NACIONES UNIDAS

CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL

GENERAL

E/CN.12/794
31 de julio de 1968

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

LOS RECURSOS HIDRAULICOS DE AMERICA LATINA
IV. PERU

INDICE

	Página
INTRODUCCION	1
Capítulo I: PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS	2
1. Evolución e interrelaciones sectoriales	2
2. Las inversiones en el desarrollo hidráulico	5
3. Bases para un plan de desarrollo hidráulico: las prioridades	10
Capítulo II: HIDROGRAFIA REGIONAL	14
1. Características geográficas generales	14
2. Hidrografía del país	20
Capítulo III: HIDROMETEOROLOGIA E HIDROLOGIA	24
A. EL CLIMA	24
1. Principales factores en la determinación del clima	24
2. Situaciones sinópticas principales	25
3. Masas de aire	27
B. LAS LLUVIAS	39
1. Distribución geográfica de las precipitaciones	39
2. Distribución anual de las precipitaciones	41
3. Variabilidad relativa de la precipitación	46
4. Frecuencia de las lluvias	48
C. LA HIDROLOGIA	59
1. El régimen hidrológico de algunos ríos	59
2. Caudales conocidos	66
3. Irregularidad de los regímenes de los ríos peruanos	68
D. RECURSOS HIDRAULICOS	70
1. Potencial hidroeléctrico	70
2. Balance hidráulico	74
E. LA RED METEOROLOGICA E HIDROLOGICA	81
1. Primeras actividades meteorológicas en el país	81
2. Pluviómetros	82
3. Pluviógrafos	84
4. Mediciones de nieve y glaciologías	85
5. Mediciones de evaporación	85
6. Estaciones hidrológicas	85

/F. LOS

Página

F. LOS ORGANISMOS DEDICADOS A LA OBSERVACION METEOROLOGICA E HIDROLOGICA 89

1. El Servicio de Agrometeorología e Hidrología (SAH) .. 89
2. Dirección General de Meteorología del Ministerio de Aeronáutica 92
3. Dirección de Irrigación del Ministerio de Fomento y Obras Públicas 93
4. Dirección de Aguas de Regadío del Ministerio de Agricultura 94
5. Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial 95
6. El Instituto Geofísico del Perú 97
7. Banco de Fomento Agropecuario del Perú 97
8. Empresas Eléctricas Asociadas 98
9. Cerro de Pasco Corporation 98
10. Irrigación y Colonización "San Lorenzo" (Oficina Nacional de Reforma y Promoción Agraria) 99
11. Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos S.A. ... 99
12. Corporación Peruana del Santa 99
13. Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro 100
14. Corporación Nacional de Fertilizantes Sintéticos S.A. (Compañía Administradora del Guano) 100
15. Otros organismos 100
16. Particulares 100

G. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES 101

Capítulo IV: EL AGUA SUBTERRANEA 109

Capítulo V: AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO 118

1. Generalidades 118
2. Situación actual 118
3. La organización administrativa 131
4. Necesidades futuras de agua 136
5. Capacitación y coordinación 142
6. Conclusiones 146

Capítulo VI: RIEGO Y USO MULTIPLE DEL AGUA 149

1. Situación actual 149
2. Proyectos en ejecución o estudio 153
3. Demanda de agua 155
4. Selección de programas y proyectos 156
5. Programa de riego 158
6. Características de algunos proyectos de riego y uso múltiple del agua 170
7. Consideraciones generales sobre dos complejos hidráulicos estratégicos 194
8. Conclusiones 206

/Capítulo VII

Página

Capítulo VII: ENERGIA HIDROELECTRICA 209

1. Características generales 209
2. La demanda futura 225
3. El potencial hidroeléctrico y su utilización 235
4. La región central y las posibilidades de un sistema eléctrico único 242
5. Algunas otras regiones importantes 255

Capítulo VIII: ESTRUCTURA INSTITUCIONAL 262

1. Algunos aspectos institucionales 262
2. Organización actual 263
3. Sugerencias y recomendaciones 274

Capítulo IX: CONCLUSIONES GENERALES 288

Anexo I 293

INTRODUCCION

Este informe representa el esfuerzo consolidado de una Misión Conjunta sobre el Desarrollo de los Recursos Hidráulicos, que fue solicitada a la CEPAL por el Gobierno del Perú a mediados de 1962. Por varias razones la iniciación de esa misión sufrió diversas demoras y, fuera de visitas relativamente prolongadas de varios expertos en meses anteriores, la misión se cumplió principalmente durante el año 1964.

Entre las causas que concurrieron a hacer más difícil y dilatada la labor de los técnicos internacionales, debe mencionarse la falta de información, la necesidad de recopilar y analizar los datos existentes, la variedad de los temas y la vastedad y diversidad del territorio peruano. Sin embargo, como la obtención de las informaciones y los datos básicos constituyó precisamente uno de los objetivos de la misión, el período de preparación puede considerarse en parte justificado y bien aprovechado.

Además de este texto se han ido entregando oportunamente informes parciales de los expertos de la misión; tales informes tratan de los aspectos institucionales, el abastecimiento de agua a las poblaciones, el riego, y la hidroelectricidad. Durante el transcurso de la misión, se dio asesoramiento y orientación a instituciones y técnicos nacionales.

Varios de los aspectos fundamentales del estudio requerirán oportunamente una elaboración más detallada, con respecto a determinados proyectos de gran envergadura y prioridad.

/Capítulo I

Capítulo I

PLANTEAMIENTO DE LOS PROBLEMAS

1. Evolución e interrelaciones sectoriales

Es ya un hecho unánimemente aceptado entre los programadores del desarrollo económico que la estrecha interdependencia de los diversos sectores de la vida económica y social de un país hace imprescindible que los problemas se enfoquen en forma conjunta y simultánea, ya que las modificaciones en uno cualquiera de ellos repercuten en todos los demás. En otras palabras, el esquema conjunto de demandas y ofertas intersectoriales constituye la trama básica del desarrollo.

Estas consideraciones generales tienen particular validez para los sectores que sirven a otras actividades nacionales o que se basan principalmente en el aprovechamiento de los recursos naturales. El sector agua posee esa doble característica; por consiguiente, no puede abordarse su estudio sin una clara idea de la trayectoria prevista o supuesta de los sectores productivos o de las exigencias del bienestar de la población.

Lamentablemente, sólo se dispuso de proyecciones de la demanda de diversos bienes y servicios hasta 1970, año en que aún no se habrán terminado los proyectos más importantes de obras hidráulicas. Estas sólo podrán aprovecharse para responder a la demanda prevista o real varios años después de terminadas las obras básicas sobre los cursos de agua (embalses, derivaciones, plantas hidroeléctricas), pues a ellas deberán seguir las obras secundarias (canales de riego, líneas de transmisión eléctrica, etc.) y las obras necesarias para el aprovechamiento de la electricidad por el consumidor. Es el caso de las fincas rústicas, preparación del terreno, colonización, parcelación de la tierra, obras de distribución final, siembras, etc.

/Así pues,

Así pues, el efecto principal de la obra hidráulica no se dejará sentir hasta mediados de la década de 1970 y ello únicamente si los preparativos para los estudios, anteproyectos, proyectos y ejecución (el calendario de las obras y las fases conectadas o consecutivas de las mismas) se lleven adelante con máxima celeridad y coordinación.

Por consiguiente, en este informe no se podrá hacer la apreciación de las repercusiones totales y verdaderas del programa de desarrollo hidráulico en la época en que dará sus frutos, ya que su impacto en el próximo quinquenio será relativo, y en general estará bastante por debajo de su auténtica contribución al progreso nacional en todos los niveles y ramos. Pero es precisamente en ese lapso cuando será imprescindible tomar las decisiones básicas respecto al desarrollo hidráulico y llevarlas a la práctica para cosechar sus frutos más adelante en tiempo oportuno. Esa circunstancia no tiene nada de particular, ya que ocurre en el obligado desfasamiento entre las etapas previas y los resultados finales de la acción que se tome para el aprovechamiento de los recursos naturales renovables, que necesitan del concurso de obras complementarias de gran aliento. Pero habrá que tenerla en cuenta al leer las observaciones que se hacen y las conclusiones a que se llega en el presente informe, para juzgar la trascendencia del programa hidráulico y las medidas previstas - muchas de las cuales nada tienen de aparatoso: mediciones metereológicas e hidrológicas, estudios de hidrogeología, censos, estadísticas, evaluaciones, etc. - necesarias para poder poner en pie más adelante las obras que reclamará como infraestructura el desarrollo económico y social del Perú.

Los datos disponibles muestran que entre 1950 y 1963 el producto bruto interno creció a razón de 5.2 por ciento anual. En el mismo período la agricultura de exportación creció a razón de 8.3 por ciento anual y la destinada al consumo interno, a razón de 1.8 por ciento.

El atraso de la agricultura de consumo interior tuvo una repercusión inmediata en las importaciones de productos alimenticios, que se triplicaron en el período, llegando a representar hacia 1963 más del 10 por ciento de todas las importaciones del Perú. La necesidad manifiesta de acelerar vigorosamente la producción de alimentos básicos requerirá, en la mayoría de los casos, la construcción de obras hidráulicas de riego, grandes y pequeñas, y un mejor uso del agua actualmente disponible.

/El atraso

El atraso relativo de la agricultura en general frente a otras actividades puede apreciarse también por las siguientes observaciones. Las exportaciones agropecuarias, que en 1950 representaban 53 por ciento del total, bajaron a cerca de 30 por ciento en 1964. Su valor absoluto no alcanzó a duplicarse, y aumentó apenas en un tercio entre 1955 y 1964, mientras se triplicó con creces el valor absoluto de las exportaciones totales. El papel dinámico de generador de divisas se traslada a la pesca industrial, y se refuerza la posición ya descollante de la minería.

