a los depósitos subterráneos, disminuir las crecidas e inundaciones y evitar la erosión de los suelos y el azolvamiento de las obras de aprovechamiento del agua) y se asegure la higiene de las aguas a base del control de la contaminación mediante el tratamiento artificial de las aguas servidas y el uso racional de fertilizantes y pesticidas.

Para los fines anteriores deberían intensificarse las actividades de investigación, aprovechamiento, manejo y conservación del agua, mejorando las estructuras administrativas y ampliando el régimen legal vigente, brindando apoyo económico a los organismos sectoriales encargados de dichas tareas, y fortaleciendo a la Comisión Nacional de Aguas para que eventualmente concentre las funciones básicas de evaluación, concesión y vigilancia, y coordine, efectivamente, el aprovechamiento del agua.

Parece conveniente aportar los medios necesarios para realizar una investigación que permita conocer las características hidrometeorológicas e hidrogeológicas generales del país, lo mismo que para determinar la magnitud, calidad y variación espacial y cronológica de las disponibilidades firmes de agua superficial y subterránea --sobre la base de información amplia y actualizada-- en las cuencas de más alto desarrollo futuro previsto o potencial disponible. Convendría asimismo poner en marcha un programa de investigación sobre aprovechamiento del agua, con énfasis en proyectos de propósitos múltiples, referido a las grandes cuencas de los ríos de la vertiente pacífica desde el Chiriquí Viejo al Tocumen, y a la que comprende a los ríos Coclé del Norte, Miguel de la Borda, Indio y Chagres, así como Changuinola y Teribe, en la vertiente del Caribe; su objetivo sería definir una secuencia óptima de realización de proyectos específicos de aprovechamiento para asegurar la utilización integral y óptima de los recursos disponibles.

## I. POTENCIAL DE LOS RECURSOS DE AGUA

En la descripción de las características meteorológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de Panamá, se ha seguido el sistema de numeración de cuencas y estaciones establecido por el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano;<sup>2/</sup> las cuencas que desaguan al Atlántico se designan con números impares y las que desaguan al Pacífico con números pares. En el caso de Panamá, las cuencas de la vertiente atlántica van desde la 87 (río Sixaola) hasta la 121 y las del Pacífico desde la 102 (río Chiriquí Viejo) hasta la 162 (río Sambú).

Se decidió estudiar regiones de posible desarrollo integrado, y de reducir al máximo los errores en los cálculos hidrológicos, examinándose grandes cuencas constituidas por agrupaciones de hoyas de limitada extensión. (Véase la lámina 1.)<sup>3/</sup> Para la vertiente atlántica se incluyeron las grandes cuencas denominadas II<sub>2</sub>, JJ, KK y LL; para la del Pacífico, las MM, NN, OO, PP, QQ, RR y SS.

La gran cuenca II<sub>2</sub> incluye las cuencas 87 a 91 de los ríos Sixaola y Changuinola; la JJ, las cuencas 93 a 103 de los ríos Guarumo, Cricamola, Calovébora, Veraguas y otros; la KK, las 105 a 115 de los ríos Coclé del Norte, Miguel de la Borda, Indio y Chagres; la LL, las cuencas 117 a 121 de los ríos menores que desembocan en el Golfo de San Blas. La gran cuenca MM se refiere a las cuencas 102 a 108 de los ríos Chiriquí Viejo, Escarrea, Chico y Chiriquí; la NN, a las cuencas 110 a 124 de los ríos Fonseca, Tabasará, San Pablo, San Pedro, Tonosí, etc.; la OO abarca las hoyas 126 a 134 de los ríos La Villa, Parita, Santa María, Grande y otros; la PP, las cuencas 136 a 140 de los ríos Antón, Caimito y otros; la QQ incluye las de los ríos Juan Díaz, Tocumen, Pacora y otros (142 a 146); la RR exclusivamente a la cuenca 148 del río Bayano; y la SS, a las cuencas 156 a 162 de los ríos Chucunaque, Tuira, Congo, Tucutí y Sambú.

<sup>2/</sup> Las referencias se indican en el texto por medio de números entre paréntesis (1) y remiten a la bibliografía que figura al final del informe.

<sup>3/</sup> Las láminas que se citan en el texto aparecen al final del informe.

La provincia de Chiriquí incluye la gran cuenca MM y parte de la NN; en la provincia de Veraguas está incluida gran parte de la gran cuenca NN y la cabecera de la OO; la provincia de Los Santos abarca porciones de las grandes cuencas NN y OO. La provincia de Herrera está virtualmente incluida en la gran cuenca OO; la de Coclé abarca gran parte de la cuenca OO y una fracción de las KK y PP. La provincia de Panamá abarca la mayor parte de las grandes cuencas PP, QQ y RR y una fracción de la SS. La provincia de Colón está comprendida dentro de la gran cuenca KK. La LL cubre la comarca de San Blas; la provincia de Darién está comprendida dentro de la gran cuenca SS. La provincia de Bocas del Toro comprende la gran cuenca II y parte de la JJ.

### 1. Características meteorológicas

#### a) Factores determinantes del clima

Se resumen enseguida los diversos factores geográficos, oceanográficos y meteorológicos que contribuyen a formar el clima del país.

Panamá está ubicada en el hemisferio norte, entre las latitudes 7°10' y 9°40' y las longitudes 77°00' y 83°10' oeste. Su territorio es atravesado por una serie de cadenas montañosas (Talamanca, Tabasará, San Blas y Darién) que modifican las condiciones generales de clima tropical, y establecen zonas con características locales donde se presentan variaciones del clima a cortas distancias. El relieve, además de afectar al régimen térmico (la temperatura disminuye con la altura), afecta a la circulación atmosférica del país y modifica el régimen pluviométrico general.

Las corrientes oceánicas que fluyen a lo largo de las costas contribuyen a caracterizar el clima por el intercambio de calor y humedad a que dan lugar las circulaciones atmosféricas que pasan sobre aquéllas, y más tarde sobre el país.

Desde el anticiclón semipermanente del Atlántico norte se generan los vientos alisios que llegan, en las capas bajas de la atmósfera, con dirección noreste, manifestándose en múltiples perturbaciones del clima normal, con intensidad variada. Las masas de aire tropical que normalmente llegan al

/país son



país son calientes y húmedas, y por lo general condicionalmente inestables; liberan su humedad como precipitación a través de procesos dinámicos de ascenso por convergencia, calentamiento desde la superficie o ascenso favorecido por la topografía. Masas de aire polar que llegan a Centroamérica entre octubre y febrero producen descensos en la temperatura y precipitaciones; en Panamá, sin embargo, estos frentes producen efectos mínimos.

b) Causas meteorológicas de las precipitaciones

Las masas de aire húmedo necesitan de los mecanismos dinámicos antes señalados, para producir la precipitación; ésta sólo ocurre cuando se aporta suficiente humedad al proceso capaz de producir la lluvia.

Más del 90 por ciento del vapor de agua de la atmósfera de la región se encuentra a baja altura; por ello, el transporte de casi toda la humedad se realiza en las capas bajas donde los vientos alisios constituyen la principal circulación de tipo general.

La zona de convergencia intertropical, en la que se produce el encuentro de las grandes corrientes de los vientos alisios de ambos hemisferios, se desplaza de sur a norte a lo largo del año y da lugar a precipitaciones intensas asociadas a sistemas constituidos por capas de nubes de distintos tipos a las que se debe un alto porcentaje de la lámina anual de lluvia.

Los frentes fríos que llegan a Centroamérica producen lluvias aisladas y ligeras que aumentan en las zonas montañosas; su efecto parece ser mínimo para la producción de lluvia en Panamá.

Las ondas del este que se presentan en la corriente de los alisios producen lluvias intensas y revisten gran importancia en la producción de lluvias cuando se hacen estacionarias y su extremo sur se asocia con la zona de convergencia intertropical.

Las circulaciones locales constituyen procesos de importancia en la evolución del clima; se deben a los calentamientos diferenciales relacionados unas veces con distintas superficies --como mar y tierra-- y otras con irregularidades topográficas. Agréguese a ello que la débil circulación general de la atmósfera que caracteriza a la región, facilita el desarrollo de estas corrientes locales que se presentan en zonas reducidas y en períodos cortos durante el día.

/Los huracanes

Los huracanes del Caribe sólo ocasionalmente penetran a territorio panameño, produciendo lluvias intensas que generan avenidas e inundaciones. Los ciclones tropicales suelen producir precipitaciones de tipo atemporalado, con reducida intensidad y duración relativamente larga.

Los temporales causan lluvias prolongadas y baja intensidad que provocan crecidas en los ríos y pueden llegar a producir hasta un 15 por ciento de la precipitación anual.

## 2. Descripción resumida de la hidrografía

Los ríos del país corren por dos vertientes: la del Pacífico, que abarca el 70 por ciento del territorio nacional, y la del Caribe o Atlántico, que ocupa el 30 por ciento restante. (Véase de nuevo la lámina 1.)

La divisoria continental está constituida por una serie de cadenas montañosas que se extienden de este a oeste.

En términos generales, los ríos son de corto recorrido y sus cursos están usualmente orientados en dirección normal a la costa. Los ríos más importantes, por su caudal, son Chiriquí Viejo (cuenca 102), Chiriquí (108), San Pablo (118), Changuinola (91), Santa María (132), Coclé del Norte (105), Chagres (115), Bayano (148) y Tuira (156).

La existencia del canal interoceánico ha modificado el régimen hidrológico en la cuenca del río Chagres (115). Los lagos artificiales de Madden y Gatún regulan el escurrimiento y permiten la operación por gravedad de las esclusas del canal, distribuyendo el caudal de la cuenca KK entre las dos vertientes.

Sólo una porción reducida de los ríos del país tienen implicaciones internacionales por ser sus cuencas compartidas con países vecinos. El río Sixaola en la cuenca 87 constituye límite internacional con Costa Rica, así como su afluente el Yorkin; algunos afluentes del río Teribe (en la cuenca 91) nacen en Costa Rica. La frontera con Colombia coincide en gran parte con los parteaguas de las cuencas limítrofes.

### 3. Características hidrogeológicas

La descripción somera de las características hidrogeológicas generales está encaminada a identificar zonas cuyo potencial garantice el aprovechamiento en gran escala del agua subterránea; se basa en estudios geológicos generales (2)(3) y en información hidrogeológica dispersa. (Véase la lámina 2.)

Los principales depósitos continuos de agua subterránea --que reciben importantes volúmenes de recarga procedentes de precipitación infiltrada-- están constituidos por formaciones aluvionales cuaternarias y recientes (identificados con el símbolo Qal en la lámina 2) compuestas por materiales no consolidados que se originaron por erosión de los materiales existentes en las cordilleras; estos materiales se encuentran depositados en las planicies de las grandes cuencas MM, OO, QQ, SS e II<sub>2</sub>. Depósitos adicionales existen en zonas cubiertas por materiales volcánicos no consolidados del Pliopleistoceno, ubicado al noroeste de David en la gran cuenca MM, y al este de Penonomé en la gran cuenca PP (estas formaciones se identifican con el símbolo TQv en la lámina 2). Algunas formaciones sedimentarias del período Terciario, constituidas por areniscas y calizas marinas, ubicadas en las grandes cuencas OO y SS, pueden constituir depósitos importantes y rendir caudales de consideración mediante pozos.

Las demás formaciones del Terciario y períodos anteriores no se consideran apropiadas para sostener aprovechamientos en gran escala, aunque puedan absorber y almacenar agua y rendir caudales de limitada magnitud.

Existen áreas de descarga natural del agua subterránea en las planicies costeras, ocurriendo deflujos considerables hacia el océano; pérdidas por evapotranspiración directa del agua subterránea ocurren en numerosas áreas aisladas en las que la tabla freática se encuentra a escasa profundidad de la superficie del terreno.

Con base en información incompleta; podrían señalarse los siguientes valores probables de permeabilidad: 1) materiales volcánicos no consolidados (TQv), 2.4 a 12 litros diarios por metro cuadrado (100-500 GPD/PIE<sup>2</sup>); 2) materiales aluvionales (Qal) y areniscas y calizas marinas, 4.8 a 12 litros por día por metro cuadrado (200-500 GPD/PIE<sup>2</sup>). El rendimiento específico podría oscilar en todos los casos entre el 2 y el 35 por ciento.

/Existe la

Existe la posibilidad de que extracciones en gran escala produjeran la intrusión de agua del mar en los acuíferos costeros que tienen conexión hidráulica con el océano y en los que la elevación y el gradiente de la napa freática sean reducidas.

#### 4. Estimación de las disponibilidades de agua

La estimación de disponibilidades de agua señala órdenes de magnitud de su valor real, por no considerarse la información disponible suficiente para elaborar evaluaciones de mayor precisión aunque haya sido procesada por métodos plenamente confiables.

##### a) Precipitación

1) Distribución geográfica. La precipitación anual en el país oscila entre 1 100 y 5 500 milímetros, como especifica la lámina 3 (4). La mayor parte del territorio, sin embargo, recibe láminas anuales superiores a los 2 metros.

Existen tres núcleos de precipitaciones superiores a los 3 metros; el de mayores láminas se encuentra en la gran cuenca JJ, ocurriendo hasta 5 500 milímetros por año, otro núcleo de 5 000 milímetros se observa en las cabeceras de los ríos comprendidos en la gran cuenca MM, y el tercero está ubicado al este de Colón en las grandes cuencas KK y LL donde ocurren láminas anuales de hasta 4 000 milímetros. (Véase de nuevo la lámina 3.)

La región de menores lluvias se localiza en la parte oriental de la península de Azuero, en la gran cuenca OO, donde ocurren láminas anuales inferiores a los 1 500 milímetros en algunas localidades.

ii) Precipitación anual promedio. Sobre la base del mapa de isoyetas, se ha calculado que el volumen anual precipitado sobre el país en un año normal, es de 195 150 millones de metros cúbicos o una lámina equivalente de 2.58 metros. En la vertiente del Atlántico caen 73 990 millones de metros cúbicos y en la del Pacífico 121 160; las láminas respectivas son de 3.28 y 2.28 metros.

En el cuadro 1 aparecen los resultados agrupados por grandes cuencas. El valor más bajo corresponde a las grandes cuencas SS (1.84 metros) y OO (1.87 metros); el más alto a la gran cuenca JJ (3.98 metros). Este rango de variación habría sido más amplio si se hubieran considerado cuencas o subcuencas individuales de menor extensión. Obsérvese que salvo las grandes cuencas SS, OO y PP, todas poseen láminas superiores a los 2 metros.

iii) Régimen de las precipitaciones. La distribución de la precipitación a lo largo del año acusa, en la mayor parte del país, una marcada distribución estacional, ya que entre mayo y diciembre ocurre un período de altas precipitaciones y durante el resto del año, sólo lluvias de limitada lámina e intensidad. En la vertiente del Caribe, sin embargo, --en las grandes cuencas II, JJ y KK-- las lluvias se presentan durante todo el año con una disminución en febrero y marzo. En la península de Azuero (grandes cuencas NN y OO) la precipitación mensual decrece en noviembre y casi desaparece a partir de diciembre.

La parte de la precipitación anual que ocurre durante el período de mayo a octubre, oscila entre el 47 por ciento en Bocas del Toro (gran cuenca II<sub>1</sub>), y más del 80 por ciento en la Península de Azuero (grandes cuencas NN y OO). De ello se infiere la necesidad de riego suplementario en amplias regiones del país. (Véase el cuadro 2.)

Durante la época lluviosa ocurren dos máximas. La absoluta sucede entre octubre y diciembre y la secundaria entre mayo y agosto. Los meses menos lluviosos suelen ser febrero y marzo.

Las variaciones que se observan en las lluvias de un año a otro son de gran importancia, al igual que su distribución a lo largo del año, desde el punto de vista de su utilidad. Estas variaciones se ilustran mediante la información disponible en la estación Alhajuela (115-83-22), donde los promedios decádicos de precipitación a partir de 1 900, expresados como porcentaje del valor medio del registro total, son de 102, 98, 100, 105, 92 y 93.

En el cuadro 2 se anotan también los coeficientes de variación de las láminas anuales y mensuales de lluvia en estaciones seleccionadas. Los valores anuales oscilan entre 12 y 26 por ciento para las estaciones consideradas;

Cuadro 1

PANAMA : ESTIMACION DE LA PRECIPITACION MEDIA ANUAL

| Gran cuenca                          | Cuenca                                 | Río   | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Agua caída                 |             |
|--------------------------------------|--|---|-------------------------------|----------------------------|-------------|
|                                      |  |   |                               | Millones de metros cúbicos | Metros      |
| <b>Total nacional</b>                |  |   | <b>75 650</b>                 | <b>195 150</b>             | <b>2.58</b> |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |  |   | <b>22 520</b>                 | <b>73 990</b>              | <b>3.28</b> |
| II <sub>2</sub> <sup>a/</sup>        | 87, <sup>a/</sup> 89, 91 <sup>a/</sup> | Sixaola, Home Creek, Changuinola                        | 3 655                         | 9 776                      | 2.67        |
| JJ                                   | 93 a 103                               | Guarumo, Cricamola, Calovebora, Veraguas y otros        | 7 547                         | 30 037                     | 3.98        |
| KK                                   | 105                                    | Coclé del Norte   | 1 630                         | 5 008                      | 2.01        |
|                                      | 107 a 113                              | Miguel de la Borda, Indio y otros                       | 1 820                         | 6 421                      |             |
|                                      | 115                                    | Chagres   | 4 200                         | 11 597                     |             |
| LL                                   | 117 a 121                              | Mandinga y otros  | 3 668                         | 11 151                     | 3.04        |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |  |   | <b>53 130</b>                 | <b>121 160</b>             | <b>2.28</b> |
| MM                                   | 102 a 108                              | Chiriquí Viejo, Chico, Chiriquí, etc.                   | 4 489                         | 15 712                     | 3.50        |
| NN                                   | 110 a 124                              | Fonseca, Tabasará, San Pablo, San Pedro, Tonosí y otros | 11 704                        | 34 292                     | 2.93        |
| OO                                   | 126 a 134                              | La Villa, Parita, Santa María, Grande y otros           | 9 667                         | 19 237                     | 1.99        |
| PP                                   | 136 a 140                              | Antón, Caimito y otros                                  | 2 224                         | 4 159                      | 1.87        |
| QQ                                   | 142 a 146                              | Juan Díaz, Tocumen y otros                              | 1 204                         | 2 444                      | 2.03        |
| RR                                   | 148                                    | Bayano  | 4 632                         | 9 959                      | 2.15        |
| SS                                   | 156                                    | Chucunaque-Tuira  | 9 648                         | 18 910                     | 1.84        |
|                                      | 158 a 162                              | Congo, Tucutí, Sambú y otros                            | 9 562                         | 16 447                     |             |
|                                      |  |   |                               |                            |             |

<sup>a/</sup> Cuenca internacional; los valores se refieren a Panamá únicamente.

Cuadro 2

## PANAMA: PRECIPITACIONES MENSUALES Y ANUALES EN ESTACIONES SELECCIONADAS

(Milímetros)

| Estación                       | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct.  | Nov. | Dic. | Total del año | Precipitación Mayo-octubre |            | Coeficiente de variación mensual |      |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|---------------|----------------------------|------------|----------------------------------|------|
|                                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |               | Total                      | Porcentaje | Máx.                             | Mín. |
| <b>Bongo-Pital (100-84-12)</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |               |                            |            |                                  |      |
| Valores promedio               | 95   | 62   | 73   | 153  | 319  | 301  | 317  | 358  | 366  | 579   | 376  | 170  | 3 175         | 2 240                      | 71         |                                  |      |
| Valores máximos                | 379  | 194  | 180  | 390  | 593  | 465  | 540  | 531  | 513  | 1 846 | 879  | 443  | 4 616         |                            |            |                                  |      |
| Valores mínimos                | 4    | -    | 8    | 51   | 156  | 138  | 164  | 155  | 194  | 267   | 38   | 42   | 2 462         |                            |            |                                  |      |
| Desviación estándar            | 84   | 50   | 46   | 75   | 97   | 77   | 87   | 104  | 91   | 291   | 170  | 93   | 551           |                            |            |                                  |      |
| Coeficiente de variación       | 88   | 81   | 63   | 49   | 30   | 26   | 27   | 29   | 25   | 90    | 45   | 55   | 17            |                            |            | 88                               | 25   |
| <b>La Estrella (132-95-01)</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |               |                            |            |                                  |      |
| Valores promedio               | 6    | 2    | -    | 18   | 149  | 190  | 144  | 140  | 197  | 307   | 251  | 96   | 1 508         | 1 127                      | 75         |                                  |      |
| Valores máximos                | 51   | 47   | 13   | 178  | 372  | 488  | 373  | 315  | 499  | 645   | 615  | 311  | 2 534         |                            |            |                                  |      |
| Valores mínimos                | -    | -    | -    | -    | 8    | 70   | 37   | -    | -    | -     | 75   | -    | 808           |                            |            |                                  |      |
| Desviación estándar            | 13   | 9    | 2    | 39   | 77   | 100  | 80   | 80   | 113  | 130   | 119  | 81   | 393           |                            |            |                                  |      |
| Coeficiente de variación       | 217  | 450  | ∞    | 217  | 52   | 53   | 56   | 57   | 57   | 42    | 47   | 84   | 26            |                            |            | ∞                                | 42   |
| <b>Summit (115-83-20)</b>      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |               |                            |            |                                  |      |
| Valores promedio               | 25   | 8    | 11   | 71   | 267  | 233  | 262  | 256  | 253  | 308   | 314  | 150  | 2 166         | 1 579                      | 73         |                                  |      |
| Valores máximos                | 134  | 55   | 76   | 226  | 580  | 416  | 519  | 475  | 377  | 477   | 799  | 621  | 2 826         |                            |            |                                  |      |
| Valores mínimos                | -    | -    | -    | -    | 103  | 92   | 73   | 133  | 114  | 121   | 151  | 13   | 1 716         |                            |            |                                  |      |
| Desviación estándar            | 35   | 12   | 19   | 66   | 90   | 84   | 86   | 87   | 73   | 86    | 130  | 123  | 266           |                            |            |                                  |      |
| Coeficiente de variación       | 140  | 150  | 173  | 93   | 34   | 36   | 33   | 34   | 29   | 28    | 41   | 82   | 12            |                            |            | 173                              | 28   |

Cuadro 2 (Continuación)

| Estación                      | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov.  | Dic. | Total del año | Precipitación Mayo-octubre |            | Coeficiente de variación mensual |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|---------------|----------------------------|------------|----------------------------------|------|
|                               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |               | Total                      | Porcentaje | Max.                             | Mín. |
| <b>Alhajuela (115-83-22)</b>  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |               |                            |            |                                  |      |
| Valores promedio              | 25   | 16   | 15   | 85   | 289  | 304  | 318  | 314  | 288  | 373  | 358   | 127  | 2 517         | 1 886                      | 75         |                                  |      |
| Valores máximos               | 100  | 94   | 76   | 230  | 501  | 521  | 529  | 663  | 468  | 704  | 920   | 582  | 3 862         |                            |            |                                  |      |
| Valores mínimos               | 1    | -    | -    | -    | 82   | 144  | 145  | 189  | 191  | 163  | 78    | 7    | 1 825         |                            |            |                                  |      |
| Desviación estándar           | 25   | 23   | 21   | 66   | 108  | 90   | 102  | 96   | 78   | 129  | 173   | 127  | 430           |                            |            |                                  |      |
| Coeficiente de variación      | 100  | 144  | 140  | 78   | 37   | 29   | 32   | 31   | 27   | 35   | 48    | 100  | 17            |                            |            | 144                              | 27   |
| <b>Salamanca (115-83-18)</b>  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |               |                            |            |                                  |      |
| Valores promedio              | 37   | 17   | 13   | 68   | 274  | 290  | 277  | 290  | 290  | 325  | 359   | 194  | 2 429         | 1 746                      | 72         |                                  |      |
| Valores máximos               | 169  | 138  | 63   | 189  | 469  | 505  | 482  | 477  | 435  | 617  | 1 248 | 465  | 4 076         |                            |            |                                  |      |
| Valores mínimos               | 3    | -    | -    | -    | 71   | 147  | 127  | 130  | 135  | 186  | 124   | 17   | 1 508         |                            |            |                                  |      |
| Desviación estándar           | 42   | 27   | 14   | 46   | 97   | 92   | 88   | 85   | 73   | 97   | 208   | 117  | 500           |                            |            |                                  |      |
| Coeficiente de variación      | 113  | 159  | 108  | 73   | 35   | 32   | 32   | 29   | 25   | 30   | 58    | 60   | 21            |                            |            | 159                              | 25   |
| <b>Seiyic (91-84-01)</b>      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |               |                            |            |                                  |      |
| Valores promedio              | 228  | 122  | 237  | 245  | 181  | 265  | 199  | 193  | 194  | 284  | 328   | 305  | 2 781         | 1 316                      | 47         |                                  |      |
| Valores máximos               | 298  | 150  | 330  | 349  | 223  | 288  | 297  | 259  | 231  | 377  | 450   | 391  |               |                            |            |                                  |      |
| Valores mínimos               | 158  | 82   | 103  | 170  | 151  | 246  | 150  | 90   | 155  | 153  | 200   | 261  |               |                            |            |                                  |      |
| <b>El Cobrizo (114-84-01)</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |               |                            |            |                                  |      |
| Valores promedio              | 3    | 10   | 14   | 112  | 197  | 405  | 265  | 273  | 403  | 582  | 328   | 69   | 2 661         | 2 125                      | 80         |                                  |      |
| Valores máximos               | 10   | 42   | 32   | 276  | 348  | 555  | 474  | 441  | 608  | 758  | 536   | 184  |               |                            |            |                                  |      |
| Valores mínimos               | -    | -    | -    | 25   | 78   | 270  | 45   | 150  | 227  | 504  | 196   | 13   |               |                            |            |                                  |      |



Cuadro 2 (Conclusión)

| Estación         | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Total del año | Precipitación Mayo-octubre Total | Por-ciento | Coeficiente de variación mensual | Mín. | Máx. |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|----------------------------------|------------|----------------------------------|------|------|
|                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |                                  |            |                                  |      |      |
| Océ              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |                                  |            |                                  |      |      |
| (130-84-01)      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |                                  |            |                                  |      |      |
| Valores promedio | 1    | -    | -    | 84   | 291  | 305  | 136  | 189  | 195  | 390  | 237  | 57   | 1 905         | 1 526                            | 80         |                                  |      |      |
| Valores máximos  | 7    | -    | -    | 134  | 389  | 394  | 223  | 220  | 229  | 654  | 347  | 120  |               |                                  |            |                                  |      |      |
| Valores mínimos  | -    | -    | -    | 25   | 161  | 175  | 82   | 156  | 150  | 259  | 69   | 13   |               |                                  |            |                                  |      |      |
| Boca del Toabré  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |                                  |            |                                  |      |      |
| (105-84-01)      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |               |                                  |            |                                  |      |      |
| Valores promedio | 286  | 144  | 125  | 390  | 396  | 318  | 351  | 399  | 257  | 346  | 411  | 656  | 3 999         | 2 067                            | 52         |                                  |      |      |
| Valores máximos  | 410  | 259  | 225  | 661  | 497  | 473  | 555  | 567  | 317  | 425  | 506  | 796  |               |                                  |            |                                  |      |      |
| Valores mínimos  | 219  | 49   | 57   | 190  | 259  | 172  | 220  | 300  | 172  | 278  | 278  | 300  |               |                                  |            |                                  |      |      |

los mensuales oscilan dentro de un rango más amplio fijado por un 25 por ciento para Salamanca (115-83-18) y un máximo (indicado como infinito en el cuadro 2) para la estación La Estrella (132-95-01).

b) Escorrentía superficial

1) Magnitud de los recursos superficiales. Únicamente parte del territorio nacional posee cobertura hidrométrica, por lo que para obtener una primera estimación de las disponibilidades de agua superficial se calculó inicialmente la precipitación anual media y los coeficientes de escorrentía, abarcando sólo las porciones de las grandes cuencas controladas por estaciones fluviométricas; luego, teniendo en cuenta las diferencias en precipitación, pendiente, extensión y otros datos físicos de las cuencas, se extrapolaron los valores obtenidos para adaptarlos a la totalidad de cada gran cuenca.

Los resultados de los cálculos indican que un 65 por ciento del volumen precipitado llega como escorrentía superficial a los océanos. El caudal equivalente es de 4 038 metros cúbicos por segundo, de los cuales 1 588 desaguan hacia el Caribe y los 2 450 restantes hacia el Pacífico. (Véase el cuadro 3.)

Si se considera una población de 1 490 000 habitantes, estimada para 1970, el país contaría con 85 000 metros cúbicos anuales per cápita, cifra superada sólo por Nicaragua en el Istmo Centroamericano. El caudal unitario del país es de unos 53 litros por segundo por kilómetro cuadrado, valor sólo superado por Costa Rica en la región.

En lo referente a grandes cuencas, sobresalen las JJ (ríos Carumo, Cricamola, Calovébora, Veraguas, etc.), SS (ríos Chucunaque, Tuirá, Tucutí, Sambú y otros) y NN (Fonseca, Tabasará, San Pablo, San Pedro, etc.), que poseen caudales de alrededor de 650 metros cúbicos por segundo. (Véase de nuevo el cuadro 3.)

ii) Caudal superado el 95 por ciento del tiempo. La estimación de los caudales disponibles la mayor parte del tiempo, es indispensable para conocer las posibilidades de aprovechamiento que no requieren costosas obras

Cuadro 3

## PANAMA: ESTIMACION DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES

| Gran cuenca                          | Cuenca                                  | Río   | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Agua caída (millones de metros cúbicos) | Coeficiente de escurrimiento | Agua escurrida             |                   |
|--------------------------------------|---|---|-------------------------------|---|------------------------------|----------------------------|-------------------|
|                                      |   |   |                               |   |                              | Millones de metros cúbicos | m <sup>3</sup> /s |
| <u>Total del país</u>                |   |   | <u>75 650</u>                 | <u>195 150</u>                          |                              | <u>127 010</u>             | <u>4 038.0</u>    |
| <u>Total vertiente del Atlántico</u> |   |   | <u>22 520</u>                 | <u>73 990</u>                           |                              | <u>50 084</u>              | <u>1 588.1</u>    |
| II <sub>2</sub> <sup>a/</sup>        | 87 <sup>a/</sup> , 89, 91 <sup>a/</sup> | Sixaola, Home Creek, Changuinola              | 3 655                         | 9 776                                   | 0.70                         | 6 843                      | 217.0             |
| JJ                                   | 93 a 103                                | Guamno, Cricamola, Calovébora, Veraguas       | 7 547                         | 30 037                                  | 0.70                         | 21 026                     | 666.7             |
| KK                                   | 105 a 115                               | Coclé, Miguel de la Borda, Indio, Chagres     | 7 650                         | 23 026                                  | 0.65                         | 14 967                     | 474.6             |
| LL                                   | 117 a 121                               | Mandinga y otros                              | 3 668                         | 11 151                                  | 0.65                         | 7 248                      | 229.8             |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u>  |   |   | <u>53 130</u>                 | <u>121 160</u>                          |                              | <u>76 926</u>              | <u>2 449.9</u>    |
| MM                                   | 102 a 108                               | Chiriquí Viejo, Escarrea, Chico, Chiriquí     | 4 489                         | 15 712                                  | 0.75                         | 11 784                     | 373.7             |
| NN                                   | 110 a 124                               | Fonseca, Tabasará, San Pedro, San Pablo, etc. | 11 704                        | 34 292                                  | 0.60                         | 20 775                     | 658.8             |
| OO                                   | 126 a 134                               | La Villa, Parita, Santa María, Grande, etc.   | 9 667                         | 19 237                                  | 0.65                         | 12 504                     | 396.5             |
| PP                                   | 136, 138, 140                           | Antón, Caimito y otros                        | 2 224                         | 4 159                                   | 0.65                         | 2 703                      | 85.7              |
| QQ                                   | 142, 144, 146                           | Juan Díaz, Tocumen, Pacora y otros            | 1 204                         | 2 444                                   | 0.60                         | 1 466                      | 46.5              |
| RR                                   | 148                                     | Bayano  | 4 632                         | 9 959                                   | 0.65                         | 6 480                      | 216.0             |
| SS                                   | 150-162                                 | Congo, Tucuf, Chucunaque, Tuira, Sambú, etc.  | 19 210                        | 35 357                                  | 0.60                         | 21 214                     | 672.7             |

a/ Cuenca internacional; valores correspondientes a Panamá únicamente.

de almacenamiento y regularización de caudales. Ello es especialmente útil para el riego y la hidroelectricidad, ya que el caudal así calculado representa la posibilidad de derivación para riego y determina la potencia firme en las centrales a filo de agua.

Para concretar esa potencia, se determinaron los caudales igualados o excedidos el 95 por ciento del tiempo --a los que se suele denominar caudales 95 por ciento-- empleando el procedimiento siguiente: 1) cálculo del caudal 95 por ciento para los sitios con curvas de duración de escorrentía superficial; 2) ajuste de dicho valor para cubrir la totalidad de las cuencas, con base en la relación entre el área total de la cuenca y la superficie controlada, luego de añadir cualquier derivación efectiva para riego, y 3) ajuste de los resultados así obtenidos teniendo en cuenta que el caudal base, calculado mediante un balance hídrico subterráneo, debe exceder al caudal 95 por ciento de un 10 a un 50 por ciento, en función de las características hidrogeológicas de las cuencas consideradas.

Los resultados aparecen en el cuadro 4 donde puede observarse que unos 592 metros cúbicos por segundo se hallan disponibles el 95 por ciento del tiempo en los ríos del país, equivalentes al 15 por ciento del caudal medio superficial. De dicho caudal, 314 metros cúbicos por segundo corresponden a ríos que desaguan en el Caribe y 278 a los del Pacífico.

iii) Regímenes hidrológicos de los ríos. Las variaciones que experimentan los caudales de los ríos a lo largo del año son de singular importancia, ya que condicionan las posibilidades de aprovechamiento.

La alimentación de los ríos es exclusivamente pluvial y su respuesta es rápida, ya que no existen lagos o lagunas naturales que regulen el escurrimiento. La respuesta es más rápida en la época más lluviosa por la saturación de los suelos, en tanto que en los períodos de menores lluvias la reducida humedad de los suelos y la mayor oportunidad de evaporación provocan reacciones más lentas.

Los regímenes de la precipitación se reflejan en los caudales de los ríos en forma amortiguada. El análisis de los caudales medios mensuales señala la ocurrencia de una época de aguas altas de mayo a noviembre y una de aguas bajas de diciembre a abril. Los meses con más altos caudales medios son octubre y noviembre; los menores, en marzo y abril.

Cuadro 4

## PANAMA: CALCULO DEL CAUDAL EXCEDIDO EL 95 POR CIENTO DEL TIEMPO

| Grp. Cuenca                          | Cuenca    | Rfo  | Infiltración calculada a/ |     | Escurren-<br>tía<br>m <sup>3</sup> /s | Caudal excedido el 95 por ciento del tiempo |                                 |                      |                                   |                                   |              |
|--------------------------------------|-----------|--|---------------------------|-----|---------------------------------------|---|---------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|
|                                      |           |  |                           |     |                                       | Curva de duración b/                        |                                 | Relación de áreas c/ |                                   | Adoptado                          |              |
|                                      |           |  |                           |     |                                       | 3<br>m/s                                    | Porcentaje<br>del área<br>total | 3<br>m/s             | Porcentaje<br>del caudal<br>total | Porcentaje<br>del caudal<br>total | 3<br>m/s     |
| <b>Total nacional</b>                |           |  | <b>20 400</b>             |     | <b>4 033</b>                          |   |                                 |                      |                                   | <b>592.0</b>                      |              |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |           |  | <b>6 280</b>              |     | <b>1 588</b>                          |   |                                 |                      |                                   | <b>313.9</b>                      |              |
| II d/                                |           |  |                           |     |                                       |   |                                 |                      |                                   |                                   |              |
| JJ                                   | 87 a 91   | Sixaola, Home Creek, Changuinola                         | 910                       | 29  | 217                                   | 43  | 37.0                            | 115                  | 53                                | 20 g/                             | 43.4         |
|                                      | 93 a 103  | Guarumo, Cricamola, Calovébora,<br>Veraguas, etc.        | 2 970                     | 94  | 667                                   |   |                                 |                      |                                   | 15 g/                             | 100.0        |
| KK                                   | 105 a 115 | Cocle, Miguel de la Borda, Indio,<br>Chagres, etc.       | 1 620                     | 51  | 475                                   | 19  | 13.5                            | 141                  | 30                                |                                   | 147.5 1/     |
| LL                                   | 117 a 121 | Mandinga y otros   | 780                       | 25  | 230                                   |   |                                 |                      |                                   | 10 g/                             | 23.0         |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |           |  | <b>14 120</b>             |     | <b>2 450</b>                          |   |                                 |                      |                                   |                                   | <b>278.1</b> |
| MM                                   | 102 a 108 | Chiriquí Viejo, Chico, Chiriquí, etc.                    | 4 000                     | 129 | 374                                   | 25  | 31.5                            | 80                   | 21                                | 20 g/                             | 74.8         |
| NN                                   | 110 a 124 | Fonseca, Tabasará, San Pablo, San<br>Pedro, Tonosí, etc. | 3 450                     | 109 | 659                                   | 10  | 9.0                             | 109                  | 13                                | 10 g/                             | 65.9         |
| OO                                   | 126 a 134 | La Yilla, Paríta, Sta. Marfa, Grande<br>y otros          | 1 840                     | 57  | 396                                   | 22  | 23.5                            | 93                   | 24                                | 10 g/                             | 39.6         |
| PP                                   | 136 a 140 | Antón, Calmito y otros                                   | 720                       | 23  | 86                                    | 1   | 14.0                            | 7                    | 8                                 | 5 g/                              | 4.3          |
| QQ                                   | 142 a 146 | Juan Díaz, Tocumen y otros                               | 330                       | 11  | 46                                    |   |                                 |                      |                                   | 10 g/                             | 4.6          |
| RR                                   | 148       | Bayano   | 700                       | 22  | 216                                   | 18  | 7.0                             | 27                   | 14                                | 10 g/                             | 21.6         |
| SS                                   | 150 a 162 | Congo, Tucuf, Chucunaque, Tuira, Sambú                   | 3 080                     | 98  | 673                                   |   |                                 |                      |                                   | 10 g/                             | 67.3         |

a/ Estimado con base en el balance hidrológico subterráneo.

b/ Caudal estimado con base en registros disponibles.

c/ Caudal estimado por relación directa entre área total y área controlada.

d/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Panamá solamente.

e/ Valor estimado, en todo caso mejor que la infiltración.

f/ Valor estimado a base de: 100 m<sup>3</sup>/s regulados en Madden y Gatón, y el resto para lo demás de la cuenca.

Los caudales mensuales medios y los extremos absolutos determinados para algunas estaciones de los ríos controlados del país, se muestran en el cuadro 5, y la variación del caudal medio mensual de los ríos principales se indica en el gráfico 1.

La porción del escurrimiento anual que fluye durante los meses comprendidos entre julio y diciembre --que corresponden al mayor aporte-- oscila entre el 59 por ciento en las estaciones 105-01-01 del río Coclé del Norte y 91-01-01 del río Changuinola y un 81 por ciento en el río Gatón (cuenca 115). En general, estos valores son altos para el caso de las cuencas que drenan al Pacífico. (Véase el cuadro 6.)

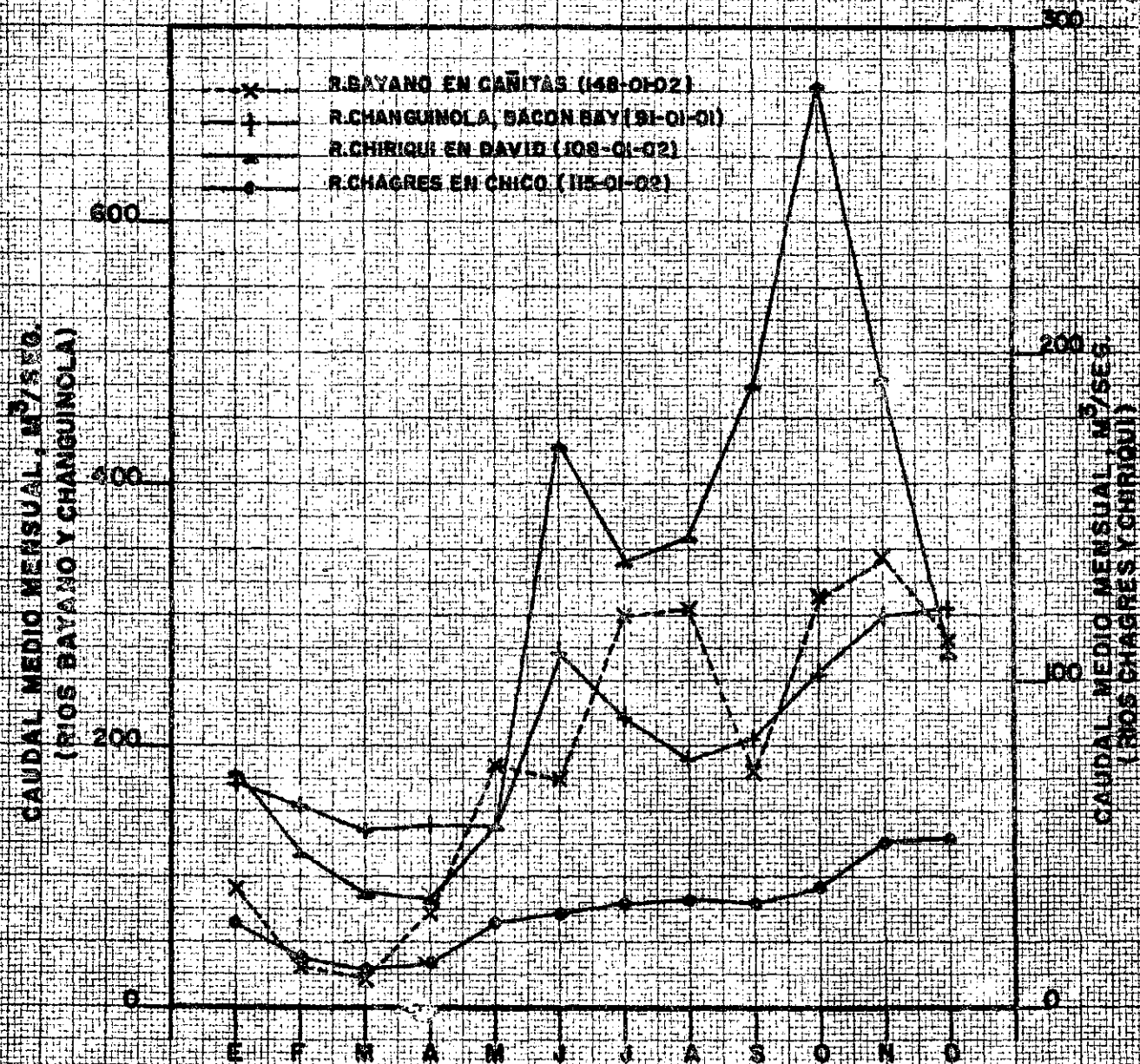
El coeficiente de irregularidad de los ríos --obtenido al dividir el volumen de agua que se precisaría embalsar para obtener regulación total, entre el escurrimiento anual-- oscila entre 0.10 en la estación 105-01-01 del río Coclé del Norte y 0.32 para el río San Pablo de la estación 118-01-01. Los menores valores corresponden usualmente a los ríos de la vertiente atlántica. (Véase de nuevo el cuadro 6.)

iv) Aguas de interés internacional. Parte de las aguas de la gran cuenca II tienen importancia internacional por el hecho de que algunos de los ríos provienen de Costa Rica o desaguan en dicho país, sirviendo además sus cauces de límite internacional. Existen otros ríos cuyas cuencas son compartidas con Costa Rica, pero se trata de caudales de magnitud muy reducida por lo que no han sido tomados en cuenta.

El caudal del Sixaola (cuenca 87), originado en Panamá, se estima en 33 metros cúbicos por segundo, que representan el 19 por ciento del caudal total de la cuenca. En la cuenca 91 del río Changuinola, 176 metros cúbicos por segundo se originan en Panamá y 15.5 en Costa Rica.

En total, unos 209 metros cúbicos por segundo tienen implicaciones internacionales; ello representa apenas el 5 por ciento del caudal medio nacional.

Debe advertirse que estos caudales han sido estimados por relación directa entre las precipitaciones caídas en Panamá y Costa Rica, y que en consecuencia sólo deben considerarse indicativos del orden de magnitud de su valor real.



P A N A M A  
 VARIACION DEL CAUDAL MEDIO MENSUAL  
 EN RIOS SELECCIONADOS.

GRAFICO I

Cuadro 5

## PANAMA: CAUDALES MENSUALES Y ANUALES DE RIOS PRINCIPALES

(Metros cúbicos por segundo)

| Rfo y caudal    | Estación     | Superficie<br>km <sup>2</sup> | Enero | Febrero | Marzo | Abril   | Mayo    | Junio   | Julio   | Agosto  | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Anual   |
|-----------------|--------------|-------------------------------|-------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|-----------|-----------|---------|
| Changuinola     | Bacon Bay    | 2 745                         |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio           | 91-01-01     |                               | 173.7 | 156.2   | 134.7 | 141.0   | 141.0   | 271.8   | 222.3   | 186.9   | 204.6      | 258.4   | 303.9     | 306.3     | 203.9   |
| Máximo          |              |                               | 516.8 | 898.2   | 864.0 | 1 081.7 | 461.0   | 1 610.7 | 1 001.3 | 687.5   | 1 067.0    | 1 048.3 | 2 329.0   | 3 766.2   | 3 766.2 |
| Mínimo          |              |                               | 112.0 | 82.0    | 73.9  | 65.0    | 71.9    | 108.0   | 110.4   | 119.0   | 109.0      | 122.9   | 112.7     | 98.0      | 65.0    |
| Cocle del Norte | El Torno     | 598                           |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio           | 105-01-01    |                               | 51.0  | 26.0    | 19.0  | 45.2    | 47.2    | 51.8    | 45.7    | 55.8    | 48.9       | 61.4    | 68.8      | 60.6      | 48.4    |
| Máximo          |              |                               | 326.0 | 290.2   | 347.7 | 419.2   | 365.6   | 248.7   | 658.0   | 588.6   | 270.5      | 405.6   | 658.0     | 1 019.9   | 1 019.9 |
| Mínimo          |              |                               | 19.5  | 10.5    | 5.4   | 5.0     | 8.0     | 14.0    | 16.1    | 20.6    | 8.9        | 23.0    | 24.5      | 20.0      | 5.0     |
| Indio           | Limón        | 434                           |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio           | 111-01-01    |                               | 13.5  | 6.1     | 3.8   | 5.4     | 18.6    | 23.7    | 26.2    | 29.4    | 28.7       | 35.1    | 37.9      | 25.7      | 20.8    |
| Máximo          |              |                               | 48.1  | 38.5    | 54.9  | 86.9    | 86.9    | 59.2    | 79.5    | 80.0    | 86.8       | 56.9    | 56.9      | 56.9      | 86.9    |
| Mínimo          |              |                               | 6.4   | 2.7     | 1.1   | 0.4     | 0.7     | 6.7     | 8.9     | 2.4     | 13.6       | 12.2    | 20.5      | 10.7      | 0.4     |
| Gatún           | Ciento       | 122                           |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio           | (Cuenca 115) |                               | 4.4   | 2.4     | 1.6   | 1.5     | 4.4     | 5.9     | 8.5     | 7.9     | 7.4        | 11.2    | 15.2      | 10.7      | 6.8     |
| Máximo          |              |                               |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Mínimo          |              |                               |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Chagrea         | Chico        | 414                           |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio           | 115-01-02    |                               | 26.5  | 16.0    | 12.7  | 14.6    | 26.1    | 28.7    | 31.8    | 33.7    | 32.5       | 37.6    | 51.0      | 51.6      | 30.2    |
| Máximo          |              |                               |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Mínimo          |              |                               |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Chiriquí Viejo  | Paso Canoá   | 828                           |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio           | 102-01-02    |                               | 25.4  | 20.2    | 17.6  | 17.1    | 31.6    | 55.7    | 59.4    | 69.2    | 93.4       | 104.4   | 89.2      | 51.2      | 52.9    |
| Máximo          |              |                               | 145.1 | 73.5    | 59.7  | 73.2    | 212.1   | 318.0   | 428.0   | 408.0   | 387.9      | 310.0   | 317.2     | 190.5     | 428.0   |
| Mínimo          |              |                               | 17.3  | 13.8    | 14.3  | 14.3    | 14.4    | 27.4    | 22.9    | 27.8    | 40.2       | 47.9    | 45.9      | 31.4      | 13.8    |
| Chiriquí        | David        | 1 392                         |       |         |       |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio           | 108-01-02    |                               | 72.6  | 48.0    | 35.3  | 38.4    | 67.4    | 171.5   | 135.9   | 144.3   | 191.6      | 283.0   | 193.4     | 108.5     | 123.7   |
| Máximo          |              |                               | 988.0 | 487.0   | 518.0 | 505.5   | 1 733.0 | 1 010.0 | 947.2   | 1 800.5 | 1 511.5    | 1 699.0 | 2 330.0   | 940.0     | 2 330.0 |
| Mínimo          |              |                               | 25.6  | 18.4    | 14.0  | 9.0     | 15.2    | 20.0    | 34.3    | 52.1    | 54.4       | 89.8    | 60.0      | 40.8      | 9.0     |



Cuadro 5 (Conclusión)

| Rfo y caudal | Estación      | Superficie<br>km <sup>2</sup> | Enero   | Febrero | Marzo   | Abril   | Mayo    | Junio   | Julio   | Agosto  | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre | Anual   |
|--------------|---------------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------------|---------|-----------|-----------|---------|
| Fonseca      | San Lorenzo   | 667                           |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 110-01-01     |                               | 33.2    | 21.7    | 13.6    | 11.2    | 25.4    | 74.4    | 63.6    | 70.9    | 104.3      | 150.3   | 104.5     | 56.2      | 60.8    |
| Máximo       |               |                               | 3 916.0 | 2 833.0 | 1 640.0 | 522.0   | 2 816.0 | 840.0   | 586.2   | 623.0   | 4 086.1    | 1 150.0 | 945.8     | 362.0     | 4 086.1 |
| Mínimo       |               |                               | 17.3    | 8.1     | 6.5     | 2.6     | 4.6     | 6.3     | 14.1    | 16.8    | 24.1       | 34.3    | 32.0      | 19.9      | 2.6     |
| Tabasará     | Camarón       | 1 060                         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 114-01-01     |                               | 35.6    | 23.8    | 13.5    | 11.2    | 24.7    | 72.7    | 75.1    | 100.2   | 132.3      | 179.6   | 141.0     | 67.5      | 73.1    |
| Máximo       |               |                               | 328.0   | 280.0   | 81.1    | 50.9    | 1 630.0 | 544.0   | 634.0   | 903.0   | 911.2      | 1 070.0 | 1 820.0   | 377.0     | 1 820.0 |
| Mínimo       |               |                               | 14.8    | 9.0     | 7.4     | 4.8     | 5.2     | 14.0    | 19.8    | 38.2    | 54.1       | 82.4    | 53.5      | 28.6      | 4.8     |
| San Pablo    | La Mesa       | 697                           |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 118-01-01     |                               | 20.0    | 14.8    | 8.2     | 11.0    | 20.2    | 61.0    | 57.2    | 65.8    | 92.6       | 146.8   | 93.9      | 41.4      | 52.7    |
| Máximo       |               |                               | 232.5   | 487.0   | 169.1   | 337.0   | 724.9   | 978.3   | 1 245.9 | 909.0   | 1 523.5    | 1 401.7 | 1 400.0   | 260.0     | 1 523.5 |
| Mínimo       |               |                               | 6.4     | 5.8     | 3.3     | 3.6     | 3.2     | 8.5     | 13.5    | 10.5    | 18.3       | 40.2    | 28.4      | 16.7      | 3.2     |
| La Villa     | Macaracas     | 513                           |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 128-01-01     |                               | 10.0    | 5.5     | 3.5     | 3.3     | 7.2     | 15.2    | 15.4    | 16.2    | 22.9       | 42.8    | 36.6      | 21.0      | 16.6    |
| Máximo       |               |                               | 20.2    | 16.5    | 14.9    | 125.0   | 229.0   | 267.0   | 171.0   | 194.0   | 492.7      | 730.6   | 290.0     | 610.0     | 730.6   |
| Mínimo       |               |                               | 5.0     | 3.1     | 2.4     | 1.5     | 1.6     | 2.7     | 2.8     | 3.9     | 6.4        | 9.8     | 16.6      | 9.0       | 1.5     |
| Santa María  | San Francisco | 1 195                         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 132-01-03     |                               | 39.5    | 27.0    | 16.5    | 25.1    | 36.1    | 83.4    | 84.1    | 98.3    | 143.3      | 195.2   | 145.2     | 77.6      | 80.9    |
| Máximo       |               |                               | 159.0   | 306.0   | 200.5   | 1 118.0 | 2 000.0 | 1 209.1 | 1 284.0 | 2 373.0 | 1 904.0    | 1 443.0 | 2 101.0   | 829.7     | 2 373.0 |
| Mínimo       |               |                               | 13.5    | 9.5     | 6.7     | 5.5     | 5.5     | 7.7     | 11.7    | 13.0    | 31.1       | 49.6    | 38.2      | 23.1      | 5.5     |
| Gatón        | San Juan      | 445                           |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 132-03-01     |                               | 9.7     | 5.6     | 3.6     | 5.7     | 10.2    | 25.1    | 31.7    | 35.0    | 52.2       | 70.4    | 41.2      | 20.1      | 25.9    |
| Máximo       |               |                               | 65.0    | 22.4    | 37.4    | 154.8   | 634.3   | 360.0   | 720.0   | 577.7   | 740.0      | 600.0   | 590.0     | 140.0     | 740.0   |
| Mínimo       |               |                               | 4.4     | 3.0     | 1.8     | 1.5     | 1.5     | 3.6     | 3.6     | 5.2     | 9.2        | 9.5     | 8.8       | 8.2       | 1.5     |
| Grande       | Grande        | 553                           |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 134-01-01     |                               | 22.0    | 8.9     | 5.4     | 5.7     | 10.1    | 20.5    | 13.7    | 15.4    | 22.5       | 45.2    | 35.8      | 24.4      | 19.2    |
| Máximo       |               |                               | 1 062.0 | 115.8   | 91.5    | 374.0   | 549.0   | 421.0   | 349.0   | 526.0   | 331.7      | 726.0   | 1 900.9   | 445.6     | 1 900.9 |
| Mínimo       |               |                               | 5.2     | 3.3     | 2.1     | 1.8     | 2.0     | 2.5     | 2.7     | 2.4     | 4.0        | 5.1     | 6.8       | 5.8       | 1.8     |
| Calmito      | Chorrera      | 313                           |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 140-01-01     |                               | 4.4     | 2.6     | 1.4     | 1.1     | 1.9     | 3.8     | 5.5     | 7.5     | 9.6        | 15.2    | 17.2      | 11.3      | 6.8     |
| Máximo       |               |                               | 8.5     | 28.3    | 3.3     | 7.2     | 47.6    | 52.1    | 110.0   | 59.2    | 84.4       | 93.4    | 285.0     | 101.9     | 285.0   |
| Mínimo       |               |                               | 2.1     | 1.1     | 0.3     | 0.3     | 0.5     | 0.4     | 0.8     | 0.8     | 1.3        | 1.6     | 2.9       | 2.4       | 0.3     |
| Bayano       | Cañitas       | 3 941                         |         |         |         |         |         |         |         |         |            |         |           |           |         |
| Medio        | 148-01-02     |                               | 90.8    | 35.3    | 21.5    | 72.6    | 188.4   | 174.6   | 251.9   | 256.3   | 178.7      | 313.7   | 341.2     | 281.0     | 182.4   |
| Máximo       |               |                               | 978.0   | 144.0   | 30.8    | 682.0   | 1 010.0 | 655.0   | 1 050.0 | 1 050.0 | 1 150.0    | 1 170.0 | 1 170.0   | 1 170.0   | 1 170.0 |
| Mínimo       |               |                               | 38.8    | 20.0    | 13.0    | 12.0    | 11.5    | 52.0    | 47.5    | 59.0    | 56.0       | 62.0    | 62.0      | 43.0      | 11.5    |

Cuadro 6

## PANAMA: CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE ALGUNOS RIOS

| Río                            | Lugar         | Nomenclatura de la estación | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Caudales (m <sup>3</sup> /s) |         |         | Coeficiente de irregularidad | Porcentaje escurrido julio a diciembre | Periodo del registro |
|--------------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|---------|---------|------------------------------|--|----------------------|
|                                |               |                             |                               | Medios                       | Máximos | Mínimos |                              |  |                      |
| <u>Vertiente del Atlántico</u> |               |                             |                               |                              |         |         |                              |  |                      |
| Changuinola                    | Bacon Bay     | 91-01-01                    | 2 745                         | 203.9                        | 3 766.2 | 65.0    | 0.13                         | 59                                     | 1958-63              |
| Cocié del Norte                | El Torno      | 105-01-01                   | 598                           | 48.4                         | 1 019.9 | 5.0     | 0.10                         | 59                                     | 1958-65              |
| Chagres                        | Chico         | 115-01-02                   | 414                           | 30.2                         | -       | 4.7     | 0.16                         | 66                                     | 1933-66              |
| Ciri                           | Los cañones   | 115                         | 186                           | 10.3                         | -       | 0.4     | 0.26                         | 76                                     | 1947-58              |
| Trinidad                       | El Chorro     | 115-02-01                   | 168                           | 6.5                          | -       | 0.2     | 0.26                         | 76                                     | 1947-66              |
| Gatija                         | Ciento        | 115                         | 122                           | 6.8                          | -       | 0.1     | 0.31                         | 81                                     | 1943-64              |
| Boquerón                       | Peluca        | 115                         | 91                            | 8.0                          | -       | 0.5     | 0.19                         | 68                                     | 1934-66              |
| Pequení                        | Candelaria    | 115                         | 135                           | 14.3                         | -       | 1.4     | 0.17                         | 66                                     | 1934-66              |
| <u>Vertiente del Pacífico</u>  |               |                             |                               |                              |         |         |                              |  |                      |
| Bayano                         | Cañitas       | 148-01-02                   | 3 941                         | 182.4                        | 1 170.0 | 11.5    | 0.25                         | 74                                     | 1958-62              |
| Bayano                         | Majé          | 148-01-01                   | 3 218                         | 159.0                        | 2 150.0 | 6.0     | 0.25                         | 74                                     | 1958-66              |
| Mamón                          | Chepo         | 148-02-01                   | 251                           | 12.7                         | 1 130.0 | 0.8     | 0.21                         | 68                                     | 1957-66              |
| Grande                         | Grande        | 134-01-01                   | 553                           | 19.1                         | 1 900.9 | 1.8     | 0.24                         | 69                                     | 1955-66              |
| Santa María                    | San Francisco | 132-01-03                   | 1 195                         | 80.9                         | 2 373.0 | 5.5     | 0.27                         | 76                                     | 1955-66              |
| La Villa                       | Macaracas     | 128-01-01                   | 513                           | 16.6                         | 730.6   | 1.5     | 0.28                         | 78                                     | 1958-66              |
| San Pablo                      | La Mesa       | 118-01-01                   | 697                           | 52.7                         | 1 523.5 | 3.2     | 0.32                         | 78                                     | 1956-63              |
| Tabasará                       | Camarón       | 114-01-01                   | 1 060                         | 73.1                         | 1 820.0 | 4.8     | 0.30                         | 79                                     | 1956-65              |
| Fonseca                        | San Lorenzo   | 110-01-01                   | 667                           | 60.8                         | 4 086.1 | 2.6     | 0.28                         | 75                                     | 1957-66              |
| Chiriquí                       | David         | 108-01-02                   | 1 392                         | 123.7                        | 2 330.0 | 9.0     | 0.25                         | 71                                     | 1955-66              |

c) Precipitación y caudales en años secos

Para obtener una primera indicación de la magnitud de los recursos disponibles durante los años secos, se tuvo en cuenta información referente a la variabilidad de la precipitación publicada recientemente (4). En ese trabajo se determinó la precipitación anual excedida el 50 y el 90 por ciento del tiempo, analizando registros verificados de 46 estaciones pluviométricas diseminadas en el Istmo; se supuso que la precipitación excedida el 90 por ciento del tiempo correspondía a la de un año seco con recurrencia de 10 años y se la comparó con la excedida el 50 por ciento del tiempo para estimar el coeficiente de sequía o aridez. Con los resultados obtenidos se elaboró un mapa que indica la tendencia general de la variación espacial del coeficiente de sequía para todo el Istmo (5) y se estimaron valores ponderados del mismo para cada gran cuenca.

La escorrentía anual correspondiente al año seco se estimó asumiendo que la relación entre precipitación y escorrentía, indicada en el cuadro 3, se mantiene invariable. Los resultados correspondientes aparecen en el cuadro 7 para el caso de las grandes cuencas; no se indican cifras para las grandes cuencas ni para el país, porque la sequía suele ocurrir en regiones de menor extensión.

En general puede decirse que durante un año seco, con recurrencia de una vez cada 10 años, la precipitación y la escorrentía en las grandes cuencas consideradas oscila entre el 76 y el 85 por ciento de los valores normales. El rango de variación es más amplio si se consideran localidades individuales o cuencas de limitada extensión.

d) Aguas subterráneas

La siguiente estimación de disponibilidades de agua del subsuelo sólo es una primera aproximación del orden de magnitud de su valor real, dada la escasa información disponible.

1) Estimación de la infiltración. Como la magnitud del caudal seguro disponible en los acuíferos existentes depende, entre otros factores, de la tasa de renovación del volumen almacenado, se ha estimado el valor de la infiltración procedente de la precipitación.

## PANAMA: ESTIMACION DE PRECIPITACION Y ESCORRENTIA EN AÑOS SECOS

| Gran cuenca                          | Cuenca                                | Río   | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Precipitación                            |                           |   | Escorrentía                    |                            |                   |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|--|---------------------------|---|--------------------------------|----------------------------|-------------------|
|                                      |                                       |   |                               | Año normal (millones de m <sup>3</sup> ) | Coefficiente de sequía a/ | Año seco b/ (millones de m <sup>3</sup> ) | Coefficiente de escorrentía c/ | Millones de m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> /s |
| <u>Total nacional</u>                |                                       |   | <u>75 650</u>                 |  | <u>195 150</u>            |   |                                |                            |                   |
| <u>Total vertiente del Atlántico</u> |                                       |   | <u>22 520</u>                 |  | <u>73 990</u>             |   |                                |                            |                   |
| II <sub>2</sub> <sup>d/</sup>        | 87 <sup>d/</sup> 89, 91 <sup>d/</sup> | Sixaola, Home Creek, Changuinola              | 3 655                         | 9 776                                    | 0.84                      | 8 212                                     | 0.70                           | 5 748                      | 182.2             |
| JJ                                   | 93 a 103                              | Guatupo, Cricamola, Calovébora, Veraguas      | 7 547                         | 30 037                                   | 0.85                      | 25 532                                    | 0.70                           | 17 872                     | 566.5             |
| KK                                   | 105 a 115                             | Coclé, Miguel de la Borda, Indio, Chagres     | 7 650                         | 23 026                                   | 0.85                      | 19 572                                    | 0.65                           | 12 722                     | 403.3             |
| LL                                   | 117 a 121                             | Mandinga y otros                              | 3 668                         | 11 151                                   | 0.85                      | 9 478                                     | 0.65                           | 6 161                      | 195.3             |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u>  |                                       |   | <u>53 130</u>                 |  | <u>121 160</u>            |   |                                |                            |                   |
| MM                                   | 102 a 108                             | Chiriquí Viejo, Escarrea, Chico, Chiriquí     | 4 489                         | 15 712                                   | 0.78                      | 12 255                                    | 0.75                           | 9 191                      | 291.4             |
| NN                                   | 110 a 124                             | Fonseca, Tabasará, Sn. Pablo, Sn. Pedro, etc. | 11 704                        | 34 292                                   | 0.76                      | 26 063                                    | 0.60                           | 15 638                     | 495.7             |
| OO                                   | 126 a 134                             | La Villa, Parita, Sta. María, Grande, etc.    | 9 667                         | 19 237                                   | 0.76                      | 14 620                                    | 0.65                           | 9 503                      | 201.2             |
| PP                                   | 136 a 140                             | Antón, Caimito y otros                        | 2 224                         | 4 159                                    | 0.80                      | 3 327                                     | 0.65                           | 2 163                      | 68.6              |
| QQ                                   | 142 a 146                             | Juan Díaz, Tocumen, Pacora                    | 1 204                         | 2 444                                    | 0.85                      | 2 077                                     | 0.60                           | 1 246                      | 39.5              |
| RR                                   | 148                                   | Bayano  | 4 632                         | 9 959                                    | 0.85                      | 8 465                                     | 0.60                           | 5 079                      | 161.0             |
| SS                                   | 150 a 162                             | Congo, Tucufí, Chucunaque, Tuira, Sambú       | 19 210                        | 35 357                                   | 0.85                      | 30 053                                    | 0.60                           | 18 032                     | 571.6             |

a/ Corresponde a un año seco con recurrencia de diez años; b/ No se indican sumas por vertientes ya que la sequía usualmente abarca regiones de menor extensión; c/ Se supuso la misma relación que para años normales; d/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Panamá solamente.

Con base en los resultados de estudios detallados llevados a cabo en zonas hidrogeológicamente similares de países vecinos (6)(7)(8)(9), se asignaron los siguientes valores conservadores de infiltración, en función de la lluvia, a las diversas unidades hidrogeológicas del país:

|  | <u>Por ciento</u> |
|--|-------------------|
| Materiales aluvionales, cuaternarios y recientes (Qal)                   | 40                |
| Materiales volcánicos del Pliopleistoceno (TQv)                          | 25                |
| Materiales sin diferenciar, del Terciario, Cretácico y Precretácico (KT) | 7                 |

Sobre el mapa hidrogeológico (lámina 2) se determinó la extensión de cada unidad, ampliándose los valores citados de infiltración para obtener un coeficiente ponderado de dicho fenómeno para el país. Este al multiplicarse por la precipitación, permitió obtener una estimación burda de la recarga anual. En total, unos 20 400 millones de metros cúbicos se infiltran hacia los depósitos durante un año normal, equivalentes a un 10 por ciento de la precipitación. Cabe señalar, sin embargo, que cerca del 40 por ciento de la recarga ocurre en las formaciones aluvionales y volcánicas del Cuaternario, que sólo ocupan la décima parte del territorio nacional.

ii) Estimación del rendimiento seguro. El rendimiento seguro de los acuíferos subterráneos es sólo una fracción de la precipitación; su magnitud depende de la eficiencia con que el sistema de aprovechamiento que se implante pueda recuperar la infiltración antes de que se pierda como deflujo en el océano, en el caudal base de los ríos y por evapotranspiración directa, manteniendo un balance a largo plazo en el almacenamiento del depósito.

Al no disponerse de información cuantitativa sobre la magnitud de los rubros de deflujo del balance hídrico subterráneo, se decidió calcular provisionalmente el rendimiento seguro como un porcentaje de la infiltración. Para ello se consideró únicamente la misma que ocurre en las formaciones del Cuaternario, por presentar las más antiguas características adversas, por lo general, para el aprovechamiento en gran escala.

/Los cálculos

Los cálculos respectivos aparecen en el cuadro 8 donde, tomando en cuenta la extensión y las tasas de infiltración de los materiales del Cuaternario, y asumiendo que un 35 por ciento de ella podría recuperarse, se observa que el rendimiento seguro estimado es de unos 3 293 millones de metros cúbicos. El volumen recuperable podría representarse como un caudal medio constante de 105 metros cúbicos por segundo, que equivaldría a un 2.6 por ciento del caudal medio de los ríos del país.

Las grandes cuencas de más alto potencial de agua subterránea serían, de acuerdo con el cuadro 8, la MM (41 metros cúbicos por segundo), la OO (18.5 metros cúbicos por segundo) y la NN (14.5 metros cúbicos por segundo). Debe advertirse, sin embargo, que dicha disponibilidad no se encuentra uniformemente distribuida en el espacio por lo que habrá precisión de realizar estudios detallados para determinar la ubicación y características de cada depósito en particular.

Debe señalarse también que el aprovechamiento en gran escala del agua subterránea podría significar una disminución notable de los caudales superficiales durante el estiaje, por corresponder parte del rendimiento seguro al caudal base de los ríos que sería interceptado mediante pozos antes de aflorar en los cauces.

e) Sumario de recursos disponibles

En el cuadro 9 se presenta un resumen de disponibilidades de agua para el país, dividido en sus grandes cuencas.

Durante un año de precipitación normal, caen en el país unos 195 150 millones de metros cúbicos de agua, de los cuales un 38 por ciento corresponde a la vertiente del Atlántico y el 62 por ciento restante a la del Pacífico. La escorrentía superficial correspondiente es de 4 038 metros cúbicos por segundo, lo cual indica un coeficiente medio de escurrimiento del 65 por ciento; por los ríos que desaguan al Caribe se vierten 1 588 metros cúbicos por segundo y por los del Pacífico, 2 450.

La disponibilidad media de agua en el país es de 85 000 metros cúbicos anuales por habitante (1970); el caudal específico es de 53 litros por segundo por kilómetro cuadrado de superficie. Panamá ocupa el segundo lugar en el Istmo en cuanto a recursos disponibles.

Cuadro 8

## PANAMA: ESTIMACION PROVISIONAL DE LOS RECURSOS RENOVABLES DE AGUA SUBTERRANEA

| Gran Cuenca                          | Cuenca         | Río  | Precipitación<br>(millones<br>de m <sup>3</sup> ) | Extensión de materiales<br>cuaternarios, km <sup>2</sup> a/<br>TQv Qal |              | Infiltración recuperable<br>Porcentaje <sup>b/</sup> Millones<br>de m <sup>3</sup> |                               | Rendimiento seguro <sup>c/</sup><br>Millones<br>de m <sup>3</sup> m <sup>3</sup> |                |
|--------------------------------------|----------------|--|---|--|--------------|--|-------------------------------|--|----------------|
|                                      |                |  |   | TQv  | Qal          | Porcentaje <sup>b/</sup>   | Millones<br>de m <sup>3</sup> | Millones<br>de m <sup>3</sup>  | m <sup>3</sup> |
| <b>Total nacional</b>                |                |  | <b>195 150</b>                                    | <b>2 820</b>   | <b>5 620</b> |  | <b>9 413</b>                  | <b>3 293</b>   | <b>104.5</b>   |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |                |  | <b>73 990</b>                                     | <b>-</b>   | <b>895</b>   |  | <b>1 280</b>                  | <b>445</b>   | <b>14.0</b>    |
| II <sub>2</sub> d/                   | 87d/, 89, 91d/ | Sixaola, Home Creek,<br>Changuinola              | 9 776   | -  | 245          | 2.8  | 275                           | 95   | 3.0            |
| JJ                                   | 93 a 103       | Guarumo, Calovébora,<br>Cricamola, Veraguas      | 30 037  | -  | 650          | 3.5  | 1 005                         | 350  | 11.0           |
| KK                                   | 105 a 115      | Coclé, Miguel de la<br>Borda, Indio, Chagres     | 23 026  | -  | -            | -  | -                             | -  | -              |
| LL                                   | 117 a 121      | Mandinga y otros                                 | 11 151  | -  | -            | -  | -                             | -  | -              |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |                |  | <b>121 160</b>                                    | <b>2 820</b>   | <b>4 725</b> |  | <b>8 133</b>                  | <b>2 848</b>   | <b>90.5</b>    |
| MM                                   | 102 a 108      | Chiriquí Viejo, Escar-<br>rera, Chico, Chiriquí  | 15 712  | 2 000  | 1 400        | 23.6   | 3 700                         | 1 300  | 41.0           |
| NN                                   | 110 a 124      | Fonseca, Tabasará, San<br>Pablo, San Pedro, etc. | 34 292  | -  | 1 100        | 3.8  | 1 300                         | 455  | 14.5           |
| OO                                   | 126 a 134      | La Villa, Parita, Sta.<br>María, Grande, etc.    | 19 237  | -  | 775          | 3.2  | 1 660                         | 580  | 18.5           |
| PP                                   | 136 a 140      | Antón, Caimito y otros                           | 4 159   | 820  | 245          | 13.7   | 570                           | 200  | 6.5            |
| QQ                                   | 142 a 146      | Juan Díaz, Tocumen, Pacora                       | 2 444   | -  | 245          | 8.0  | 196                           | 68   | 2.0            |
| RR                                   | 148            | Bayano   | 9 959   | -  | -            | -  | -                             | -  | -              |
| SS                                   | 150 a 162      | Congo, Tucutí, Chucuna-<br>que, Tuira, Sambú     | 35 357  | -  | 960          | 2.0  | 707                           | 245  | 8.0            |

a/ Superficie obtenida del mapa geológico.

b/ Porcentaje ponderado con base en la superficie y la tasa de infiltración de cada material del Cuaternario.

c/ Estimado como un 35 por ciento de la infiltración recuperable.

d/ Cuenca Internacional; los valores corresponden a Panamá solamente.

Cuadro 9

PANAMA: SUMARIO DE RECURSOS HIDRICOS DISPONIBLES

| Gran cuenca                          | Cuenca           | Río   | Superficie (km <sup>2</sup> ) | Precipitación (millones de m <sup>3</sup> ) |              | Escorrentía superficial (m <sup>3</sup> /a) |            | Caudal 95 por ciento | Agua subterránea: rendimiento seguro estimado b/ (m <sup>3</sup> /a) |
|--------------------------------------|------------------|---|-------------------------------|---|--------------|---|------------|----------------------|--|
|                                      |                  |   |                               | Año normal                                  | Año seco a/  | Año   |            |                      |  |
|                                      |                  |   |                               |   |              | Normal                                      | Seco a/    |                      |  |
| <b>Total nacional</b>                |                  |   | <b>75 650</b>                 | <b>195 150</b>                              | <b>4 038</b> | <b>592</b>                                  | <b>105</b> |                      |  |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |                  |   | <b>22 520</b>                 | <b>79 990</b>                               | <b>1 588</b> | <b>314</b>                                  | <b>14</b>  |                      |  |
| II <sub>2</sub> c/                   | 87 c/, 89, 91 c/ | Sixoala, Home Creek, Changuinola              | 3 655                         | 9 776                                       | 8 212        | 217   | 182        | 43                   | 3  |
| JJ                                   | 93 a 103         | Buarumo, Calovébora, Cricamola, Veraguas      | 7 547                         | 30 037                                      | 25 532       | 667   | 567        | 100                  | 11   |
| KK                                   | 105 a 115        | Cocle, Miguel de la Borda, Indio, Chagres     | 7 650                         | 23 026                                      | 19 572       | 475   | 403        | 148                  | -  |
| LL                                   | 117 a 121        | Mandinga y otros                              | 3 658                         | 11 151                                      | 9 478        | 230   | 195        | 23                   | -  |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |                  |   | <b>53 130</b>                 | <b>121 160</b>                              | <b>2 450</b> | <b>278</b>                                  | <b>91</b>  |                      |  |
| MM                                   | 102 a 108        | Chiriquí Viejo, Escarrea, Chico, Chiriquí     | 4 489                         | 15 712                                      | 12 255       | 374   | 291        | 75                   | 41   |
| NN                                   | 110 a 124        | Fonseca, Tabasará, San Pablo, San Pedro, etc. | 11 704                        | 34 292                                      | 26 063       | 659   | 496        | 66                   | 15   |
| OO                                   | 126 a 134        | La Villa, Parita, Sta. María, Grande, etc.    | 9 667                         | 19 237                                      | 14 620       | 396   | 301        | 39                   | 19   |
| PP                                   | 136 a 140        | Antón, Calmito y otros                        | 2 224                         | 4 159                                       | 3 327        | 86  | 69         | 4                    | 6  |
| QQ                                   | 142 a 146        | Juan Díaz, Tocumen, Pacora                    | 1 204                         | 2 444                                       | 2 077        | 46  | 39         | 5                    | 2  |
| RR                                   | 148              | Bayano  | 4 632                         | 9 959                                       | 8 465        | 216   | 161        | 22                   | -  |
| SS                                   | 150 a 162        | Congo, Tucutí, Chucunaque, Tulra, Sambó       | 19 210                        | 35 357                                      | 30 055       | 673   | 572        | 67                   | 8  |

a/ No se presentan sumas para las vertientes, ya que la sequía normalmente abarca regiones de menor extensión.

b/ La utilización en gran escala del agua subterránea disminuiría los caudales superficiales.

c/ Cuenca internacional: los valores corresponden a Panamá solamente.