En 1965 el sector agropecuario contribuye con cerca del 20 por ciento del producto bruto (igual que el industrial), en tanto que en 1950 y 1955 la contribución fue de 26 y 23 por ciento respectivamente. En el mismo año el aporte de la minería fue de 8 por ciento, el de la pesca 2 por ciento, y el de la energía eléctrica menos de uno por ciento.

Por lo demás, no cabe esperar una recuperación considerable de la agricultura en el futuro próximo. Se estima que entre 1963 y 1970 el producto bruto total crecerá a razón de 7 por ciento anual, correspondiendo a la industria el 8.8 por ciento, a la energía eléctrica el 10 por ciento y a la agricultura el 5.7 por ciento.

Entre 1963 y 1970 se espera lograr un aumento superior al 50 por ciento en el producto bruto, pero para que ello sea posible, será preciso que la inversión bruta aumente en 80 por ciento (de 23 por ciento del producto en 1963 a más del 26 por ciento en 1970). Ese aumento provendrá principalmente de la capitalización pública, pues la participación del Gobierno en las inversiones subiría del 23 a 35 por ciento del total entre los años extremos, sobre la base de un vasto plan de obras públicas del que forman parte importante las obras de aprovechamiento hidráulico.

Se estima que de 1964 a 1970 la formación bruta de capital representará, en promedio, 27 por ciento de los gastos totales del sector público, variando desde un mínimo de 25 por ciento en 1964-1965, hasta cerca del 30 por ciento en 1966-70. Esa inversión bruta representa en promedio 45 por ciento del marco financiero del plan.

/2. Las

2. Las inversiones en el desarrollo hidráulico

Las inversiones que requiere el aprovechamiento de las fuentes hidráulicas suelen alcanzar montos muy elevados, maduran lentamente y exigen un alto coeficiente de importaciones. Por ello hay que analizar con sumo cuidado las posibilidades de desarrollo, efectuar cálculos prudentes de costos y costos-beneficios, y adecuar el conjunto a las posibilidades reales de inversión y amortización a corto y a largo plazo.

Las inversiones necesarias para poner en ejecución el plan de obras con que se cuenta al presente son considerables pues prevé metas de por lo menos un millón de kW y más de un millón de hectáreas de cultivo - de los que aproximadamente la mitad necesitará obras de riego -, para el período 1965-1975. Para la energía eléctrica esas inversiones suman más de 10 000 millones de soles en generación y transmisión, presumiblemente casi todo a cargo del sector público, y otros 5 000 millones de soles en redes de distribución (principalmente por cuenta del sector privado). Para habilitar las principales obras de riego se requieren 7 500 a 8 000 millones de soles en obras básicas (embalses, canales primarios y secundarios) y otros 3 500 a 4 000 millones de soles en labores que deben efectuarse en las fincas o predios que van a ser servidos. Para obras sanitarias se estima necesario invertir 1 500 a 2 000 millones de soles, prácticamente todo en el sector público.

Relacionando esas inversiones con el monto previsible de las inversiones a cargo de los poderes públicos y con la capitalización total en el Perú,[1/] se llega al cuadro 1 en que se indican aproximadamente las proporciones que corresponderían a cada subsector y a la totalidad del sector hidráulico.

1/ El Grupo Asesor de Planificación ha estimado que la formación bruta de capital en 1965-1970 se elevaría a unos 26 000 millones anuales, de los que 8 000 estarían a cargo del sector público. Previendo pequeños aumentos de esas sumas, podría estimarse que para 1965-1975 se produciría una capitalización bruta total de unos 280 000 millones de soles, correspondiendo unos 80 000 millones a las inversiones públicas.

/Cuadro 1

Cuadro 1

PERU: INVERSIONES EN EL SECTOR HIDRAULICO, POR PRINCIPALES COMPONENTES, CON RESPECTO A LA CAPITALIZACION PUBLICA Y LA TOTAL, 1965-75

	Sector público	Total
Hidroelectricidad	13	5.5
Riego	10	4.5
Obras sanitarias	2	Insignificante
Total	25	11

La inversión en agua, que absorberá una cuarta parte de las inversiones públicas y más de la décima parte de la capitalización total del país en el próximo decenio, representa una proporción muy alta que supera la tendencia histórica, aun la de los últimos años.

Las cifras sobre la estructura de la inversión pública, con los cambios previstos para 1970, muestran la incidencia de la capitalización en el sector hidráulico:

	1960-64	1966	1970	Aumento entre 1964 y 1970 (porcentajes)
	Porcentaje del total			
Agricultura	10	20	31.0	15
Energía eléctrica	(12) a/	6	14.0	13
Salud	10	12	8.5	9
Industrias	13	14	10.5	25

a/ Podría corresponder al total de energía, ya que no se separa la electricidad solamente.

/Para 1966

Para 1966 se esperaba que 45 por ciento de las inversiones correspondientes a la agricultura se destinarían al riego y labores semejantes; 75 por ciento de las correspondientes de la energía, se destinarían a la hidroelectricidad (proporción que aumenta al sumarle la autoproducción minera) y que 60 por ciento de las inversiones del sector salud se destinarían al agua potable y desagües (contra 40 por ciento en 1964-1965).

Además, en el Programa de Cooperación Popular, que en 1966 absorbería menos del 6 por ciento de la inversión pública total, se prevé 10 por ciento para riego, 17 por ciento para obras sanitarias y 7 por ciento para obras eléctricas, todo ello al nivel de la comunidad, con la participación del ahorro colectivo. De los totales subsectoriales respectivos, esas inversiones representan casi 7 por ciento en riego, alrededor de 5 por ciento en plantas hidroeléctricas y 10 por ciento en obras sanitarias.

Sobre la base de los antecedentes anteriores podría decirse que más del 20 por ciento de la inversión pública total en 1966 estaría directamente relacionada con el aprovechamiento de los recursos hidráulicos en el Perú.

Los aumentos relativos de las diversas inversiones sectoriales entre 1964 y 1970 muestran que, en salud, el aumento sería inferior al promedio general, y superior a éste en electricidad y agricultura.

Las cifras citadas se refieren al monto y estructura de las inversiones públicas solamente. En el sector salud la casi totalidad de las inversiones son públicas, pero en el sector de energía eléctrica hay considerables capitalizaciones adicionales dentro del sector privado, tanto para servicio público [2/] como para la autoproducción minera, industrial y, quizás, agroindustrial. En el sector agrícola, las inversiones privadas pueden tener máxima significación. Allí también la inversión crecerá con elevado ritmo, pero el producto lo hará con una velocidad mucho menor, pues

---

2/ Los montos de la inversión privada en energía eléctrica dependerán en buena medida de las decisiones finales acerca de la estructura del programa, tanto en lo que se refiere a la inversión pública en plantas de generación y en transmisión de la energía en alta tensión como en lo concerniente a la interconexión de los principales consumidores mineros e industriales con una red única en sistemas zonales.

/cabe esperar

cabe esperar un coeficiente producto/capital relativamente bajo durante los años iniciales de un programa de inversiones que sólo dará fruto a largo plazo.

Los cuadros 2, 3 y 4 presentan en mayor detalle las inversiones públicas en riego, energía eléctrica y saneamiento para 1966, así como los totales acumulados hasta 1965.[3/] De su análisis se desprende que, sobre el costo total de las diversas obras computadas, hasta 1966 sólo se habría invertido en riego algo más del 5 por ciento (y sólo un 3 por ciento del gasto en divisas), en tanto que las respectivas proporciones para energía eléctrica serían de 10 por ciento en ambos casos.

En ese año no se habría iniciado aún la inversión en la mayoría de los grandes proyectos de riego, o ésta sería insignificante. En hidroelectricidad, la capitalización en la gran obra del Mantaro (I etapa) era inferior al 10 por ciento del costo total en el momento de cumplirse la misión.

Cuadro 2

PERU: RIEGO

	Costo total			Gastado hasta 1965		
	Millones de soles	Dólares expresados en millones de soles	Total	Millones de soles	Dólares expresados en millones de soles	Total
Ampliación Joya	240	100	340	150	50	200
Tinajones, I etapa	730	320	1 050	~ 100	~ 50	> 100
Mejoramiento ICA	250	50	300		poco	
Olmos, I etapa	1 250	550	1 800		-	
Chao y Virú a/	2 500	2 000	4 500		poquísimo	
Depto. Moquegua	200	-	200		-	
Suma de otra obras	< 900	poco	< 1 000	50	poco	< 100
Estudios	330 b/	30	360	~ 100	10	> 100
Total	6 400	3 100	9 500	400	100	500

a/ De dudosa factibilidad en el período inmediato.

b/ De los cuales corresponde a Tinajones II etapa; Olmos; Majes; aproximadamente 15 por ciento cada uno.

3/ Instituto Nacional de Planificación, Plan de Inversiones para 1966.

/Cuadro 3

Cuadro 3

PERU: ENERGIA ELECTRICA

	Costo total			Gastado hasta 1965		
	Millones de soles	Dólares expresados en millones de soles	Total	Millones de soles	Dólares expresados en millones de soles	Total
Mantaro, I etapa	2 600	3 400	6 000	250	250	< 500
Santa	90	130	220	> 50	~ 100	150
Varias entidades menores (Ministerio de Fomento y otros)	550	< 50	< 600	< 150	> 50	~ 200
Aricota y Maure (Corporación Tacna)	600?	350?	930			~ 200
Total	> 3 800	~ 4 000	> 7 700	~ 400	~ 400	~ 800

Cuadro 4

PERU: SANEAMIENTO a/

	Costo total (millones de soles)	Gastado hasta 1965 (millones de soles)
Lima	470	250
Arequipa	> 190	~ 160
La Libertad	150	~ 25
Puno	80	~ 35
Lambayeque	45	40
Total	1 500	800

a/ Datos inseguros y aproximados por cuanto no se pudo establecer la separación entre saneamiento y servicios de salud en todos los casos.

/El esfuerzo

El esfuerzo relativo en el sector público, total y por sectores, es considerable; en algunos sectores (como el energético) se eleva a niveles similares o superiores a los de países latinoamericanos más adelantados;

Las inversiones complementarias en el sector privado, que no han sido evaluadas en toda su amplitud, demandarán elevados montos adicionales que en gran parte tendrán que ser facilitados por entidades financieras alimentadas con préstamos públicos, nacionales e internacionales;

El rendimiento de esas inversiones - típicas de infraestructuras económicas y sociales - dependerá fundamentalmente de las inversiones que se hagan para hacer posible su aprovechamiento (en primer lugar en la agricultura y las industrias, pero también para el desarrollo urbano); sus coeficientes producto/capital serán bajos en el período inicial y posteriormente sólo podrán elevarse si se planifica cuidadosamente el monto y la secuencia de las inversiones adicionales y las técnicas de producción en ciertos campos, como el agropecuario.

3. Bases para un plan de desarrollo hidráulico: las prioridades

Del somero análisis de los proyectos hidroeléctricos, de riego y de abastecimiento de agua, se desprende que abundan las posibilidades de aprovechamiento y que no pocos de ellos presentan más de una solución. Ello quiere decir que, para la década en estudio, habrá que elegir los proyectos más económicos teniendo en cuenta tanto el costo y el costo-beneficio como el tiempo que requiere su construcción y habilitación, debiendo postergarse la ejecución, o el estudio más detenido en algunos casos, de otras obras de menor prioridad.

A este respecto conviene recordar que en el Perú frecuentemente abundan los recursos hidráulicos, pero faltan estudios económicos, y aun técnicos. Sería posible, por lo tanto, instalar una potencia hidroeléctrica bastante superior a la que se proyecta, o proveer mayor volumen de agua para riego. Pero el problema en este caso, no es tanto de obras (oferta) cuanto de mercado para la electricidad o los productos agropecuarios (demanda). El interrogante básico es si habría demanda para un volumen superior al que se aconseja.

/La respuesta

La respuesta, en muchos casos, es negativa. No interpretar el problema en esa forma, dentro de ese marco macroeconómico, con esas proyecciones en todos los sectores de la actividad nacional, llevaría a aceptar soluciones antieconómicas, por la cuantía de las inversiones que permanecerían ociosas por largos años, dada la falta de demanda.

Lo anterior no significa preconizar un plan demasiado limitado, incapaz de responder a la demanda global en todos los sectores y desprovisto de elementos de oferta anteriores a la demanda. Pero sí tiene por objeto establecer con toda claridad que se requieren mesura y criterios de selección firmemente basados en datos económicos, técnicos y financieros antes de embarcarse en un plan de obras que puede resultar excesivo dentro del marco de desarrollo que se proyecta.

Teniendo en cuenta los largos períodos de maduración de las grandes obras hidráulicas - que pueden ser de diez o más años desde la aceptación de la idea hasta su materialización final - resulta indudable que en todo plan, además de proyectos que podrán ser concluídos dentro de su término, habrá que programar inversiones adicionales para la recolección de datos básicos, estudios de terreno, evaluaciones, etc. relacionados con otros proyectos cuya construcción podrá iniciarse o terminarse en períodos posteriores. De allí el interés en contar con estimaciones anticipadas a más largo plazo respecto a la demanda previsible - en magnitud y localización geográfica - con el objeto de estar en condiciones de prever la posibilidad de satisfacerla en forma más económica. Lamentablemente, la falta de tales estimaciones ha impedido que en este informe preliminar se presentaran conclusiones específicas al respecto. Sin embargo, en los capítulos respectivos se encontrarán recomendaciones más generales que ayudarán a formular un programa de trabajos en esos campos.

El planeamiento óptimo del uso de los recursos hidráulicos supone elegir la fuente de abastecimiento más económica, en el caso - bastante frecuente - de que exista más de una. Ese aspecto es muy importante en algunas regiones del Perú, sobre todo en vista de que la grave escasez de aguas superficiales constituye un factor limitante casi insuperable como ocurre por ejemplo en la costa. En esos casos habrá que elegir entre:

/a) transferir

a) transferir considerables volúmenes de agua desde las cuencas de la vertiente este; b) utilizar aguas subterráneas o c) acometer la conversión de aguas salobres o salinas.

En todos los casos, la auténtica solución del problema sólo podrá obtenerse si se cuenta con información suficiente y se procede a una evaluación económica integral. Así ocurre especialmente en el caso de las aguas subterráneas en que no podrán fijarse criterios válidos si no se cuenta con información abundante y fidedigna acerca del volumen de las napas subterráneas y de las tasas de recarga, así como sobre el efecto que la extracción tendría sobre los caudales superficiales que ya se están utilizando.

La abundancia y el costo de la energía eléctrica revisten especial importancia en este caso de bombeo del agua del subsuelo. En regiones como la costa norte del Perú, con escasísimos recursos hidroeléctricos, se plantea, además, el problema del combustible que repercutirá ulteriormente en el balance de pagos. En la región central y regiones colindantes se está buscando la solución racional del problema mediante la electrificación de pozos con energía del Mantaro. Soluciones análogas han dado muy buenos resultados en otros países, en especial en la Argentina y Chile.

El problema de la energía eléctrica adquiere otra dimensión si se recurre a la desalinización del agua. Por el momento los procedimientos son bastante caros, pero el intenso ritmo de las investigaciones permite suponer que quizás no esté lejano el día en que se produzca una innovación básica en la economía de esas operaciones. En ese caso, la desalinización del agua representaría una posible solución que habrá que estudiar teniendo en cuenta los elementos técnicos, la calidad del agua, el volumen, etc. De cualquier modo - en vista de que el costo de la energía eléctrica es factor decisivo en esos casos - conviene observar también los progresos que se están logrando en la combinación de centrales de energía atómica con plantas de desalinización. No debe descontarse la posibilidad de que, a plazo más o menos largo para el Perú, esas soluciones sean dignas de tenerse también en cuenta. Por consiguiente, sin recomendar en seguida el uso de esos procedimientos, se sugiere que ONERN se mantenga muy al tanto de los adelantos técnicoeconómicos en ese campo y someta de nuevo a análisis, dentro de unos

/cuantos años,

cuantos años, el problema conjunto del abastecimiento de agua y de energía eléctrica en las regiones costeras del país cuya situación es grave a ese respecto.

Una reciente misión preliminar de OIEA-Naciones Unidas-CEPAL examinó las necesidades y posibilidades de instalar plantas combinadas de generación de energía eléctrica de origen nuclear y desalinización del agua. Los requerimientos de ese tipo son numerosos a lo largo de la costa peruana, desde el sur, en Toquepala, hasta el norte, en Sechura. Pero la rentabilidad de una operación de ese tipo depende en gran medida de que la magnitud de la demanda eléctrica justifique plantas de tamaño económico, ya sean hidroeléctricas o termoeléctricas y de las fuentes de abastecimiento de agua para riego y agua potable.

Tanto en Sechura como en Toquepala donde existen conglomeraciones minero-industriales de importante capacidad de consumo de energía y agua, hay grave escasez de agua. Aunque en Toquepala el vapor de baja presión de escape de las turbinas encuentra uso en otras operaciones industriales de la planta, es problemático que la sustitución de agua dulce por salada sea factible, ya que el costo del agua desalinizada es todavía poco económico.

En el norte, la actividad minera (fosfatos y potasio en Bayovar) es incipiente y se está ampliando la pequeña planta existente con otra de 25 MW. La producción de petróleo está en declinación y la refinería de Talara queda a 200 km. En el futuro sería conveniente considerar la posibilidad de abastecer toda esa región con una central térmica, interconectada con el sistema hidrotermoeléctrico; pero es difícil concebir que en un esquema de esa naturaleza encuentre cabida una planta nuclear, pese a que las necesidades de agua son muy apremiantes en esa región desértica.

Capítulo II

HIDROGRAFIA REGIONAL

1. Características geográficas generales

El Perú está ubicado en la parte occidental de Sudamérica, extendiéndose su territorio desde las costas del océano Pacífico hasta las regiones amazónicas

Tiene una superficie de 1 285 215 km^2, y sus coordenadas geográficas extremas son 0°08' de latitud norte, 18°13' de latitud sur y 81°9' de longitud oeste. El litoral marítimo sobre el océano Pacífico tiene una longitud de 2 035 kilómetros. La gran extensión de sus costas tiene gran importancia económica y un efecto determinante sobre el clima de la zona costera.

La Cordillera de los Andes se presenta en el Perú en varios cordones, pero se puede hacer una gran clasificación en tres principales, que se denominan Cordilleras occidental, central y oriental. Esa división se observa en la parte norte del país hasta la zona de Cerro de Pasco y luego, hacia el sur, se distinguen solamente la Cordillera occidental y la oriental.

Distintos cordones forman estas cordilleras, pero entre ellos se deben mencionar dos que pertenecen a la occidental: la Cordillera Blanca y la Negra. Ambos forman el famoso Callejón de Huaylas, por el que corre el río Santa.

Como característica general de todo el sistema orográfico hay que mencionar que por el oeste la Cordillera de los Andes cae abruptamente sobre el océano Pacífico, en tanto que en la vertiente oriental disminuye de altura en forma más paulatina, hasta alcanzar los llanos amazónicos. Sus grandes elevaciones - de unos 4 500 metros de altura - detienen las lluvias del este pues oponen una barrera casi infranqueable para su paso hacia los faldeos occidentales.

Es de interés apreciar cómo se distribuye el territorio nacional de acuerdo con su altura sobre el nivel del mar. Se puede observar en el

/cuadro 5

cuadro 5 que solamente algo más de las dos terceras partes del país están bajo los 2 134 metros de altura o más concretamente el 31.2 por ciento supera ese nivel. Dentro de la gran región cordillerana la superficie del Altiplano se manifiesta entre las alturas de 3 658 a 4 572 m donde está el 14.8 por ciento del territorio total.