El caudal superado el 95 por ciento del tiempo se estima en 592 metros cúbicos por segundo, lo que equivale al 15 por ciento del caudal medio nacional y puede considerarse representativo del flujo disponible en el estiaje.

Durante un año seco con recurrencia de 10 años, en las grandes cuencas consideradas se producen precipitaciones y escurrimientos equivalentes a entre 76 y 85 por ciento de los valores normales.

El rendimiento seguro de los depósitos subterráneos del país se estima provisionalmente en unos 105 metros cúbicos por segundo y corresponde principalmente a cuencas de la vertiente del Pacífico.

#### 5. Estimación preliminar del balance de aguas

Con el doble propósito de conocer la distribución relativa de los diferentes componentes del ciclo hidrológico en el país, y de obtener una indicación de la precisión con la que se han evaluado cada uno de los factores del ciclo, se presenta una evaluación cuantitativa preliminar del balance de aguas. Para ello se han tomado como base las dos vertientes del país, al no haberse considerado la información disponible adecuada para elaborar balances individuales sobre las grandes cuencas consideradas.

En la sección 4, referente a disponibilidades de agua, se presentan las evaluaciones de los factores de precipitación, escorrentía total e infiltración. Se describe brevemente a continuación el procedimiento empleado para estimar la evapotranspiración.

##### a) Estimación de la evapotranspiración

Durante la época lluviosa, la evapotranspiración ocurre a una tasa rígida por factores climatológicos y por las características fisiológicas de las plantas; durante el período seco, en cambio, la evapotranspiración se ve limitada al consumo de la humedad disponible en los suelos dentro del alcance de la zona radicular de las plantas, y a una fracción de las escasas precipitaciones que ocurren durante dicho período (10).

El método empleado para el cálculo de la evapotranspiración es el de Blaney-Criddle (11), debidamente modificado para tomar en cuenta las variaciones mensuales en la disponibilidad de agua para el consumo.

Con base en una relación entre elevación y temperatura media anual, se elaboró inicialmente un mapa de isopletas de evapotranspiración potencial para el país (12), y se determinó el valor de ésta para cada vertiente.

En lo referente a coeficientes de consumo, se adoptaron los valores siguientes en vista del clima húmedo del país (10)(12):

| <u>Vegetación o cultivo</u> | <u>Coefficiente de consumo</u> |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Bosques, sin diferenciar    | 0.65                           |
| Café                        | 0.70                           |
| Pastos                      | 0.70                           |
| Cultivos anuales            | 0.75 <sup>4/</sup>             |
| Lagos y pantanos            | 1.00                           |

Con base en esos valores y en el mapa de vegetación para el país, publicado por UNSAID (2), se determinaron coeficientes ponderados de consumo para cada vertiente.

Seguidamente se efectuó un estudio detallado sobre la distribución mensual de la precipitación en cada vertiente, con objeto de definir los periodos en los que existe disponibilidad de agua suficiente para el consumo. Se determinó que en ambas vertientes la precipitación mensual durante el periodo mayo a diciembre es superior a las necesidades de agua de las plantas, de manera que el consumo real para ese periodo se calculó como el producto del coeficiente ponderado de consumo y la evapotranspiración potencial. Durante el periodo enero a abril, la lluvia es insuficiente para satisfacer las necesidades de agua de la vegetación; se asumió entonces que el consumo real equivale a la escasa precipitación efectiva<sup>5/</sup> que ocurre durante esos meses, más unos 100 milímetros de humedad almacenada en los suelos.

La cifra total obtenida para el país fue de 990 milímetros de lámina, lo que equivale a un volumen anual de 74 980 millones de metros cúbicos. El consumo en la vertiente atlántica es de 25 040 millones de metros cúbicos (1 112 milímetros), y en la del Pacífico, de 49 940 (940 mm).

<sup>4/</sup> Valor ponderado que incluye todos los cultivos anuales existentes en el país.

<sup>5/</sup> La precipitación efectiva se asumió como un 75 por ciento de la observada.

b) Evaluación de la ecuación hidrológica

Con los valores obtenidos de evapotranspiración y con los de los otros factores hidrológicos indicados en los cuadros 1, 3 y 9, se incluye a continuación una evaluación cuantitativa provisional del balance de aguas para el país y sus grandes vertientes, empleando el metro como unidad de lámina anual:

| <u>Factor hidrológico</u>          | <u>Total nacional</u> | <u>Vertiente del Atlántico</u> | <u>Vertiente del Pacífico</u> |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Precipitación                      | 2.58                  | 3.28                           | 2.28                          |
| Escorrentía total                  | 1.67                  | 2.22                           | 1.44                          |
| Evapotranspiración                 | 0.99                  | 1.11                           | 0.94                          |
| Diferencia (aflujo menos deflujos) | (-) 0.08              | (-) 0.05                       | (-) 0.10                      |

De acuerdo con esas cantidades, existe un error de cierre en el balance que en el más desfavorable de los casos alcanza cifras de menos del 5 por ciento de la suma de deflujos, lo cual indica una precisión aceptable para la clase de estudio realizado. Sin embargo, al tener en cuenta que ocurren deflujos subterráneos hacia el océano, la diferencia entre aflujo y deflujos debió ser positiva, lo que hace entrever imprecisiones en la evaluación.

Estudios posteriores realizados independientemente señalan que el balance generalizado, empleando el metro como unidad, sería como sigue (10):

| <u>Factor hidrológico</u>          | <u>Total nacional</u> | <u>Vertiente del Atlántico</u> | <u>Vertiente del Pacífico</u> |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Precipitación                      | 2.58                  | 3.29                           | 2.32                          |
| Escorrentía total                  | 1.52                  | 1.95                           | 1.36                          |
| Evapotranspiración                 | 0.99                  | 1.11                           | 0.94                          |
| Diferencia (aflujo menos deflujos) | (+) 0.07              | (+) 0.23                       | (+) 0.02                      |

Los resultados anteriores obtenidos al procesar información más completa, indican que la escorrentía fue sobreestimada en alrededor del 12 por ciento; se estima, sin embargo, que ésta puede considerarse dentro de un margen aceptable para la clase de estudio realizado, y que sería posible adoptar la siguiente distribución porcentual tentativa de los rubros de deflujo del balance:

/Concepto

| <u>Concepto</u>               | <u>Total nacional</u> | <u>Vertiente del Atlántico</u> | <u>Vertiente del Pacífico</u> |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Escorrentía total             | 59                    | 59                             | 58                            |
| Evapotranspiración            | 39                    | 34                             | 41                            |
| Deflujo subterráneo al océano | 2                     | 7                              | 1                             |

6. Factores naturales que influyen en la disponibilidad y utilización de las aguas

a) Topografía

Panamá está atravesada por las cadenas montañosas de Talamanca, Tabasará, San Blas y Darién.

La lámina 4 presenta la hipsometría generalizada del país. Las grandes cuencas de mayor elevación y pendiente medias son las MM y NN en la vertiente del Pacífico, y las II<sub>2</sub> y JJ en la vertiente del Caribe; las grandes cuencas de menor relieve y pendiente media serían las OO, KK, RR y SS, en orden decreciente; el resto de grandes cuencas puede considerarse como de pendiente y relieve intermedios. Esta clasificación generalizada se refiere a valores promedios para grandes cuencas; cabe señalar que aun en las grandes cuencas de menor pendiente existen zonas de relieve pronunciado.

La combinación de altas pendientes y mayores elevaciones medias, con los centros de alta precipitación que ocurren en el occidente del país, evidencia la existencia de un alto potencial hidroeléctrico en dicha región.

b) Geología

La lámina 2 presenta una idea generalizada de la permeabilidad de las formaciones geológicas del país. En general, puede decirse que en los materiales volcánicos y sedimentarios del Cuaternario --ubicados principalmente en las grandes cuencas MM, NN, OO, PP y SS en la vertiente del Pacífico, y en las II<sub>2</sub> y JJ de la del Atlántico-- la infiltración de la precipitación es elevada, hecho que favorece la existencia del agua subterránea; pero su misma alta permeabilidad es la causa de limitaciones para el establecimiento de

/embalses

embalses, dada la magnitud de las pérdidas por filtración. Casi todos los materiales pertenecientes a los periodos Terciario, Cretácico y Precretácico, ubicados en cerca del 80 por ciento del territorio nacional, parecen más aptos para la construcción de presas almacenadoras, pero poseen un potencial acuífero más limitado.

c) Suelos

En la lámina 5 se presenta un mapa generalizado de suelos, elaborado con base en el mapa de uso potencial de la tierra (13).

Existen en Panamá un total de 303 800 hectáreas de tierras de primera calidad aptas para agricultura intensiva de cultivos anuales, capaces de dar rendimientos unitarios elevados mediante el empleo de prácticas modernas de producción; estas tierras, identificadas con el símbolo A en la lámina 5, se encuentran ubicadas generalmente en zonas extensas de las grandes cuencas MM, OO, RR y SS de la vertiente Pacífica, en las II y JJ de la vertiente del Caribe y en áreas aisladas diseminadas en otras grandes cuencas. Un total de 235 500 hectáreas de suelos apropiados para la agricultura intensiva de cultivos permanentes, señalados con el símbolo B en el mapa, están disponibles en amplias extensiones de las grandes cuencas MM, NN y OO. Existen además 1 377 500 hectáreas de tierras de segunda clase aptas para la agricultura extensiva, con bajos rendimientos unitarios y a veces sujetos a problemas de erosión; estas tierras que se identifican con el símbolo C en la lámina 5, están ubicadas en zonas extensas de mediano relieve en toda la vertiente del Pacífico y en regiones de menor extensión en las grandes cuencas II, JJ y LL. Las tierras designadas con los símbolos D y DF son de uso muy extensivo (D) o de vocación forestal (DF); ocupan zonas de relieve abrupto y abarcan cerca del 50 por ciento del territorio nacional.

Las áreas susceptibles de agricultura bajo riego están comprendidas generalmente dentro de las tierras tipo A; el resto, salvo contadas excepciones, pueden considerarse inapropiadas para riego económico.

d) Cobertura vegetal y evapotranspiración

El tipo de cobertura vegetal influye directamente en la disponibilidad de agua. La vegetación perenne favorece la retención del agua precipitada con la consecuente mayor oportunidad de infiltración y menor oportunidad de erosión de los suelos; los cultivos estacionales en laderas de muy alta pendiente favorecen en cambio la erosión.

Puede por lo tanto pensarse en una mayor escorrentía directa proveniente de las áreas cubiertas por vegetación estacional y una mayor ocurrencia de infiltración en las zonas de cobertura vegetal permanente. También puede hablarse, en términos generales, de la existencia de cultivos permanentes en las zonas donde la precipitación está más uniformemente distribuida a lo largo del año (como en la zona atlántica occidental), y de cultivos estacionales para aprovechar la humedad derivada de las lluvias concentradas durante parte del año únicamente, como en la costa pacífica.

La escorrentía directa y la subterránea se ven afectadas por la tasa de transpiración y evaporación de las cuencas, que a su vez están gobernadas por las características fisiológicas de las plantas y por la magnitud y variación de la temperatura, la precipitación y otros factores meteorológicos.

El valor ponderado de la evapotranspiración real para el país se ha estimado en unos 990 milímetros anuales; en la vertiente atlántica su valor es de 1 110 milímetros y en la pacífica, de sólo 940 debido a la más limitada disponibilidad de agua para el consumo en la época seca. La evaporación de superficies libres de agua en el país oscila entre más de 2 000 milímetros anuales en la vecindad de las costas, y menos de 1 600 en las partes altas de la cordillera de Talamanca; en las zonas intermedias, la tasa anual de evaporación varía en relación inversa con la elevación.

## II. USOS ACTUALES Y FUTUROS DEL AGUA

En este capítulo se estima la utilización actual de los recursos hidráulicos y se extrapolan las disponibilidades de 1980 y 1990 para satisfacer las necesidades básicas de la población proyectada. También se comparan los usos actuales y proyectados con las disponibilidades de agua señaladas en el capítulo anterior, para conocer el grado de utilización de los recursos y prever posibles aprovechamientos conflictivos o conjuntos por los diferentes sectores usuarios del agua.

La suma aritmética de los requerimientos sectoriales representa la utilización bruta o total del agua en un año dado; restándole los usos que no disminuyen ni contaminan los recursos, se obtiene la utilización neta del agua. Una porción de los usos netos<sup>6/</sup> se pierde por diferentes procesos (uso consuntivo) y el resto retorna a los cuerpos de agua después de adquirir cierto grado de contaminación (uso contaminante) como resultado de la recepción de desechos domésticos e industriales y de excedentes agrícolas (sales, fertilizantes, pesticidas).

Para la estimación de los usos actuales del agua se dispuso de información proporcionada por los diferentes organismos nacionales encargados de los sectores que utilizan el agua. La estimación de los requerimientos futuros se ha basado, según el caso, en proyecciones de población realizadas con base en las tendencias históricas y en el crecimiento probable de los sectores hidroelectricidad, navegación y riego. Las dotaciones o requerimientos unitarios para cada uso han sido estimados con base en técnicas usuales que toman en cuenta el incremento en el consumo del agua potable en relación con el aumento en los ingresos per cápita y los incrementos probables de los rendimientos agrícolas bajo riego.

Las utilidades actuales y futuras han sido calculadas tomando como base las grandes cuencas sobre las que se han efectuado estimaciones sobre disponibilidades de agua en el capítulo anterior.

---

<sup>6/</sup> Comprenden las utilidades de los sectores riego y abastecimiento doméstico e industrial, y las correspondientes a navegación en el canal interoceánico.

Las proyecciones realizadas, sin embargo, sólo pueden considerarse confiables para la década 1971 a 1980; no lo son para la siguiente porque pueden producirse cambios importantes en los patrones y en las tasas de crecimiento aplicados a la proyección. En el caso del agua potable, tanto la población por cuencas como las dotaciones unitarias supuestas pueden experimentar alteraciones significativas debidas a cambios notables en la estructura socioeconómica del país; en el sector irrigación, el patrón futuro de cultivos y la política nacional de importación-exportación pueden diferir de las aquí supuestas; en el sector electricidad, la magnitud y distribución en el uso del agua por cuencas podría alterarse ya que no existe un plan a largo plazo de adición de centrales generadoras; en navegación fluvial, las estimaciones sobre tránsitos en el canal interoceánico podrían diferir de las supuestas. Las proyecciones para 1990 sólo deben considerarse por lo tanto indicativas de la posible magnitud de utilización real del agua.

#### 1. Riego

En Panamá se cultiva un alto porcentaje de las tierras arables a pesar de lo cual, dados los bajos rendimientos unitarios, se importan anualmente productos básicos en volúmenes considerables. Existen, sin embargo, unas 300 000 hectáreas de tierras de adecuada calidad que al ponerse bajo riego permitirían incrementar sustancialmente la producción.

Existen asimismo problemas que dificultan el desarrollo en gran escala de la irrigación en el país. Los regímenes de los ríos hacen necesaria la construcción de presas almacenadoras para incrementar las bajas disponibilidades de agua en el estiaje; la topografía del país exige largos canales para la conducción del agua almacenada hasta los sistemas de riego, con el encarecimiento consiguiente de los sistemas; no existe además una tradición de riego en el país y ello dificulta tanto la construcción como la operación de los sistemas de regadío. El problema de la tenencia de la tierra es grave si se tiene en cuenta que la mayor parte de la superficie regable está en manos de un limitado número de propietarios. La legislación existente no contempla específicamente el uso del agua para

/propósitos de



propósitos de riego, y no existe una entidad gubernamental con capacidad suficiente que planifique y realice los proyectos de irrigación requeridos por la situación del país en tal sentido.

a) Potencial de irrigación

La superficie que podría ser regada en el país se ha definido con base en el mapa de uso potencial de la tierra (13), del que la lámina 5 es una adaptación.

En general, las áreas regables corresponden a las tierras de primera (clase A) aptas para cultivos intensivos, localizados en la vertiente del Pacífico. Por gozar de una precipitación abundante y más uniforme, las tierras clase A de la vertiente del Caribe no necesitan riego suplementario. Adicionalmente, algunas extensiones de tierras de segunda (clase C) han sido consideradas regables.

Así, la superficie regable desde el punto de vista de suelo y clima en Panamá ha sido estimada en 311 200 hectáreas, cuya distribución por grandes cuencas aparece en el cuadro 10. El mayor potencial de riego corresponde a las grandes cuencas SS, MM y NN.

b) Usos actuales

La superficie bajo riego en el país en 1970, según informes de la Comisión Nacional de Aguas, se estima en 23 662 hectáreas, 7.6 por ciento del área nacional regable. En general, salvo en el caso del banano, se trata de obras de pequeña y mediana irrigación, con limitada técnica de aplicación del agua, cuyas extensiones con base en las grandes cuencas aparecen en el cuadro 11.

El uso total del agua ha sido estimado en 23.8 metros cúbicos por segundo; el consuntivo en 11.5, suponiendo una eficiencia del 49 por ciento para distribución y aplicación del agua. Se advierte que el riego está concentrado en las grandes cuencas MM y OO y que incluye más de 8 600 hectáreas de banano regado por la Chiriquí Land Company y algunos productores independientes. (Véase el cuadro 11.)

Cuadro 10

## PANAMA: DISTRIBUCION DEL AREA POTENCIALMENTE REGABLE POR GRANDES CUENCAS

| Gran<br>Cuenca                      | Cuenca    | Río   | Superficie regable, hectáreas |               |                | Porcentaje<br>del total |
|-------------------------------------|-----------|---|-------------------------------|---------------|----------------|-------------------------|
|                                     |           |   | Clase A                       | Clase C       | Total          |                         |
| <u>Total nacional</u>               |           |   | <u>235 300</u>                | <u>75 900</u> | <u>311 200</u> | <u>100.0</u>            |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u> |           |   | <u>235 300</u>                | <u>75 900</u> | <u>311 200</u> | <u>100.0</u>            |
| MM                                  | 102 a 108 | Chiriquí Viejo, Chico, Escarrea, Chiriquí             | 68 000                        | 20 000        | 88 000         | 28.3                    |
| NN                                  | 110 a 124 | Fonseca, Tabasarú, San Pedro, San Pablo, Tonosí, etc. | 19 000                        | 32 200        | 51 200         | 16.4                    |
| OO                                  | 126 a 134 | La Villa, Parita, Sta. María, Grande, etc.            | 15 300                        | 1 000         | 16 300         | 5.3                     |
| PP                                  | 136 a 140 | Antón, Caimito y otros                                | -                             | 1 700         | 1 700          | 0.5                     |
| QQ                                  | 142 a 146 | Juan Díaz, Tocumen y otros                            | 5 000                         | 21 000        | 26 000         | 8.3                     |
| SS                                  | 156 a 162 | Congo, Tucutí, Chucunaque, Tuirá, Sambá, etc.         | 128 000                       | -             | 128 000        | 41.2                    |

Cuadro 11

PANAMA: SUPERFICIE BAJO RIEGO Y USO DEL AGUA EN 1970

| Gran Cuenca                         | Cuenca | Río                        | Superficie regada (ha) | Uso estimado del agua (m <sup>3</sup> /s) |               |
|-------------------------------------|--------|----------------------------|------------------------|---|---------------|
|                                     |        |                            |                        | Total a/                                  | Consuntivo b/ |
| <u>Total nacional</u>               |        |                            | <u>23 662</u>          | <u>23.8</u>                               | <u>11.5</u>   |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u> |        |                            | <u>23 662</u>          | <u>23.8</u>                               | <u>11.5</u>   |
| MM                                  |        |                            | 11 238                 | 11.3                                      | 5.4           |
|                                     | 102    | Chiriquí Land Co. (banano) | 5 705                  |   |               |
|                                     | 104    | Hda. Carta Vieja           | 300                    |   |               |
|                                     | 106    | Varios productores         | 4 183 c/               |   |               |
|                                     | 108    | Casablanca-Gualaca         | 1 050                  |   |               |
| 00                                  |        |                            | 12 424                 | 12.5                                      | 6.1           |
|                                     | 124    | Oria                       | 600                    |   |               |
|                                     | 126    | Guararé                    | 250                    |   |               |
|                                     | 128    | La Villa y otros           | 2 095                  |   |               |
|                                     | 132    | Azucarera Nacional         | 1 000                  |   |               |
|                                     | 134    | Varios productores         | 8 479                  |   |               |

a/ Estimado a base de una dotación de un litro por segundo por hectárea.

b/ Calculado como el 49 por ciento del uso total.

c/ Incluye unas 2 900 hectáreas de banano.

c) Usos proyectados

Se elaboró una proyección de los requerimientos de tierra y agua para riego en 1980 y 1990 sobre la premisa de satisfacer la demanda interna de la población estimada del país y de mantener el volumen actual de las exportaciones que salen fuera del área centroamericana. Los requerimientos del agua de riego se estimaron a base de características climáticas, tipos de cultivo y eficiencias razonables para la distribución y aplicación del agua.

Sólo se consideró para las proyecciones la demanda de cultivos anuales, a base de la cual, después de conocerse las extensiones disponibles en el país para su producción y los rendimientos unitarios de cada cultivo bajo diferentes grados de tecnología agrícola, pudo determinarse la superficie que habría de ponerse bajo riego.

i) Proyección de la demanda agrícola. La demanda interna de producción agrícola fue estimada con base en el estudio realizado en 1969 por el Batelle Memorial Institute para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (14).

Las proyecciones de la demanda de producción agrícola para 1980 fueron efectuados por Batelle; la información sobre consumo aparente del período 1962 a 1964 se utilizó para determinar la demanda per cápita de cultivos importantes de consumo básico, efectuándose una extrapolación hasta 1980 sobre la base del crecimiento demográfico y teniendo en cuenta la variación del consumo resultante de la misma en el ingreso. Las proyecciones para 1990, efectuadas por la CEPAL, se apoyaron en las mismas bases de Batelle y admitieron iguales tasas de crecimiento.

Por lo que respecta a las exportaciones, se calculó el volumen promedio referente al período 1967 a 1968 y se llegó a la conclusión de que se exportaban fuera del área unas 45 000 toneladas de azúcar. Se asumió conservadoramente que en los próximos 20 años se mantendrían los mismos niveles de exportación.

Las demandas totales proyectadas para 1980 y 1990 se indican en el cuadro 12.

Cuadro 12

PANAMA: DEMANDA INTERNA Y EXPORTACIONES DE CULTIVOS ANUALES  
 FUERA DEL AREA CENTROAMERICANA, ESTIMADAS PARA LOS AÑOS  
 1980 y 1990

(Miles de toneladas)

| Cultivos         | 1980 <sup>a/</sup> | 1990 <sup>b/</sup> |
|------------------|--------------------|--------------------|
| Maíz             | 109                | 161                |
| Arroz            | 127                | 185                |
| Trigo            | 69                 | 106                |
| Frijol           | 16                 | 20                 |
| Azúcar de caña   | 112 <sup>c/</sup>  | 149 <sup>c/</sup>  |
| Hortalizas       | 38                 | 60                 |
| Papa, ñame, yuca | 112 <sup>d/</sup>  | 163 <sup>d/</sup>  |
| Tabaco           | 3                  | 4                  |
| Sorgo            | 15 <sup>d/</sup>   | 22 <sup>d/</sup>   |
| Algodón          | 3 <sup>d/</sup>    | 5 <sup>d/</sup>    |

a/ Tomado del informe de Batelle Memorial Institute (14).

b/ Extrapolado con base en datos del informe de Batelle.

c/ Incluye 45 000 toneladas que se exportan a USA.

d/ Cifras estimadas por CEPAL.

ii) Requerimientos de tierra para abastecer la demanda. Tomando como base la demanda de producción indicada en el cuadro 12, se calcularon las extensiones de cultivos en 1980 y 1990 para lo cual se estimaron los rendimientos unitarios de los cultivos considerados bajo diferentes grados de tecnología agrícola, y en tierras de primera categoría solamente<sup>7/</sup> como se indica a continuación. (Véase el cuadro 13.)

1) Rendimientos bajos. Valores correspondientes a los períodos 1962 a 1964 y 1967 a 1968, que implican en términos nacionales la ausencia de prácticas agrícolas modernas y la utilización de tierras de segunda categoría;

2) Rendimientos intermedios. Se obtendrían en tierras de primera calidad (o su equivalente en superficie en tierras de segunda) aptas para cultivo intensivo, mediante el empleo de técnicas agrícolas modernas (uso de semilla mejorada, fertilizantes, pesticidas, drenaje, etc.), durante la estación lluviosa;<sup>8/</sup>

3) Rendimientos elevados. Se obtendrían en tierras de primera calidad (o su equivalente en superficie en tierras de segunda) como resultado del empleo de prácticas agrícolas modernas incluyendo el riego suplementario durante la estación seca. El resultado sería, en la mayoría de los casos, una doble cosecha.

Los rendimientos intermedios y los altos se adoptaron después de comparar los actuales del país con los característicos de los países del Istmo y las de otros de tecnología más avanzada (15).

Para la proyección de 1980 se supuso que se alcanzaría un grado de tecnología que permitiría obtener rendimientos idénticos a los intermedios; la extensión requerida para producir la demanda sería entonces de 342 000 hectáreas de tierras de primera clase. Se supuso sin embargo, que en dicho año sólo se dispondría de 286 000 hectáreas<sup>9/</sup> razón por la cual sería necesario regar para abastecer la demanda.

<sup>7/</sup> Las tierras de segunda clase fueron tomadas en cuenta, también, al suponer que podrían rendir el 50 por ciento de las de primera.

<sup>8/</sup> Nótese que estos rendimientos implican aumentos en relación con los de 1967 a 1968 que van de acuerdo con el crecimiento demográfico del país, lo que supone esfuerzos serios en investigación y extensión agrícola.

<sup>9/</sup> 207 800 hectáreas de tierras de primera y 7 155 000 de tierras de segunda, ubicadas en la parte central y occidental de la vertiente del Pacífico; el resto carece de obras de infraestructura adecuadas.

Cuadro 13

PANAMA: RENDIMIENTOS AGRICOLAS UNITARIOS BAJO DIFERENTES GRADOS  
 DE TECNOLOGIA

(Kilogramos por hectárea)

| Cultivos                        | Bajos   |         | Intermedios <sup>a/</sup> |        | Altos <sup>b/</sup> |        |
|---------------------------------|---------|---------|---------------------------|--------|---------------------|--------|
|                                 | 1962/64 | 1967/68 | 1980                      | 1990   | 1980                | 1990   |
| Maíz                            | 843     | 850     | 1 000                     | 1 200  | 2 000               | 2 500  |
| Arroz                           | 1 084   | 1 180   | 1 500                     | 2 000  | 3 000               | 4 000  |
| Trigo                           | ...     | ...     | 1 200                     | 1 500  | 2 400               | 3 000  |
| Frijol                          | 272     | 340     | 500                       | 700    | 1 000               | 1 400  |
| Azúcar de caña                  | 2 240   | 3 050   | 5 000                     | 8 000  | 7 000               | 10 000 |
| Hortalizas <sup>c/</sup>        | ...     | ...     | 8 000                     | 12 000 | 16 000              | 24 000 |
| Palpa, ñame, yuca <sup>d/</sup> | ...     | 7 600   | 9 000                     | 10 000 | 18 000              | 20 000 |
| Tabaco                          | 927     | 1 000   | 1 200                     | 1 500  | 2 400               | 3 000  |
| Sorgo                           | ...     | ...     | 1 200                     | 1 400  | 2 400               | 2 800  |
| Algodón                         | ...     | ...     | 800                       | 900    | 1 000               | 1 100  |

- <sup>a/</sup> Rendimientos correspondientes a agricultura tecnificada, en tierras de primera clase, durante la estación lluviosa solamente.
- <sup>b/</sup> Rendimientos correspondientes a agricultura tecnificada, en tierras de primera clase, cultivadas durante todo el año a base de riego en la estación seca.
- <sup>c/</sup> Tomando el tomate como valor representativo.
- <sup>d/</sup> Valor promedio para los tres cultivos.

Por aproximaciones sucesivas y considerando los cultivos de mayor demanda de superficie, se estimó que para satisfacer la demanda de producción de 1980 podría regarse el 25 por ciento del maíz y el arroz y el 20 por ciento del frijol, caña de azúcar y trigo. Ello, sumado al riego actual de banano (8 600 hectáreas), arroja una superficie a regar de 64 700 hectáreas. (Véase el cuadro 14.)

La proyección para 1990 indica que, de no existir riego, bajo rendimientos intermedios se requeriría un total de 395 000 hectáreas. Por el mismo procedimiento de aproximaciones sucesivas, y suponiendo que la extensión de tierras disponible sería de 302 000 hectáreas<sup>10/</sup> se estimó que se precisaría regar el 40 por ciento del maíz y del arroz, y el 25 por ciento de frijol, caña de azúcar y trigo para abastecer la demanda. La superficie a regar en 1990 sería entonces de 97 100 hectáreas. (Véase de nuevo el cuadro 14.)

Estas proyecciones y estimaciones suponen incrementos en el área regada de 4 100 hectáreas anuales en la presente década y de 3 250 en la de 1981 a 1990. Los planes actuales del gobierno no prevén dicha situación, por lo que se impone una mayor acción del Estado para planificar y ejecutar obras de riego, fortaleciendo adecuadamente el organismo sectorial correspondiente así como las actividades de investigación y extensión agrícola.

Cabe insistir en que las proyecciones realizadas implican el autoabastecimiento de la demanda interna y mantener el nivel actual de la exportación del azúcar. En el caso de que no se alcanzaran las metas de riego antes señaladas o los rendimientos unitarios indicados para los cultivos, Panamá tendría que importar dichos productos, sustituirlos por otros de menor requerimiento de extensión cultivada, reducir sus exportaciones o desarrollar adecuadamente la vertiente del Atlántico y el extremo oriental del país. Evidentemente, la posibilidad de especializar la agricultura para que produzca artículos de alto rendimiento económico, a calidad

<sup>10/</sup> Se admite que podrían incorporarse 16 000 hectáreas de tierras de primera clase como resultado de mejoras en la infraestructura de la parte oriental del país.



Cuadro 14

PANAMA: SUPERFICIE A CULTIVARSE Y REGARSE EN 1980 Y 1990

(En cultivos anuales solamente)

| Cultivos<br>anuales | 1980                               |   |             | 1990                               |   |             |
|---------------------|------------------------------------|---|-------------|------------------------------------|---|-------------|
|                     | Demanda<br>(miles de<br>toneladas) | Superficie a cultivar<br>(miles de hectáreas) |             | Demanda<br>(miles de<br>toneladas) | Superficie a cultivar<br>(miles de hectáreas) |             |
|                     |                                    | Total   | Regada      |                                    | Total   | Regada      |
| <u>Total</u>        |                                    | <u>285</u>                                    | <u>56.1</u> |                                    | <u>302</u>                                    | <u>88.5</u> |
| Maíz                | 109                                | 87  | 20.8        | 161                                | 95  | 38.0        |
| Arroz               | 127                                | 67  | 16.1        | 185                                | 66  | 26.5        |
| Trigo               | 69                                 | 48  | 9.6         | 106                                | 56  | 14.0        |
| Frijol              | 16                                 | 27  | 5.4         | 20                                 | 22  | 5.5         |
| Azúcar de caña      | 112                                | 21  | 4.2         | 149                                | 18  | 4.5         |
| Hortalizas          | 38                                 | 5   | -           | 60                                 | 5   | -           |
| Papa, ñame, yuca    | 112                                | 12  | -           | 163                                | 16  | -           |
| Tabaco              | 3                                  | 2   | -           | 4                                  | 3   | -           |
| Sorgo               | 15                                 | 12  | -           | 22                                 | 16  | -           |
| Algodón             | 3                                  | 4   | -           | 5                                  | 5   | -           |

/y precios

y precios competitivos en el mercado regional o mundial, permitiría la importación de alimentos para atender la demanda interna, y ello modificaría las proyecciones anteriores.

iii) Requerimientos de agua para riego. Se adoptaron las siguientes dotaciones de agua, calculadas a base de las características de clima y suelo, una eficiencia de 49 por ciento para distribución y aplicación del agua y la experiencia obtenida en proyectos centroamericanos y mexicanos:

|                                    |                           |
|------------------------------------|---------------------------|
| Caña de azúcar, arroz y hortalizas | 1.2 l/s/ha <sup>11/</sup> |
| Todos los demás cultivos           | 1.0 l/s/ha                |

La distribución de la superficie a regar entre las grandes cuencas se basó en una proporción directa con el potencial de riego, exceptuándose de ello a las grandes cuencas PP y SS --la primera por poseer un bajo potencial de riego; la segunda por carecer de adecuadas obras de infraestructura-- y la 00 por poseer una considerable superficie regada. (Véase el cuadro 15.)

La utilización total del agua en 1980 sería de 68.7 metros cúbicos por segundo y, descontando los retornos estimados, el uso consuntivo sería de 33.8 metros cúbicos por segundo. El riego así proyectado podría desarrollarse mediante derivación del caudal de estiaje, utilización de retornos y amplio empleo del agua subterránea.

En 1990 la utilización total del agua sería de 104.2 metros cúbicos por segundo y se consumirían 51 metros cúbicos por segundo. Estos aprovechamientos supondrían además del uso de caudales de estiaje y sus retornos y el empleo amplio del agua subterránea, la construcción de algunos embalses reguladores de caudal.

iv) Retornos contaminados. Los retornos del agua de riego vuelven a los cuerpos de agua generalmente acompañados de los excedentes de sales, fertilizantes y pesticidas, que se les incorporan en las parcelas agrícolas. La concentración de algunos elementos en el agua puede ser nociva para la salud humana y animal e impedir su reutilización, por lo que se precisa

<sup>11/</sup> Litros por segundo por hectárea regada.

## Cuadro 15

## PANAMA: REQUERIMIENTOS DE TIERRA Y AGUA PARA RIEGO, PROYECTADOS PARA 1980 Y 1990

| Gran cuenca                         | Cuenca    | Río   | Superficie a regar (hectáreas) | 1980                |                           | 1990                |                           |             |
|-------------------------------------|-----------|---|--------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|-------------|
|                                     |           |   |                                | Total <sup>a/</sup> | Consumitivo <sup>b/</sup> | Total <sup>c/</sup> | Consumitivo <sup>b/</sup> |             |
| <b>Total nacional</b>               |           |   | <b>64 700</b>                  | <b>68.7</b>         | <b>33.8</b>               | <b>97 100</b>       | <b>104.2</b>              | <b>51.1</b> |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b> |           |   | <b>64 700</b>                  | <b>68.7</b>         | <b>33.8</b>               | <b>97 100</b>       | <b>104.2</b>              | <b>51.1</b> |
| MM                                  | 102 a 108 | Chiriquí Viejo, Chico, Chiriquí               | 31 800 <sup>d/</sup>           | 33.8                | 16.6                      | 47 600              | 51.0                      | 25.0        |
| NN                                  | 110 a 124 | Fonseca, Tabasará, San Pedro, San Pablo, etc. | 13 600                         | 14.4                | 7.1                       | 22 800              | 24.5                      | 12.0        |
| OO                                  | 126 a 134 | La Villa, Parita, Sta. María, Grande, etc.    | 12 400                         | 13.2                | 6.5                       | 15 000              | 16.1                      | 7.9         |
| QQ                                  | 142 a 146 | Juan Díaz, Tocumen y otros                    | 6 900                          | 7.3                 | 3.6                       | 11 700              | 12.6                      | 6.2         |

a/ Estimado a base de 1.06 litros por segundo por hectárea.

b/ Calculado como un 49 por ciento del uso total.

c/ Estimado a base de 1.07 litros por segundo por hectárea.

d/ Incluye 8 600 hectáreas de banano que se riegan en la actualidad.

/controlar el

controlar el grado de contaminación de los retornos y realizar una utilización racional de los insumos agrícolas antes mencionados.

Los retornos nacionales del sector riego se calculan para 1980 en unos 35 metros cúbicos por segundo, y para 1990, en 53 metros cúbicos por segundo. Es imposible por ahora predecir el tipo y grado de contaminación de estos retornos pero, dada la magnitud de los caudales, debería prestárseles especial atención para evitar o prevenir situaciones indeseables.

## 2. Abastecimiento de agua y desagües

El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN), es el responsable de llevar a cabo todas las funciones relacionadas con la planificación, construcción y operación de los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado del país. El diseño y construcción de acueductos rudimentarios, sin conexión domiciliaria, para las áreas rurales recae en el Ministerio de Salud. El Instituto de Vivienda y Urbanismo y las empresas urbanizadoras privadas diseñan y construyen los sistemas de las nuevas urbanizaciones, que luego se trasladan al IDAAN para su operación y mantenimiento.

La concentración de estas tareas facilitan a Panamá la solución adecuada de los problemas del sector, al contrario de lo que sucede en algunos países del Istmo donde varios organismos se ocupan de estas tareas.

La tabulación siguiente señala el porcentaje de la población que disponía de estos servicios a finales de 1970:

|   | <u>Zonas urbanas</u> | <u>Zonas rurales</u> |
|---|----------------------|----------------------|
| Acueductos  |                      |                      |
| Beneficiados  | 100                  | 71                   |
| Servidos  | 90                   | 7                    |
| Alcantarillados o<br>letrina sanitaria <sup>12/</sup> | 93                   | 68                   |

Del análisis de la información anterior se deduce que Panamá ha superado la meta adoptada en la reunión de Punta del Este en lo que se refiere al sector urbano; en el ámbito rural no se ha alcanzado todavía pero están

<sup>12/</sup> Unos 500 000 habitantes de las zonas ruuales disponen de letrinas sanitarias.

llevándose a cabo significativos esfuerzos para lograrlo en el próximo quinquenio. (16)

Las aguas servidas se vierten crudas en ríos y en el mar, con la consiguiente contaminación, peligro para la salud y perjuicios para el turismo en las zonas adyacentes a importantes centros urbanos. En 1968 se llevó a cabo un estudio sobre contaminación de corrientes, pero actualmente no existe programa de muestreo sistemático de la calidad del agua, ni control alguno sobre la contaminación.

a) Usos actuales del agua

Para calcular la utilización actual del agua por este sector se efectuaron estimaciones de población por cada gran cuenca --cifras que se incluyen en el cuadro 16-- a base de información reciente, y se tomó en cuenta el suministro procedente de los sistemas operados por la Compañía de la Zona del Canal.