Todo el gran macizo andino divide al país en tres grandes regiones que son: la Costa, la Sierra y la Selva.

Ese imponente sistema orográfico no sólo produce una división de tipo geográfico sino que también contribuye en gran medida a determinar características etnográficas, políticas y económicas locales.

La Costa es la región comprendida entre el litoral del Océano Pacífico y las primeras sierras andinas. Es una faja en general angosta que se extiende a los pies del cordón occidental de los Andes. De ancho variable, alcanza su mayor amplitud en el desierto de Sechura al norte del país, con unos 100 km, pero en general es de unos pocos kilómetros. Su característica climática principal es la escasez de lluvias que van desde valores prácticamente nulos hasta unos 300 milímetros anuales, aunque en algunas pequeñas zonas en el departamento de Piura, en el límite con el Ecuador, llega a superar los 1 000 milímetros. Está surcada por unos 50 ríos cortos que nacen en la cordillera y corren perpendiculares a la costa (el río Santa es una parcial excepción en su tramo alto); en los valles, que son relativamente pequeños, la agricultura se ha desarrollado a base del riego.

Si se considerase arbitrariamente esa zona hasta los 2 134 metros (7 000 pies) de altura sobre el nivel del mar, su superficie sería alrededor de los 150 000 kilómetros cuadrados, o sea el 12 por ciento del país. En esa región se cultivan unas 650 000 hectáreas, o sea el 32 por ciento de la superficie cultivada del país, y el 5 por ciento de la superficie total. También se desarrolla en esa región una gran parte de la actividad económica de la nación pues allí están la capital, grandes ciudades, los puertos, la mayor parte de las industrias, y el 40 por ciento de la población. Toda la industria pesquera pertenece a esa región.

La Sierra, orientada de noroeste a sudeste, comprende un extenso territorio de relieve accidentado que ocupa la parte central del país entre la costa y la selva. Su altura máxima es el Nevado de Huascarán, con 6 767 metros de altura.

/Cuadro 5

Cuadro 5

PERU: DISTRIBUCION DEL TERRITORIO POR ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR a/

Alturas (metros)	Superficies (kilómetros cuadrados)						
	Grandes cuencas			Totales			
	Atlántico	Pacífico	Titicaca	Parcial	Porciento	Acumulada	Porciento
De 0 a 305 (1 000)	397 200	62 500	0	459 700	35.8	459 700	35.8
De 305 a 610 (2 000)	199 000	21 800	0	220 800	17.2	680 500	53.0
De 610 a 914 (3 000)	39 400	13 600	0	53 000	4.1	733 500	57.1
De 914 a 1 524 (5 000)	52 300	25 700	0	78 000	6.0	811 500	63.1
De 1 524 a 2 134 (7 000)	46 400	26 800	0	73 200	5.7	884 700	68.8
De 2 134 a 2 743 (9 000)	36 000	20 600	0	56 600	4.4	941 300	73.2
De 2 743 a 3 658 (12 000)	55 800	38 100	0	93 900	7.3	1 035 200	80.5
De 3 658 a 4 572 (15 000)	98 000	52 800	39 200	190 000	14.8	1 225 200	95.3
De 4 572 a 6 807	28 700	21 700	9 600	60 000	4.7	1 285 200	100.0
Totales de cuencas	952 800	283 600	48 800				
Porcentajes del país	74.1	22.1	3.8				

Nota: Los números entre paréntesis indican el equivalente de la altura en pies.

a/ Calculado sobre el mapa aeronáutico publicado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos.

/Tiene clima

Tiene clima variado, de características locales; la temperatura depende de la altura de cada lugar, y las lluvias varían entre límites extremos que van desde unos 150 milímetros hasta los 2 000, aumentando en general hacia el este; los valores más comunes varían entre 400 y 1 500 al año. Siguiendo el criterio adoptado en el caso de la Costa y tomando como perteneciente a esta zona todas las tierras arriba de los 2 134 metros, su superficie sería de unos 400 000 km^2, o sea el 31 por ciento del territorio nacional. De esos, 48 800 pertenecen a la cuenca del Titicaca.

En esta zona son frecuentes las lagunas en los valles y en las cabeceras de los ríos, lo que constituye una importante reserva de agua y ofrece una posibilidad relativamente propicia de aprovechamiento.

En la Sierra, habitada por alrededor del 52 por ciento de la población, se cultivan aproximadamente 1 200 000 hectáreas, o sea un 60 por ciento de las tierras cultivadas del país.

La densidad media de población de la Sierra es de 15 personas por km^2. Ligeramente mayor (17 personas por km^2) es la densidad en la cuenca del Lago Titicaca, considerando sólo la superficie ocupada por tierras. Sin embargo, teniendo en cuenta que en la Sierra solamente se cultiva el 3 por ciento de la superficie total (no incluyendo tierras de pastoreo) y que más del 80 por ciento de la población está ocupada en labores agrícolas, la aparente baja densidad de población no revela las verdaderas condiciones en esas áreas, pues una hectárea de tierra cultivada debe mantener una población granjera de 5 personas. Combinado esto con la productividad normalmente baja de tierras dedicadas a la agricultura en la montaña así como con las limitaciones en la variedad de cultivos impuestas por la altitud, se explica la migración de la población serrana hacia áreas industriales. Solamente una ciudad de la Sierra, Arequipa, tiene más de 100 000 habitantes; situada a 2 500 metros de altura, es la tercera ciudad del Perú, con una población de 160 000 habitantes. Hay otras ocho ciudades localizadas principalmente en la Sierra Central y Sur cuya población fluctúa entre 20 000 y 80 000 habitantes. Todas estas ciudades también experimentan un movimiento inmigratorio de población rural que busca empleos industriales. En general, las comunidades de la Sierra tienen amplio abastecimiento de agua

/de buena

de buena calidad, proveniente de manantiales y fuentes superficiales. Aun cuando en la actualidad el agua alcanza bien para municipalidades de mediana magnitud, sin regulación, el establecimiento de industrias que requieren gran consumo de agua puede crear algunos problemas en el futuro.

La Selva es la más extensa de las tres grandes regiones y la que tiene agua en mayor abundancia. Está ubicada al este de los Andes y comprende desde los niveles inferiores de esta cordillera hasta los bajos amazónicos. La zona se desagua íntegramente por el río Amazonas y sus afluentes. Es la zona más lluviosa del país - con precipitaciones anuales que superan en general los 2 000 milímetros y alcanzan hasta los 4 500 - y también la más calurosa. Con 730 000 kilómetros cuadrados aproximadamente, ocupa el 57 por ciento del país, pero está habitada sólo por el 8 por ciento de la población total.

La mayor parte de la Selva está cubierta de espesa vegetación, debido a lo cual los ríos son el principal y casi único medio de comunicación y transporte, y en sus márgenes se establecieron las poblaciones. Sin embargo, se están construyendo caminos aceleradamente para penetrar en esa región. La principal ciudad es Iquitos, con 60 000 habitantes. Los ríos son de régimen permanente y abundantes descargas, contrastando con los de las otras dos regiones que pueden secarse en la época de menor precipitación.

El agua que debe elevarse mediante bombeo manual o mecánico en general es muy turbia durante el año por lo que normalmente debe someterse a tratamiento a fin de que quede apta para consumo humano. Una excepción a estas condiciones puede existir en la falda de las montañas a lo largo de la banda occidental de la Selva.

El Perú está políticamente dividido en 23 departamentos y una provincia constitucional con prerrogativas de departamento. Los departamentos están a su vez divididos en 145 provincias y éstas en 1 512 distritos. La distribución de la superficie y población por departamentos se aprecia en el cuadro 6.

/Cuadro 6

Cuadro 6

PERU: DISTRIBUCION DE LA SUPERFICIE Y POBLACION POR DEPARTAMENTOS

Departamento	Superficie (km^2)	Poblacion a/ (habitantes)	Densidad ($hab./km^2$)
País	1 285 215	10 364 620	8.1
Amazonas	41 298	117 727	2.9
Ancash	36 308	588 511	16.2
Apurímac	20 655	337 901	16.3
Arequipa	63 528	410 911	6.5
Ayacucho	45 503	448 227	9.8
Cajamarca	35 418	749 058	21.2
Callao	75	214 186	2 855.8
Cuzco	84 041	614 299	7.3
Huancavélica	22 871	298 892	13.0
Huánuco	35 315	361 688	10.2
Ica	21 252	243 887	11.4
Junín	32 355	506 075	15.6
La Libertad	23 242	587 891	25.4
Lambayeque	16 586	347 192	20.9
Lima	33 895	2 319 231	68.4
Loreto	478 336	331 177	0.7
Madre de Dios	78 403	14 828	0.2
Moquegua	16 265	58 263	3.6
Pasco	21 855	126 463	5.8
Piura	33 068	716 954	21.6
Puno	72 383	687 077	9.5
San Martín	53 064	162 602	3.1
Tacna	14 767	69 176	4.7
Tumbes	4 732	52 404	11.1

a/ Según el censo de 1961.

/La zona

La zona más activa del país se encuentra en su mayor parte en la Costa y la Sierra. La Selva tiene algunos centros importantes, pero puede decirse que comienza a explotarse.

Según el censo de 1961 su población era de 10 400 000 habitantes distribuida muy desigualmente en el territorio; la densidad media es de 8.1 habitantes por kilómetro cuadrado. Las densidades por departamentos varían ampliamente desde 68.4 hab/km^2 en Lima hasta 0.2 hab/km^2 en Loreto; en estas consideraciones se excluye la provincia constitucional del Callao por ser un distrito urbano.

Por su alta densidad - más de 20 habitantes por kilómetro cuadrado - se destacan, además de Lima, los departamentos de la Libertad, Piura, Cajamarca y Lambayeque, todos en el extremo norte del país. La densidad más baja - menos de 1 habitante por kilómetro cuadrado - se encuentra en el oriente, en los departamentos de Loreto y Madre de Dios; esto significa que en la parte más despoblada del país, que abarca el 43.4 por ciento de su superficie, la densidad es de 0.6 habitantes por kilómetro cuadrado.

2. Hidrografía del país 1/

El sistema hidrográfico del país se puede dividir en tres grandes vertientes o cuencas, que no coinciden con las zonas diferenciadas en la sección anterior. Estas son:

a) Vertiente del océano Pacífico;

b) Vertiente del océano Atlántico o cuenca del Amazonas;

c) Cuenca del Lago Titicaca.

Considerando ahora la distribución de la población por grandes cuencas hidrográficas, se ha estimado que en la vertiente del Pacífico viven 5 700 100 habitantes o sea el 55 por ciento del total del país con una densidad de 20.0 habitantes por kilómetro cuadrado; en la del Atlántico,

---

1/ Los datos, obtenidos de fuentes diversas, son en algunos casos provisionales, y más que dar un valor exacto pretenden reflejar la magnitud de cuencas y ríos. Algunos de estos valores pertenecen a zonas poco pobladas y en general poco reconocidas.

4 044 246 o el 39 por ciento con una densidad de 4.2 y en la cuenca del Titicaca 620 253 o el 6 por ciento, con una densidad de 12.7 habitantes por kilómetro cuadrado. La población de la vertiente del Atlántico vive principalmente en la zona andina y en la región amazónica, concentrada en esta última en unas pocas ciudades y pueblos pequeños.

El divorcio de las aguas que origina las tres vertientes se produce en el encuentro de los departamentos de Arequipa, Cuzco y Puno, cerca de la localidad de Condoroma. Allí se trifurcan las aguas hacia el Pacífico (río Majes), el Amazonas (río Apurímac) y el Titicaca (ríos Lampa y Ayaviri).

a) Vertiente del océano Pacífico

La vertiente del Pacífico ocupa 283 600 km^2, que representan el 22.1 por ciento de la superficie del país. En ella viven aproximadamente 5 700 100 habitantes (55 por ciento de la población total). Esto representa una densidad de 20.0 habitantes por kilómetro cuadrado, la más alta de las tres cuencas.

Está caracterizada por ríos cortos que, en la mayor parte de su curso, corren perpendiculares a la costa. El río Santa, uno de los más largos de la vertiente del Pacífico, es una excepción en cuanto corre primero paralelo a la costa entre las cordilleras Blanca y Negra y finalmente tuerce su curso para ponerse perpendicular. En su primer tramo recibe los aportes de tributarios que nacen en ambas cordilleras.

Los ríos son por lo general de fuerte pendiente media, pues se originan en las altas cumbres de los Andes y desembocan en el océano Pacífico.

Desde la frontera con Ecuador hasta el límite con Chile hay 51 ríos importantes (incluyendo el Zarumilla) cuyas cuencas tienen superficies muy variables. La cuenca más grande corresponde al Camaná o Majes, que ocupa más de 17 000 km^2, y le siguen en magnitud las de los ríos Ocoña, Tambo, Grande, Quilca o Chili, Santa, Piura y Chira. Todas pasan de los 10 000 km^2. Entre los ríos más pequeños, de unos 700 u 800 km^2, están el Chimbote y el Culebras.

/Durante el

Durante el estiaje los ríos de menor caudal casi desaparecen antes de llegar al Pacífico, como el Lurín y el Zarumilla y otros se reducen considerablemente.

Algunos ríos no llegan al océano Pacífico y sus aguas desaparecen en las pampas del litoral peruano, como acontece con el Morrope-La Leche.

El caudal no regulado de los ríos de la vertiente oeste se ha utilizado para el riego desde los más antiguos tiempos, sobre todo en los valles, pero donde había agua suficiente el riego se extendió a las pampas costeras adyacentes.

Estos valles están a unos 40 km entre sí medidos a lo largo de la costa y las zonas intermedias son desiertos relativamente deshabitados. Casi todos los pueblos y ciudades costeras de alguna magnitud se establecieron a la orilla de los ríos, por la seguridad de contar con agua. Los movimientos de población desde las zonas rurales a los centros urbanos, que han sido generales en todo el Perú, son un fenómeno más pronunciado en la zona costera, sobre todo por la expansión industrial de los últimos años. Ello ha acentuado la gravedad de muchos problemas sociales, entre ellos el de la provisión de agua.

b) Vertiente del océano Atlántico o cuenca del Amazonas

La cuenca del Amazonas es la más extensa y también la de mayores recursos hidráulicos. Su superficie de 952 800 km^2 representa el 74.1 por ciento del territorio nacional. Viven en ella 4 044 000 habitantes (4.2 por kilómetro cuadrado) y es la menos habitada de las grandes cuencas.

Por ella corren los ríos más grandes del país, como el Marañón, el Ucayali y el Madre de Dios, que son los grandes colectores que llegan al Amazonas.

En la parte norte corren paralelamente y entre los cordones cordilleranos tres grandes ríos que son: el Marañón, el Huallaga y el Ucayali, que reciben los aportes de afluentes que descienden de los cordones. Posteriormente el Huallaga se une al Marañón. Este, con el Ucayali forman luego el Amazonas. En el extremo norte de la zona amazónica otro gran río, el Napo, vierte sus aguas al Amazonas.

/El Ucayali

El Ucayali se forma de la unión del Urubamba y del Apurímac. A este último aporta sus aguas el Mantaro, río que corre paralelamente al este de la cordillera occidental.

En la parte sudeste de la cuenca amazónica, el principal río es el Madre de Dios, que junto con el Púrus y otros de menor importancia desaguan el departamento de Madre de Dios, el sur de Loreto, el norte de Puno y el este de Cuzco.

c) Cuenca del lago Titicaca

Un conjunto de ríos cuyas cuencas están casi en su totalidad en el departamento de Puno desaguan la zona del Altiplano, hacia el lago Titicaca.

La superficie de esta cuenca en territorio peruano es 48 800 km^2 (3.8 por ciento de la del país). Habitan esa superficie 620 000 personas (12.7 habitantes por kilómetro cuadrado).

El río más importante es el Ramis con sus afluentes Azángaro, Ayaviri y Huancané. Otros ríos de gran importancia, el Ilave y el Coata, formado por el Cabanillas y el Lampa. A éstos deben agregarse otros de carácter internacional, como el Suchez, el Mauri, el Mauri Chico y el Callacama.

El río Desaguadero constituye la única salida superficial del lago Titicaca y en su nacimiento sirve de límite internacional con Bolivia por unos pocos kilómetros.

El lago Titicaca se encuentra a 3 812 metros de altura sobre el nivel del mar y, contando la parte boliviana, tiene una superficie total de unos 8 600 kilómetros cuadrados.

Capítulo III

HIDROMETEOROLOGIA E HIDROLOGIA

A. EL CLIMA

Son escasos los datos disponibles para proceder a un análisis amplio de la estructura de la atmósfera y de los fenómenos que en ella se desarrollan. Hay unas 40 estaciones meteorológicas dedicadas a la parte sinóptica, de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial y de la Dirección General de Meteorología. Al considerar este número de estaciones se debe tener en cuenta que una tercera parte del país es montañoso y que cada estación en esa región puede abarcar una zona menos extensa que en la llanura. También es de interés agregar que únicamente seie estaciones, que se encuentran en la costa, efectúan observaciones las 24 horas del día; por lo tanto, el estudio de la evolución del tiempo no se puede seguir en forma continua. Otra dificultad es la inexistencia de estaciones al oeste de las costas peruanas. Esto, naturalmente, no es imputable a los servicios del país. Cabe agregar que las observaciones de altura con globos pilotos se hacen en siete estaciones y en una con radiosonda (Lima) por lo que el análisis tridimensional de la atmósfera se ve dificultado y no es todo lo completo que sería de desear.

1. Principales factores en la determinación del clima

Varias causas - geográficas, oceanográficas y meteorológicas - son las determinantes de los tipos de clima que se presentan en el territorio peruano. Sin embargo, algunas de éstas tienen marcada preminencia y deben destacarse por su mayor importancia y por corresponder a características de tipo permanente. Estas son:

a) La situación geográfica del país - el Perú está ubicado entre el ecuador y la latitud 18°S - ejerce marcada influencia en la temperatura;

b) La Cordillera de los Andes que atraviesa el país de noroeste a sudeste, forma tres regiones geográficas bien marcadas, con diferencias climáticas. Su presencia impide el intercambio de masas de aire en las capas inferiores de la atmósfera entre la zona tropical húmeda del este y la zona árida costera;

/c) El

c) El anticiclón subtropical que se encuentra sobre la zona este del Pacífico sur y que determina la formación y persistencia de una inversión térmica sobre toda la costa peruana. La circulación originada por este anticiclón en la zona de las costas peruanas ha modificado las características termodinámicas del aire al cruzar la superficie fría subyacente de la corriente de Humboldt;

d) La corriente oceánica de Humboldt o corriente peruana, que contribuye a determinar las características climáticas de la zona costera. Esta gran corriente, de unos 200 kilómetros de ancho, barre la costa oeste de Sudamérica llevando aguas frías del sur hasta las costas peruanas. Sin embargo, también se suma a este efecto el afloramiento de aguas profundas frías debido a la acción de los vientos predominantes del sudoeste sobre la misma corriente, que origina una componente hacia el oeste en el movimiento de las aguas. Por esta causa, la temperatura del agua en las proximidades de las costas suele ser alrededor de unos cinco grados inferior a la del mar que queda fuera de la influencia de la corriente de Humboldt.