Los requerimientos de agua se estimaron suponiendo una dotación per cápita de 200 litros diarios para las zonas urbanas, y de 40 litros diarios para el 50 por ciento de la población rural y de 10 litros por día para el resto. El suministro procedente de la Zona del Canal --que abastece sus propias necesidades, las de los barcos y las de las ciudades de Panamá y Colón-- fue de 3.1 metros cúbicos por segundo de acuerdo con los informes de la Compañía.<sup>13/</sup>

La utilización estimada sobre esas bases se indica en el cuadro 17 donde, para cada gran cuenca, se señala el uso total y el consuntivo. A este efecto se supuso que los retornos a los cuerpos de agua superficial y subterránea serían del 75 por ciento de la demanda en los sistemas urbanos y del 50 por ciento en las zonas rurales; los retornos urbanos en las grandes cuencas KK y PP sin embargo fueron considerados nulos ya que ocurren a la altura del nivel del mar por lo que no podrían reutilizarse.

<sup>13/</sup> Los siguientes consumos per cápita fueron abastecidos en 1970: Zona del Canal (sin incluir el suministro a barcos), 1 130 litros diarios; Panamá y Colón, 330 litros diarios.

## Cuadro 16

## PANAMA: ESTIMACIONES DE POBLACION PARA 1970, 1980 Y 1990

(Miles de habitantes)

| Gran cuenca                          | Cuenca                                  | Río  | 1970           |              |              | 1980           |                |                | 1990           |                |                |
|--------------------------------------|---|--|----------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                                      |   |  | Total          | Urbana       | Rural        | Total          | Urbana         | Rural          | Total          | Urbana         | Rural          |
| <u>Total nacional</u>                |   |  | <u>1 488.0</u> | <u>674.1</u> | <u>813.9</u> | <u>2 048.7</u> | <u>1 019.0</u> | <u>1 029.7</u> | <u>2 862.8</u> | <u>1 558.4</u> | <u>1 304.4</u> |
| <u>Total vertiente del Atlántico</u> |   |  | <u>239.2</u>   | <u>95.1</u>  | <u>144.1</u> | <u>327.7</u>   | <u>143.7</u>   | <u>184.0</u>   | <u>462.1</u>   | <u>227.4</u>   | <u>234.7</u>   |
| II <sub>2</sub> <sup>a/</sup>        | 87 <sup>a/</sup> , 89, 91 <sup>a/</sup> | Sixaola, Home Creek, Changuinola:                    | 6.5            | -            | 6.5          | 8.3            | -              | 8.3            | 10.6           | -              | 10.6           |
| JJ                                   | 93 a 103                                | Guarumo, Cricamola, Veraguas, etc.                   | 49.4           | 5.4          | 44.0         | 64.2           | 8.1            | 56.1           | 84.0           | 12.6           | 71.4           |
| KK                                   | 105 a 115                               | Coclé, Miguel de la Borda, Chagres                   | 153.2          | 89.7         | 63.5         | 216.7          | 135.6          | 81.1           | 318.3          | 214.8          | 103.5          |
| LL                                   | 117 a 121                               | Mandinga y otros                                     | 30.1           | -            | 30.1         | 38.5           | -              | 38.5           | 49.2           | -              | 49.2           |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u>  |   |  | <u>1 248.8</u> | <u>579.0</u> | <u>669.8</u> | <u>1 721.0</u> | <u>875.3</u>   | <u>845.7</u>   | <u>2 400.7</u> | <u>1 331.0</u> | <u>1 069.7</u> |
| MM                                   | 102 a 108                               | Chiriquí Viejo, Chico, Escarrea, Chiriquí            | 159.1          | 64.7         | 94.4         | 218.4          | 97.8           | 120.6          | 301.0          | 148.0          | 153.0          |
| NN                                   | 110 a 124                               | Fonseca, Tabasará, San Pedro, San Pablo, etc.        | 190.3          | 4.7          | 185.6        | 244.2          | 7.1            | 237.1          | 313.7          | 10.7           | 303.0          |
| OO                                   | 126 a 134                               | La Villa, Parita, Sta. María, Grande, etc.           | 348.8          | 64.7         | 284.1        | 460.7          | 97.8           | 362.9          | 611.0          | 148.0          | 463.0          |
| PP                                   | 136 a 140                               | Antón, Caimito y otros <sup>b/</sup>                 | 493.8          | 440.9        | 52.9         | 734.1          | 666.5          | 67.6           | 1 101.0        | 1 015.0        | 86.0           |
| QQ                                   | 142 a 146                               | Juan Díaz, Tocumen y otros                           | 8.1            | -            | 8.1          | 10.4           | -              | 10.4           | 13.4           | -              | 13.4           |
| RR                                   | 148                                     | Dayano   | 6.5            | -            | 6.5          | 8.3            | -              | 8.3            | 10.6           | -              | 10.6           |
| SS                                   | 150 a 162                               | Congo, Tucutí, Chucunaque, Tuira, etc. <sup>c/</sup> | 42.2           | 4.0          | 38.2         | 44.9           | 6.1            | 38.8           | 50.0           | 9.3            | 40.7           |

<sup>a/</sup> Cuenca internacional; los valores corresponden a Panamá solamente. <sup>b/</sup> No incluye la Zona del Canal. <sup>c/</sup> Incluye los habitantes de las Islas.

Cuadro 17

PANAMA: UTILIZACIONES DE AGUA ESTIMADAS PARA SATISFACER NECESIDADES  
DOMESTICAS E INDUSTRIALES, 1970 A 1990

(Metros cúbicos por segundo)

| Gran<br>cuenca                      | Cuenca    | Río  | 1970       |                | 1980       |                | 1990       |                |
|-------------------------------------|-----------|--|------------|----------------|------------|----------------|------------|----------------|
|                                     |           |  | Total      | Consum<br>tivo | Total      | Consum<br>tivo | Total      | Consum<br>tivo |
| <u>Total nacional</u>               |           |  | <u>4.0</u> | <u>3.6</u>     | <u>6.4</u> | <u>5.8</u>     | <u>8.7</u> | <u>7.6</u>     |
| <u>Total vertiente del Caribe</u>   |           |  | <u>3.3</u> | <u>3.3</u>     | <u>5.4</u> | <u>5.4</u>     | <u>7.2</u> | <u>7.1</u>     |
| II <sub>2</sub> <sup>a/</sup>       | 87 a 91   | Sixaola, Home Creek, Changuinola                   | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            |
| JJ                                  | 93 a 103  | Guarumo, Cricamola, Calovébera, Veraguas           | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            | 0.1        | 0.0            |
| KK <sup>b/</sup>                    | 105 a 115 | Coclé, Miguel de la Borda, Indio,<br>Chagres       | 3.3        | 3.3            | 5.4        | 5.4            | 7.1        | 7.1            |
| LL                                  | 117 a 121 | Mandinga y otros                                   | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u> |           |  | <u>0.7</u> | <u>0.3</u>     | <u>1.0</u> | <u>0.4</u>     | <u>1.5</u> | <u>0.5</u>     |
| MM                                  | 102 a 108 | Chiriquí Viejo, Chico, Escarrea,<br>Chiriquí       | 0.2        | 0.1            | 0.3        | 0.1            | 0.5        | 0.1            |
| NN                                  | 110 a 124 | Fonseca, Tabasará, San Pedro,<br>San Pablo, Tonosí | 0.1        | 0.0            | 0.1        | 0.0            | 0.1        | 0.0            |
| OO                                  | 126 a 134 | La Villa, Parita, Sta. María,<br>Grande, etc.      | 0.2        | 0.1            | 0.4        | 0.1            | 0.6        | 0.2            |
| PP                                  | 136 a 140 | Antón, Caimito y otros                             | 0.2        | 0.1            | 0.2        | 0.2            | 0.3        | 0.2            |
| QQ                                  | 142 a 146 | Juan Díaz, Tocumen y otros                         | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            |
| RR                                  | 148       | Bayano   | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            |
| SS                                  | 150 a 162 | Congo, Tucutí, Chucunaque, Tuira,<br>Sambú         | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            | 0.0        | 0.0            |

a/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Panamá únicamente.

b/ Abastece la demanda propia y la de la gran cuenca PP.

Los cálculos así efectuados indican una utilización total de 4.0 metros cúbicos por segundo para todo el país en 1970; la consuntiva se estimó en 3.6 metros cúbicos por segundo. La principal cuenca usuaria del país es la KK, debido a que abastece las principales zonas urbanas incluyendo a la capital. (Véase de nuevo el cuadro 17.)

b) Usos proyectados

Para calcular la utilización del agua en 1980 y 1990 por este sector, se efectuaron proyecciones de población por grandes cuencas, tomando en cuenta los crecimientos históricos de la misma y manteniendo constante el consumo de la Zona del Canal. Las cifras estimadas aparecen en el cuadro 16.

Las recuperaciones o retornos del agua servida se supusieron en la misma proporción que en 1970, y las dotaciones por habitante asumidas para cada caso fueron las siguientes:

|                               | <u>Litros por día</u> |             |
|-------------------------------|-----------------------|-------------|
|                               | <u>1980</u>           | <u>1990</u> |
| <u>Zonas urbanas</u>          |                       |             |
| Panamá y Colón <sup>14/</sup> | 340                   | 350         |
| Otras áreas urbanas           | 250                   | 250         |
| <u>Zonas rurales</u>          |                       |             |
| 50 por ciento de la población | 40                    | 40          |
| 50 por ciento de la población | 10                    | 10          |

En esa forma, la demanda total y consuntiva para 1980 sería de 6.4 y 5.8 metros cúbicos por segundo, respectivamente; para 1990, de 8.7 y 7.6 metros cúbicos por segundo, para todo el país. En ambos casos, al igual que en 1970, la gran cuenca KK acusaría la mayor utilización y consumo de agua. (Véase de nuevo el cuadro 17.)

14/ Para 550 000 habitantes en 1980 y 700 000 en 1990.



c) Contaminación del agua

1) Conceptos generales. En el proceso de utilización de las aguas, los volúmenes no consumidos retornan a los cuerpos de agua acompañados de un deterioramiento de su calidad, derivado de la recepción de desechos humanos e industriales. Los retornos urbanos no tratados contaminan directamente los cuerpos de agua superficial a los que desaguan mediante sistemas de alcantarillado; en el ámbito rural, la existencia de tanques sépticos para la colección de desechos da por resultado la contaminación del agua subterránea poco profunda.

Al mezclarse las aguas residuales no tratadas con las de los ríos o lagos, puede producirse una dilución natural de los desechos y alcanzar la mezcla un nivel mínimo de calidad si el caudal (o volumen) diluyente es lo suficientemente amplio.

Ello sucede cuando la demanda bioquímica de oxígeno (BOD) del agua permite la vida de los peces y no se producen olores o sabores dañinos para la población; usualmente, esta demanda bioquímica de oxígeno se estima en 4.5 partes por millón, aunque el número de bacilos coliformes exceda la tolerancia indicada para el consumo doméstico del agua (17). Los caudales requeridos para que se produzca la dilución natural de las aguas residuales no tratadas pueden estimarse haciendo un balance de oxígeno del agua.

ii) Requerimientos para dilución natural. El análisis efectuado se limita a los efluentes urbanos y se basa en las suposiciones siguientes: la cantidad de oxígeno disuelto en las aguas receptoras es de 8.5 partes por millón; los efluentes urbanos del país llegan actualmente a 1.96 metros cúbicos por segundo, que equivalen a 250 litros diarios por habitante. Si se admite que los efluentes vienen acompañados de unos 47 gramos diarios de desechos per cápita, cifra usual en ciudades similares de México y los Estados Unidos de Norteamérica, ello resulta de una demanda bioquímica de oxígeno de 190 ppm en las aguas residuales.

El balance de oxígeno para esas condiciones indica que actualmente se requiere un caudal de 88 metros cúbicos por segundo en todo el país para que ocurra dilución natural de las aguas servidas; en 1980 y 1990 se

/requerirían

requerirían caudales nacionales respectivos de 135 y 210 metros cúbicos por segundo. (Véase el cuadro 18.)

Particular mención requiere la gran cuenca PP, que acusa el 80 por ciento del requerimiento nacional, debido a la concentración urbana de la capital. En esta cuenca los caudales superficiales disponibles son insuficientes para proveer dilución natural; además, dado que los efluentes descargan en forma concentrada en la bahía, a pesar del gran volumen de ésta, ocurre contaminación considerable con el consiguiente peligro para la salud y el consiguiente conflicto con el turismo. Caso similar ocurre en la gran cuenca KK donde los efluentes de la ciudad de Colón descargan en la bahía de Limón.

Resulta evidente entonces la necesidad de tratar artificialmente las aguas servidas, específicamente las de la ciudad de Panamá y las de Colón.

### 3. Hidroelectricidad

La explotación de los recursos hídricos para la generación de energía corresponde al Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), organismo estatal descentralizado que tiene a su cargo el plan nacional de electrificación. También participan otras empresas de servicio público como las Empresas Eléctricas de Chiriquí (privada) y la Compañía de la Zona del Canal.

Durante los últimos años, los requerimientos de energía y potencia en todo el país, variaron de la manera siguiente.<sup>15/</sup>

|                    | <u>1960</u> | <u>1965</u> | <u>1970</u> |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|
| Energía, GWh       | 516         | 881         | 1 394       |
| Demanda máxima, MW | 89          | 145         | 225         |

La oferta en centrales hidroeléctricas para el mismo período fue la siguiente:<sup>15/</sup>

|                         | <u>1960</u> | <u>1965</u> | <u>1970</u> |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Generación, GWh         | 286         | 286         | 308         |
| Capacidad instalada, MW | 53          | 56          | 60          |

15/ Incluye la Zona del Canal.

Cuadro 18

## PANAMA: EFLUENTES URBANOS CONTAMINADOS Y CAUDALES REQUERIDOS PARA DILUCION NATURAL, 1970 A 1990

(Metros cúbicos por segundo)

| Gran cuenca                          | Cuenca                                  | Río   | 1970            |                                     | 1980            |                                     | 1990            |                                     |
|--------------------------------------|---|---|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
|                                      |   |   | Efluente urbano | Requerimiento de dilución <u>a/</u> | Efluente urbano | Requerimiento de dilución <u>a/</u> | Efluente urbano | Requerimiento de dilución <u>a/</u> |
| <u>Total nacional</u>                |   |   | <u>1.96</u>     | <u>88.0</u>                         | <u>3.00</u>     | <u>134.5</u>                        | <u>4.66</u>     | <u>210.0</u>                        |
| <u>Total vertiente del Atlántico</u> |   |   | <u>0.17</u>     | <u>7.6</u>                          | <u>0.31</u>     | <u>13.7</u>                         | <u>0.57</u>     | <u>25.8</u>                         |
| II <sub>2</sub> <sup>b/</sup>        | 87 <sup>b/</sup> , 89, 91 <sup>b/</sup> | Sixaola, Home Creek, Changuinola              | -               | -                                   | -               | -                                   | -               | -                                   |
| JJ                                   | 93 a 103                                | Guazumo, Cricamola, Calovébora, Veraguas      | 0.01            | 0.4                                 | 0.02            | 0.7                                 | 0.03            | 1.4                                 |
| KK                                   | 105 a 115                               | Coclé, Miguel de la Borda, Indio, Chagres     | 0.16            | 7.2                                 | 0.29            | 13.0                                | 0.54            | 24.4                                |
| LL                                   | 117 a 121                               | Mandinga y otros                              | -               | -                                   | -               | -                                   | -               | -                                   |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u>  |   |   | <u>1.79</u>     | <u>80.4</u>                         | <u>2.69</u>     | <u>120.8</u>                        | <u>4.09</u>     | <u>184.2</u>                        |
| MM                                   | 102 a 108                               | Chiriquí Viejo, Chico, Escarrea, Chiriquí     | 0.11            | 5.0                                 | 0.21            | 9.5                                 | 0.39            | 17.5                                |
| NN                                   | 110 a 124                               | Fonseca, Tabasará, San Pedro, San Pablo, etc. | 0.01            | 0.4                                 | 0.02            | 0.7                                 | 0.03            | 1.4                                 |
| OO                                   | 126 a 134                               | La Villa, Parita, Sta. María, Grande, etc.    | 0.11            | 5.0                                 | 0.21            | 9.5                                 | 0.39            | 17.5                                |
| PP                                   | 136 a 140                               | Antón, Caimito y otros                        | 1.56            | 70.0                                | 2.23            | 100.4                               | 3.25            | 146.4                               |
| QQ                                   | 142 a 146                               | Juan Díaz, Tocumen y otros                    | -               | -                                   | -               | -                                   | -               | -                                   |
| RR                                   | 148                                     | Bayano  | -               | -                                   | -               | -                                   | -               | -                                   |
| SS                                   | 150 a 162                               | Congo, Tucufí, Chucunaque, Tuira, Sambú       | -               | -                                   | 0.02            | 0.7                                 | 0.03            | 1.4                                 |

a/ A base de una razón de dilución de 45 a 1.b/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Panamá solamente.

En 1970, la capacidad instalada en centrales hidráulicas representaba apenas el 20 por ciento de la capacidad nacional, y la generación era de 23 por ciento (19). Ello contrasta con la preponderancia de la hidroelectricidad que se observa en el resto del Istmo Centroamericano, e indica un significativo grado de dependencia del mercado externo para el abastecimiento eléctrico del país.

a) Potencial hidroeléctrico

Se efectuó una evaluación del potencial hidroeléctrico teórico del país, dividido en sus grandes cuencas, con base en los valores de los caudales superficiales indicados en el capítulo anterior y en las elevaciones medias de las cuencas, obtenidas éstas mediante planimetrado de áreas entre curvas sucesivas de nivel del mapa topográfico del país, cuya reducción y generalización aparece en la lámina 4. También se estimó el potencial hidroeléctrico práctico, como una fracción del potencial teórico.

Para el cálculo del potencial teórico se empleo la siguiente ecuación:

$$Et = QH/367$$

en donde Et es la energía teórica disponible; en Gigavatios-hora; Q es el volumen anual escurrido, en millones de metros cúbicos; y H es la elevación media de la cuenca, en metros sobre el nivel del mar.

Se calcularon valores del potencial teórico empleando los caudales medios y los excedidos el 95 por ciento del tiempo; los primeros podrían considerarse representativos de la energía disponible en cuencas con amplias facilidades de regulación que permita aprovechar la totalidad de los caudales, y los segundos como representativos de la energía firme en las centrales a filo de agua.

Según las estimaciones realizadas, cuyos resultados se indican en el cuadro 19, el potencial hidroeléctrico teórico del país sería de 136 890 Gigavatios-hora; el referente al caudal 95 por ciento sería de 20 510.

Para estimar el potencial práctico se hizo uso de coeficientes empíricos derivados de la experiencia de algunos países europeos (20), suponiéndose que equivale a un 20 por ciento del potencial teórico del país.

Guadro 19

PANAMA: EVALUACION PRELIMINAR DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO TEORICO Y PRACTICO

| Gran cuenca                          | Cuenca    | Rio   | Superficie (miles de km <sup>2</sup> ) | Caudales disponibles                             |                                   | Elevación media (m) | Energía teórica (Gwh) a/ |               | Energía práctica (Gwh) b/ |               | Potencia práctica (MW) c/ |               | Potencia media unitaria (kW/km <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------|-----------|---|--|--|-----------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|---|
|                                      |           |   |  | Año medio (miles de millones de m <sup>3</sup> ) | 95 por ciento (m <sup>3</sup> /s) |                     | Media                    | 95 por ciento | Media                     | 95 por ciento | Media                     | 95 por ciento |   |
| <b>Total nacional</b>                |           |   | <b>75.65</b>                           | <b>127.01</b>                                    | <b>592</b>                        | <b>352</b>          | <b>136 890</b>           | <b>20 510</b> | <b>27 380</b>             | <b>4 110</b>  | <b>3 122</b>              | <b>467</b>    | <b>41.2</b>                                   |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |           |   | <b>22.52</b>                           | <b>50.08</b>                                     | <b>314</b>                        | <b>411</b>          | <b>58 120</b>            | <b>10 430</b> | <b>11 620</b>             | <b>2 090</b>  | <b>1 325</b>              | <b>238</b>    | <b>58.8</b>                                   |
| II <sup>d/</sup>                     | 87 a 91   | Sixola, Home Creek, Changuinola                       | 3.66                                   | 6.84   | 49                                | 796                 | 14 840                   | 2 940         | 2 970                     | 590           | 339                       | 67            | 92.7  |
| JJ                                   | 93 a 103  | Guarumo, Cricamola, Calovébora, Veraguas              | 7.55                                   | 21.03  | 100                               | 547                 | 31 340                   | 4 690         | 6 270                     | 940           | 714                       | 107           | 94.6  |
| KK                                   | 105 a 115 | Coclé, Miguel de la Borda, Indio, Chagree             | 7.65                                   | 14.97  | 148                               | 183                 | 7 470                    | 2 350         | 1 490                     | 470           | 170                       | 54            | 22.2  |
| LL                                   | 117 a 121 | Mandinga y otros                                      | 3.67                                   | 7.25   | 23                                | 226                 | 4 470                    | 450           | 890                       | 90            | 102                       | 10            | 2.8   |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |           |   | <b>53.13</b>                           | <b>76.93</b>                                     | <b>278</b>                        | <b>319</b>          | <b>78 770</b>            | <b>10 080</b> | <b>15 760</b>             | <b>2 020</b>  | <b>1 797</b>              | <b>229</b>    | <b>33.8</b>                                   |
| MM                                   | 102 a 108 | Chiriquí Viejo, Chilco, Chiriquí, etc.                | 4.49                                   | 11.78  | 75                                | 701                 | 22 500                   | 4 510         | 4 500                     | 900           | 513                       | 102           | 114.5   |
| NN                                   | 110 a 124 | Fonseca, Tabasará, San Pablo, San Pedro, Tonosí, etc. | 11.70                                  | 20.78  | 66                                | 506                 | 28 650                   | 2 870         | 5 740                     | 570           | 654                       | 65            | 56.0  |
| OO                                   | 126 a 134 | La Villa, Parita, Sta. María, Grande y otros          | 9.67                                   | 12.50  | 40                                | 289                 | 9 840                    | 990           | 1 970                     | 200           | 225                       | 23            | 23.3  |
| PP                                   | 136 a 140 | Antón, Calmito y otros                                | 2.22                                   | 2.70   | 4                                 | 186                 | 1 370                    | 60            | 270                       | 20            | 31                        | 2             | 14.0  |
| QQ                                   | 142 a 146 | Juan Díaz, Tocumen y otros                            | 1.20                                   | 1.47   | 4                                 | 174                 | 700                      | 60            | 140                       | 10            | 16                        | 1             | 13.3  |
| RR                                   | 148       | Bayano  | 4.63                                   | 6.48   | 22                                | 228                 | 4 040                    | 43            | 810                       | 90            | 92                        | 10            | 19.9  |
| SS                                   | 150 a 162 | Congo, Tucutí, Chucunaque, Tuira Sambú                | 19.21                                  | 21.21  | 67                                | 202                 | 11 670                   | 1 160         | 2 330                     | 230           | 266                       | 26            | 13.9  |

- a/ Estimada con base en la fórmula  $E_t = QH/367$ .
- b/ Estimada como el 20 por ciento de la energía teórica.
- c/ Supone utilización constante de las centrales (Factor de planta = 1.0).
- d/ Cuenca Internacional; los valores se refieren a Panamá únicamente.

El potencial así calculado alcanza cifras de 27 380 Gigavatios-hora si se utilizan los caudales medios y de 4 110 para el caso de caudales de estiaje.

Suponiendo utilización constante de las centrales, las cifras anteriores indican una disponibilidad de 3 122 Megavatios de potencia media, y un valor unitario de 41.3 kilovatios por kilómetro cuadrado. (Véase de nuevo el cuadro 19.)

En términos de grandes cuencas, las de mayor potencial práctico medio son la JJ (714 MW), la NN (654 MW) y la MM (513 MW). En valores unitarios sobresalen las cuencas MM, JJ e II, con cifras superiores a 90 kilovatios por kilómetro cuadrado.

En términos de potencial absoluto, Panamá ocupa el cuarto lugar entre los países del Istmo Centroamericano; en relación con el potencial unitario sólo es superada por Costa Rica.

#### b) Usos actuales del agua

Se efectuó una estimación de la utilización del agua por las centrales hidroeléctricas existentes en el país, con base en las características propias de cada central que aparecen en el cuadro 20.

Los volúmenes de agua utilizados para la generación en cada central se estimaron a base de la siguiente ecuación:

$$Q = 450 E/H$$

en la cual Q es el volumen anual utilizado, en millones de metros cúbicos; E, la energía generada, en Gigavatios-hora y H la carga de la central, en metros. En el caso de algunas centrales pequeñas sobre las que no se obtuvo información suficiente, se estimó la generación suponiendo una utilización del 50 por ciento del tiempo en su capacidad instalada (4 380 horas por año).

Los valores así estimados se muestran en el cuadro 21, donde puede observarse que la utilización total del agua para generación hidroeléctrica en el país fue durante 1970 de 115.4 metros cúbicos por segundo. Al tener en cuenta algunos usos repetidos del agua por centrales que se encuentran "en cascada" a lo largo del mismo río, la cifra anterior se reduce a 68 metros cúbicos por segundo. La gran cuenca de mayor utilización es la

Cuadro 20

## PANAMA: CARACTERISTICAS DE LAS CENTRALES HIDROELECTRICAS EXISTENTES Y EN PROYECTO, 1970 A 1990

| Gran cuenca                          | Cuenca | Río | Central o proyecto | 1970          |                    |              | 1971-1980     |                |           | 1981-1990     |                |           |
|--------------------------------------|--------|-----|--------------------|---------------|--------------------|--------------|---------------|----------------|-----------|---------------|----------------|-----------|
|                                      |        |     |                    | Potencia (MW) | Energía (GWh)      | Carga (m)    | Potencia (MW) | Energía (GWh)  | Carga (m) | Potencia (MW) | Energía (GWh)  | Carga (m) |
| <u>Total nacional</u>                |        |     |                    | <u>68.1</u>   | <u>335.5</u>       |              | <u>463.1</u>  | <u>2 002.1</u> |           | <u>918.1</u>  | <u>5 391.5</u> |           |
| <u>Total vertiente del Atlántico</u> |        |     |                    | <u>46.5</u>   | <u>266.0</u>       |              | <u>46.5</u>   | <u>266.0</u>   |           | <u>341.5</u>  | <u>3 416.0</u> |           |
| II <sub>2</sub> <sup>a/</sup>        |        |     |                    | -             | -                  |              | -             | -              |           | 295.0         | 3 150.0        |           |
| 91 <sup>a/</sup> Changuinola         |        |     |                    |               |                    |              |               |                |           | 200.0         | 1 770.0        | 230       |
| 91 <sup>a/</sup> Teribe              |        |     |                    |               |                    |              |               |                |           | 95.0          | 1 380.0        | 260       |
| KK                                   |        |     |                    | <u>46.5</u>   | <u>266.0</u>       |              | <u>46.5</u>   | <u>26.6</u>    |           | <u>46.5</u>   | <u>266.0</u>   |           |
| 113 Lago Gatún                       |        |     |                    | <u>22.5</u>   | <u>80.0</u>        | 24.6         |               |                |           |               |                |           |
| 115 Chagres                          |        |     |                    | <u>24.0</u>   | <u>186.0</u>       | 45.6         |               |                |           |               |                |           |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u>  |        |     |                    | <u>21.6</u>   | <u>69.5</u>        |              | <u>416.6</u>  | <u>1 975.5</u> |           | <u>576.6</u>  | <u>1 975.5</u> |           |
| MM                                   |        |     |                    | <u>15.6</u>   | <u>41.5</u>        |              | <u>185.6</u>  | <u>1 391.5</u> |           | <u>270.6</u>  | <u>1 391.5</u> |           |
| 106 Macho Monte                      |        |     |                    | 0.8           | 3.4 <sup>b/</sup>  | 68.0         |               |                |           |               |                |           |
| 108 Caldera                          |        |     |                    | 5.3           | 23.2 <sup>b/</sup> | 90.0         |               |                |           |               |                |           |
| 108 Cochea                           |        |     |                    | 0.8           | 3.5 <sup>b/</sup>  | 41.6         |               |                |           |               |                |           |
| 108 Cochea                           |        |     |                    | 2.2           | 9.6 <sup>b/</sup>  | 41.5         |               |                |           |               |                |           |
| 108 David                            |        |     |                    | 0.2           | 0.7 <sup>b/</sup>  | 32.0         |               |                |           |               |                |           |
| 108 Q. Grande                        |        |     |                    | 0.3           | 1.1 <sup>b/</sup>  | 33.5         |               |                |           |               |                |           |
| 108 Hornito                          |        |     |                    | -             | -                  |              | 170.0         | 1 350.0        | 800       | 265.0         | 1 350.0        | 800       |
| 00 132 San Juan                      |        |     |                    | <u>6.0</u>    | <u>28.0</u>        | <u>288.0</u> | <u>6.0</u>    | <u>28.0</u>    |           | <u>6.0</u>    | <u>28.0</u>    |           |
| RR 148 Bayano                        |        |     |                    | -             | -                  | -            | <u>22.5</u>   | <u>556.0</u>   | <u>45</u> | <u>300.0</u>  | <u>556.0</u>   |           |

Fuente: Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación.

<sup>a/</sup> Cuenca internacional; los valores corresponden a Panamá solamente.<sup>b/</sup> Estimado como 4 380 x MW.<sup>c/</sup> La disponibilidad de potencia en Gatún está condicionada a la operación del canal, por lo que no puede considerarse como firme.

Cuadro 21

## PANAMA: UTILIZACION ACTUAL Y FUTURA DEL AGUA PARA GENERACION HIDROELECTRICA

| Gran cuenca                          | Cuenca | Río | Proyecto | Uso del agua, (m <sup>3</sup> /s) |                          |              |                          |              |              |
|--------------------------------------|--------|-----|----------|-----------------------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|--------------|
|                                      |        |     |          | 1970                              |                          | 1980         |                          | 1990         |              |
|                                      |        |     |          | Total                             | No repetido              | Total        | No repetido              | Total        | No repetido  |
| <u>Total nacional</u>                |        |     |          | <u>115.4</u>                      | <u>67.7</u>              | <u>315.4</u> | <u>267.7</u>             | <u>501.4</u> | <u>453.7</u> |
| <u>Total vertiente del Atlántico</u> |        |     |          | <u>104.3</u>                      | <u>58.3</u>              | <u>104.3</u> | <u>58.3</u>              | <u>290.3</u> | <u>244.3</u> |
| II <sub>2</sub> <sup>a/</sup>        |        |     |          | -                                 | -                        | -            | -                        | <u>186.0</u> | <u>186.0</u> |
| 91 <sup>a/</sup> Changuinola         |        |     |          | -                                 | -                        | -            | -                        | 110.0        |              |
| 91 <sup>a/</sup> Teribe              |        |     |          | -                                 | -                        | -            | -                        | 76.0         |              |
| KK                                   |        |     |          | <u>104.3</u>                      | <u>58.3<sup>c/</sup></u> | <u>104.3</u> | <u>58.3</u>              | <u>104.3</u> | <u>58.3</u>  |
| 113 Lago Gatún                       |        |     |          | 46.0                              |                          |              |                          |              |              |
| 115 Chagres                          |        |     |          | 58.3                              |                          |              |                          |              |              |
| <u>Total vertiente del Pacífico</u>  |        |     |          | <u>11.1</u>                       | <u>9.4</u>               | <u>211.1</u> | <u>209.4</u>             | <u>211.1</u> | <u>209.4</u> |
| MM                                   |        |     |          | <u>9.7</u>                        | <u>8.0<sup>b/</sup></u>  | <u>33.7</u>  | <u>32.0<sup>b/</sup></u> | <u>33.7</u>  | <u>32.0</u>  |
| 106 Macho Monte                      |        |     |          | 0.7                               |                          |              |                          |              |              |
| 108 Caldera                          |        |     |          | 3.6                               |                          |              |                          |              |              |
| 108 Cochea                           |        |     |          | 1.2                               |                          |              |                          |              |              |
| 108 Cochea                           |        |     |          | 3.4                               |                          |              |                          |              |              |
| 108 David                            |        |     |          | 0.3                               |                          |              |                          |              |              |
| 108 Q. Grande                        |        |     |          | 0.5                               |                          |              |                          |              |              |
| 108 Hornito                          |        |     |          | -                                 |                          | 24.0         |                          |              |              |
| 00 132 San Juan                      |        |     |          | <u>1.4</u>                        | <u>1.4</u>               | <u>1.4</u>   | <u>1.4</u>               | <u>1.4</u>   | <u>1.4</u>   |
| RR 148 Bayano                        |        |     |          | -                                 | -                        | <u>176.0</u> | <u>176.0</u>             | <u>176.0</u> | <u>176.0</u> |

a/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Panamá solamente.

b/ Los proyectos Dolega I y Boquete utilizan la misma agua que otros ubicados aguas abajo.

c/ La central de Gatún utiliza la misma agua que la de Madden.



KK, con cifras de 104 metros cúbicos por segundo; el agua utilizada en esta cuenca por la central de Gatón se considera consuntiva ya que se descarga a nivel del mar por lo que no puede reutilizarse.

c) Usos proyectados del agua

Los requerimientos de generación y potencia de Panamá, para los próximos años, de acuerdo con información suministrada por el IRHE, se detallan a continuación:

|                    | <u>1975</u> | <u>1980</u> | <u>1985</u> | <u>1990</u> |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Generación, GWh    | 2 125       | 3 118       | 4 540       | 6 618       |
| Demanda máxima, MW | 352         | 528         | 779         | 1 149       |

Para atender esos requerimientos el IRHE ha elaborado planes provisionales de adiciones cuya descripción en lo referente a proyectos hidroeléctricos, aparece en los párrafos siguientes. (Véase de nuevo el cuadro 20.)

i) Entre 1971 y 1980. Se construirá el proyecto Bayano (gran cuenca RR) que generará 556 GWh y contará con 225 Megavatios de potencia instalada en 1977; el proyecto Fortuna (gran cuenca MM) entrará en operación en 1979 generando 1 350 GWh y con una capacidad inicial de 170 MW.

Con dichas adiciones en 1980 un 64 por ciento de la energía requerida sería generada en plantas hidráulicas, y éstas contarían con un 86 por ciento de la capacidad instalada total. El país contaría entonces con un significativo grado de autoabastecimiento de energía eléctrica.

Tal como indica el cuadro 21, el uso del agua en 1980 para generación de energía llegaría a 315 metros cúbicos por segundo, casi tres veces la utilización actual. La gran cuenca de mayor uso sería la RR del río Bayano, que acusaría cifras de 176 metros cúbicos por segundo.

ii) Entre 1981 y 1990. En 1982 se añadirá una tercera unidad de 75 Megavatios en el proyecto de Bayano. El proyecto Changuinola (gran cuenca II) con 200 MW de potencia instalada y 1 770 GWh de generación, entraría en operación en 1983; el proyecto Teribe (95 MW y 1 380 GWh), ubicado en la misma gran cuenca II, sería puesto en marcha en 1987. Dos años

/más tarde

más tarde sería añadida una tercera unidad de 85 MW en el proyecto Fortuna. (Véase de nuevo el cuadro 20.)

Así, en 1990 las centrales hidráulicas generarían un 80 por ciento de la demanda nacional, y contarían con el 78 por ciento de la capacidad total instalada. El grado de autoabastecimiento de energía eléctrica en ese año, llegaría a proporciones elevadas.

La utilización del agua, de acuerdo con el cuadro 21, llegaría en 1990 a 501 metros cúbicos por segundo en todo el país. Las grandes cuencas II y RR acusarían las mayores utilizations.

d) Grado de utilización del potencial hidroeléctrico práctico

Con base en los requerimientos actuales y proyectados de energía hidroeléctrica antes descritos, se han determinado los grados de utilización del potencial hidroeléctrico práctico del país. Esta comparación permite conocer la forma en que avanzará el país en el aprovechamiento de la energía práctica media; al comparar los requerimientos con la disponibilidad práctica para caudales de estiaje, puede visualizarse la necesidad de emplear embalses reguladores de caudal. Las comparaciones aparecen en el cuadro 22.

1) 1970. La utilización actual total del potencial medio del país sobre la base de 336 GWh de energía disponible, es de apenas un 1.2 por ciento; en cambio, la utilización del potencial para caudales de estiaje es de un 8 por ciento.

Especial mención requiere la gran cuenca KK en la que, en combinación con la operación del canal interoceánico, se utiliza un 18 por ciento de la energía práctica media; más del 56 por ciento de la disponible durante el estiaje es utilizada gracias a la regulación que proveen los embalses de Madden y Gatún.

ii) 1980. El grado nacional de utilización representaría un 7.3 por ciento de la energía media, y un 49 por ciento de la disponible durante el estiaje. Ello implica aumentos notables en el aprovechamiento hidroeléctrico.

Cuadro 22

## PANAMA: GRADO DE UTILIZACION ACTUAL Y FUTURA DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO PRACTICO

| Gran cuenca                          | Cuenca    | Rfo   | Energía práctica (GWh) |               | Energía disponible (GWh) | 1970              |             | 1980          |                   | 1990        |               |                   |              |
|--------------------------------------|-----------|---|------------------------|---------------|--------------------------|-------------------|-------------|---------------|-------------------|-------------|---------------|-------------------|--------------|
|                                      |           |   | Media                  | 95 por ciento |                          | Porcentaje de uso |             | Demanda (GWh) | Porcentaje de uso |             | Demanda (GWh) | Porcentaje de uso |              |
|                                      |           |   |                        |               | Media                    | 95 por ciento     | Media       |               | 95 por ciento     | Media       |               | 95 por ciento     | Media        |
| <b>Total nacional</b>                |           |   | <b>27 380</b>          | <b>4 110</b>  | <b>336</b>               | <b>1.2</b>        | <b>8.2</b>  | <b>2 002</b>  | <b>7.3</b>        | <b>48.7</b> | <b>5 392</b>  | <b>19.7</b>       | <b>131.8</b> |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |           |   | <b>11 620</b>          | <b>2 090</b>  | <b>266</b>               | <b>2.3</b>        | <b>12.8</b> | <b>266</b>    | <b>2.3</b>        | <b>12.8</b> | <b>3 416</b>  | <b>29.4</b>       | <b>164.0</b> |
| II <sup>a/</sup> <sub>2</sub>        | 87 a 91   | Sixaola, Home Creek, Changuinola                      | 2 970                  | 590           | -                        | -                 | -           | -             | -                 | -           | 3 150         | 104.0             | 534.0        |
| JJ                                   | 99 a 103  | Guarumo, Cricamola, Calovébora, Veraguas, etc.        | 6 270                  | 940           | -                        | -                 | -           | -             | -                 | -           | -             | -                 | -            |
| KK                                   | 105 a 115 | Coclé, Miguel de la Borda, Indio, Chagres, etc.       | 1 490                  | 470           | 266                      | 17.9              | 56.7        | 266           | 17.9              | 56.7        | 266           | 17.9              | 56.7         |
| LL                                   | 117 a 121 | Mandinga y otros                                      | 890                    | 90            | -                        | -                 | -           | -             | -                 | -           | -             | -                 | -            |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |           |   | <b>15 760</b>          | <b>2 020</b>  | <b>70</b>                | <b>0.4</b>        | <b>3.5</b>  | <b>1 976</b>  | <b>12.5</b>       | <b>98.0</b> | <b>1 976</b>  | <b>12.5</b>       | <b>98.0</b>  |
| MM                                   | 102 a 108 | Chiriquí Viejo, Chirico, Chiriquí, etc.               | 4 500                  | 900           | 42                       | 0.9               | 4.7         | 1 392         | 30.9              | 154.6       | 1 392         | 30.9              | 154.6        |
| NN                                   | 110 a 124 | Fonseca, Tabasará, San Pablo, San Pedro, Tonosí, etc. | 5 740                  | 570           | -                        | -                 | -           | -             | -                 | -           | -             | -                 | -            |
| OO                                   | 126 a 134 | La Villa, Parita, Santa Marfa, Grande, etc.           | 1 970                  | 200           | 28                       | 1.4               | 14.0        | 28            | 1.4               | 14.0        | 28            | 1.4               | 14.0         |
| PP                                   | 136 a 140 | Antón, Calmito y otros                                | 270                    | 20            | -                        | -                 | -           | -             | -                 | -           | -             | -                 | -            |
| QQ                                   | 142 a 146 | Juan Díaz, Tocumen y otros                            | 140                    | 10            | -                        | -                 | -           | -             | -                 | -           | -             | -                 | -            |
| RR                                   | 148       | Bayano  | 810                    | 90            | -                        | -                 | -           | 556           | 68.6              | 618.0       | 556           | 68.6              | 618.0        |
| SS                                   | 150 a 162 | Congo, Tucufí, Chucunaque, Tuira, Sambó, etc.         | 2 330                  | 230           | -                        | -                 | -           | -             | -                 | -           | -             | -                 | -            |

a/ Cuenca internacional; los valores se refieren a Panamá solamente.

En la gran cuenca RR se utilizaría el 69 por ciento de la energía media y más del 600 por ciento de la de estiaje. En la gran cuenca MM, se aprovechará un 31 por ciento de la energía media y más del 150 por ciento de la disponible durante el estiaje. Ello es indicativo de que los embalses de los proyectos Bayano y Fortuna poseerán una amplia capacidad reguladora.

iii) 1990. De acuerdo con los planes descritos, se aprovecharía ese año un 20 por ciento de la energía media y un 132 por ciento de la disponible durante el estiaje. Estas cifras señalan, a escala nacional, un amplio aprovechamiento a base de la construcción de presas con notable capacidad de regulación de caudal.

A las grandes cuencas de importancia mencionadas en el caso de 1980, se añade la II en la que se empleará todo el potencial medio disponible y más del 500 por ciento del potencial de estiaje.<sup>16/</sup>

Evidentemente, en 1990 se efectuará a nivel nacional un amplio uso de los recursos hidroeléctricos disponibles, y existirá una mayor diversificación en el aprovechamiento entre cuencas; sin embargo, todavía no se habrá hecho uso de los elevados recursos disponibles en las grandes cuencas JJ (6 270 GWh), NN (5 740 GWh) y SS (2 330 GWh).

#### 4. Navegación fluvial

##### a) Navegación en canales naturales

La navegación fluvial en el Istmo Centroamericano, exceptuando el Canal de Panamá, ha revestido hasta ahora muy poca importancia, siendo muy limitada su complementaridad o competencia con los otros medios de transporte. El uso de los ríos ha quedado relegado al transporte de granos y productos locales a base de embarcaciones pequeñas, especialmente en la vertiente del Atlántico.

<sup>16/</sup> El hecho de que se proyecte emplear más del 100 por ciento del potencial medio disponible pudiese indicar una subestimación de los caudales disponibles en la cuenca y/o del factor de corrección del potencial teórico.

Estimaciones realizadas indican que Panamá cuenta con unos 1 082 kilómetros de ríos navegables, de los cuales 267 corresponden a la vertiente del Caribe y 815 a la del Pacífico. El índice de navegabilidad para el país resulta de 14.3 metros lineales por kilómetro cuadrado de superficie. (Véase el cuadro 23.)

Los ríos navegables de más importancia en el país son el Bayano (gran cuenca RR), el Chucunaque y el Tuira (gran cuenca SS), que poseen longitudes navegables que exceden de 100 kilómetros.

Se realizaron estimaciones provisionarias de los caudales requeridos para navegación mínima por pequeñas y medianas embarcaciones en los ríos, sobre la base de una sección transversal de 20 metros de ancho en el fondo, 22 metros de ancho en la superficie y un metro de profundidad, así como una pendiente de 1:6 000 estimada de los mapas topográficos con curvas de nivel cada 100 metros.<sup>17/</sup>

Así, se estimó que en 1970 la demanda y utilización de agua en los ríos, y la correspondiente en el canal interoceánico (21), fue de 290.6 metros cúbicos por segundo. (Véase de nuevo el cuadro 23.)

#### b) Navegación en el Canal Interoceánico

El Canal de Panamá es la obra de navegación fluvial más importante de la región y una de las más importantes del mundo. Está constituido por un canal principal que combinado con lagos artificiales permiten el paso de naves de gran calado entre ambos océanos. Su longitud es de 82 kilómetros; el ancho mínimo es de 150 metros en el paso Gaillard y la profundidad mínima, de 12.65 metros. Mediante operaciones de esclusaje se salva una diferencia de nivel de unos 25 metros en ambos sentidos, el tiempo promedio de tránsito es de 14 horas.

Las esclusas son estructuras dobles que permiten el paso simultáneo de barcos en sentido opuesto; el paso por esclusa en fila es posible para un largo total no mayor de 229 metros. Las esclusas son de 305 metros de

<sup>17/</sup> En el caso de los ríos Bayano, Mamoni, Chucunaque y Tuira se asumió una pendiente de 1:10 000.

Cuadro 23

PANAMA: LONGITUDES DE RIOS NAVEGABLES Y REQUERIMIENTOS DE AGUA  
 PARA NAVEGACION MINIMA

| Gran cuenca                          | Cuenca                         | Río                         | Longitud navegable (km) | Caudal mínimo (m <sup>3</sup> /s) |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| <b>Total nacional</b>                |                                |                             | <b>1 082</b>            | <b>290.6</b>                      |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |                                |                             | <b>267</b>              | <b>128.0</b>                      |
| II <sub>2</sub>                      |                                |                             | 70                      | 19.0                              |
|                                      | 91 <sup>a</sup> / <sub>a</sub> | Changuinola                 | 35                      | 9.5                               |
|                                      | 91 <sup>a</sup> / <sub>a</sub> | Teribe                      | 35                      | 9.5                               |
| KK                                   |                                |                             | 197                     | 109.0                             |
|                                      | 105                            | Coclé                       | 50                      | 9.5                               |
|                                      | 111                            | Indio                       | 10                      | 9.5                               |
|                                      | 115                            | Canal Interocéánico y lagos | 137                     | 90.0 b/                           |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |                                |                             | <b>815</b>              | <b>162.6</b>                      |
| MM                                   |                                |                             | 90                      | 28.5                              |
|                                      | 102                            | Chiriquí Viejo              | 45                      | 9.5                               |
|                                      | 108                            | David                       | 20                      | 9.5                               |
|                                      | 108                            | Chiriquí                    | 25                      | 9.5                               |
| NN                                   |                                |                             | 120                     | 47.5                              |
|                                      | 110                            | Ronseca                     | 20                      | 9.5                               |
|                                      | 114                            | Tabasará                    | 15                      | 9.5                               |
|                                      | 118                            | San Pablo                   | 50                      | 9.5                               |
|                                      | 120                            | San Pedro                   | 10                      | 9.5                               |
|                                      | 124                            | Tonosí                      | 25                      | 9.5                               |
| OO                                   |                                |                             | 160                     | 38.0                              |
|                                      | 128                            | La Villa                    | 40                      | 9.5                               |
|                                      | 132                            | Santa María                 | 80                      | 9.5                               |
|                                      | 134                            | Grande                      | 30                      | 9.5                               |
|                                      | 134                            | Chico                       | 10                      | 9.5                               |

/(Continúa)

Cuadro 23 (Conclusión)

| Gran<br>cuenca                                   | Cuenca | Río        | Longitud<br>navegable<br>(km) | Caudal<br>mínimo<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|--|--------|------------|-------------------------------|---|
| <b>Total vertiente del Pacífico (conclusión)</b> |        |            |                               |   |
| RR   |        |            | 150                           | 14.8                                    |
|  | 148    | Bayano     | 140                           | 7.4                                     |
|  | 148    | Mamoni     | 10                            | 7.4                                     |
| SS   |        |            | 295                           | 33.8                                    |
|  | 156    | Chucunaque | 100                           | 7.4                                     |
|  | 156    | Tuira      | 100                           | 7.4                                     |
|  | 158    | Balsas     | 65                            | 9.5                                     |
|  | 162    | Sambú      | 30                            | 9.5                                     |

a/ Cuenca internacional; los valores corresponden a Panamá solamente.

b/ Uso estimado del agua en 1970 sobre la base de 14 800 tránsitos; en 1980 se estima habrá 18 760 tránsitos y serán requeridos 114 m<sup>3</sup>/s; para 1990, 24 870 tránsitos y 153 m<sup>3</sup>/s.

longitud, 33.5 metros de ancho, 21.4 de alto y 12.5 de profundidad. La movilización de barcos en las esclusas se realiza mediante arrastre con locomotoras cuyo número varía en proporción a la eslora de los buques.

Se realizó una estimación de las demandas de agua para navegación en el canal sobre la base de 1.1 tránsitos por esclusaje y 213 000 metros cúbicos por operación (22). El número de tránsitos realizados en 1970 según informe de la Compañía del Canal (21), el previsto para 1980 y 1990 de acuerdo con estudios recientes (22), y los requerimientos de agua correspondientes, se señalan a continuación:

|  | <u>1970</u> | <u>1980</u> | <u>1990</u> |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Número de tránsitos óptimo                         | -           | 19 697      | 27 621      |
| Número de tránsitos conservador                    | -           | 17 823      | 22 116      |
| Número de tránsitos promedio                       | 14 829      | 18 760      | 24 870      |
| Requerimiento de agua (metros cúbicos por segundo) | 90          | 114         | 153         |

El tráfico previsto para el canal en el período considerado supone un incremento del 70 por ciento en el uso del agua dentro de la gran cuenca KK; dicha utilización se considera consuntiva dado que el agua es descargada a nivel del mar y no puede reutilizarse.

El incremento previsto en el tránsito del canal y en la correspondiente utilización del agua puede conducir a una situación conflictiva entre sectores usuarios debido a que la limitada agua disponible es empleada también para generación hidroeléctrica en Gatún y para el suministro de agua potable e industrial de los centros urbanos en las grandes cuencas KK y PP. Por ello debe preverse, a corto o mediano plazo, la necesidad de construir obras que permitan incrementar la capacidad de almacenamiento en la cuenca<sup>18/</sup> o importar agua de cuencas vecinas antes de que se construya el nuevo canal,<sup>19/</sup>

- 18/ Existen diferentes posibilidades de incrementar el almacenamiento útil en la cuenca. Eliminando la generación hidroeléctrica en Gatún y no permitiendo que el nivel en Madden descienda a menos de 200 pies, durante un año seco se contaría con un caudal neto de 92 metros cúbicos por segundo, suficiente para permitir unos 13 800 tránsitos. Si se permite que el nivel de Madden descienda hasta 140 pies (eliminando la potencia firme de la central), podría asegurarse agua para unos 15 800 tránsitos. Dragando el canal en el lago Gatún a una profundidad adicional de 5 pies, eliminando la generación en Gatún, y manteniendo la potencia firme en Madden, se asegurarían unos 18 200 tránsito por el canal durante un año seco (22,23)
- 19/ La importación de agua de la cuenca del río Indio o del Coclé del Norte, de considerarse necesaria para suplementar la navegación en el canal interoceánico, habría de favorecerse en contra del bombeo de agua de mar hacia el lago Gatún puesto que ésta implicaría la contaminación del agua del lago y de los suelos que serían habilitados eventualmente al abandonarse el canal actual.



La construcción del nuevo canal a nivel eliminaría el conflicto en la utilización del agua, y permitiría contar con amplias disponibilidades para abastecer los sectores de agua potable y generación hidroeléctrica. Ello podría implicar, sin embargo, la necesidad de reubicar los sistemas de toma de algunos acueductos existentes.

c) Regimen de usos y demandas

Combinando las demandas para navegación mínima en los ríos y para navegación en el canal interoceánico, se obtienen las cifras siguientes de utilización a nivel nacional:

|   | <u>1970</u> | <u>1980</u> | <u>1990</u> |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Utilización total (metros cúbicos por segundo)      | 290.6       | 314.6       | 353.6       |
| Utilización consuntiva (metros cúbicos por segundo) | 90.0        | 114.0       | 153.0       |

5. Otros usos y problemas relacionados con el agua

a) Recreación

En los lagos naturales y ríos de corriente permanente se desarrollan espontáneamente diversas formas de recreación. En el caso de los lagos artificiales, esta utilización recreativa no puede permitirse si el propósito del aprovechamiento es el suministro de agua potable.

La contaminación del agua debida a la descarga concentrada de las aguas residuales crudas del sector urbano, significa sin duda un serio obstáculo al desarrollo de actividades recreativas, como sucede en el caso de la Bahía de Panamá.

b) Pesca y caza

El mantenimiento y la propagación de la fauna acuática es otro de los aprovechamientos benéficos en lagos y ríos; sus requerimientos básicos son profundidades adecuadas, falta de contaminación en el agua y condiciones ambientales propicias. Esta actividad es reducida a escala nacional en la actualidad, pero podría llegar a constituir una importante fuente de alimentación para la población.

/c) Crecidas

c) Crecidas e inundaciones

Las crecidas de los ríos durante la estación lluviosa resultan en inundaciones de consideración en las regiones de bajo relieve cercanas a la costa y en los lugares donde los ríos tienen cauces inestables; causan considerables daños a la agricultura y a la ganadería, y a veces pérdidas de vidas.

La construcción de bordas en las riberas y la corrección de los cauces de los ríos brinda alguna protección contra las inundaciones; la construcción de presas almacenadoras de caudal resulta en la regularización del flujo de los ríos y en la atenuación de las crecidas.

El problema de las crecidas del río Matanzillo en la ciudad de Panamá, debido al alto y creciente grado de urbanización de su cuenca, requiere atención y solución inmediata. Las inundaciones de los ríos Chiriquí Viejo y Caldera en el occidente del país requieren también atención de parte de las autoridades.

d) Erosión y sedimentación

Los ríos acarrean normalmente una carga de sedimentos cuya concentración depende del grado de erosión de los suelos y del tipo y extensión de la cobertura vegetal de las cuencas.

La tala de los bosques, el cultivo de productos estacionales y el sobrepastoreo en las cabeceras de las cuencas y en otras zonas de pendiente elevada, provocan la erosión, modifican el régimen hidrológico de los ríos, aumentan la concentración de los sedimentos y disminuyen la infiltración y la recarga de los depósitos de agua subterránea.

Para remediar esta situación que ocurre en muchas cuencas de la vertiente del Pacífico, deberían tomarse cuanto antes las medidas necesarias para evitar el azolvamiento de las obras de aprovechamiento y mantener las tasas de renovación de los recursos hídricos del subsuelo.

e) Drenaje

La amplia e intensiva utilización de las tierras del país requerida para satisfacer la demanda futura de producción agrícola y pecuaria hace imperativa la rehabilitación y el mejoramiento de amplias extensiones de tierras que carecen en la actualidad de un sistema adecuado de evacuación de aguas sobrantes.

f) Contaminación

La contaminación del agua de los ríos ocurre al descargar en ellos las aguas residuales crudas de los sectores doméstico e industrial, y los retornos de riego que vienen acompañados de excedentes de sales, fertilizantes y pesticidas.

La magnitud de la contaminación aumenta en la medida en que se incrementa la utilización del agua; el grado de contaminación de los recursos depende del tipo, magnitud y concentración de los desechos humanos, industriales y agropecuarios.

Al realizar este trabajo no se contó con información referente al tipo y concentración de los retornos industriales y agropecuarios, y la medida de la contaminación impuesta por el sector doméstico se estableció con base en una demanda bioquímica de oxígeno estimada para los retornos.

Las estimaciones realizadas señalan que la magnitud de los retornos contaminados de todos los sectores será de 36 metros cúbicos por segundo en 1980 y de 54 en 1990; para la reoxigenación de los retornos urbanos se requerirían 135 y 210 metros cúbicos por segundo en 1980 y 1990, respectivamente.

Es evidente que el conocimiento del tipo y la concentración de los desechos industriales y agropecuarios, así como el adecuado tratamiento de las aguas residuales de los sectores doméstico e industrial y el uso racional de fertilizantes y pesticidas, son indispensables para la conservación de las aguas, recurso cuya disponibilidad puede considerarse constante en contraposición a una demanda siempre creciente.

## 6. Resumen de usos y requerimientos de agua

Los usos brutos del agua están representados por la suma aritmética de los requerimientos de cada sector, incluyendo la utilización repetida del recurso. La utilización neta del agua se refiere exclusivamente, en cambio, a la suma de los usos de los sectores de riego, abastecimiento doméstico e industrial y de la operación del canal interoceánico, puesto que los demás sectores no inducen consumo real o contaminación dignos de mencionar. Una parte de los usos netos se pierde para futura utilización (uso real o consuntivo) y en otra viene acompañada de cierto grado de contaminación (uso contaminante). En el cuadro 24 se muestra la clasificación de los usos nacionales del agua y la participación sectorial en la utilización; en el cuadro 25 se indica la utilización por grandes cuencas.

### a) Utilización actual

La utilización bruta actual del país asciende a 434 metros cúbicos por segundo, que equivalen a 13 650 millones de metros cúbicos anuales. El requerimiento para navegación representa el 67 por ciento del total; la demanda para generación hidroeléctrica, el 27 por ciento; la de riego, el 5.5 por ciento, y la del sector agua potable e industrial el 0.5 por ciento restante. La gran cuenca KK es la de mayor utilización.

Los usos netos en el país son de 164 metros cúbicos por segundo, cifra que se traduce en un volumen anual de 5 150 millones de metros cúbicos y en 3 460 metros cúbicos anuales por habitante.<sup>20/</sup>

En relación con utilización consuntiva, el país consume un caudal de 151 metros cúbicos por segundo, equivalentes a un volumen anual de 4 750 millones de metros cúbicos.

El uso nacional contaminante, estimado por diferencia entre la utilización neta y la consuntiva, es de unos 12.7 metros cúbicos por segundo. Para que ocurriese dilución natural de las aguas residuales del sector urbano, que representan una reducida fracción del uso total contaminante, se requeriría un caudal de 88 metros cúbicos por segundo.

<sup>20/</sup> Como en los usos netos se incluyen las demandas para navegación en el canal, el valor per cápita se compara favorablemente con, por ejemplo, el de México (838 metros cúbicos por habitante) en 1965.

Cuadro 24

PANAMA: CLASIFICACION DE LOS USOS NACIONALES DEL AGUA, 1970, 1980 Y 1990

| Utilización y sector       | Caudales requeridos, m <sup>3</sup> /s |       |       |
|----------------------------|--|-------|-------|
|                            | 1970                                   | 1980  | 1990  |
| <u>Todos los sectores</u>  |  |       |       |
| Bruta <sup>a/</sup>        | 433.8                                  | 705.1 | 967.9 |
| Neta <sup>b/</sup>         | 163.8                                  | 235.1 | 311.9 |
| Consuntiva <sup>c/</sup>   | 151.1                                  | 199.6 | 257.7 |
| Contaminante <sup>d/</sup> | 12.7                                   | 35.5  | 54.2  |
| <u>Riego</u>               |  |       |       |
| Total                      | 23.8                                   | 68.7  | 104.2 |
| Consuntiva                 | 11.5                                   | 33.8  | 51.1  |
| Contaminante               | 12.3                                   | 34.9  | 53.1  |
| <u>Agua potable</u>        |  |       |       |
| Total                      | 4.0                                    | 6.4   | 8.7   |
| Consuntiva                 | 3.6                                    | 5.8   | 7.6   |
| Contaminante               | 0.4                                    | 0.6   | 1.1   |
| <u>Hidroelectricidad</u>   |  |       |       |
| Total                      | 115.4                                  | 315.4 | 501.4 |
| Consuntiva <sup>e/</sup>   | 46.0                                   | 46.0  | 46.0  |
| <u>Navegación fluvial</u>  |  |       |       |
| Total                      | 290.6                                  | 314.6 | 353.6 |
| Consuntiva <sup>f/</sup>   | 90.0                                   | 114.0 | 153.0 |

- a/ Suma aritmética de todos los usos y requerimientos sectoriales.  
 b/ Suma de usos que resultan en consumo y contaminación.  
 c/ Disminución de los caudales disponibles.  
 d/ Suma de retornos disponibles de riego y agua potable e industrial.  
 e/ Uso del agua en la central de Gatún.  
 f/ Uso del agua para navegación en el canal interoceánico.

Cuadro 25

PANAMA: SUMARIO DE USOS Y DEMANDAS ACTUALES Y PROYECTADAS DEL AGUA, 1970, 1980 Y 1990

(Metros cúbicos por segundo)

| Gran cuenca                          | Cuenca    | Río   | 1970         |                     |                     | 1980         |                     |                     | 1990         |                     |                     |
|--------------------------------------|-----------|---|--------------|---------------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------------|--------------|---------------------|---------------------|
|                                      |           |   | Bruto        | Neto                | Consumitivo         | Bruto        | Neto                | Consumitivo         | Bruto        | Neto                | Consumitivo         |
| <b>Total nacional</b>                |           |   | <b>433.8</b> | <b>163.8</b>        | <b>151.1</b>        | <b>705.1</b> | <b>235.1</b>        | <b>199.6</b>        | <b>967.9</b> | <b>311.9</b>        | <b>257.7</b>        |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |           |   | <b>235.6</b> | <b>139.3</b>        | <b>139.3</b>        | <b>261.7</b> | <b>165.4</b>        | <b>165.4</b>        | <b>488.5</b> | <b>206.2</b>        | <b>206.1</b>        |
| II <sub>2</sub> <sup>a/</sup>        | 87 a 91   | Sixaola, Home Creek, Changuinola                | 19.0         | 0.0                 | 0.0                 | 19.0         | 0.0                 | 0.0                 | 205.0        | 0.0                 | 0.0                 |
| JJ                                   | 93 a 103  | Guarumo, Cricamola, Calovébora, Veraguas        | 0.0          | 0.0                 | 0.0                 | 0.0          | 0.0                 | 0.0                 | 0.1          | 0.1                 | 0.0                 |
| KK                                   | 105 a 115 | Coclé, Miguel de la Borda, Indio, Chagrés       | 216.6        | 139.3 <sup>b/</sup> | 139.3 <sup>b/</sup> | 242.7        | 165.4 <sup>c/</sup> | 165.4 <sup>c/</sup> | 283.4        | 206.1 <sup>d/</sup> | 206.1 <sup>d/</sup> |
| LL                                   | 117 a 121 | Mandinga y otros                                | 0.0          | 0.0                 | 0.0                 | 0.0          | 0.0                 | 0.0                 | 0.0          | 0.0                 | 0.0                 |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |           |   | <b>198.2</b> | <b>24.5</b>         | <b>11.8</b>         | <b>443.4</b> | <b>69.7</b>         | <b>34.2</b>         | <b>479.4</b> | <b>105.7</b>        | <b>51.6</b>         |
| MM                                   | 102 a 108 | Chiriquí Viejo, Chico, Chiriquí                 | 49.7         | 11.5                | 5.5                 | 96.3         | 34.1                | 16.7                | 113.7        | 51.5                | 25.1                |
| NN                                   | 110 a 124 | Fonseca, Tabasará, Sn. Pablo, Sn. Pedro, Tonosí | 47.6         | 0.1                 | 0.0                 | 62.0         | 14.5                | 7.1                 | 72.1         | 24.6                | 12.0                |
| OO                                   | 126 a 134 | La Villa, Parita, Sta. María, Grande, etc.      | 52.1         | 12.7                | 6.2                 | 53.0         | 13.6                | 6.6                 | 56.1         | 16.7                | 8.1                 |
| PP                                   | 136 a 140 | Antón, Caimito y otros                          | 0.2          | 0.2                 | 0.1                 | 0.2          | 0.2                 | 0.2                 | 0.3          | 0.3                 | 0.2                 |
| QQ                                   | 142 a 146 | Juan Díaz, Tocumen y otros                      | 0.0          | 0.0                 | 0.0                 | 7.3          | 7.3                 | 3.6                 | 12.6         | 12.6                | 6.2                 |
| RR                                   | 148       | Bayano  | 14.8         | 0.0                 | 0.0                 | 190.8        | 0.0                 | 0.0                 | 190.8        | 0.0                 | 0.0                 |
| SS                                   | 150 a 162 | Congo, Tucufí, Chucunaque, Tuira, Sambú         | 33.8         | 0.0                 | 0.0                 | 33.8         | 0.0                 | 0.0                 | 33.8         | 0.0                 | 0.0                 |

a/ Cuenca interpanameña; los valores se refieren a Panamá únicamente.

b/ Incluye 90 m<sup>3</sup>/s de utilización consuntiva por el canal interoceánico y 40.6 m<sup>3</sup>/s en la central de Gatún.c/ Incluye 114 m<sup>3</sup>/s de utilización consuntiva por el canal interoceánico y 40.6 m<sup>3</sup>/s en la central de Gatún.d/ Incluye 153 m<sup>3</sup>/s de utilización consuntiva por el canal interoceánico y 40.6 m<sup>3</sup>/s en la central de Gatún.

b) Utilización proyectada para 1980

De acuerdo con los planes de desarrollo descritos, la demanda bruta del agua en el país llegaría en 1980 a los 705 metros cúbicos por segundo (22 250 millones de metros cúbicos anuales), lo que supone un incremento del 62 por ciento con relación al uso actual. La composición relativa por sector se verá modificada ya que, de la demanda bruta total, la hidroelectricidad ocupará el 45 por ciento, el sector navegación un 44 por ciento, el riego un 10 por ciento y el suministro de agua potable e industrial el uno por ciento restante. En la vertiente del Pacífico se efectuarán las mayores utilizaciones, las grandes cuencas KK y RR serán las mayores usuarias.

La utilización neta en el país sería de 235 metros cúbicos por segundo, o un volumen equivalente de 7 400 millones de metros cúbicos anuales. La gran cuenca KK será la mayor usuaria, estando el resto del aprovechamiento repartido entre las cuencas MM, NN y OO.

El uso consuntivo llegaría a los 200 metros cúbicos por segundo en todo el país, lo cual se traduce en un volumen de 6 300 millones de metros cúbicos por año, La distribución del consumo entre grandes cuencas es esencialmente idéntica a la referente al uso neto.

Los usos contaminantes del país serían de aproximadamente 36 metros cúbicos por segundo y para que se produjera la reoxigenación natural de los retornos urbanos no tratados se requeriría un caudal de 135 metros cúbicos por segundo.

c) Utilización proyectada para 1990

De llevarse a cabo los planes de desarrollo descritos, en 1990 la demanda bruta nacional sería de 968 metros cúbicos por segundo (30 500 millones de metros cúbicos anuales) que representan 2.2 veces el aprovechamiento actual. De dicha cifra, el sector hidroelectricidad ocupará el 52 por ciento; el requerimiento para navegación, un 36 por ciento; el riego, un 11 por ciento, y el suministro doméstico e industrial, el restante uno por ciento. La utilización bruta estará distribuida equitativamente entre las vertientes; las grandes cuencas KK, II y RR sobresaldrán por sus elevadas utilizaciones.

/La utilización

La utilización neta nacional sería de 312 metros cúbicos por segundo, o sean 9 800 millones de metros cúbicos anuales y 3 400 metros cúbicos anuales per cápita; vale decir, casi dos veces el volumen actualmente usado. El mayor empleo corresponderá a la cuenca KK, siguiéndole las grandes cuencas MM y NN.

Los usos consuntivos llegarían a los 258 metros cúbicos por segundo u 8 100 millones de metros cúbicos por año. Las grandes cuencas de mayor consumo serían esencialmente las mismas que las señaladas en el caso de los usos netos.

Los retornos contaminados del país alcanzarían a 55 metros cúbicos por segundo; las aguas residuales no tratadas del sector urbano requerirán un caudal de 210 metros cúbicos por segundo para lograr su dilución natural. (Véanse de nuevo los cuadros 24 y 25.)

#### 7. Comparación de usos y disponibilidades de agua

De la comparación entre las disponibilidades de agua y los usos y requerimientos actuales de la misma puede deducirse el grado actual de aprovechamiento del recurso. Una comparación con los requerimientos proyectados para satisfacer las necesidades de la creciente población del país permitiría anticipar posibles conflictos entre sectores usuarios, establecer la necesidad de efectuar aprovechamientos con propósitos múltiples, e incluso prever la insuficiencia del recurso para satisfacer las necesidades al nivel de cuencas. Adicionalmente, la comparación serviría de base para la formulación de una política nacional de aprovechamiento del agua que permita el uso racional y óptimo de los recursos.

Como se mencionara anteriormente, el caudal medio superficial de los ríos es indicativo del posible aprovechamiento en cuencas con amplias posibilidades de regulación de caudales; el caudal 95 por ciento de los ríos señala la posibilidad de efectuar aprovechamientos económicos mediante derivación para riego y abastecimiento doméstico e industrial, y para centrales hidroeléctricas a filo de agua. El caudal medio de los ríos durante años secos debe ser tomado en cuenta al proyectar aprovechamientos con embalses limitados a regulación anual.

/Dada la



Dada la importancia de estos parámetros hidrológicos, en los párrafos siguientes serán empleados tanto como patrón de comparación para determinar el grado de utilización de los recursos, como para señalar los tipos de aprovechamiento que requieren los desarrollos programados.

La comparación de los usos brutos con el caudal medio revela la eficiencia y complementaridad con que deben utilizarse los recursos; la comparación de los usos netos y consuntivos con el agua disponible permite conocer el grado de utilización efectiva del agua y el grado de disminución real de los recursos, respectivamente.

De singular importancia resulta identificar las siguientes eventualidades. Cuando el uso bruto resulte superior al caudal medio superficial, será necesario recurrir a utilizations repetidas del agua por uno o más sectores usuarios. El uso neto no podría exceder del caudal medio a menos que exista reutilización de retornos; lo mismo se aplica en el caso del año seco salvo cuando se cuente con embalses de regulación plurianual. El uso neto sólo podrá exceder a las disponibilidades de estiaje en el caso de que se utilicen los retornos, se emplee el agua subterránea y se construyan obras de regularización de caudales o una de las dos cosas. El uso consuntivo sólo podría exceder del caudal 95 por ciento si se construyen embalses de regulación que incrementen el valor actual de éste último, o se haga además un uso amplio de los recursos hídricos subterráneos. Si el agua disponible resultase inferior a los requerimientos para dilución natural de las aguas residuales, se precisaría tratar artificialmente los afluentes para garantizar la salud del hombre y sus actividades recreativas, asegurar la supervivencia de la fauna acuática y permitir la utilización de los retornos.

Debe recordarse que las disponibilidades de agua se refieren al caudal de las cuencas en la desembocadura de los ríos; los usos del agua, en cambio, están generalmente distribuidos en forma no uniforme dentro de las cuencas, lo que implica la necesidad de llevar la investigación al nivel de subcuencas cuando se tengan demandas concentradas que representen porcentajes significativos de los caudales disponibles.

a) Grado de utilización actual de los recursos

La utilización bruta del agua en el país es de un 11 por ciento del caudal medio mientras el grado efectivo de utilización como resultado de usos netos, y el grado de disminución real de los recursos debido a utilización consuntiva, no sobrepasa del 4 por ciento. Tomando como base de comparación el caudal de estiaje, la utilización efectiva es del 28 por ciento y el consumo real causa una disminución equivalente al 26 por ciento de los recursos. Evidentemente, los grados de aprovechamiento y consumo de los recursos, a escala nacional, son relativamente bajos; algunas grandes cuencas acusan, sin embargo, porcentajes de utilización y de disminución de sus disponibilidades relativamente altos, especialmente durante el estiaje. (Véase el cuadro 26.)

Los requerimientos para dilución natural de retornos urbanos contaminados, a nivel nacional, son inferiores a los caudales medio y de estiaje, pero exceden de éste último en la gran cuenca PP lo que indica la existencia de corrientes contaminadas y señala la necesidad de tratar artificialmente las aguas residuales, problema que se acentúa en otras subcuencas de gran concentración urbana.

b) Grado de utilización proyectado para 1980

Para satisfacer las necesidades proyectadas para 1980 será preciso utilizar en bruto el 18 por ciento del caudal medio nacional; el grado efectivo de aprovechamiento a base de usos netos será del 6 por ciento del caudal medio, y la disminución de éste, a causa de utilizations consuntivas, será de un 5 por ciento. Con referencia al caudal de estiaje, el grado de utilización neta llegará al 40 por ciento, y el consumo real resultará en una disminución del 34 por ciento. (Véase de nuevo el cuadro 26.)

Los requerimientos nacionales para dilución natural de retornos urbanos no tratados serán inferiores a las disponibilidades de agua en los ríos. En la gran cuenca PP, sin embargo, estos requerimientos incluso excederán del caudal medio; en algunas subcuencas con grandes concentraciones urbanas, los caudales de estiaje serán también insuficientes para proveer dilución natural.

## PANAMA: GRADOS DE UTILIZACION ACTUAL Y PROYECTADA DE LOS RECURSOS HIDRICOS DISPONIBLES

| Gran cuenca                          | Cuenca    | Rfo   | Grado de utilización expresado como porcentaje de: |      |                      |                  |              |            |             |                      |             |             |              |             |             |                      |             |             |              |             |             |                      |  |  |
|--------------------------------------|-----------|---|--|------|----------------------|------------------|--------------|------------|-------------|----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|----------------------|--|--|
|                                      |           |   | Agua disponible (m <sup>3</sup> /s)                |      |                      |                  | 1970         |            |             |                      |             |             | 1980         |             |             |                      |             |             | 1990         |             |             |                      |  |  |
|                                      |           |   | Año  |      | Caudal 95 por ciento | Agua subterránea | Caudal medio |            |             | Caudal 95 por ciento |             |             | Caudal medio |             |             | Caudal 95 por ciento |             |             | Caudal medio |             |             | Caudal 95 por ciento |  |  |
|                                      |           |   | Nor-mal  | Seco |                      |                  | Bruto        | Neto       | Consum-tivo | Neto                 | Consum-tivo | Bruto       | Neto         | Consum-tivo | Neto        | Consum-tivo          | Bruto       | Neto        | Consum-tivo  | Neto        | Consum-tivo |                      |  |  |
| <b>Total nacional</b>                |           |   | <b>4 038</b>                                       |      | <b>592</b>           | <b>105</b>       | <b>10.7</b>  | <b>4.1</b> | <b>2.7</b>  | <b>27.6</b>          | <b>25.5</b> | <b>17.5</b> | <b>5.8</b>   | <b>5.0</b>  | <b>39.6</b> | <b>39.7</b>          | <b>24.0</b> | <b>7.7</b>  | <b>6.4</b>   | <b>52.7</b> | <b>43.5</b> |                      |  |  |
| <b>Total vertiente del Atlántico</b> |           |   | <b>1 588</b>                                       |      | <b>314</b>           | <b>14</b>        | <b>14.7</b>  | <b>8.8</b> | <b>8.8</b>  | <b>43.7</b>          | <b>43.7</b> | <b>16.5</b> | <b>10.4</b>  | <b>10.4</b> | <b>52.7</b> | <b>52.7</b>          | <b>30.8</b> | <b>13.0</b> | <b>13.0</b>  | <b>65.7</b> | <b>65.6</b> |                      |  |  |
| 112 <sup>a/</sup>                    | 87 a 91   | Sixoala, Hcno Creek, Changuinola                | 217  | 182  | 43                   | 3                | 8.7          | 0.0        | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 8.7         | 0.0          | 0.0         | 0.0         | 0.0                  | 94.5        | 0.0         | 0.0          | 0.0         | 0.0         |                      |  |  |
| JJ                                   | 99 a 103  | Guarumo, Calovébora, Cricamola, Veraguas        | 667  | 567  | 100                  | 11               | 0.0          | 0.0        | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0         | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.1         | 0.0         |                      |  |  |
| KK                                   | 105 a 115 | Coclé, Miguel de la Borda, Indio, Chagres       | 475  | 403  | 148                  | -                | 45.2         | 29.4       | 29.4        | 92.8                 | 92.8        | 51.0        | 34.9         | 34.9        | 111.4       | 111.4                | 59.6        | 43.5        | 43.5         | 139.6       | 139.6       |                      |  |  |
| LL                                   | 117 a 121 | Mandinga y otros                                | 230  | 195  | 23                   | -                | 0.0          | 0.0        | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0         | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0         | 0.0         |                      |  |  |
| <b>Total vertiente del Pacífico</b>  |           |   | <b>2 450</b>                                       |      | <b>278</b>           | <b>91</b>        | <b>8.1</b>   | <b>1.0</b> | <b>0.5</b>  | <b>8.8</b>           | <b>4.3</b>  | <b>18.2</b> | <b>2.8</b>   | <b>1.4</b>  | <b>25.0</b> | <b>12.3</b>          | <b>19.6</b> | <b>4.3</b>  | <b>2.1</b>   | <b>37.9</b> | <b>19.6</b> |                      |  |  |
| MM                                   | 102 a 108 | Chiriquí Viejo, Chico, Chiriquí, etc.           | 374  | 291  | 75                   | 41               | 13.3         | 3.1        | 1.5         | 15.3                 | 7.3         | 25.8        | 9.1          | 4.5         | 45.5        | 22.9                 | 30.4        | 13.8        | 6.7          | 68.8        | 33.4        |                      |  |  |
| NN                                   | 110 a 124 | Fonseca, Tabasará, San Pablo, San Pedro, Tonosí | 659  | 496  | 66                   | 15               | 7.2          | 0.0        | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 9.4         | 2.2          | 1.1         | 22.0        | 10.7                 | 11.0        | 3.7         | 1.8          | 37.4        | 18.2        |                      |  |  |
| OO                                   | 126 a 134 | La Villa, Parita, Sta. Marfa, Grande, etc.      | 396  | 301  | 39                   | 19               | 13.2         | 3.2        | 1.6         | 32.5                 | 15.9        | 13.4        | 3.4          | 1.7         | 34.8        | 16.9                 | 14.2        | 4.2         | 2.1          | 42.7        | 20.8        |                      |  |  |
| PP                                   | 136 a 140 | Antón, Caimito y otros                          | 86   | 69   | 4                    | 6                | 0.2          | 0.2        | 0.1         | 5.0                  | 2.5         | 0.2         | 0.2          | 0.2         | 5.0         | 5.0                  | 0.3         | 0.3         | 0.2          | 7.5         | 5.0         |                      |  |  |
| QQ                                   | 142 a 146 | Juan Díaz, Tocumén y otros                      | 46   | 39   | 5                    | 2                | 0.0          | 0.0        | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 15.9        | 15.9         | 7.8         | 146.0       | 72.0                 | 27.3        | 27.3        | 13.5         | 252.0       | 124.0       |                      |  |  |
| RR                                   | 148       | Bayano  | 216  | 161  | 22                   | -                | 6.8          | 0.0        | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 88.2        | 0.0          | 0.0         | 0.0         | 0.0                  | 88.2        | 0.0         | 0.0          | 0.0         | 0.0         |                      |  |  |
| SS                                   | 150 a 162 | Congo, Tucuff, Chucunaque, Tulra, Sambó         | 673  | 572  | 67                   | 8                | 5.0          | 0.0        | 0.0         | 0.0                  | 0.0         | 5.0         | 0.0          | 0.0         | 0.0         | 0.0                  | 5.0         | 0.0         | 0.0          | 0.0         | 0.0         |                      |  |  |

a/ Cuenca Internacional; los valores corresponden a Panamá solamente.