Las masas de aire, que se originan en el anticiclón del Pacífico sur, fluyen sobre la corriente del Humboldt, que las enfría en sus capas inferiores y condensa su humedad. El enfriamiento contribuye además a aumentar la inversión térmica ya citada.

La posición, forma e intensidad del anticiclón determina la dirección con que el aire se aproxima a las costas peruanas y por lo tanto sus efectos posteriores.

2. Situaciones sinópticas principales

Por su ubicación geográfica y su relieve orográfico, el Perú se sustrae a las grandes perturbaciones de las latitudes medias, y las que ocasionalmente llegan hasta sus fronteras lo hacen en forma totalmente amortiguada. Ubicado en la zona tropical, su territorio está sin embargo alejado de la ruta que siguen los destructores ciclones tropicales.

La atmósfera sobre la parte occidental del país se caracteriza por su estabilidad, siendo dos las causas principales: la permanente presencia del anticiclón del Pacífico y la inversión térmica. Esta última se

/presenta a

presenta a alturas variables, pero puede considerársela aproximadamente a 800 metros sobre el nivel del mar, con variación entre 300 y 1 200 metros y tendencia a mayor altura en el invierno.

El aire de la capa que se encuentra debajo de la inversión térmica es fresco y húmedo, y el que está sobre ella es cálido y seco.

Esta característica de la atmósfera contribuye en gran parte a que la zona costera esté cubierta varios meses del año por capas de nubes del tipo de estratos, formadas por condensación de la humedad de las masas de aire del Pacífico que pasan sobre las frías aguas costeras. A causa del mismo proceso las nieblas son un fenómeno frecuente.

Estas condiciones se acentúan en invierno - mediados de marzo a mediados de noviembre - y durante junio, julio y agosto la persistencia de esas capas de nubes es tal que muy excepcionalmente se puede ver el cielo. Este fenómeno suele ir acompañado de nieblas y lloviznas que apenas mojan el suelo. De diciembre a abril prácticamente todos los días son claros, aunque suelen presentarse nieblas por las mañanas.

Entre ambas estaciones de características tan distintas, los períodos de transición acusan alternativamente los signos de una u otra con preminencia cada vez mayor, a medida que pasan los días, del tiempo de la estación venidera. También pueden producirse retrasos y adelantos en la iniciación de los períodos indicados.

En la zona costera predominan las capas de nubes de tipo estrato y los bancos de niebla, lo que con frecuencia afecta a las actividades aeronáuticas.

Los frentes fríos que se desplazan desde el sur por el este del Pacífico difícilmente alcanzan la costa peruana. Sin embargo, según algunos estudios realizados sobre estos fenómenos existirían determinadas fuentes de mayor empuje, que dejan sentir algunos signos de su influencia en la costa. Aunque no se puede observar un cambio definido de masas de aire, hay efectos perceptibles que se determinan en algunos parámetros como la altura mínima de nubes y la precipitación.[1/]

1/ Rudloff, W.H.B. (1959) La meteorología en el Perú, Naciones Unidas TAA/PER/8.

/En la

En la parte oriental del país, los frentes fríos que se desplazan desde el sur por toda la zona llana de Bolivia penetran en el territorio peruano al este de los Andes. Su desplazamiento llega hasta el ecuador geográfico y sus efectos se registran, aunque no siempre en forma muy marcada, en las pocas estaciones meteorológicas de esa zona, como Puerto Maldonado, Pucallpa e Iquitos. La acción frontal se encuentra en esas latitudes muy transformada, especialmente por los fenómenos convectivos locales y por el relieve orográfico en las estribaciones orientales de los Andes.

La escasez de datos, especialmente en la zona amazónica, impide el estudio analítico de los fenómenos que se desarrollan en esa zona. Sin embargo, la presencia de ondas del este en la región parece detectarse más por sus efectos que por su estructura.

3. Masas de aire

La escasez de sondeos aerológicos hace difícil establecer una clasificación detallada de las masas de aire que prevalecen sobre el país; con todo, a base de los datos existentes y de las observaciones de superficie, así como del análisis de las cartas sinópticas de superficie y de altura, se pueden extraer algunas conclusiones.

En una primera clasificación se pueden reconocer dos tipos principales de masas de aire: las que se originan en el océano Pacífico y las que se forman en la cuenca amazónica. A éstas hay que agregar una tercera, de gran significación en el Altiplano, que es el aire superior.

Las masas de aire originadas en el lado este del anticiclón del Pacífico se caracterizan por sus dos capas principales. Una inferior de poco espesor, relativamente fresca para esas latitudes y húmeda, que está bajo permanente inversión térmica y que la corriente de Humboldt ha contribuido a formar. Otra superior, relativamente cálida y seca, originada por el descenso de aire de niveles más altos dentro del mismo anticiclón. Estas características dan a estas masas de aire condiciones de estabilidad que hacen que la formación de nubes de tipo convectivo y, aun más, la ocurrencia de chaparrones, sea un fenómeno raro.

/Sobre el

Sobre el oriente del país, la cuenca amazónica da origen a masas de aire de tipo tropical, de elevada temperatura, que por su alta humedad pueden considerarse de tipo marítimo. Su inestabilidad se acentúa a medida que se desplazan hacia las tierra más altas del oeste y llega al máximo en el verano. En el invierno, esas masas tienden a hacerse algo más estables por la disminución de la humedad, ya que las aguas acumuladas en las zonas bajas de la cuenca amazónica merman sensiblemente.

Las masas de aire superior se originan en las capas altas de la atmósfera. Su presencia en el Perú se manifiesta principalmente en el Altiplano y en los altos valles interandinos, sobre todo en invierno, a causa del movimiento de descenso de la corriente general de los vientos del oeste. Este aire es seco y estable y da origen a un tiempo de cielos despejados; las nubes son escasas y de poco desarrollo vertical, por lo que las precipitaciones son más bien reducidas. Es posible que el Altiplano mismo (peruano y boliviano) modifique estas masas de aire, en los momentos en que la circulación general de la atmósfera es débil y predominan las circulaciones locales.

Dentro de la circulación general de la atmósfera, el Altiplano debe sumar su influencia a la de la Cordillera de los Andes en general. Una superficie de aproximadamente 200 000 km^2, situada a unos 3 800 metros de altura sobre el nivel del mar, protegida en sus bordes por cadenas de montañas y dentro de la cual agregan sus efectos dos espejos de agua que suman 11 000 km^2, no puede menos que influir en las condiciones climáticas tanto locales como regionales.

Es notorio el gran calentamiento que experimenta esa superficie en las horas de sol, tanto en verano como en invierno, y en la elevada irradiación nocturna. Esos procesos térmicos generales influyen sobre el campo básico, especialmente a la altura citada, pero sus efectos aún no se han determinado, en parte por falta de observaciones adecuadas.

a) Temperatura del aire

Las zonas más calientes del país se encuentran en la región amazónica y las más frías, en los lugares más altos de la zona montañosa. Las temperaturas extremas observadas en el país son 42.0°C, registrada en Pucallpa en enero, y -25.0°C, registrada en Imata en julio.

/El gran

El gran relieve orográfico de la Cordillera de los Andes obliga a considerar el análisis de las temperaturas del aire por regiones naturales de alguna similitud, como son: la Costa, la Sierra y la Selva.

En la Costa las temperaturas medias mensuales más altas se observan en febrero aunque en algunos lugares se tiene igual valor en marzo (véase el cuadro 7). Estas temperaturas varían, para los lugares considerados, entre 25.3°C en Talara y 22.2°C en Pisco. En Moquegua sólo llega a 19.0°C, pero se debe tener en cuenta que esta disminución obedece a la mayor altura.

Los meses con menor temperatura media son julio, agosto y setiembre. Estas varían entre 18.1°C en Talara y 15.6°C en Lima. En esta ciudad la permanente nubosidad baja de invierno contribuye a bajar la temperatura en esa época.

Las diferencias entre los meses más cálidos y los más fríos en las estaciones costeras varían entre 7.6°C en Lima y 5.2°C en Trujillo.

En la Sierra, la temperatura la determina la altura, con variaciones por las condiciones orográficas locales o por la circulación local y general de la atmósfera. Los meses de temperatura media más alta ocurren desde octubre, como en Cuzco, hasta marzo, como en Acnococha. Además de las causas citadas, contribuyen a estas desviaciones las épocas y el volumen de las lluvias. Las temperaturas medias mensuales más bajas se presentan con uniformidad en julio, salvo en Chuquibambilla (cuenca del Lago Titicaca) donde se registra en junio. (Véase de nuevo del cuadro 7.)

La diferencia de temperatura entre los meses más cálidos y más fríos es muy variable, pues va desde 5.3°C en Imata a 1.2°C en Cajamarca que representa un régimen isotermo como el que se observa en la zona amazónica. La región amazónica se caracteriza por tener temperaturas más elevadas que las otras dos regiones anteriores, especialmente en el invierno, y por ser más constante su temperatura.

La temperatura media mensual más alta se observa en diciembre, difiriendo poco de la de los meses inmediatos, y la más baja en junio y julio. Como se indicó antes, la diferencia entre los promedios de ambos meses es pequeña: de las tres estaciones consideradas (véase de nuevo el cuadro 7) la de San Ramón es la mayor, con 2.5°C, y la de Iquitos la menor, con 1.7°C.