.....

.....

.....

Los altos grados de utilización efectiva previstos para algunas grandes cuencas indican que los aprovechamientos proyectados sólo podrán llevarse a cabo mediante el empleo amplio, complementario y repetido, de los recursos superficiales y subterráneos; el dragado de algunos embalses existentes o la construcción de nuevos almacenamientos que incrementen las disponibilidades de estiaje, y el control de la contaminación a base del adecuado tratamiento artificial de los efluentes urbanos y el uso racional de fertilizantes y pesticidas agropecuarios.

c) Grado de utilización proyectado para 1990

Para satisfacer la demanda nacional de 1990 se estima que será preciso utilizar en bruto el 24 por ciento del caudal medio superficial; la utilización neta será del 8 por ciento, y la disminución por uso consuntivos llegará al 6 por ciento del caudal medio. Tomando el caudal de estiaje como base de comparación, la utilización neta representará el 53 por ciento y el consumo real, un 44 por ciento. (Véase de nuevo el cuadro 26.)

Los requerimientos nacionales para dilución natural de efluentes urbanos no tratados habrán de ser inferiores al caudal medio y al de estiaje; en la gran cuenca PP, estos requerimientos superarán el caudal medio, y en algunas subcuencas con grandes centros urbanos, excederán del caudal de estiaje.

Para lograr estos relativamente altos grados de aprovechamiento se precisará, además del amplio, complementario y repetido uso de las aguas superficiales y del subsuelo, construir algunos embalses almacenadores que permitan incrementar los flujos de estiaje, dar un adecuado tratamiento a las aguas residuales urbanas y hacer un empleo racional de pesticidas y fertilizantes, para controlar la contaminación de las aguas, y --en algunos casos-- importar agua de cuencas vecinas con amplios recursos o trasladar las demandas hacia otras de mayores disponibilidades.

## 8. Análisis de grandes cuencas importantes

Se analizan a continuación las grandes cuencas que revisten carácter prioritario por su elevado grado actual o proyectado de sus recursos o por sus amplios recursos disponibles.

### a) Grandes cuencas KK, PP y QQ

Están constituidas por las áreas de drenaje de los ríos Coclé del Norte, Miguel de la Borda, Indio y Chagres (gran cuenca KK) que drenan hacia el Caribe; Antón, Caimito y otros (gran cuenca PP) y Juan Díaz, Tocumen y otros (gran cuenca QQ), que desaguan al Océano Pacífico. Juntos abarcan cerca del 15 por ciento del territorio nacional, albergan el 44 por ciento de la población total y el 78 por ciento de la urbana; a ellas corresponde el 9 por ciento de la superficie regable del país y cuentan con el 15 por ciento de los recursos hídricos de superficie.

En la actualidad sus recursos son objeto de amplios aprovechamientos, abarcando un 50 por ciento de los usos brutos nacionales y el 80 por ciento de los netos y consuntivos.

En la cuenca KK el canal interoceánico opera merced a la regulación de caudales brindada por los embalses de Gatún y Madden, en los que también se genera energía hidroeléctrica; alrededor del 90 por ciento del suministro de agua potable e industrial de las tres grandes cuencas descansa en el aprovechamiento de las aguas de la cuenca KK. Esos aprovechamientos se consideran consuntivos ya que los retornos sólo están disponibles al nivel del mar, lo cual impide su reutilización.

Las demandas de estos sectores son también competitivas ya que la generación en Gatún está supeditada a la disponibilidad de aguas después de operar el canal, y el suministro de agua potable disminuye los caudales disponibles para navegación. Las aguas residuales de los principales centros urbanos (Panamá, Zona del Canal y Colón) se vierten crudas hacia los ríos que desembocan al mar; al no existir caudal suficiente en éstos y concentrarse las descargas en las bahías frente a los centros urbanos, ocurre notable contaminación que constituye una amenaza para la salud y crea conflicto para el desarrollo del turismo de la región.

/En vista

En vista del aumento de la demanda de aguas en estas cuencas para propósitos de navegación, suministro de agua potable e industrial, irrigación y generación hidroeléctrica, hasta exceder las disponibilidades de agua en el estiaje, (véase la nota 16 y los cuadros 25 y 26), se prevé la necesidad de poner en marcha nuevos proyectos de aprovechamiento hidráulico, Estos nuevos desarrollos, y los existentes, suponen el aprovechamiento amplio, complementario y repetido de las aguas superficiales y subterráneas, a base del dragado del fondo del lago Gatún, la construcción de nuevos embalses reguladores de caudal, el control de la contaminación mediante el tratamiento artificial de los retornos urbanos, el uso racional de fertilizantes y pesticidas, la importación de aguas de cuencas vecinas<sup>21/</sup> y posiblemente el traslado de las demandas de riego hacia otras cuencas de más alto potencial.<sup>22/</sup>

La eventual construcción del canal a nivel, dentro de estas mismas cuencas, cambiaría totalmente el panorama en el sentido de que eliminaría la competencia en el uso del agua. Al desaparecer el Lago Gatún, sin embargo, habría necesidad de localizar en distinto sitio las tomas de varios sistemas de acueducto y se eliminaría la generación en su central hidroeléctrica.

Los efectos del canal a nivel en el uso del agua, la posibilidad de desviar las aguas de los ríos Indio o Coclé del Norte para incrementar el caudal para navegación, la de emplear los caudales regulados del río Bayano para el riego en la cuenca QQ y el traslado del área regada hacia otras cuencas, así como otras alternativas de desarrollo hídrico, merecen especial e inmediata atención por parte de las autoridades del país.

21/ El empleo del agua de las cuencas de los ríos Indio o Coclé del Norte podrá ayudar a resolver esta situación, y debe favorecerse sobre la posibilidad de bombear agua de mar para operar el canal para evitar la contaminación de tierras y aguas del Lago Gatún. La disponibilidad de caudales regulados en la gran cuenca RR como resultado de la puesta en marcha del proyecto hidroeléctrico Bayano representa la posibilidad de suplementar la disponibilidad para riego en la gran cuenca QQ.

22/ Las grandes cuencas MM, NN y OO podrán absorber al menos parte de la superficie a regar.

b) Grandes cuencas MM, NN y OO

Estas cuencas están formadas por las áreas drenadas por los ríos Chiriquí, Chiriquí Viejo, Chico, Escarrea (gran cuenca MM), Fonseca, Tabasará, San Pedro, San Pablo, Tonosí y otros (cuenca NN), La Villa, Parita, Santa María, Grande y otros (cuenca OO), que desaguan al océano Pacífico en la parte occidental del país.

Su extensión territorial representa el 34 por ciento de la superficie nacional, cuentan con un 35 por ciento de los caudales normales del país y abarcan el 50 por ciento del área regable. Un 47 por ciento de la población total está asentada en ellas, lo mismo que el 70 por ciento de la población rural.

La extensión regable disponible en contraposición a las limitadas disponibilidades de agua durante el estiaje --especialmente en la cuenca MM-- hacen entrever la necesidad de incrementar estos caudales mediante la construcción de embalses regularizadores.

Al presente, estas cuencas son objeto de desarrollo hídrico para propósitos de irrigación, generación hidroeléctrica, navegación fluvial y abastecimiento de agua potable; los usos brutos en ellas efectuados representan un 35 por ciento de las utilizaciones nacionales. Las aguas residuales del sector urbano se vierten sin ningún tratamiento a los ríos (en algunos casos se almacenan en tanques sépticos cuya capacidad ya ha sido excedida) y aunque,, a nivel de cuenca, existe disponibilidad suficiente para diluir naturalmente estos retornos, al nivel de subcuenca y en la vecindad de los centros urbanos ocurre notable contaminación con el peligro para la salud y el consiguiente impedimento para los usos repetidos del agua.

Las demandas actuales se atienden mediante derivación de las aguas de los ríos y extracción de agua subterránea, sin necesidad de recurrir a embalses reguladores del caudal.

El amplio desarrollo previsto, sin embargo, hará necesario efectuar aprovechamientos complementarios y repetidos de las aguas superficiales y subterráneas, requiriéndose eventualmente, además, la construcción de vasos almacenadores de propósito múltiple que incrementen los caudales de estije; será imprescindible, aparte de ello, controlar la contaminación

/mediante



mediante el adecuado tratamiento de las aguas residuales urbanas y el uso racional de fertilizantes e insecticidas en el sector agropecuario, a fin de garantizar la salud y asegurar el uso repetido del recurso. (Véanse de nuevo los cuadros 25 y 26.)

c) Otras grandes cuencas

Las demás grandes cuencas del país serán objeto, durante el período estudiado, de utilizaciones unisectoriales que aprovechen sólo parcialmente los recursos disponibles por lo que no se prevén problemas en el uso del agua.

La cuenca del río Bayano (gran cuenca RR) podría proporcionar los suministros de agua adicionales para el riego en la gran cuenca QQ, mientras los amplios recursos de las grandes cuenca JJ (en el Atlántico) y SS (en el Pacífico) se considera que no serán objeto de aprovechamiento significativo en los próximos 20 años.

La gran cuenca II (ríos Sixaola y Changuinola) merece especial mención por los importantes aprovechamientos hidroeléctricos previstos para las próximas décadas, por lo que deberá ser objeto de detallados estudios al respecto.

### III. ASPECTOS ECONÓMICOFINANCIEROS Y LEGALES E INSTITUCIONALES

Estimadas las disponibilidades y usos actuales del agua, así como los requerimientos futuros de la misma, se analizan a continuación los aspectos económico-financieros y legales e institucionales de los organismos estatales y privados que tienen a su cargo la evaluación, el aprovechamiento y manejo del recurso, para conocer los problemas que puedan restringir o impedir los desarrollos programados.

#### 1. Aspectos económico-financieros

##### a) Acueductos y alcantarillados

Como ya se señaló, en el diseño, construcción y operación de acueductos y alcantarillados participan el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) y el Ministerio de Salud por medio de su División de Saneamiento Ambiental. La Zona del Canal cuenta con un sistema independiente para abastecimiento local y de los barcos, y entrega agua a las ciudades de Panamá y Colón.

A fines de 1970, las inversiones fijas en operación de este sector ascendían a aproximadamente 50.4 millones de dólares y existían obras en construcción y estudios por valor de 7.6 millones. Con dichas obras se beneficiaba a 1.3 millones de habitantes en todo el país. (Véase el cuadro 27.) Las inversiones señaladas se financiaron a base de préstamos (extranjeros en su mayoría) a largo plazo y bajo interés, por valor de 33.2 millones, aportes estatales (13.8 millones), y de otras fuentes (11 millones).

El programa de inversiones para el quinquenio de 1971 a 1975, mediante lo cual se planea alcanzar la meta de Punta del Este para el sector rural, asciende a 65.5 millones de dólares; incluye también adiciones y mejoras en los sistemas urbanos de acueductos y alcantarillados. (Véase el cuadro 28.) Estas inversiones requerirán financiamiento externo por cerca de 41.5 millones (68 por ciento del cual ya ha sido obtenido), siendo el resto aportes estatales y, en menor escala, de las comunidades beneficiadas. Los aportes estatales para el sector fueron en 1971 de 4.5 millones de dólares.

## ERRATAS ADVERTIDAS AL TERMINAR LA IMPRESION DE ESTE DOCUMENTO

| <u>Página</u> | <u>Línea</u>       | <u>Dice</u>  | <u>Debe decir</u>   |
|---------------|--------------------|--|---|
| 10            | 5                  | prolongadas y baja intensidad                              | prolongadas de baja intensidad                                |
| 27            | 18                 | grandes cuencas ni para el país                            | vertientes ni para el país                                    |
| 29            | 12                 | unidad, ampliándose los                                    | unidad, empleándose los                                       |
| 29            | 22                 | fracción de la precipitación                               | fracción de la infiltración                                   |
| 34            | 13                 | por UNSAID (2),  | por USAID (2),  |
| 46            | antepe-<br>núltima | 7 155 000 de tierras de                                    | y 155 000 de tierras de                                       |
| 57            | 29                 | resulta de una demanda                                     | resulta en una demanda  |
| 115           | 2                  | decreto-ley minero 31                                      | decreto-ley número 31   |
| 133           | 12 y 13            | son la JJ (6 270 MW), la NN (5 700 MW) y la MM (4 500 MW). | son la JJ (6 270 GWh), la NN (5 700 GWh) y la MM (4 500 GWh). |
| 142           | 23                 | 4) Para asegurar   | Para asegurar   |



Cuadro 27

PANAMA: ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS. INVERSIONES  
 AL 31 DE DICIEMBRE DE 1970

| Organismo   | Inversión<br>(miles de dólares) |               |              | Población<br>beneficiada<br>(miles) |
|---|---------------------------------|---------------|--------------|-------------------------------------|
|   | Total                           | Obras         | Estudios     |                                     |
| <b>Total nacional</b>                                       | <b>57 987</b>                   | <b>55 431</b> | <b>2 556</b> | <b>1 297</b>                        |
| Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales, IDAAN | 49 500                          | 46 973        | 2 527        | 1 002 <sup>a/</sup>                 |
| Departamento de Ingeniería Sanitaria, MSP                   | 2 029                           | 2 000         | 29           | 245                                 |
| Zona del Canal <sup>b/</sup>                                | 6 458                           | 6 458         | -            | 50 <sup>c/</sup>                    |

Fuente: IDAAN y Depto. de Ingeniería Sanitaria.

<sup>a/</sup> Población servida con acueductos: 666 000 habitantes.

<sup>b/</sup> Inversión neta indicada en el Panama Canal Co. Report, hasta el 30 de junio de 1970.

<sup>c/</sup> La Cfa. de la Zona del Canal abastece las necesidades internas (50 000 habitantes) y suministra agua al IDAAN para servir Panamá y Colón en las que habitan unas 481 000 personas.

Cuadro 28

PANAMA: ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, PROGRAMA DE INVERSIONES  
 1971 A 1975

(Miles de dólares)

| Organismo   | Inversiones   |               |                     | Población a beneficiar (miles) | Financiamiento externo |
|---|---------------|---------------|---------------------|--------------------------------|------------------------|
|   | Total         | Obras         | Estudios            |                                |                        |
| <u>Total nacional</u>                                       | <u>65 456</u> | <u>62 316</u> | <u>3 140</u>        | <u>41 525</u>                  | <u>318</u>             |
| Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales, IDAAN | 61 631        | 58 631        | 3 000 <sup>a/</sup> | 41 525                         | 135                    |
| Departamento de Ingeniería Sanitaria, MSP                   | 3 825         | 3 685         | 140                 | -                              | 183                    |

Fuente: IDAAN y Departamento de Ingeniería Sanitaria.

<sup>a/</sup> Estimado como el 5 por ciento de la inversión total.

En 1971, el personal dedicado a estas actividades por los organismos del sector, asciende a 1 327 personas, de las cuales 62 son profesionales especializados; el presupuesto de funcionamiento de la inversión en el sector fue de 7.3 millones el mismo año. (Véase el cuadro 29.)

b) Riego y avenamiento

La acción del sector público para impulsar el riego en el país, que corresponde al Ministerio de Agricultura, ha resultado muy limitada en comparación con los otros sectores; la del sector privado, en cambio, ha sido más amplia. Salvo en el caso de pequeños sistemas de riego, la labor del MAG se ha limitado a la realización de estudios de proyectos específicos, labor que para 1972 parece haberse restringido.

A fines de 1970, las inversiones en obras de irrigación --a veces acompañadas de mejoras relacionadas con ellas como avenamiento y conservación de suelos-- alcanzaban a 16.2 millones de dólares aproximadamente, de los cuales apenas un 12 por ciento correspondía a inversión estatal; las inversiones en operación ascendían a 13.4 millones que representan un costo unitario de 570 dólares por hectárea regada. (Véase el cuadro 30.)

Las inversiones existentes fueron financiadas mediante aportes privados, donaciones de gobiernos amigos y del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, y aportes estatales.

No existe un programa definido de inversiones para el quinquenio de 1971 a 1975, pero se estima que podría invertirse un total de 3.4 millones para la terminación de varios sistemas menores en proceso de ejecución y para la construcción de los proyectos de Llanos de Coelé y río La Villa, poniendo bajo riego unas 1 950 hectáreas adicionales. (Véase el cuadro 31.)

Estas inversiones requerirían financiamiento externo por unos 1.8 millones, y el estado aportaría el resto a través de su presupuesto. En 1972, sin embargo, no se produjeron aportes estatales para inversión en este sector.

El presupuesto de funcionamiento del gobierno en esta actividad fue de 258 000 dólares en 1971, y a ella se dedicó un total de 308 personas, 17 de las cuales son profesionales. En 1972, sin embargo, las actividades se dispersaron entre varios organismos del MAG y parece haberse reducido el presupuesto ya indicado. (Véase el cuadro 32.)

Cuadro 29

PANAMA: ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, PERSONAL Y PRESUPUESTO  
 DE FUNCIONAMIENTO, 1971

| Organismo y actividad  | Personal     |             | Presupuesto<br>(miles de dólares) |
|--|--------------|-------------|-----------------------------------|
|  | Total        | Profesional |                                   |
| <u>Total nacional</u>  | <u>1 327</u> | <u>62</u>   | <u>7 338</u>                      |
| Instituto de Acueductos y<br>Alcantarillados Nacionales, IDAAN | <u>1 162</u> | <u>53</u>   | <u>5 280</u>                      |
| Administración y dirección                                     | ...          | 17          |                                   |
| Planeamiento y diseño  | ...          | 13          |                                   |
| Operación y mantenimiento                                      | ...          | 23          |                                   |
| Departamento de Ingeniería<br>Sanitaria, MSP                   | <u>165</u>   | <u>9</u>    | <u>369</u>                        |
| Administración y dirección                                     | 15           | 2           |                                   |
| Planeamiento y diseño  | 9            | 3           |                                   |
| Operación y mantenimiento                                      | 141          | 4           |                                   |
| Zona del Canal   | ...          | ...         | <u>1 689</u>                      |

Fuente: IDAAN, Departamento de Ingeniería Sanitaria, Compañía de la Zona del Canal.



Cuadro 30

PANAMA: RIEGO Y AVENAMIENTO. INVERSIONES EFECTUADAS  
 AL 31 DE DICIEMBRE, 1970

| Organismo y proyecto               | Inversiones<br>(miles de dólares) |                     |              | Superficie<br>regada<br>(hectáreas) |
|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------------|-------------------------------------|
|                                    | Total                             | Obras               | Estudios     |                                     |
| <u>Total nacional</u>              | <u>16 207</u>                     | <u>13 862</u>       | <u>2 345</u> | <u>23 660</u>                       |
| Ministerio de Agricultura          | <u>2 987</u>                      | <u>642</u>          | <u>2 345</u> | <u>820</u>                          |
| Proyecto río La Villa              | 1 890                             | -                   | 1 890        | -                                   |
| Proyecto Llanos de Coclé           | 270                               | -                   | 270          | -                                   |
| Sistema El Caño <sup>a/</sup>      | 275                               | 235                 | 40           | 290                                 |
| Sistema La Herradura <sup>a/</sup> | 127                               | 92                  | 35           | 100                                 |
| Sistema El Salto <sup>a/</sup>     | 175                               | 125                 | 50           | 250                                 |
| Sistema río Guararé                | 250                               | 190                 | 60           | 180                                 |
| Sistemas privados                  | <u>13 220</u>                     | <u>13 220</u>       | -            | <u>22 840</u>                       |
| Chiriquí Land Company              | 4 280                             | 4 280 <sup>b/</sup> | -            | 5 705                               |
| Hacienda Carta Vieja               | 250                               | 250 <sup>b/</sup>   | -            | 300                                 |
| Azucarera Nacional                 | 750                               | 750 <sup>b/</sup>   | -            | 1 000                               |
| Cía. Azucarera La Estrella         | 3 440                             | 3 440 <sup>b/</sup> | -            | 4 579                               |
| Varios sistemas                    | 4 500                             | 4 500 <sup>c/</sup> | -            | 11 256                              |

Fuente: Comisión Nacional de Aguas.

a/ Proyectos en construcción.

b/ Estimado a razón de 750 dólares por hectárea regada.

c/ Estimado a razón de 400 dólares por hectárea regada.

Cuadro 31

PANAMA: RIEGO Y AVENAMIENTO. INVERSIONES PROGRAMADAS, 1970 A 1975

| Organismo y sistema                | Inversiones<br>(miles de dólares) |              |            | Superficie<br>a regar<br>(hectáreas) |
|------------------------------------|-----------------------------------|--------------|------------|--------------------------------------|
|                                    | Total                             | Obras        | Estudios   |                                      |
| <u>Total nacional</u>              | <u>3 385</u>                      | <u>3 232</u> | <u>153</u> | <u>1 950</u>                         |
| Ministerio de Agricultura          | <u>3 385</u>                      | <u>3 232</u> | <u>153</u> | <u>1 950</u>                         |
| Sistema El Caño <sup>a/</sup>      | 50                                | 50           | -          |                                      |
| Sistema La Herradura <sup>a/</sup> | 50                                | 50           | -          |                                      |
| Sistema El Salto <sup>a/</sup>     | 75                                | 75           | -          |                                      |
| Proyecto Llanos de Coclé           | 500                               | 500          | -          | 400                                  |
| Proyecto río La Villa              | 2 710                             | 2 557        | 153        | 1 550                                |

Fuente: Comisión Nacional de Aguas.

a/ Complementación de estos proyectos iniciados en el quinquenio anterior.

Cuadro 32

PANAMA: RIEGO Y AVENAMIENTO. PERSONAL Y PRESUPUESTO DE FUNCIONAMIENTO, 1971

| Organismo y actividad                         | Personal   |             | Presupuesto<br>(miles de dólares) |
|---|------------|-------------|-----------------------------------|
|   | Total      | Profesional |                                   |
| <u>Total nacional</u>                         | <u>308</u> | <u>17</u>   | <u>258</u>                        |
| Comisión Nacional de Aguas, MAG <sup>a/</sup> | <u>308</u> | <u>17</u>   | <u>258</u>                        |
| Dirección y administración                    | 10         | 3           |                                   |
| Operación y mantenimiento                     | 298        | 14          |                                   |
| Particulares                                  | ...        | ...         | ...                               |

Fuente: Comisión Nacional de Aguas.

a/ En 1972, el presupuesto de la CNA se redujo a 86 600 dólares, quedando con sólo 18 personas; la operación y el mantenimiento de los sistemas pasó a ser responsabilidad de las unidades agropecuarias regionales.

Los amplios aprovechamientos previstos para el sector imponen una mayor acción estatal en lo que respecta a la planificación y ejecución del desarrollo del riego, el fortalecimiento del organismo sectorial y la asignación de las partidas correspondientes.

c) Hidroelectricidad

El Instituto de Recursos Hidráulicos (IRHE) es el organismo estatal descentralizado que tiene a su cargo la ejecución de la electrificación del país. Las Empresas Eléctricas de Chiriquí y la Compañía de la Zona del Canal, operan también centrales para generación hidroeléctrica.

A fines de 1970, las inversiones totales de obras en funcionamiento para el sector ascendían a 13.8 millones de dólares, y se habían invertido 2.0 millones en estudios. (Véase el cuadro 33.) Las cifras señaladas indican una inversión unitaria de 223 dólares por kilovatio instalado. Para financiar esas inversiones se contó con préstamos del extranjero por valor de 5.1 millones, aportes privados por 7.8 millones, y aportes del estado y del IRHE por 2.8 millones.

El programa de adiciones en centrales generadoras para el quinquenio 1971-75 incluye una posible ampliación de 7 000 kW en La Yeguada, la construcción de la primera fase del proyecto Bayano (150 MW) y la continuación de estudios sobre potencial hidroeléctrico, incluso de la factibilidad del proyecto Fortuna, encomendado al IRHE; las Empresas Eléctricas de Chiriquí instalarían una central de 10 000 kilovatios. Todo ello a un costo total aproximado de 65.2 millones de dólares, incluidos 3.3 millones para estudios. (Véase el cuadro 34.) Estas inversiones se financiarían mediante préstamos externos por valor de 40.1 millones (el 90 por ciento de los cuales ha sido ya obtenido), aportes estatales y generación de caja del IRHE por 23 millones, y aportes privados por 2.2 millones.

El aporte estatal al IRHE fue en 1971 de 4.27 millones de dólares. El presupuesto de funcionamiento aquel mismo año para la operación y

Cuadro 33

PANAMA: HIDROELECTRICIDAD, INVERSIONES AL 31 DE DICIEMBRE, 1970

| Organismo y central  | Inversión realizada<br>(miles de dólares) |                     |              | Potencia<br>instalada<br>(kW) |
|--|---|---------------------|--------------|-------------------------------|
|  | Total                                     | Obras               | Estudios     |                               |
| <b>Total nacional</b>  | <b>15 757</b>                             | <b>13 763</b>       | <b>1 994</b> | <b>61 672</b>                 |
| Instituto de Recursos Hidráulicos y<br>Electrificación, IRHE | 6 894                                     | 4 900               | 1 994        | 6 000                         |
| Central de La Yeguada  | 4 900                                     | 4 900               | ...          | 6 000                         |
| Proyecto Bayano <sup>a/</sup>                                | 1 994                                     | -                   | 1 994        | -                             |
| Empresas Eléctricas de Chiriquí                              | 2 796                                     | 2 796               | -            | 9 097                         |
| Empresa Eléctrica de La Chorrera                             | 11  | 11 <sup>b/</sup>    | -            | 75                            |
| Compañía de la Zona del Canal                                | 6 056                                     | 6 056               | -            | 46 500                        |
| Central de Madden  | 2 558                                     | 2 558 <sup>c/</sup> | -            | 24 000                        |
| Central de Gatún   | 3 498                                     | 3 498 <sup>c/</sup> | -            | 22 500                        |

a/ Proyecto en estudio; en 1971 se inició la construcción.

b/ Estimado a razón de 150 dólares el kilovatio instalado.

c/ No incluye costo de las presas que fue cargado a navegación.

Cuadro 34

PANAMA: HIDROELECTRICIDAD, PROGRAMA DE INVERSIONES 1971 A 1975

| Organismo y proyecto   | Inversión programada<br>(miles de dólares) |               |              | Potencia<br>a instalar<br>(kW) |
|--|--|---------------|--------------|--------------------------------|
|  | Total                                      | Obras         | Estudios     |                                |
| <u>Total nacional</u>  | <u>65 234</u>                              | <u>61 955</u> | <u>3 279</u> | <u>167 000</u>                 |
| Instituto de Recursos Hidráulicos<br>y Electrificación, IRHE | <u>61 334</u>                              | <u>58 255</u> | <u>3 279</u> | <u>157 000</u>                 |
| Central de la Yeguada <sup>a/</sup>                          | 2 400                                      | 2 400         | -            | 7 000                          |
| Proyecto Bayano  | 55 855                                     | 55 855        | -            | 150 000                        |
| Estudios Hidroeléctricos y<br>Fortuna                        | 3 279                                      | -             | 3 279        | -                              |
| Empresas Eléctricas de Chiriquí                              | <u>3 700</u>                               | <u>3 700</u>  | -            | <u>10 000</u>                  |

a/ Ampliaciones al proyecto actual.

mantenimiento de las centrales existentes ascendía a 164 000 dólares; un total de 64 personas se dedicaba a las actividades señaladas.<sup>23/</sup> (Véase el cuadro 35.)

d) Navegación fluvial

La operación del canal interoceánico está a cargo de la Compañía de La Zona del Canal.

De acuerdo con los informes financieros de dicha organización, al 30 de junio de 1970 el valor neto del canal y demás obras conexas para su operación ascendía a 508.75 millones de dólares; adicionalmente, se habían invertido 24 millones en estudios para la construcción del nuevo canal interoceánico, inversiones que fueron realizadas con fondos de procedencia extranjera en su totalidad.

Se estima que durante el quinquenio 1971 a 1975 se efectuarán mejoras en el canal existente por valor de unos 15 millones de dólares. Serían financiadas exclusivamente con fondos provenientes de la operación del canal.

Los suéldos para la operación del canal ascendieron en 1970 a unos 48.4 millones de dólares, empleándose en esas labores unas 14 700 personas, el 75 por ciento de las cuales de nacionalidad panameña.

En 1970 los ingresos brutos del canal fueron de 175.1 millones y los gastos, 163.1 millones; se obtuvo, pues, un ingreso cercano a los 11 millones.

El Gobierno de Panamá invirtió en 1971 un total de 82 800 dólares en estudios para el sector.

e) Hidrología y meteorología

Las actividades básicas de hidrología y meteorología son realizadas por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) y por la Compañía de la Zona del Canal; no existe organismo centralizador de estas actividades. El Ministerio de Agricultura creó en 1972 un Servicio Meteorológico

<sup>23/</sup> El personal del IRHE dedicado al estudio, planeamiento y diseño de obras hidroeléctricas, así como los costos correspondientes, son contabilizados como inversión de cada proyecto; de ahí que las cifras indicadas sean bajas.

Quadro 35

PANAMA: HIDROELECTRICIDAD, PERSONAL Y PRESUPUESTO  
 DE FUNCIONAMIENTO, 1971

| Organismo  | Personal  |             | Presupuesto<br>(miles de dólares) |
|--|-----------|-------------|-----------------------------------|
|  | Total     | Profesional |                                   |
| <u>Total nacional</u>  | <u>64</u> | ...         | <u>164</u>                        |
| Instituto de Recursos Hidráulicos<br>y Electrificación, IRHE | <u>36</u> | -           | <u>153</u>                        |
| Planeamiento y diseño <u>a/</u>                              | -         | -           | -                                 |
| Operación y mantenimiento                                    | 36        | -           | 153                               |
| Empresas Eléctricas de Chiriquí                              | <u>28</u> | ...         | <u>11</u>                         |
| Administración   | 3         | ...         |                                   |
| Operación y mantenimiento                                    | 25        | ...         |                                   |
| Compañía de la Zona del Canal                                | ...       | ...         | ...                               |

a/ Estos gastos son cargados a la inversión de cada proyecto.

/con personal



con personal asignado al IRHE. Se está llevando a cabo con éxito el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, al que contribuyen el PNUD y la Organización Meteorológica Mundial, en la formación de personal local y el establecimiento de una red básica de estaciones.

Al 31 de diciembre de 1970, las inversiones efectuadas en este sector ascendían a 666 000 dólares, contándose con 53 estaciones hidrométricas instaladas, 8 estaciones meteorológicas principales (tipo A), 22 meteorológicas ordinarias (tipo B) y unas 136 pluviométricas. (Véase el cuadro 36.)

Estas inversiones se financiaron mediante aportes estatales por 369 000 dólares, donaciones del PNUD por 297 000, y aportes privados por 61 000.

Durante el quinquenio 1971-75 quedará concluido el Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, se realizará un programa propio del IRHE, se mejorará y ampliará el nuevo Servicio Meteorológico y se llevará a cabo un inventario de tierras y aguas en la región oriental del país. Todo ello a un costo aproximado de 2.2 millones de dólares (véase el cuadro 37), de los cuales el Gobierno de Panamá y el IRHE aportarán 1 800 000, y los 400 000 restantes, el PNUD.

En los presupuestos de 1971 se señala que el gobierno invirtió 264 000 dólares en estas actividades. Dicho año, se destinaron 210 000 dólares a la operación y mantenimiento de la red de estaciones, dedicándose a ello un total de 49 personas, entre ellas 8 profesionales especializados. (Véase el cuadro 38.)

f) Sumario de aspectos económico-financieros

Al 31 de diciembre de 1970, las inversiones acumuladas en la medición y el aprovechamiento del agua en el país (incluyendo la Zona del Canal), alcanzaban cifras de 623.4 millones de dólares (420 dólares por habitante), correspondiendo el 94 por ciento a obras en operación y el resto a construcciones en proceso y estudios. El total de las inversiones estaba distribuido por sectores de la manera siguiente:

Cuadro 36

PANAMA: HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA. INVERSIONES AL  
 31 DE DICIEMBRE DE 1970

| Organismo  | Inversiones efectuadas<br>(miles de dólares) |                |                  | Número de estaciones  |                |           |            |
|--|--|----------------|------------------|-----------------------|----------------|-----------|------------|
|  | Total  | Hidro<br>logía | Meteoro<br>logía | Hidro<br>métri<br>cas | Meteorológicas |           |            |
|  |  |                |                  |                       | Tipo<br>A      | Tipo<br>B | Tipo<br>C  |
| <u>Total nacional</u>  | <u>666</u>                                   | <u>444</u>     | <u>222</u>       | <u>53</u>             | <u>8</u>       | <u>22</u> | <u>136</u> |
| Instituto de Recursos<br>Hidráulicos y Electrifi-<br>cación, IRHE      | 369  | 254            | 115              | 48                    | 4              | 21        | 101        |
| Proyecto Hidrometeorológico<br>Centroamericano, PNUD/OMM <sup>a/</sup> | 236  | 139            | 97               | -                     | -              | -         | -          |
| Compañía de la Zona del<br>Canal                                       | 61   | 51             | 10               | 5                     | 4              | 1         | 35         |

a/ Inversiones efectuadas por el PNUD, complementan las del IRHE.

Cuadro 37

## PANAMA: HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA, PROGRAMA DE INVERSIONES 1971 A 1975

| Organismo o proyecto  | Inversiones programadas<br>(miles de dólares) |                 |                   | Número de estaciones    |                |           |           |
|---|---|-----------------|-------------------|-------------------------|----------------|-----------|-----------|
|   | Total   | Hidro-<br>logía | Meteoro-<br>logía | Hidro-<br>metri-<br>cas | Meteorológicas |           |           |
|   |   |                 |                   |                         | Tipo<br>A      | Tipo<br>B | Tipo<br>C |
| <u>Total nacional</u>   | 2 218   | 613             | <u>1 605</u>      | <u>35</u>               | <u>5</u>       | <u>30</u> | <u>70</u> |
| Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, IRHE                   | <u>210</u>                                    | <u>130</u>      | <u>80</u>         | <u>35</u>               | <u>5</u>       | <u>30</u> | <u>70</u> |
| Programas propios   | 90  | 70              | 20                | 20                      | -              | 8         | 30        |
| Programa con ayuda del PNUD   | 120   | 60              | 60                | 15                      | 5              | 22        | 40        |
| Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, PNUD/OMM <sup>a, b/</sup>      | 180   | 95              | 85                | -                       | -              | -         | -         |
| Servicio Meteorológico Nacional del Ministerio de Agricultura <sup>c/</sup> | 1 440   | -               | 1 440             | -                       | -              | -         | -         |
| Inventario de tierras y aguas en la región oriental <sup>d/</sup>           | 388   | 388             | -                 | ...                     | ...            | ...       | ...       |

a/ Inversiones a efectuar por el PNUD en colaboración con el IRHE.

b/ No incluye la segunda fase del Proyecto Hidrometeorológico.

c/ Con financiamiento del PNUD por 60 000 dólares; a iniciarse en 1973.

d/ Proyecto a iniciarse en 1973 con ayuda del PNUD; se ha contabilizado la mitad del costo total, de lo cual el PNUD aportaría 125 000 dólares.

Cuadro 38

PANAMA: HIDROLOGIA Y METEOROLOGIA, PERSONAL Y PRESUPUESTO  
DE FUNCIONAMIENTO, 1971

| Organismo  | Personal  |             | Presupuesto<br>(miles de<br>dólares) |
|--|-----------|-------------|--------------------------------------|
|  | Total     | Profesional |                                      |
| <u>Total nacional</u>  | <u>49</u> | <u>8</u>    | <u>210</u>                           |
| Instituto de Recursos Hidráulicos y<br>Electrificación, IRHE | <u>25</u> | <u>3</u>    | <u>160</u>                           |
| Planeamiento y diseño  | 10        | 2           |                                      |
| Operación y mantenimiento                                    | 15        | 1           |                                      |
| Ministerio de Agricultura                                    | <u>2</u>  | <u>2</u>    | <u>15</u>                            |
| Compañía de la Zona del Canal                                | <u>22</u> | <u>3</u>    | <u>35</u>                            |

|                              | <u>Porcentaje</u> |
|------------------------------|-------------------|
| Navegación                   | 85.5              |
| Acueductos y alcantarillados | 9.3               |
| Riego y avenamiento          | 2.6               |
| Hidroelectricidad            | 2.5               |
| Hidrología y meteorología    | 0.1               |

Si se excluyen las inversiones de la Compañía de la Zona del Canal, las inversiones nacionales habrían sumado 114.7 millones de dólares.

Las obras han sido financiadas en su mayor parte a base de aportes privados, préstamos a largo plazo y aportes estatales. Los primeros se han destinado especialmente a los sectores de navegación, riego y acueductos y alcantarillados y, en su mayoría, han sido efectuadas por la Compañía de la Zona del Canal. Los préstamos a largo plazo son en su mayoría de origen externo y de bajo interés, y han sido empleados para financiar sistemas de suministro y evacuación de agua potable y obras de hidroelectricidad. El gobierno y algunos organismos descentralizados han efectuado inversiones en todos los sectores excepto en navegación. (Véase el cuadro 39.)

Se está llevando a cabo un programa de inversiones para el quinquenio 1971 a 1975 por valor de 151.3 millones de dólares, con lo cual se habrán aumentado en un 25 por ciento las inversiones actuales. En dicho programa, la participación sectorial se ha distribuido como sigue: acueductos y alcantarillados e hidroelectricidad, 43 por ciento cada uno; navegación fluvial, 10 por ciento; riego e hidrología y meteorología, 2 por ciento cada uno. Para su financiamiento se utilizarán: 1) préstamos de instituciones financieras internacionales por valor de 83.4 millones de dólares (55 por ciento del total), tres cuartas partes de los cuales han sido ya obtenidos; aportes del estado y organismos descentralizados por 49.5 millones, y aportes privados por 18.3 millones. Los aportes estatales ascendieron en 1971 a 9 millones aproximadamente. (Véase el cuadro 40.)

Los presupuestos de 1971 indican que los gastos de funcionamiento en el sector de aguas sumaron 56.3 millones de dólares (9.1 por ciento de la inversión acumulada hasta 1970). Durante ese año, un total de 16 448 personas se dedicaban a la evaluación, planeamiento y aprovechamiento del agua en el país. (Véase el cuadro 41.)

PANAMA: INVERSIONES TOTALES ACUMULADAS EN LA UTILIZACION DEL RECURSO AGUA, 1970<sup>a/</sup>

(Miles de dólares)

|                                    | Total todos<br>los sectores | Acueductos<br>y alcanta-<br>rillados | Riego y<br>evena-<br>miento | Hidroelec-<br>tricidad | Navegación<br>fluvial <sup>b/</sup> | Hidrología y<br>meteorología |
|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| <b>Inversiones</b>                 | <u>623 370</u>              | <u>57 987</u>                        | <u>16 207</u>               | <u>15 757</u>          | <u>532 753</u>                      | <u>666</u>                   |
| Fijas en operación                 | 586 992                     | 50 400                               | 13 410                      | 13 763                 | 508 753                             | 666                          |
| Sector público                     | 18 270                      | 6 458                                | 190                         | 10 956                 | -                                   | 666                          |
| Sector privado                     | 568 722                     | 43 942                               | 13 220                      | 2 807                  | 508 753                             | -                            |
| En construcción                    | 5 483                       | 5 031                                | 452                         | -                      | -                                   | -                            |
| Estudios y otros                   | 30 895                      | 2 556                                | 2 345                       | 1 994                  | 24 000                              | -                            |
| <b>Deuda a largo plazo</b>         | <u>38 383</u>               | <u>33 234</u>                        | -                           | <u>5 149</u>           | -                                   | -                            |
| Extranjera                         | 34 883                      | 29 734                               | -                           | 5 149                  | -                                   | -                            |
| Nacional                           | 3 500                       | 3 500                                | -                           | -                      | -                                   | -                            |
| <b>Patrimonio</b>                  | <u>584 987</u>              | <u>24 753</u>                        | <u>16 207</u>               | <u>10 608</u>          | <u>532 753</u>                      | <u>666</u>                   |
| Aportes del gobierno <sup>c/</sup> | 18 912                      | 13 800                               | 1 967                       | 2 776                  | -                                   | 369                          |
| Otras fuentes                      | 566 075                     | 10 953                               | 14 240                      | 7 832                  | 532 753                             | 297                          |

<sup>a/</sup> Incluye inversiones efectuadas en la Zona del Canal para todos los sectores, excepto el riego.<sup>b/</sup> Hasta el 30 de junio de 1970.<sup>c/</sup> Incluye entes descentralizados.

## Cuadro 40

## PANAMA: COSTO Y FINANCIAMIENTO DE LOS PROGRAMAS DE UTILIZACION DEL AGUA, 1971 A 1975

(Miles de dólares)

|                                 | Total todos<br>los sectores | Acueductos y al-<br>cantarillados | Riego y ave-<br>namiento | Hidroelec-<br>tricidad | Navegación<br>fluvial | Hidrología y<br>meteorología |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|
| Costo del programa              | <u>151 293</u>              | <u>65 456</u>                     | <u>3 385</u>             | <u>65 234</u>          | <u>15 000</u>         | <u>2 218</u>                 |
| <b>Financiamiento</b>           |                             |                                   |                          |                        |                       |                              |
| Préstamos                       | <u>83 412</u>               | <u>41 525</u>                     | <u>1 807</u>             | <u>40 080</u>          | -                     | -                            |
| Exterior, obtenidos             | 64 060                      | 28 060                            | -                        | 36 000                 | -                     | -                            |
| Exterior, a obtener             | 19 352                      | 13 465                            | 1 807                    | 4 080                  | -                     | -                            |
| Nacionales                      | -                           | -                                 | -                        | -                      | -                     | -                            |
| Aportaciones de capital         | <u>67 881</u>               | <u>23 931</u>                     | <u>1 578</u>             | <u>25 154</u>          | <u>15 000</u>         | <u>2 218</u>                 |
| Del gobierno <sup>a/</sup>      | 49 537                      | 23 256                            | 1 478                    | 22 950                 | -                     | 1 853                        |
| Otros aportes                   | 18 344                      | 675                               | 100                      | 2 204                  | 15 000                | 365                          |
| Aportes gubernamentales en 1971 | 9 035                       | 4 499                             | -                        | 4 272                  | -                     | 264                          |

<sup>a/</sup> Incluye entes descentralizados.

Cuadro 41

PANAMA: PERSONAL Y COSTO DE FUNCIONAMIENTO EN LA UTILIZACION DEL AGUA, 1971

| Concepto                           | Total todos los sectores | Acueductos y alcantarillados | Riego y avenamiento | Hidroelectricidad | Navegación fluvial | Hidrología y meteorología |
|------------------------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|
| Presupuesto, (miles de dólares)    | <u>56 347</u>            | <u>7 338</u>                 | <u>258</u>          | <u>164</u>        | <u>48 460</u>      | <u>210</u>                |
| Personal, total                    | <u>16 448</u>            | <u>1 327</u>                 | <u>308</u>          | <u>64</u>         | <u>14 700</u>      | <u>49</u>                 |
| Administración y dirección         |                          | ...                          | 10                  | 3                 | ...                | -                         |
| Planesmiento y diseño              |                          | ...                          | -                   | -                 | ...                | 12                        |
| Operación y mantenimiento          |                          | ...                          | 298                 | 61                | ...                | 37                        |
| Personal profesional <sup>a/</sup> |                          | 62                           | 17                  | ...               | ...                | 8                         |

<sup>a/</sup> Ya incluido en el total arriba indicado.



## 2. Aspectos legales e institucionales<sup>24/</sup>

### a) Breve descripción del derecho de aguas

i) Formulación de la política de aguas. El Poder Ejecutivo no ha establecido todavía una política unitaria sobre aprovechamiento y conservación de las aguas. En algunos casos, los instrumentos legales en vigencia pueden dar lugar a actividades conflictivas en el uso y manejo del agua, y favorecen la duplicidad de funciones.

ii) Planificación, programación y coordinación del uso del agua. La planificación del desarrollo económico y social está a cargo de la Dirección General de Planificación y Administración del Ministerio de la Presidencia, donde convendría que se concediese más atención de la otorgada hasta la fecha a la unidad del ciclo hidrológico y a la interdependencia entre los sectores económicos que resulta de la comunidad física del recurso.

La Comisión Nacional de Aguas es la encargada de planificar y programar todo lo relativo al sector hídrico, coordinando y fiscalizando la acción de las agencias estatales y promoviendo la preparación de proyectos para usos especiales. Su dependencia de uno de los organismos sectoriales usuarios del agua, la falta de una adecuada jerarquía institucional, y la insuficiencia de recursos humanos y financieros, le han impedido llenar su cometido.

La información hidrológica y meteorológica básica que requiere la programación del desarrollo hídrico, es recopilada por el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE) y por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, a través de un incipiente Servicio Meteorológico que necesitará recibir un significativo fortalecimiento para poder atender adecuadamente las tareas que le han sido encomendadas.

iii) Propiedad de las aguas y cosas conexas. La Constitución señala como de propiedad del Estado todas las aguas lacustres y fluviales, las playas y riberas de los ríos, los puertos y esteros y las aguas destinadas a servicio público de comunicaciones, irrigación, producción de energía hidroeléctrica, acueductos y desagües, y los declara de uso público no apropiable por particulares.

<sup>24/</sup> Esta sección resume el extenso trabajo sobre la materia que se incluye como anexo a este informe (E/CN.12/CCE/SC.5/75/Add.4; TAO/LAT/104/Panamá). y toma en cuenta un informe sobre los mismos aspectos elaborado en 1968 por un experto de la FAO (24). /La Ley

La Ley de Aguas de 1966 considera todas las aguas de dominio público; suprimiendo en esa forma el obstáculo jurídico que pudiera representar su apropiación por particulares y el racional aprovechamiento y conservación de los recursos.

La fauna acuática y las fuentes naturales de energía pertenecen a la nación, según decreto ley de 1959.

iv) Derecho al aprovechamiento y uso de las aguas. El estado puede aprovechar las aguas directamente o a través de sus organismos descentralizados, y puede establecer reservas hídricas como en el caso de las cuencas de los ríos Indio, Chagres, Pequení, Agua Clara, Gatún y Agua Sucia.

La Ley de Aguas declara de aprovechamiento libre y común todas las aguas, pero no lo reglamenta. Puede interpretarse que prohíbe los aprovechamientos comunes, puesto que establece como indispensable la concesión o permiso para efectuar cualquier aprovechamiento; sin embargo es también cierto que todo individuo goza del derecho de captar agua para bebida e higiene como derecho inherente a la subsistencia. La navegación y la pesca son usos comunes expresamente autorizados que pueden ejercerse respetando las normas de policía.

Toda captación o descarga de aguas requiere permiso o concesión, otorgables siempre que los usos previstos sean racionales y no contravengan el interés público y social. El desvío de agua sin concesión ni permiso constituye delito.

Los permisos para el uso de las aguas se conceden por un año y son renovables o revocables; las concesiones transitorias se otorgan por periodos de tres a cinco años y no pueden revocarse; las concesiones permanente no son revocables. La autoridad concedente es la Comisión Nacional de Aguas, pero no cuenta con un registro al día de las concesiones y permisos otorgados.

Para solicitar el otorgamiento de derechos no se exige capacidad ni requisito especial, aunque la Comisión puede imponer que se acrediten derechos sobre el bien a beneficiarse con el aprovechamiento en el caso del sector agropecuario. Los organismos estatales que usan el agua, centralizados o autónomos, no requieren permiso o concesión, basta una aprobación de la Comisión.

/La Ley de

La Ley de Aguas aprueba cualquier solicitud de concesión siempre que se llena alguna de las siguientes condiciones: 1) que no exista permiso o concesión anterior sobre la fuente que se desee aprovechar; 2) que, aunque existiera dicha concesión o permiso previo la nueva concesión no interfiera con los derechos antes adquiridos; 3) que la concesión solicitada sea de interés público y social. Parece advertirse un error material de redacción que requiere rectificación, puesto que dichos requisitos deberían exigirse conjuntamente.

La concurrencia de solicitudes conflictivas se resuelve de acuerdo con el siguiente orden de preferencias: 1) ampliación significativa de valor por lo que respecta a aprovechamientos existentes al dictarse la Ley de Aguas; 2) aprovechamientos destinados a mejorar la salud pública, 3) mayor provecho para el interés público y social a juicio de peritos.

Parece conveniente la elaboración de un procedimiento que aclare y facilite la aplicación de la Ley de Aguas y la mejore en lo que respecta a la necesidad de legislar sobre los aprovechamientos comunes, establecer con mayor claridad el régimen de preferencias, y proyectar un régimen justo y expeditivo para modificar los derechos de los concesionarios cuando así lo exija el mejor aprovechamiento de las aguas.

v) Desmembramientos, limitaciones, restricciones y gravámenes al dominio en interés del aprovechamiento y conservación de las aguas. La Ley de Aguas instituye servidumbre de aguas para facilitar el uso provechoso y para desagües, quedando sometidas a la reglamentación del Poder Ejecutivo a propuesta de la Comisión de Aguas, a la que corresponde asimismo aprobar la instalación de los sistemas. No define sin embargo esas servidumbres, ni el contenido de los derechos y obligaciones a que pudiesen dar lugar, ni el procedimiento para instituirlos o la autoridad competente para hacerlo.

La Ley de Aguas prevé únicamente la constitución de servidumbres a favor de un predio y no a favor de obras de beneficio general; tampoco aclara que su implantación sea obligatoria.

Es aconsejable, por lo tanto, que se legisle sobre servidumbres, ocupación de bienes y las restricciones al dominio que se precisan entre

/ellas y

ellas y las servidumbres de estribo de presa, bocatoma y partidior, a fin de facilitar la construcción de las obras programadas y de proteger las aguas y otros bienes conexos.

vi) Creación, modificación, transformación y extinción de derechos por acción de las aguas. El Código Civil señala que las islas formadas en cauces navegables o flotables pasan a ser del dominio estatal; las islas formadas por acumulación en los ríos benefician al ribereño más próximo o, de formarse en el centro de la corriente; se dividen longitudinalmente entre los ribereños.

Al cambiar los ríos de cauce, el abandonado pasa a ser del dominio de los ribereños; el cauce nuevo en ríos navegables o flotables se considera de dominio público.

Las inundaciones extraordinarias o la disminución del nivel de estanques o lagunas no altera el dominio de los ribereños. Tampoco lo altera la división de la corriente de un río en brazos, cuando deja aislada una heredad o parte de ella.

b) Normas especiales para los distintos aprovechamientos del agua

1) Abastecimiento doméstico y urbano, y alcantarillado. La concesión de agua para uso sanitario goza de preferencia sobre cualquier otro uso y autoriza la expropiación con ese objeto de obras privadas.

El Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN) es el organismo estatal descentralizado que se ocupa del suministro y evacuación de aguas en comunidades urbanas, y en las rurales de más de 500 habitantes. El Ministerio de Salud, a través de su División de Salud Ambiental, construye acueductos rudimentarios y pozos para comunidades pequeñas de menos de 500 habitantes, o mayores cuando no se puede lograr el autofinanciamiento del servicio. La Compañía de la Zona del Canal suministra al IDAAN agua potable para el abastecimiento de las ciudades de Panamá y Colón.

El Instituto de Vivienda y Urbanismo y las empresas privadas de urbanización diseñan y construyen las obras de suministro de agua y de evacuación de residuos en las nuevas urbanizaciones; estos sistemas son traspasados posteriormente al IDAAN para su operación.

/ii) Energía.

ii) Energía. La Ley de Aguas no contiene disposiciones específicas sobre estos aprovechamientos, pero el decreto-ley minero 31 de 1958 establece ciertas normas relativas a concesiones hidroeléctricas que podrían aplicarse con carácter supletorio.

Aunque la Comisión Nacional de Aguas otorga la concesión de aguas para generar electricidad, se requiere también una concesión, permiso o licencia para ejercer la industria eléctrica que otorga el Ministerio de Obras Públicas.

La agencia estatal especializada responsable del sector es el Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación.

iii) Agricultura. Los derechos otorgados para efectuar este tipo de aprovechamiento son inseparables del predio para el que fueron concedidos. La implantación de un nuevo sistema de riego concede al regante anterior el derecho a continuar recibiendo agua para regar una superficie igual a la que anteriormente regaba, pero con la dotación que se fije para el nuevo sistema.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería tiene a su cargo el desarrollo y habilitación de tierras para fines agropecuarios, y la supervisión de sistemas de riego y drenaje. Carece de un organismo especializado en riego que planifique el desarrollo del sector y que lo capacite para realizar las obras de irrigación.

El Código Agrario autoriza a la Comisión de Reforma Agraria para que efectúe obras de aprovechamiento y desagüe para el sector, así como obras de acueducto, alcantarillado y puentes para el sector rural, lo mismo que para determinar la proporción en que se repartirán los costos entre los beneficiados y la misma Comisión.

La Comisión Nacional de Aguas determina la forma y términos del pago de las obras de riego para los beneficiarios.

El Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación es el encargado de contribuir a la habilitación de tierras para la agricultura y la ganadería por medio del riego.

Para expandir el sector agropecuario se requerirá no sólo emprender programas de riego, lo cual exige la elaboración de un programa, sino

también atender su financiamiento y encomendar a algún sector de la administración pública la construcción y operación de las obras, dotándole para ello de los elementos técnicos y financieros del caso.

iv) Navegación y flotación. El régimen al que está sujeta la navegación en el canal interoceánico figura en los tratados y en las modificaciones a los mismos suscritos entre los gobiernos de Panamá y de los Estados Unidos. Este aspecto se examina más ampliamente en la sección referente a aguas de interés internacional.

No se han dictado normas que regulen la navegación en canales naturales. El Código Fiscal prohíbe la enajenación de tierras que se encuentren en las cabeceras de los ríos navegables y sus márgenes.<sup>25/</sup> Por el Código de Comercio se rigen las relaciones jurídicas privadas que se derivan de la navegación como empresa, pero no se hace referencia al uso de las aguas en sí mismas por estar concebido para la navegación marítima.

Convendría proyectar disposiciones que contemplasen la relación con otros usos como la navegación y flotación, y los compromisos de agua que éstos pueden ocasionar.

v) Pesca. La Constitución impone la reglamentación mediante la Ley de Pesca para proteger la fauna y la flora. El Código Civil confiere a una ley especial la regulación de la pesca; el Código Fiscal y la Ley de Pesca autorizan al Ejecutivo a reglamentar este aprovechamiento.

La Ley de Pesca establece que los peces y demás ejemplares de la fauna marina, fluvial y lacustre pertenecen al Estado. Los particulares adquieren su dominio por apropiación mediante captura lícita. La autoridad puede someter a licencia el ejercicio de la pesca, salvo en el caso de los turistas; el Ejecutivo exige licencia a embarcaciones de 20 toneladas brutas o mayores.

Se prohíbe la pesca con explosivos, sustancias venenosas o nocivas, lo mismo que con artificios que estorben la navegación o entorpezcan el ciclo vital.

---

<sup>25/</sup> El texto del Código Fiscal dice literalmente "riberas".

El Ministerio de Comercio e Industrias otorga las licencias de pesca; los inspectores y capitanes de puerto del Ministerio de Hacienda vigilan su uso apropiado, y los alcaldes y corregidores hacen lo propio en las aguas continentales.

vi) Minería. La concesión minera autoriza a construir y operar embarcaderos, acueductos y otras instalaciones, al adquirir derecho al uso de aguas, hasta por la cantidad necesaria para llevar a cabo las concesiones mineras, y a usar las aguas que se encuentren en tierras nacionales dentro del perímetro de la concesión siempre que se respeten las leyes vigentes y no se perjudiquen caseríos, pueblos o ciudades.

El Código de Recursos Minerales otorga al concesionario de minas el derecho al uso del agua "como cualquier propietario de tierras", asimilación que introduce una desorientación que convendría eliminar.

Los canales construidos por los concesionarios mineros son de uso público, salvo excepción autorizada, por tiempo determinado, por el Ministerio de Comercio e Industria.

c) Normas especiales para distintas clases de aguas

No existen normas específicas para el aprovechamiento de las aguas subterráneas, ni se establece la obligación de suministrar y centralizar la información básica obtenida durante la perforación y operación de pozos. La Sección de Hidrogeología de la Dirección de Recursos Minerales ha recibido instrucciones de iniciar el inventario de esta información.

Las aguas pluviales pertenecen al Estado y sólo pueden aprovecharse con su consentimiento. El Ministerio de Agricultura estudia la lluvia artificial; el Departamento de Caminos y Muelles del Ministerio de Obras Públicas construye desagües pluviales.

La explotación de aguas minerales requiere contrato de acuerdo con el Código Fiscal; el estado no acepta la enajenación de terrenos fiscales donde haya aguas minerales. En vista de la amplitud de los aprovechamientos previstos, convendría reglamentar el uso de estas aguas en previsión de conflictos que podrían suscitarse de la concurrencia de distintos intereses en este aspecto.

/d) Acción

d) Acción contra los efectos nocivos y el deterioro de las aguas

i) Medidas contra la erosión. Se consideran bosques protectores los que contribuyen por su localización a regularizar el régimen de las aguas, protegen las orillas de los cuerpos de agua y previenen la erosión, aludes e inundaciones. Estos sólo pueden ser explotados para recibir mejoramientos.

El Ministerio de Agricultura y Ganadería tiene a su cargo, a través del Servicio Forestal de la Dirección de Recursos Naturales Renovables, el estudio y ejecución de proyectos de corrección de torrentes, ordenamiento de cuencas, etc. El IRHE está llevando a cabo un programa de forestación para proteger el embalse del proyecto de La Yeguada.

Se ha establecido limitación a la explotación forestal para proteger las cuencas hidrográficas de los ríos Chagres, Indio, Pequení, Agua Clara, Gatún y Agua Sucia.

Se estima que sería de suma utilidad legislar sobre la realización y operación de obras de avenamiento y defensa contra inundaciones y crecidas.

ii) Medidas contra la contaminación. La Ley de Aguas protege expresamente los cursos que se usan para consumo doméstico, y prohíbe cualquier operación en los cursos superiores que pueda alterar la composición del agua y hacerla nociva para la salud. El Código Penal castiga como delito envenenamientos o corrupciones de agua potable destinada a uso público que pongan en peligro la salud humana.

Se prohíbe realizar labores mineras dentro de un radio de 60 metros de otras instalaciones de captación destinadas a la provisión de agua potable; arrojar despojos o residuos industriales, basura u otras materias contaminantes en aguas de uso común que las hagan nocivas para la salud del hombre y para la fauna y la flora acuáticas.

El Ministerio de Salud es el organismo encargado de velar por la salubridad e higiene de las aguas. La Comisión de Aguas debe prevenir y controlar la polución de las aguas fluviales. Las capitanías de puerto y los alcaldes y regidores deben evitar cualquier contaminación de masas de agua que pueda afectar a los organismos acuáticos.

Se considera obligatorio, sin distinción, el tratamiento de los residuos que se vierten en las aguas, aunque la disposición no se aplica en la realidad.

/e) Aguas



e) Aguas de interés internacional

i) Cuencas compartidas con países vecinos. El "thalweg" de los ríos Sixaola y Yorkin (hasta la latitud 9° 30') marca la frontera con Costa Rica. La navegación en esos ríos es común y un país no puede hacer obras en ellos sin el consentimiento del otro. De acuerdo con el Tratado de 1941, un cambio de cauce no alteraría la frontera; en tal caso, se trasladaría la libertad de navegación al nuevo cauce y cualquiera de los países estaría autorizado a reencauzar el río por su cauce anterior. El Sixaola ha cambiado su cauce y se han perdido los hitos que señalaban la antigua frontera, situación que deberá ser aclarada por ambos países.

Panamá no tiene frontera hídrica ni ríos de curso sucesivo con Colombia. Las cabeceras del río Miel constituyen uno de los límites; en el Tratado de 1924 no se prevé la posibilidad de que las cabeceras cambien de ubicación por causas naturales.

ii) El canal interoceánico. De acuerdo con el Tratado de 1903 (véase el cuadro 42), el Gobierno de Panamá concedió al de los Estados Unidos (en 1924) el uso, ocupación y control de las tierras ubicadas en la Zona del Canal y las cubiertas por las aguas que alimentan y cubren el lago Madden. El Tratado de 1936 especifica que ambos gobiernos se comprometen a acordar las medidas que se consideren necesarias para asegurar el mantenimiento, saneamiento, eficiente funcionamiento y protección efectiva del canal si, de producirse una contingencia imprevista, la utilización de tierras o aguas adicionales a las que se están utilizando se considerase necesaria para dichos fines.

Desde un punto de vista jurídico existe una clara diferencia entre las aguas disponibles en la zona concedida u otorgada, y las demás, puesto que sólo en caso de necesidad real imprevista podrían los Estados Unidos exigir de Panamá la utilización de aguas adicionales. Dicho en otros términos, el uso del agua adicional estaría supeditado en tales casos a una decisión del Gobierno de Panamá, y ello habría de ser objeto de una nueva negociación. No se prevé la cantidad, calidad y lugar de entrega de esas aguas adicionales.

Cuadro 42

PANAMA: TRATADO DE 1903 SOBRE EL CANAL INTEROCEANICO

| Calidad de los derechos otorgados a los Estados Unidos de Norteamérica  | Sujetos y objetos sobre los que recaen los derechos otorgados   | Causa del otorgamiento de los derechos  |
|---|---|---|
| 1. Uso, ocupación y control perpetuos y todos los derechos, poder y autoridad que los Estados Unidos poseerían y ejercitarían si fueran soberanos, con entera exclusión de su ejercicio por Panamá. | <p>a) Una zona de diez millas de ancho que excluye las ciudades de Panamá y Colón y sus bahías adyacentes.</p> <p>b) Cualesquiera otras tierras y aguas fuera de la zona que puedan ser necesarias y convenientes para el cumplimiento de la causa del tratado.</p> | <p>Construcción, mantenimiento, funcionamiento, saneamiento y protección del canal.</p> <p>Construcción, mantenimiento, funcionamiento, saneamiento y protección del canal o de canales auxiliares u obras necesarias y convenientes para la construcción, mantenimiento, funcionamiento, saneamiento y protección de la empresa.</p> |
| 2. Derecho de uso subsidiario de los indicados arriba.  | Ríos, riachuelos, lagos y otras masas de agua.  | Navegación, suministro de agua o de fuerza motriz, u otros fines hasta donde pueda ser necesario y conveniente para la construcción, mantenimiento, funcionamiento, saneamiento y protección del canal.   |
| 3. Adquirir por compra o en ejercicio del dominio eminente (p.ej: expropiación).  | Derechos de agua a propietarios   | Necesarios y convenientes para la construcción, mantenimiento, funcionamiento y protección del canal y obras de saneamiento.  |

/(Continúa)

Cuadro 42 (Conclusión)

| Calidad de los derechos otorgados a los Estados Unidos de Norteamérica                            | Sujetos y objetos sobre los que recaen los derechos otorgados   | Causa del otorgamiento de los derechos   |
|---|---|--|
| 4. Imponer y cobrar contribuciones de agua y albañales mientras administre el servicio (50 años). | Usuarios del servicio de saneamiento, recogida y desagüe de inmundicias y distribución de agua en las ciudades de Panamá y Colón. | Suficientes para proveer al pago de los intereses y la amortización del capital invertido, el funcionamiento y mantenimiento del servicio. |
| 5. Dictar los reglamentos preventivos y curativos a perpetuidad.                                  | Servicio de saneamiento, recogida de desagüe e inmundicias, y distribución de agua en las ciudades de Panamá y Colón.             | Prestación del servicio.   |
| 6. Imponer el cumplimiento de los reglamentos preventivos y curativos citados más arriba.         | Servicios citados anteriormente.  | En caso de que el gobierno panameño no hiciera efectivo el cumplimiento de esos reglamentos.   |

La Compañía del Canal de Panamá, creada por Ley Federal Norteamericana, tiene a su cargo la administración del canal. Sus decisiones dependen en su totalidad del Gobierno de los Estados Unidos, representado por el Secretario del Ejército, quien designa una junta de directores presidida por el Gobernador de la Zona del Canal.

El Gobierno de los Estados Unidos, de acuerdo con el de Panamá, ha realizado estudios sobre la posible construcción de un nuevo canal a nivel del mar.

La inminencia de un nuevo acuerdo entre ambos países en lo que respecta al canal, haría aconsejable concentrar la atención en sus nuevas cláusulas más que en la situación jurídica actual, especialmente por lo que respecta a la estructuración de un programa de recuperación, adjudicación y racionalización de las tierras y aguas que quedasen liberadas.

La inminente insuficiencia de las aguas disponibles en los ríos que alimentan el canal, en su forma actual de funcionamiento, hace necesaria la realización de estudios de ingeniería que permitan aumentar dichos caudales, y estudios legales que garanticen la conservación de los suelos y aguas que pudieran resultar afectados por el bombeo de agua salada que precisaría la operación de las esclusas.

f) Análisis de la estructura administrativa

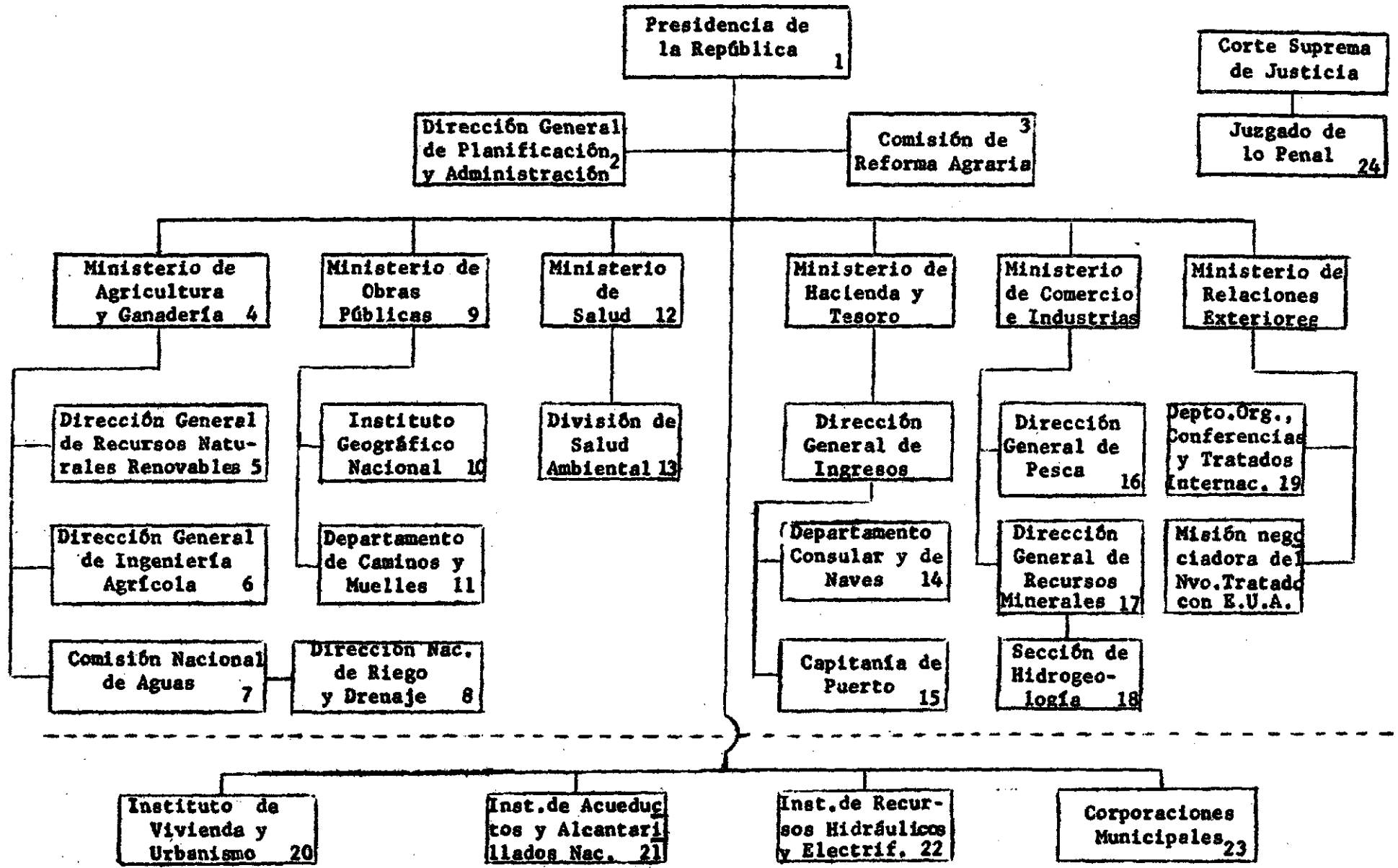
En páginas anteriores se ha hecho referencia a los distintos organismos o sectores de la administración pública que intervienen en el manejo de las aguas y formulan recomendaciones para conservarlas.

Se examina a continuación el complejo administrativo relacionado con las aguas --como un todo y no por componentes-- con la idea de apreciar la vinculación que tiene con el resto de la administración pública y las interrelaciones que existen entre sus diversos organismos.

El gráfico 2 contiene el organigrama de la administración pública relacionado con el agua. En el cuadro 43 se describen las actividades de los organismos que se ocupan específica o genéricamente, directa o indirectamente, del sector, y se señalan los principales sujetos afectados por ellas. En el cuadro 44 se indican los alcances de las distintas actividades

Gráfico 2

PANAMA: ESTRUCTURA DE LA ADMINISTRACION PUBLICA RELACIONADA CON LAS AGUAS, 1971



Fuente: Presupuesto de Ingresos y Egresos para 1971. Nota: Las empresas bajo la línea interrumpida son organismos descentralizados.

## PANAMA: ACTIVIDADES DE LA ADMINISTRACION PUBLICA RELATIVAS AL AGUA

| Institución   | Actividades   | Principales sujetos afectados |
|---|---|-------------------------------|
| 1 PE<br>Presidencia de la República                           | Reglamentar leyes, colegiar y establecer reservas   | Todo el país                  |
| 2 DGPA<br>Dirección General de Planificación y Administración | Planificar a nivel nacional y regional, a corto, mediano y largo plazo  | Administración pública        |
| 3 CRA<br>Comisión de Reforma Agraria                          | Estudiar, dirigir y ejecutar los proyectos de desarrollo agropecuario. Coordinar los planes nacionales agrarios; inventariar tierras y aguas. Colonizar y promover la colonización. Proyectar o aprobar proyectos de valorización integral (mejoramiento de ríos, embalses y canales, avenamiento, acueductos rurales, etc.) determinar la proporción en que se repartirán sus costos, y proporcionar asistencia técnica y financiera | Productores agropecuarios     |
| 4 MAG<br>Ministerio de Agricultura y Ganadería                | Supervisar sistemas de riego y drenaje; asegurar la conservación de los recursos naturales renovables. Construir y operar obras para fines agrícolas y pecuarios  | Todo el país                  |
| 5 DGRNR<br>Dirección General de Recursos Naturales Renovables | Fomentar, proteger y conservar los recursos naturales renovables del país (bosques, suelos, cuencas hidrográficas y fauna silvestre).   | Todo el país                  |
| 6 DGIA<br>Dirección General de Ingeniería Agrícola            | Mensura de terrenos y confección de planos para las construcciones agropecuarias; preparación de especificaciones y supervisión de la construcción de obras de riego  | Productores agropecuarios     |

Cuadro 43 (Continuación)

| Institución   | Actividades  | Principales sujetos afectados                               |
|---|--|---|
| 7 CNA<br>Comisión Nacional de Aguas                   | Inventariar las aguas; planificar su aprovechamiento, conservación y control. Coordinar la acción de empresas estatales que se ocupan de las aguas, y promover la formulación de proyectos para diversos aprovechamientos. Fijar las cargas del costo de obras hidráulicas construidas por el estado, y otorgar permisos y concesiones para el uso del agua. Reglamentar los aprovechamientos especiales y la conservación de cuencas, y reglamentar y controlar la contaminación. | Usuarios del agua   |
| 8 DRD<br>Dirección Nacional de Riego y Drenaje        | Es el organismo executor de las disposiciones de la CNA. Estudiar la factibilidad de posibles proyectos de riego; demarcar zonas de régimen especial de aprovechamiento de aguas; promover la ejecución de obras privadas y estatales de riego.  |   |
| 9 MOP<br>Ministerio de Obras Públicas                 | Estudiar, diseñar, dirigir, construir, reparar y mantener todas las obras públicas del país.<br>Otorgar servidumbres de acueductos y para hidroelectricidad.   | Concesionario de servicios de acueducto e hidroelectricidad |
| 10 IGN<br>Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia | Elaborar mapas de la República y levantamientos topográficos y planimétricos necesarios para realizar trabajos y estudios para todos los sectores.   | Todo el país  |
| 11 DCM<br>Departamento de Caminos y Muelles           | Construir, rehabilitar y conservar caminos y muelles.  | Usuarios de caminos y muelles                               |
| 12 MS<br>Ministerio de Salud                          | Promover, proteger, reparar y rehabilitar la salud en todo el país.  | Todo el país  |

Cuadro 43 (Continuación)

| Institución   | Actividades  | Principales sujetos afectados                     |
|---|--|---|
| 13 DSA<br>División de Salud Ambiental   | Disminuir los riesgos de enfermedad y muerte provenientes del medio ambiente, mediante la construcción de acueductos rudimentarios, perforación de pozos y construcción de letrinas. | Pequeñas poblaciones, con menos de 500 habitantes |
| 14 DCN<br>Departamento Consular y de Naves                                      | Mantener el servicio de faros y boyas.   | Navegantes  |
| 15 CP<br>Capitanía de Puerto  | Ejercer la policía de la navegación y la pesca desde embarcaciones, y el control de la polución que puede afectar organismos acuáticos.  | Navegantes y pescadores                           |
| 16 DGP<br>Dirección General de Pesca  | Lograr la óptima utilización de los recursos marinos y fluviales del país, fomentando el desarrollo de las actividades pesqueras.  | Pescadores  |
| 17 DGRM<br>Dirección General de Recursos Minerales                              | Ejercer la autoridad minera y promover la minería en el país. Concentrar información geológica. Inventariar el agua subterránea.   | Mineros   |
| 18 SH<br>Sección de Hidrogeología   | Identificar la existencia de puntos de agua subterránea. Identificar y evaluar recursos de piedra caliza.  |   |
| 19 DOCTI<br>Departamento de Organismos, Conferencias y Tratados Internacionales | Llevar índices de los tratados internacionales firmados por Panamá y asesorar respecto al nuevo tratado sobre el Canal.  |   |
| 20 IVU<br>Instituto de Vivienda y Urbanismo                                     | Construir sistemas de suministro de aguas y de alcantarillado en las urbanizaciones. Estas son luego traspasadas al IDAAN.   | Urbanizaciones                                    |



Cuadro 43 (Conclusión)

| Institución  | Actividades   | Principales sujetos afectados                          |
|--|---|--|
| 21 IDAAN<br>Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales | Planificar, construir, operar y mantener acueductos y alcantarillados para las zonas urbanas. Fijar tarifas por sus servicios.  | Poblaciones urbanas                                    |
| 22 IRHE<br>Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación   | Planificar, construir, operar y administrar obras eléctricas; fijar sus tarifas. Contribuir a la habilitación de tierras mediante el riego; fiananciar obras de reforestación para la regulación hídrica. Llevar un inventario de las aguas y de los equipos hidroeléctricos. | Usuarios de la electricidad. Productores agropecuarios |
| 23 CM<br>Corporaciones Municipales                               | Vigilar el cumplimiento de las leyes pesqueras y el mantenimiento de la pureza de las aguas. Proveer servicio de aguas y alcantarillado.  | Pescadores.<br>Todos                                   |
| 24 JP<br>Juzgado de lo Penal                                     | Investigar y castigar los delitos relativos a las aguas.  | Todos  |

/ que realiza

que realiza la administración pública sobre las aguas; su división en columnas tiende a identificar los distintos sectores de la administración pública relacionados con las aguas, a partir de su actividad.