/Cuadro 7

uadro 7

PERU: TEMPERATURAS MEDIAS Y EXTREMAS MENSUALES EN ALGUNAS ESTACIONES METEOROLOGICAS

Estación	Período	Temperatura (C°)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Costa															
Chiclayo	49/63	Promedio	23.0	24.2	24.2	22.4	21.2	19.5	18.4	18.0	18.1	18.4	19.3	20.9	20.6
(37 metros)		Máx. media	29.4	30.8	30.6	28.9	27.2	24.8	23.8	23.5	23.8	24.3	25.2	27.2	26.6
		Mín. media	18.9	20.0	20.0	18.4	17.3	16.0	15.2	14.7	15.0	15.1	15.7	17.1	17.0
		Máx. absoluta	33.8	35.4	34.0	33.5	31.8	31.5	31.2	29.5	27.2	28.9	30.7	31.0	35.4
		Mín. absoluta	13.0	14.6	14.2	14.0	11.5	12.2	11.6	10.0	11.8	10.2	10.5	12.8	10.0
Moquegua	32/40; 44/48;	Promedio	18.4	19.0	19.0	18.7	17.6	17.1	16.9	17.5	18.1	17.9	18.3	18.6	18.1
(1 437 metros)	53	Máx. media	27.4	28.2	28.0	28.1	27.5	26.9	27.1	27.7	28.2	27.6	28.0	28.0	27.8
		Mín. Media	12.5	12.8	12.3	11.3	9.4	8.9	8.7	8.9	9.6	9.6	9.9	11.0	10.4
		Máx. absoluta	32.0	34.2	32.3	33.0	32.4	32.0	32.0	33.0	34.0	33.4	32.2	32.0	34.2
		Mín. absoluta	5.0	8.0	7.0	6.5	3.0	1.0	1.0	-2.0	2.3	2.0	4.2	5.0	-2.0
Pisco	49/51; 53/63	Promedio	21.4	22.2	22.0	20.3	18.4	16.7	16.1	15.8	16.3	17.0	18.2	19.9	18.7
(6 metros)		Máx. media	26.6	27.5	27.4	25.5	23.1	20.9	20.0	20.4	20.9	21.8	23.1	24.7	23.5
		Mín. media	17.9	18.7	18.3	16.6	14.4	13.0	12.5	12.3	12.8	13.2	14.5	16.1	15.0
		Máx. absoluta	30.0	32.2	31.6	34.3	29.2	26.8	28.8	28.0	26.0	25.4	27.1	28.6	34.3
		Mín. absoluta	12.0	12.0	11.0	11.2	10.1	8.0	8.0	5.0	5.5	5.3	9.2	10.0	5.0
Talara	49/55; 58/62	Promedio	24.2	25.3	25.3	24.1	22.3	20.2	19.0	18.2	18.1	18.8	20.0	21.6	21.4
(90 metros)		Máx. media	30.7	31.6	31.8	30.9	29.3	26.7	25.1	25.1	25.0	25.4	26.4	28.1	28.0
		Mín. media	20.1	21.2	21.6	20.0	18.4	16.4	15.5	14.9	15.2	15.5	16.2	17.6	17.7
		Máx. absoluta	34.0	34.9	36.2	35.4	35.5	32.4	33.3	30.5	30.0	30.8	30.6	34.0	36.2
		Mín. absoluta	14.2	14.6	14.5	12.1	12.0	9.0	4.8	9.0	4.5	9.8	11.0	12.8	4.5
Trujillo	49/63	Promedio	20.6	21.9	21.7	20.2	19.1	18.1	17.5	17.0	16.7	16.9	17.7	19.1	18.9
(26 metros)		Máx. media	24.8	25.9	25.8	24.1	23.1	21.9	21.0	20.6	20.3	20.7	21.7	23.2	22.8
		Mín. media	16.2	17.6	17.5	16.3	15.1	14.5	14.0	13.8	13.6	14.2	14.1	15.0	15.2
		Máx. absoluta	30.0	31.0	31.0	29.4	30.5	28.0	27.0	27.0	26.0	26.0	25.2	29.1	31.0
		Mín. absoluta	12.0	12.3	13.0	11.8	10.1	9.5	9.8	10.1	9.6	11.0	10.2	11.4	9.5

/Cuadro 7 (cont.)

Cuadro 7 (cont.)

Estación	Período	Temperatura (Co)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Lima (Campo de Marte)	59/63	Promedio	22.0	23.2	22.7	21.1	18.8	16.5	15.6	15.7	15.8	16.9	18.2	20.1	18.9
		Máx. media	25.2	26.8	26.3	24.7	21.7	18.5	17.4	17.6	17.9	19.4	20.7	22.9	21.6
		Mín. media	18.7	19.6	19.0	17.5	15.9	14.3	13.8	13.8	13.7	14.4	15.6	17.3	16.1
		Máx. absoluta	28.7	29.6	29.6	28.0	26.5	22.6	21.9	20.7	22.0	22.5	23.0	26.3	29.6
		Mín. absoluta	16.3	16.5	15.5	15.0	13.7	11.5	11.5	12.4	12.0	13.0	13.5	15.1	11.5
Sierra															
Aeroscocha (4 520 metros)	47/61	Promedio	3.7	3.7	3.9	3.6	2.8	1.9	1.3	1.6	2.2	2.9	3.2	3.5	2.9
		Máx. media	9.3	8.9	8.8	9.6	9.9	9.9	10.0	10.4	10.2	10.8	10.7	10.1	9.9
		Mín. media	-1.8	-1.1	-1.5	-2.5	-4.2	-6.0	-7.5	-7.4	-5.7	-4.9	-4.3	-3.1	-4.2
		Máx. absoluta	24.0	15.0	23.0	15.0	18.0	15.8	16.2	16.8	17.0	19.0	18.0	21.0	24.0
		Mín. absoluta	-9.0	-7.0	-8.0	-8.8	-10.0	-11.0	-15.0	-14.0	-13.8	-13.6	-11.8	-11.0	-15.0
Antiquilla (2 500 metros)	54/55; 59/63	Promedio	15.0	14.9	14.8	14.6	14.0	12.8	12.6	13.3	14.2	14.3	14.5	14.5	14.1
		Máx. media	21.9	21.7	22.4	22.7	22.8	22.2	21.9	22.3	22.8	23.4	23.3	22.6	22.5
		Mín. media	9.3	9.8	8.7	7.6	6.6	5.0	4.9	5.4	7.0	6.4	7.0	8.1	7.1
		Máx. absoluta	25.9	26.3	26.3	26.3	26.3	25.3	25.6	26.3	26.1	29.4	28.1	26.8	29.4
		Mín. absoluta	3.1	5.3	3.2	0.5	1.7	0.0	-3.2	-1.0	1.5	-1.0	-3.0	1.7	-3.2
Cajamarca (2 621 metros)	44/48; 58/60	Promedio	15.5	15.8	15.6	15.3	14.7	14.6	14.6	14.8	15.6	15.5	15.8	15.4	15.3
		Máx. media	21.2	21.2	21.4	21.4	21.5	22.1	21.9	22.1	22.0	21.9	22.5	22.2	21.8
		Mín. media	9.7	10.4	10.3	9.2	7.7	7.1	7.3	7.6	9.2	8.8	9.6	9.3	8.9
		Máx. absoluta	29.8	27.3	26.0	25.6	26.6	26.4	26.8	27.0	28.0	28.4	28.7	28.4	29.8
		Mín. absoluta	2.8	4.8	5.6	3.4	-2.8	-2.0	-0.5	1.7	2.6	-1.0	-1.6	1.3	-2.8
Chuquibambilla (3 910 metros)	32/45	Promedio	8.1	8.1	8.2	7.4	5.4	3.4	3.7	4.9	7.1	8.1	8.6	8.4	6.8
		Máx. media	16.9	16.7	17.2	17.4	16.9	16.2	16.6	17.9	18.6	19.5	19.9	18.6	17.7
		Mín. media	2.3	2.6	1.8	-0.7	-5.3	-9.3	-9.2	-8.0	-3.7	-1.9	-0.4	0.6	-2.6
		Máx. absoluta	27.5	24.0	24.0	23.0	23.0	21.6	24.0	24.8	26.0	28.0	30.4	28.0	30.4
		Mín. absoluta	-8.0	-4.5	-10.0	-13.5	-15.5	-20.5	-22.4	-20.1	-15.0	-19.5	-10.0	-9.4	-22.4
Cuzco (3 312 metros)	55/63	Promedio	12.6	11.8	13.6	12.9	11.5	10.6	10.2	11.7	12.5	13.8	13.7	13.6	12.4
		Máx. media	18.8	18.5	18.9	19.1	18.8	18.9	18.9	19.8	19.6	21.0	20.8	19.9	19.4
		Mín. media	6.7	7.1	6.2	5.3	3.4	1.2	1.1	2.2	4.6	5.9	5.8	6.5	4.7
		Máx. absoluta	23.8	23.5	24.4	24.0	23.1	25.1	23.2	25.0	26.3	25.9	26.8	26.6	26.8
		Mín. absoluta	2.1	1.5	2.0	0.7	-2.7	-4.5	-3.4	-3.6	-2.7	0.2	-0.6	2.8	-4.5

/Cuadro 7 (cont.)

Cuadro 7 (cont.)