La lectura en sentido horizontal del cuadro 44 indica que, a pesar de la unidad del ciclo hidrológico, los distintos problemas que resultan del agua por su uso, localización o estado son atendidos actualmente por organismos diferentes de la administración pública.<sup>26/</sup> Por la lectura en sentido vertical se llega a la conclusión de que, en términos generales, los organismos sectoriales que construyen independientemente las obras también las planean, programan y financian.

En teoría, la Comisión Nacional de Aguas es la encargada de centralizar una serie de actividades básicas comunes y de llevar a cabo la coordinación del aprovechamiento de los organismos sectoriales. En la práctica, sin embargo, por su ubicación administrativa dentro de un organismo usuario del agua, por su bajo nivel jerárquico y a causa de la falta de medios humanos, técnicos y económicos adecuados, dicha Comisión se encuentra imposibilitada de efectuar las labores para las que fue creada. Constituye esta circunstancia un serio problema para el desarrollo óptimo y racional del recurso agua.

La urgente necesidad de satisfacer ordenada y económicamente las crecientes demandas de agua de la población del país recomienda que se estudien la reestructuración administrativa y el financiamiento que requiere la Comisión de Aguas para poder cumplir con su cometido. Dicha reestructuración implicaría la eventual centralización de las actividades de evaluación del recurso, de concesión y vigilancia, y de coordinación del aprovechamiento para asegurar su distribución racional; también implicaría dotar a la Comisión de los medios humanos y financieros adecuados, y proporcionarle, fuera de la dependencia de cualquier organismo sectorial, la autonomía jerárquica propia de su importancia.

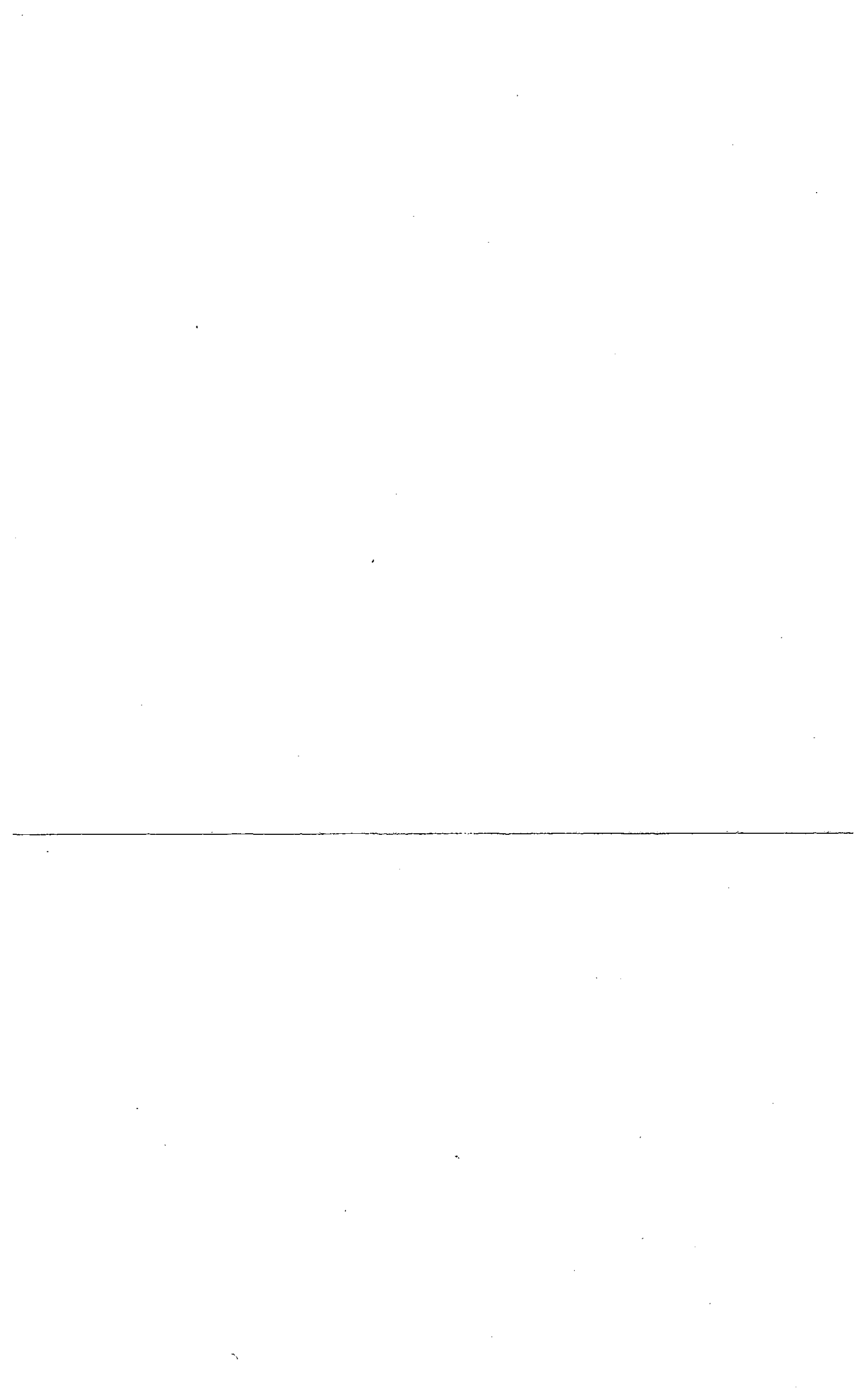
<sup>26/</sup> Considérese, por ejemplo, que las aguas superficiales y las subterráneas son evaluadas por distintos organismos.

Cuadro 44

PANAMA: ACTIVIDADES Y SECTORES CUBIERTOS POR LA ADMINISTRACION PUBLICA

| Actividad  | Aspectos generales                | Aprovechamientos |                                       |                |                         |                           |                |                                     |                     |                | Distintas clases de aguas |                      |                             | Mejoramiento o conservación          | Avenamiento                |
|--|-----------------------------------|------------------|---------------------------------------|----------------|-------------------------|---------------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------|----------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
|  |                                   | Múltiples        | Doméstico y urbano                    | Navegación     | Energía                 | Agricultura               | Ganadería      | Pesca                               | Industria y minería | Recreación     | Subterráneas              | Termales o minerales | Metales cas                 |                                      |                            |
| Programación   | 2 DGPA<br>7 CNA                   | 7 CNA            | 7 CNA<br>21 IDAAN                     | 7 CNA          | 7 CNA<br>22 IRHE        | 3 CRA<br>7 CNA<br>8 DNRD  | 7 CNA          | 7 CNA<br>16 DGP                     | 7 CNA               | 7 CNA          | 7 CNA                     | 7 CNA                | 7 CNA                       | 3 CRA<br>7 CNA                       | 3 CRA<br>7 CNA<br>8 DNRD   |
| Estudios, investigación o recopilación de información básica | 3 CRA<br>7 CNA<br>10 IGN<br>18 SH | 7 CNA            | 7 CNA<br>21 IDAAN                     |                | 22 IRHE                 | 3 CRA<br>6 DGIA<br>7 CNA  | 7 CNA          | 7 CNA<br>16 DGP                     | 7 CNA<br>17 DGRM    | 7 CNA          | 7 CNA<br>18 SH            | 7 CNA                | 5 DGRNR<br>7 CNA<br>22 IRHE | 5 DGRNR<br>7 CNA                     | 5 DGRNR<br>7 CNA<br>8 DNRD |
| Reglamentación   |                                   |                  |                                       |                |                         | 7 CNA                     |                |                                     |                     |                |                           |                      |                             | 7 CNA<br>13 DSA                      | 7 CNA                      |
| Autorización, concesión o reserva                            | 7 CNA                             | 7 CNA            | 7 CNA                                 | 7 CNA          | 7 CNA<br>9 MOP          | 7 CNA                     | 7 CNA          | 4 MAG<br>7 CNA                      | 7 CNA               | 7 CNA          | 7 CNA                     | 7 CNA                | 7 CNA                       |                                      |                            |
| Policía, supervisión o vigilancia                            |                                   |                  | 21 IDAAN                              | 15 CP          |                         | 4 MAG                     |                | 5 DGRNR<br>15 CP<br>16 DGP<br>23 CM |                     |                |                           |                      |                             | 12 MS<br>13 DSA<br>15 CP             |                            |
| Protección de derechos                                       | 7 CNA<br>24 JP                    | 7 CNA<br>24 JP   | 7 CNA<br>24 JP                        | 7 CNA<br>24 JP | 7 CNA<br>24 JP          | 7 CNA<br>24 JP            | 7 CNA<br>24 JP | 7 CNA<br>24 JP                      | 7 CNA<br>24 JP      | 7 CNA<br>24 JP | 7 CNA<br>24 JP            | 7 CNA<br>24 JP       | 7 CNA<br>24 JP              | 3 CRA<br>12 MS<br>23 GM              | 3 CRA<br>4 MAG             |
| Asignación de cargas, tarifas o precios                      |                                   |                  | 21 IDAAN                              |                | 22 IRHE                 | 3 CRA<br>7 CNA            |                |                                     |                     |                |                           | 1 PE                 |                             |                                      | 3 CRA                      |
| Construcción, mantenimiento, operación o explotación         | 9 MOP                             |                  | 12 MS<br>13 DSA<br>20 IVU<br>21 IDAAN | 11 DCM         | 22 IRHE                 | 4 MAG<br>7 CNA<br>22 IRHE | 4 MAG          |                                     |                     |                |                           |                      | 11 DGM                      | 5 DGRNR<br>7 CNA<br>12 MS<br>22 IRHE | 4 MAG                      |
| Financiamiento   | 3 CRA                             |                  |                                       |                | 3 CRA<br>4 MAG<br>9 MOP | 3 CRA<br>4 MAG            | 3 CRA          |                                     |                     |                |                           | 3 CRA                |                             | 3 CRA<br>22 IRHE                     | 3 CRA                      |
| Asesoramiento  | 7 CNA                             |                  |                                       |                |                         | 3 CRA<br>6 DGIA           |                | 16 DGP                              |                     |                |                           |                      |                             |                                      |                            |

/PARA



Para el caso de los aspectos comunes del aprovechamiento de las aguas, como la operación de obras de propósito múltiple, no previstos hasta la fecha, podría pensarse que fueran encomendadas al organismo sectorial operativo que se considerase más conveniente en cada caso, o tal vez a organismos creados especialmente para administrar determinadas obras si así se considerase conveniente, pero sometidos a la supervisión de la Comisión de Aguas.

La participación de los particulares en el manejo y administración de aguas y obras podría establecerse a base de un moderno régimen de consorcios. Un buen régimen legal aseguraría su viabilidad, pero su adecuado funcionamiento dependería de que se lograra un adecuado adiestramiento del usuario, razón por la cual la legislación tendría que prever la intervención estatal para garantizar su funcionamiento y rectificar sus deficiencias.

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se resumen a continuación las conclusiones del estudio sobre los recursos hidráulicos de Panamá, que incluye la estimación de los usos actuales y proyectados del agua y el análisis de los aspectos económico-financieros y legales e institucionales, así como la identificación de los problemas que impiden o restringen el racional desarrollo de los recursos disponibles. Se presentan asimismo recomendaciones que podrían permitir mejorar la situación actual en materia de disponibilidad de información básica y de adaptación de los instrumentos legales e institucionales, como medida indispensable para satisfacer la demanda futura del agua.

##### 1. Conclusiones

###### a) Recursos disponibles

1) Panamá cuenta con un caudal medio superficial de unos 4 038 metros cúbicos por segundo, el 62 por ciento del cual desagua hacia el Pacífico; esta disponibilidad se traduce en 85 000 metros cúbicos por habitante (1970) y en 53 litros por segundo por kilómetro cuadrado de superficie. Durante un año seco, con recurrencia de una vez cada diez años, el caudal superficial oscila entre el 76 y el 85 por ciento del valor normal. El caudal superado el 95 por ciento del tiempo, o caudal de estiaje, se ha estimado en unos 593 metros cúbicos por segundo que equivalen al 15 por ciento del caudal medio. Estimaciones provisionales señalan que el rendimiento probable de los depósitos de agua subterránea existentes en el país es de unos 105 metros cúbicos por segundo, caudal parcialmente incluido en la cifra indicada del caudal de superficie;

2) En lo que respecta a grandes cuencas, sobresalen por sus elevados recursos la SS de los ríos Congo, Tucutí, Chucunaque-Tuirá y Sambú, la JJ de los ríos Guarumo, Cricamola, Calovébora y Veraguas, y la NN de los ríos Fonseca, Tabasará, San Pedro, San Pablo y Tonosí, con caudales de alrededor de 650 metros cúbicos por segundo. La vertiente del Pacífico posee los mayores recursos hídricos del país;

/3) Panamá

3) Panamá posee aproximadamente 311 200 hectáreas de tierras apropiadas para la agricultura de cultivos anuales en las que, a base de riego suplementario en la estación seca, podría incrementarse la producción agrícola. Cerca del 40 por ciento de las mismas está ubicado en el oriente del país y carece de las obras de infraestructura adecuadas para su desarrollo;

4) El potencial hidroeléctrico práctico del país, a base de utilización continua de las centrales, se estima en 3 122 megavatios o su equivalente de 27 380 gigavatios-hora de energía, un 58 por ciento de lo cual corresponde a ríos de la vertiente del Pacífico. La potencia media unitaria del país es de 41 kilovatios por kilómetro cuadrado de superficie, siendo más elevado para la vertiente del Atlántico que para la del Pacífico. Las grandes cuencas de más elevado potencial práctico son la JJ (6 270 MW), la NN (5 700 MW) y la MM (4 500 MW);

5) Por su mayor extensión, las cuencas de la vertiente del Pacífico poseen el mayor potencial hidráulico absoluto y por las condiciones climáticas del país, las cuencas que drenan al Caribe poseen altos recursos unitarios mientras en las del Pacífico se produce déficit de agua durante la estación seca;

6) La cobertura hidrométrica y meteorológica del país no es adecuada y es escasa la información hidrogeológica cuantitativa disponible, problemas que convendría resolver para facilitar la evaluación sistemática y el desarrollo racional de los recursos existentes.

b) Utilización actual del agua (1970)

1) En la actualidad se riegan en el país unas 23 660 hectáreas, lo cual supone utilidades neta y consuntiva de 23.8 y 11.5 metros cúbicos por segundo, respectivamente. Esta superficie representa alrededor del 8 por ciento de la extensión regable del país;

2) El sector doméstico e industrial acusa una utilización total y consuntiva que se estima en 4.0 y 3.6 metros cúbicos por segundo, respectivamente. Los retornos urbanos contaminados requerirían un caudal de 88 metros cúbicos por segundo para su dilución natural;

3) En la generación de energía hidroeléctrica se emplean 115.4 metros cúbicos por segundo; al descontar los usos repetidos del recurso por centrales ubicadas en cascada a lo largo de un mismo río, el uso resulta de 67.7 metros cúbicos por segundo. La potencia instalada disponible es de 68 megavatios que representan el 2.2 por ciento del potencial práctico disponible;

4) Los requerimientos de agua para navegación mínima en ríos y para navegación en el canal interoceánico, son de 290.6 metros cúbicos por segundo. El agua empleada para la navegación en el canal ( $90 \text{ m}^3/\text{s}$ ) se considera consuntiva porque se descarga a nivel del mar y no puede volver a utilizarse;

5) La utilización nacional bruta del agua --obtenida como la suma aritmética de todos los usos y requerimientos sectoriales-- es de 434 metros cúbicos por segundo. La utilización neta o efectiva, que comprende los usos que resultan en consumo y contaminación, es de 164 metros cúbicos por segundo. La utilización consuntiva llega a 151 metros cúbicos por segundo, y el uso contaminante --obtenido por diferencia entre el uso neto y el consuntivo-- es de 12.7 metros cúbicos por segundo.

6) En términos nacionales, la utilización bruta del agua requiere el empleo del 11 por ciento de los caudales medios disponibles; la utilización neta representa el 4 por ciento del caudal medio y el 28 por ciento del flujo de estiaje; la disminución de recursos por causa de utilización consuntiva llega al 3.7 por ciento del caudal medio y al 25.5 del de estiaje; los requerimientos para la dilución natural de los efluentes urbanos no tratados son inferiores a las disponibilidades nacionales de agua. Todo ello indica que, a escala nacional, se efectúa un aprovechamiento relativamente bajo de los recursos disponibles y que la reoxigenación de las aguas residuales urbanas podría realizarse por dilución natural;

7) A escala de gran cuenca, merece especial mención la KK de los ríos Coclé del Norte, Miguel de la Borda, Indio y Chagres, que acusa una utilización bruta del 45 por ciento del caudal medio, y utilizations netas y consuntivas que representan el 29 por ciento del caudal medio y el 93 por ciento del flujo de estiaje; cabe señalar, asimismo, que los aprovechamientos sectoriales para agua potable e hidroelectricidad se realizan en competencia con la navegación en el canal interoceánico, especialmente durante el estiaje;

/8) En las



8) En las grandes cuencas MM y OO se realizan utilizaciones brutas de cerca del 13 por ciento de los recursos medios, y usos netos de entre el 15 y el 32 por ciento de los caudales de estiaje. En la gran cuenca PP los caudales disponibles durante la estación seca resultan insuficientes para lograr la dilución natural de las aguas residuales urbanas no tratadas, por lo que se contamina la bahía de Panamá con el consiguiente peligro para la salud y el consiguiente daño para el turismo de la región; resulta evidente por ello la conveniencia de tratar artificialmente estos retornos;

9) Resalta el hecho de que las mayores demandas y consumos de agua corresponden a las áreas de menores recursos hídricos disponibles.

c) Utilización proyectada del agua

1) La disponibilidad de agua por habitante se verá disminuida a 62 000 metros cúbicos anuales en 1980 y a 44 200 en 1990, como resultado del crecimiento demográfico previsto;

2) Sobre la base de autoabastecer la demanda interna de alimentos básicos y de mantener las exportaciones actuales que van fuera del Istmo Centroamericano, se ha estimado que se precisaría tener bajo riego 64 700 hectáreas en 1980 y 97 100 en 1990. En el sector de suministro doméstico e industrial se atenderían las necesidades de la creciente población urbana y rural. La generación hidroeléctrica se estimó teniendo en cuenta los programas provisionales del IRHE y buscando el mayor grado de autoabastecimiento energético, llegándose a una potencia instalada de 463 y 918 megavatios en 1980 y 1990, respectivamente. Se estimaron los requerimientos de agua para dilución natural de retornos urbanos no tratados sobre la base de lograr un nivel mínimo de calidad en el agua que garantice la salud y permita utilizar los retornos;

3) Para satisfacer la demanda estimada de 1980, se requerirá una utilización bruta de 705 metros cúbicos por segundo, lo cual implica un aprovechamiento superior en 62 por ciento al actual; de dicha demanda nacional, al sector hidroelectricidad correspondería un 45 por ciento; al sector navegación el 44 por ciento; al de riego el 10 por ciento, y al de acueductos el

uno por ciento restante. La utilización neta del agua alcanzaría a 235 metros cúbicos por segundo que supondrían un uso anual de 3 600 metros cúbicos por habitante. Los usos consuntivos del recurso serían de 200 metros cúbicos por segundo, y el requerimiento para dilución natural de las aguas urbanas residuales llegaría a los 135 metros cúbicos por segundo;

4) El abastecimiento de las demandas proyectadas para 1980 requerirá una utilización bruta del 18 por ciento del caudal medio, y utilizations neta y consuntiva del 40 y el 34 por ciento del caudal de estiaje, respectivamente; los requerimientos nacionales para dilución natural de los retornos urbanos contaminados serán inferiores a las disponibilidades de agua en los ríos. En algunas grandes cuencas, sin embargo, se prevén altos grados de aprovechamiento de los recursos que sólo podrían realizarse mediante el uso amplio, complementario y repetido de los recursos superficiales y subterráneos; mediante el dragado de algunos embalses existentes y la construcción de nuevos almacenamientos para incrementar los caudales de estiaje, o ambas cosas, y el control de la contaminación a base del tratamiento artificial de los efluentes urbanos y el empleo racional de fertilizantes y pesticidas en el sector agropecuario;

5) Para satisfacer las demandas proyectadas para 1990 se precisará un caudal bruto de 968 metros cúbicos por segundo que representa 2.2 veces el uso actual; de esa cifra, correspondería un 52 por ciento al sector hidroelectricidad, el 36 por ciento a la navegación, el 11 por ciento al riego, y un uno por ciento al sector doméstico e industrial. El uso neto sería de 312 metros cúbicos por segundo (3 400 metros cúbicos anuales per cápita); el consuntivo, 258 metros cúbicos por segundo, y el requerimiento para dilución natural de efluentes urbanos llegará a los 210 metros cúbicos por segundo;

6) Dichos aprovechamientos requerirán una utilización bruta del 24 por ciento del caudal medio superficial, y utilizations neta y consuntiva del 53 y el 44 por ciento del caudal de estiaje, respectivamente; los requerimientos nacionales para dilución natural de efluentes urbanos contaminados representarán una fracción de las aguas disponibles;

7) A escala de gran cuenca, sin embargo, --especialmente en las KK, MM, NN, OO y PP-- los grados de aprovechamiento y contaminación de los recursos resultarán muy elevados, especialmente durante la estación seca. Se requerirá entonces --además de emplear amplia, complementaria y repetidamente los recursos superficiales y del subsuelo, el dragado de los embalses existentes y la construcción de nuevos almacenamientos que aumente los flujos de estiaje, el control de la contaminación a base del tratamiento artificial de los efluentes urbanos, y el uso racional de pesticidas y fertilizantes agropecuarios-- realizar intercambios de agua entre cuencas y subcuencas vecinas para incrementar oportunamente las disponibilidades y poder satisfacer adecuadamente las necesidades.

d) Aspectos económico-financieros

1) Las inversiones acumuladas en la investigación y utilización del agua ascendían a fines de 1970 a 623.4 millones de dólares en el país al incluir en la Zona del Canal, lo que equivale a 420 dólares por habitante, si se excluye las inversiones de ésta, el total nacional sólo sería de 114.7 millones; el total de las inversiones estaba distribuido por sectores de la manera siguiente: navegación, 85 por ciento; acueductos y alcantarillados, 9 por ciento; riego y avenamiento, 3 por ciento; hidroelectricidad, 2 por ciento;

2) Las inversiones han sido financiadas mediante aportes privados, préstamos a largo plazo y aportes estatales. Los primeros han sido dedicados especialmente a los sectores de navegación, riego y acueductos y alcantarillados; la mayoría de estos aportes han sido efectuados por la Compañía de la Zona del Canal; los préstamos a largo plazo son en su mayoría de origen externo, y han sido empleados para financiar obras de acueducto y alcantarillado y de generación hidroeléctrica; el gobierno y algunos organismos descentralizados han efectuado inversiones en todos los sectores, excepto en navegación;

3) Para el quinquenio 1971 a 1975 se ha elaborado un programa de inversiones para el sector por valor de 151.3 millones de dólares, que supone un incremento de 25 por ciento de las inversiones actuales; en dicho

/programa,

programa, los sectores acueductos y alcantarillados e hidroelectricidad absorberían un 43 por ciento cada uno; la navegación fluvial, el 10 por ciento; y el riego e hidrología y meteorología, un 2 por ciento cada uno; se pretende financiar estas inversiones mediante préstamos de agencias financieras internacionales por valor de 83.4 millones de dólares (el 55 por ciento del total), tres cuartas partes de los cuales han sido ya obtenidos; aportes directos del estado y a través de sus organismos descentralizados por valor de 49.5 millones, y aportes privados por 18.3 millones; los aportes del gobierno central en 1971 ascendieron a 9 millones de dólares;

4) De acuerdo con los presupuestos de 1971 los gastos de funcionamiento del sector aguas eran de 46.3 millones de dólares, lo que representa el 9.1 por ciento de las inversiones acumuladas hasta 1970; dicho año, un total de 16 448 personas se dedicaba al planeamiento, aprovechamiento y medición del agua en el país.

e) Aspectos legales e institucionales

El examen de la estructura administrativa relacionada con el agua revela que:

1) A pesar de la unidad del ciclo hidrológico, los distintos problemas que resultan del agua por su uso, localización o estado son atendidos por sectores diferentes de la administración pública;

2) Las actividades básicas de medición y evaluación, concesión y vigilancia son realizadas independientemente por diversos organismos estatales y autónomos;

3) En la planificación general del desarrollo de la nación, no se han tomado en cuenta la unidad del ciclo hidrológico, la interdependencia de los sectores económicos que resulta de la comunidad física del recurso, ni la necesidad de concentrar y difundir la información básica;

4) La Comisión Nacional de Aguas no puede llevar a cabo su tarea de coordinar el desarrollo del recurso por falta de medios, por depender de un sector usuario y por la inexistencia de una jerarquía administrativa adecuada. En consecuencia, los organismos sectoriales llevan a cabo

/independientemente

independientemente todas las etapas de los proyectos individuales de desarrollo, hecho que puede dar lugar a conflictos de intereses;

5) El sector riego no cuenta con un organismo estatal que defina una política de desarrollo a ese respecto y elabore y desarrolle los planes definidos de riego que requiere el país;

6) Las actividades de meteorología que realizan el IRHE y el Ministerio de Agricultura no son suficientes para satisfacer las necesidades del país en la materia que concierne a los recursos hidráulicos.

El análisis del régimen legal en vigencia en materia de aguas indica que:

1) Se carece todavía de una política unitaria sobre aprovechamiento y conservación de las aguas y que los instrumentos legales en vigencia pueden dar lugar a actividades conflictivas y favorecer la duplicación de funciones, en algunos casos;

2) La Constitución y la Ley de Aguas incorporan todas las aguas al dominio público; se requiere no obstante una reglamentación adecuada de la segunda para asegurar el aprovechamiento y conservación óptimas del recurso;

3) El régimen de preferencias resulta poco claro y no parece elaborado en función de obtener el mayor beneficio socioeconómico para el país;

4) No se han reglamentado los aprovechamientos comunes del recurso, el avenamiento y protección de las cuencas hidrográficas, ni el aprovechamiento de las aguas precipitadas y las subterráneas; tampoco se ha estipulado la obligación de suministrar al estado la información hidrogeológica obtenida al explotar las aguas del subsuelo;

5) La Ley de Aguas señala la necesidad de mantener la higiene de las aguas, pero se precisaría señalar medidas preventivas y represivas que impongan la obligación de observar este mandato;

6) La Comisión Nacional de Aguas es una dependencia de uno de los organismos usuarios del agua, impidiéndose en esa forma la labor de coordinación entre los subsectores que intervienen en el sector.

## 2. Recomendaciones

### a) Política general

Convendría formular una política de aprovechamiento hidráulico, integrada a la política general de desarrollo del país, en la que:

- 1) Se considere el agua como un bien de producción indispensable para el desarrollo económico y social del país;
- 2) Se consideren las aguas superficiales y subterráneas como un recurso único cuyo aprovechamiento debe quedar sujeto a normas similares;
- 3) Se prevea el aprovechamiento óptimo, racional y complementario de los recursos disponibles en cada cuenca, mediante la regulación de los caudales de los ríos y el uso complementario de las aguas superficiales y del subsuelo, y se contemple la utilización múltiple de los recursos;
- 4) Se señalen las prioridades en el uso del agua que proporcionen los más amplios beneficios económicos y sociales al país;
- 5) Se establezca la necesidad de realizar obras de conservación de suelos y forestación de cuencas para aumentar la retención de aguas precipitadas y favorecer la recarga de los depósitos subterráneos, evitar la erosión de los suelos y el azolvamiento de las obras de aprovechamiento del agua;
- 6) Se fortalezcan las actividades de aprovechamiento, manejo y conservación de los recursos y se brinde el apoyo económico que necesiten los organismos encargados de dichas tareas;
- 7) Se aseguren los medios necesarios para conocer con precisión la cantidad y calidad de las aguas, y su conservación en la medida que se juzgue necesaria para todos los propósitos de aprovechamiento, y
- 8) Se establezca la necesidad de tratar artificialmente los efluentes urbanos para controlar la contaminación.

### b) Estudios a realizar

Para establecer las bases del aprovechamiento óptimo y racional de los recursos se recomienda:

/1) Realizar

1) Realizar un estudio que, utilizando la información amplia y actualizada que pueda obtenerse de una red de estaciones de la densidad adecuada, permita conocer mejor las características hidrometeorológicas generales del país, y las disponibilidades firmes --en cantidad y calidad, y su variación en el tiempo y en el espacio-- del agua de superficie en las grandes cuencas de mayor potencial y de mayor utilización futura prevista. Para ello convendría llevar a cabo una segunda fase del Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano capitalizando así los resultados obtenidos y logrando el enfoque regional del problema;

2) Llevar a cabo un estudio general para definir pormenorizadamente las características geohidrológicas básicas de las cuencas de más alto potencial del país, y establecer el rendimiento seguro (en cantidad y calidad) de los acuíferos y las características de los aprovechamientos posibles en las cuencas de más alto consumo previsto;

3) Iniciar y mantener un inventario permanente de las utilidades del agua por todos los sectores usuarios y realizar proyecciones detalladas de las demandas, para prever posibles problemas de utilización conflictiva;

4) Realizar un estudio sobre posibilidades de aprovechamiento integrado del agua mediante proyectos de propósitos múltiples en las cuencas prioritarias de la vertiente del Pacífico (grandes cuencas MM, NN, OO, PP y QQ) y en la correspondiente a los ríos Coclé del Norte, Miguel de la Borda, Indio y Chagres (gran cuenca KK). Su propósito sería definir un calendario de ejecución de proyectos específicos que asegurase la utilización integral y óptima de los recursos.

c) Aspectos legales

1) Se recomienda ampliar y mejorar la Ley de Aguas de 1966 en el sentido de que:

i) Establezca un régimen de preferencias que asegure la obtención de los más amplios beneficios socioeconómicos para el país;

ii) Reglamente los aprovechamientos comunes, el avenamiento y la protección de cuencas, el aprovechamiento de las aguas precipitadas y la utilización de las aguas subterráneas, obligando además a suministrar al estado cuanta información hidrogeológica se obtenga en el país;

/iii) Asegure

iii) Asegure la higiene de las aguas mediante el establecimiento de las medidas preventivas y represivas más adecuadas;

iv) Asegure la reorganización administrativa y señale la estructura jerárquica que se considere óptima a la Comisión Nacional de Aguas, para el debido cumplimiento de las labores que tiene asignadas;

2) En la celebración del nuevo tratado sobre el canal interoceánico, se señale preferencia al suministro de agua potable sobre cualquier otra utilización sectorial y se prevean, dentro de lo posible, las consecuencias que pudiera tener sobre el agua la construcción de un canal a nivel.

d) Aspectos institucionales

Para que la Comisión Nacional de Aguas pueda desempeñar adecuadamente la labor para la que fue creada se recomienda:

1) Señalarle --como se ha indicado repetidamente-- la posición jerárquica que requiere y una ubicación administrativa adecuada fuera de la dependencia de cualquier organismo usuario del agua (posiblemente en el Ministerio de la Presidencia);

2) Fortalecerla adecuadamente, con el apoyo financiero y los recursos humanos indispensables;

3) Centralizar en ella eventualmente todas las funciones de evaluación (meteorología, hidrología e hidrogeología), previsión de demandas, concesión y vigilancia, y coordinación del aprovechamiento de las aguas, medidas indispensables para lograr su cometido;

4) Para asegurar el adecuado desarrollo del riego que requiere el país, debería establecerse un organismo operativo sectorial dentro del Ministerio de Agricultura que definiera la política del subsector y se hiciese cargo de la planificación y ejecución de los programas específicos de aprovechamiento de esa actividad.



e) Aspectos internacionales

En lo que a estos aspectos se refiere, convendría:

1) Definir la situación referente a la disponibilidad y utilización de las aguas sujetas a régimen internacional para propósitos de navegación en el canal interoceánico;

2) Concertar acuerdos bilaterales específicos con Costa Rica para asegurar el aprovechamiento coordinado y la conservación de las aguas que corresponden a ambos países;

3) Fomentar y continuar la participación en proyectos regionales relacionados con la evaluación y el aprovechamiento de las aguas del Istmo.



BIBLIOGRAFIA

1. Rol de estaciones hidrológicas y meteorológicas en el Istmo Centroamericano. Publicación 23, Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. PNUD/OMM. San José, Costa Rica, 1968.
2. US Corps of Engineers. Inventory of Physical Resources: Panamá. USAID Resources Inventory Center. Washington, D. C., 1967.
3. Gabriel Dengo. Estructura geológica, historia tectónica y morfología de América Central. Centro Regional de Ayuda Técnica de USAID, México, 1968.
4. Eduardo Basso. Variación de las precipitaciones en el Istmo Centroamericano. Publicación 58, Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano PNUD/OMM. San José, Costa Rica, 1969.
5. Roberto Jovel. Estimación provisional de la magnitud de la pluviosidad durante años secos y húmedos en el Istmo Centroamericano. Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, PNUD/OMM. San José, Costa Rica, 1970.
6. Leif Ahlgren, et. al. Estudio hidrológico de la cuenca del río Virilla. Proyecto aguas subterráneas en Costa Rica y Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano. San José, Costa Rica, 1968.
7. David Wozab, et. al. Final report: Groundwater exploratory project in lower San Miguel River Basin, El Salvador. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy, 1964.
8. Roberto Jovel. Estudio hidrológico de tres cuencas seleccionadas en Costa Rica. Publicación 50, Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, PNUD/OMM. San José, Costa Rica, 1970.
9. Roberto Jerez. Estudio hidrogeológico preliminar de la planicie costera oriental. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de El Salvador. San Salvador, 1967.
10. Leif Ahlgren, Eduardo Basso y Roberto Jovel. Preliminary evaluation of the water balance in the Central American Isthmus. Proceedings, symposium on the Water Balance of Norte America. American Water Resources Association. Urbana, Illinois, 1969.
11. Harry Blaney and Wayne Criddle. Determining consumptive use for planning water development. In: Methods for estimating evapotranspiration. American Society of Civil Engineers. New York, N. Y., 1966.

12. Roberto Jovel. Evapotranspiración. En: Estimación preliminar del balance de aguas en el Istmo Centroamericano. Publicación 18, Proyecto Hidrometeorológico Centroamericano, PNUD/OMM. San José, Costa Rica, 1968.
13. C. V. Plath. Uso potencial de la tierra: Panamá. Informe FAO-AT-2234. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica, 1967.
14. Batelle Memorial Institute. Projections of Supply and Demand for selected Agricultural Products in Central America through 1980. Informe para el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica. Jerusalén, Israel, 1969.
15. Production Yearbook, 1969. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy, 1970.
16. David Moreno. Realizaciones en saneamiento derivadas de la carta de Punta del Este y metas para el quinquenio 1970-75, y su relación con los planes de desarrollo de la República de Panamá. Panamá, 1971.
17. G. M. Fair and J. Ch. Geyer. Water supply and Waste Disposal. John Wiley and Sons Inc. New York, N. Y., 1963.
18. Estadísticas de energía eléctrica para Centroamérica y Panamá, 1969, (E/CN.12/CCE/SC.5/81). Comisión Económica para América Latina. México, D. F., 1971.
19. Istmo Centroamericano: Reseña de actividades en el sector eléctrico; segundo semestre de 1970 (CEPAL/MEX/71/20). Comisión Económica para América Latina. México, D. F., 1971.
20. The Hydroelectric Potential of Europe's Water Resources (SR/ECE/EP/39), Economic Commission for Europe. New York, N. Y. 1968.
21. Annual Report; Fiscal Year ended June 30, 1970. Panama Canal Company, Canal Zone Government, 1970.
22. Isthmian Canal Studies, 1964; Annex IV: Engineering Review. Panama Canal Company. 1964.
23. Isthmian Canal Studies, 1970; Annex IV: Study of Interoceanic and Intercoastal Shipping. The Atlantic-Pacific Interoceanic Canal Study Commission. Washington, D. C., 1970.
24. Dante Caponera. Informe sobre política, administración y legislación de los recursos hidráulicos en América Central. Informe AT-2603. Organización para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia, 1968.