Estación	Período	Temperatura (Cº)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Huancayo	44/51; 58/63	Promedio	12.0	11.6	11.6	11.2	10.4	9.5	8.8	10.4	12.3	12.5	12.7	12.4	11.3
(3 350 metros)		Máx. media	18.3	17.6	17.8	18.6	19.0	18.9	18.8	19.8	19.6	20.0	20.2	19.2	19.0
		Mín. media	6.7	6.7	6.2	4.3	2.4	0.3	0.2	1.0	4.4	5.6	5.9	6.2	4.2
		Máx. absoluta	24.0	22.6	22.4	22.7	22.5	23.4	21.7	24.4	23.8	24.6	25.6	24.6	25.6
		Mín. absoluta	0.4	0.9	-0.5	-4.2	-6.4	-8.6	-8.7	-5.6	-2.2	-2.7	-3.0	-2.5	-8.7
Imata	38/40; 43/50;	Promedio	5.3	5.5	5.5	4.3	2.4	0.6	0.2	0.9	2.6	3.3	4.1	5.1	3.3
(4 405 metros)	52/53; 55/63	Máx. media	12.7	12.4	12.9	13.5	13.0	12.3	12.3	13.2	14.0	15.0	15.4	14.6	13.4
		Mín. media	-2.0	-1.3	-2.1	-4.7	-8.3	-11.4	-12.1	-11.4	-8.8	-8.1	-7.1	-4.0	-6.8
		Máx. absoluta	27.0	22.0	23.8	22.0	21.0	21.0	21.6	21.2	21.2	21.3	24.6	22.6	27.0
		Mín. absoluta	-12.0	-8.2	-13.8	-17.2	-20.8	-19.8	-25.0	-21.5	-19.4	-19.8	-17.6	-17.0	-25.0
Amazonas															
Iquitos	49/63	Promedio	26.4	26.2	26.1	25.8	25.9	25.4	25.2	25.9	26.6	26.4	26.8	26.9	26.1
(126 metros)		Máx. media	31.8	31.6	31.6	31.1	31.0	30.8	30.9	32.1	32.7	32.4	32.3	32.1	31.7
		Mín. media	21.6	21.2	21.5	21.4	21.3	21.3	20.0	20.2	20.7	21.3	21.6	21.5	21.1
		Máx. absoluta	36.0	36.0	36.0	36.0	35.4	36.0	35.9	37.0	37.2	37.0	37.5	36.5	37.5
		Mín. absoluta	17.0	17.0	17.0	18.0	16.5	15.0	13.5	11.2	14.5	17.0	18.0	17.4	11.2
Pucallpa	50/63	Promedio	26.9	26.2	26.0	25.9	25.7	25.2	25.2	26.4	27.0	26.7	26.8	27.0	26.2
(150 metros)		Máx. media	32.7	31.9	31.7	31.3	31.5	31.1	31.5	33.3	33.7	32.7	32.5	33.0	32.2
		Mín. media	21.9	21.7	21.7	21.4	20.6	19.9	19.2	19.6	20.6	21.3	21.3	21.7	20.9
		Máx. absoluta	42.0	40.8	36.5	37.8	37.7	37.7	36.7	40.6	39.6	39.0	38.0	38.0	42.0
		Mín. absoluta	17.1	17.6	15.9	17.0	11.0	11.0	9.7	6.3	9.2	15.0	10.5	15.2	6.3
San Ramón	45/46; 48;	Promedio	23.8	23.8	24.0	22.8	22.3	21.5	22.2	23.2	24.0	22.7	23.8	24.0	23.2
(800 metros)	53/63	Máx. media	29.6	29.2	28.9	29.6	29.5	29.2	29.3	31.0	31.2	30.4	30.2	30.1	29.9
		Mín. media	18.1	18.0	18.9	17.6	16.9	15.6	15.0	15.6	17.0	17.7	17.7	17.2	17.1
		Máx. absoluta	38.0	34.0	33.8	34.4	34.0	32.7	34.2	36.2	37.5	35.8	35.6	36.0	38.0
		Mín. absoluta	9.0	9.0	9.0	9.0	8.2	8.2	8.9	9.0	11.0	10.0	11.2	10.5	8.2

/b) Evaporación

b) Evaporación

La evaporación, como causa de la pérdida de una parte del agua de un lugar, tiene manifiesta importancia en el país.

En el cuadro 8 se da la evaporación media para algunos lugares ubicados en diferentes regiones del país. Por la dificultad de encuadrar un período uniforme, y dado que pueden obtenerse valores aceptables de evaporación media en pocos años (en algunos casos bastan unos cinco años para obtener un promedio representativo) se optó por presentar algunas estaciones, indicando sus años de registro. Estos datos, lo mismo que su análisis, deben considerarse provisionales.

Como primera observación se debe señalar la gran variación en los totales anuales, que van desde 464 mm en Campo de Marte (Lima) hasta 2 935 mm en Moquegua. Para establecer una correcta comparación de las variaciones que experimenta la evaporación a lo largo del año se pueden apreciar los valores medios diarios por meses.

En la zona costera, que se halla bajo la influencia de las capas de nubes del tipo estrato en el período invernal, se nota una disminución en esos meses y un marcado aumento en el verano (Campo de Marte y Manchay Bajo). En el norte de la Costa, la variación estacional es menos definida y los totales anuales mucho mayores (El Alto y Guadalupe).

En otras regiones, como la Sierra, los totales anuales son muy variables, aumentando la evaporación en la primavera y disminuyendo en el verano.

En zonas más bajas y húmedas, como Chachapoyas y San Ramón, se nota una apreciable disminución de los totales anuales, con valores mayores hacia el final de invierno y menores en el verano.

En el sector del Lago Titicaca, los máximos mensuales se observan en verano y los mínimos en invierno.

c) Heliofanía efectiva

La radiación solar tiene gran importancia desde el punto de vista hidrometeorológico, por ser uno de los factores que favorece en gran medida la evaporación. Al no disponer de registros de radiación, es útil apreciar la heliofanía efectiva media, en horas de sol mensuales y anuales registradas en algunos lugares del país (véase el cuadro 9).

/Cuadro 8

Cuadro 8

PERU: EVAPORACION MEDIA, MENSUAL Y ANUAL

(mm/día y mm)

Estación	Período	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Amazonas														
Chachapoyas	44/50	2.0	1.9	1.5	1.8	2.2	2.2	2.5	3.1	2.7	2.4	3.0	2.6	849.5
San Ramón	45; 54/63	1.0	0.9	1.0	1.0	1.2	1.3	1.4	1.7	1.5	1.4	1.4	1.2	435.4
Costa														
Campo de Marte	45/48; 53/59	1.9	2.1	1.9	1.6	1.2	0.9	0.9	0.8	0.9	1.1	1.3	1.4	
El Alto	35/36; 41/49; 51/60	5.2	5.0	5.2	5.5	5.1	4.4	3.9	3.8	3.7	3.9	4.1	4.9	1 633.0
Guadalupe	46/48; 54/56	5.7	6.0	5.5	5.1	4.5	5.3	5.3	5.0	5.0	5.0	4.5	4.7	1 871.7
Manchay Bajo	55/58	5.0	4.9	4.7	4.1	2.8	1.8	1.8	1.5	2.0	3.3	4.4	4.5	1 236.9
Sierra														
Desaguadero	57/61	4.7	4.5	4.6	4.2	3.9	3.5	3.7	4.5	5.2	5.2	5.7	5.6	1 687.4
Chuquibambilla	32/33; 35/45; 56; 60/61	5.0	4.9	5.2	5.0	4.9	5.0	5.1	5.3	5.2	5.3	5.2	4.8	1 852.8
Huancayo	54/63	5.1	4.3	4.4	4.4	4.5	4.8	5.7	6.2	6.1	6.5	6.8	6.3	1 983.1
Imata	38/40; 43/50; 52/53; 58/62	3.0	3.1	3.2	3.5	3.8	3.2	3.7	3.8	4.0	4.5	4.9	3.9	1 357.7
Moquegua	32/42; 44/48; 51; 53	7.0	7.2	7.8	7.5	7.3	7.6	7.8	9.0	9.5	9.4	9.3	7.8	2 957.7
Pacococha	43/48	3.1	3.3	3.0	3.1	3.1	3.1	3.7	4.2	3.6	3.5	3.9	3.2	1 242.3

/Cuadro 9

Cuadro 9

PERU: HORAS DE SOL, MEDIA MENSUAL Y ANUAL

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Amazonas													
Chachapoyas	201	185	201	204	242	219	239	239	207	226	237	217	2 617
San Ramón	105	81	115	141	171	183	198	205	153	146	138	130	1 766
Costa													
Campo de Marte	195	204	233	207	167	57	31	34	33	90	105	140	1 496
Cartavio	211	183	212	200	214	144	134	137	152	179	206	224	2 196
La Molina	182	187	223	223	154	73	61	67	91	134	159	187	1 741
Manchay Bajo	194	182	204	174	152	85	71	64	98	144	201	205	1 774
Negritos	224	175	211	228	231	224	186	218	210	252	252	234	2 645
Sierra													
Chuquibambilla	186	179	198	219	251	246	254	242	219	223	222	189	2 628
Desaguadero	208	213	260	258	279	283	303	281	250	256	246	234	3 071
Huancayo	171	154	195	165	220	216	245	233	186	201	198	189	2 373
Imata	149	143	177	207	254	279	285	285	252	267	237	186	2 721
Moquegua	211	210	270	285	267	288	301	301	300	319	312	251	3 315
Pacococha	167	150	169	192	254	281	302	295	232	239	225	181	2 687

/El menor

El menor total anual corresponde a Lima, con 1 496 horas; los mínimos mensuales de esta ciudad son muy bajos de junio a setiembre y los máximos muy altos en los primeros meses del año; La Molina presenta un cuadro análogo, pero con unas 250 horas anuales más.

La mayor insolación - 3 315 horas - se observa en Moquegua, zona de clima totalmente árido. Allí hay más horas de sol en la segunda mitad del año y menos horas de sol en el verano.

En la región de la Sierra y zonas más bajas hacia el oriente, hay más horas de sol hacia mediados del año y menos en el verano. Este régimen responde a la mayor nubosidad de la época de más lluvias. Los totales anuales varían para esa zona, entre 1 766 en San Ramón y 2 721 en Imata.

d) Clasificación climática

Aunque todo el país está en la zona tropical, la circulación de la atmósfera y el relieve orográfico, de manera especial, producen una amplia variedad de tipos y subtipos de climas que van desde el tropical más húmedo de la cuenca amazónica al de las grandes alturas nevadas, llegando al de extrema aridez de la costa del Pacífico.

No es fácil delimitar las zonas climáticas en las regiones montañosas cuyos valles, laderas y mesetas, presentan a ese respecto características diferentes que a su vez varían de un lugar a otro según la altura y orientación y según la circulación de la atmósfera. Esa dificultad ha contribuido en parte a que no existan mapas climáticos que definan con precisión las divisiones de los diferentes tipos en todo el país.

El estudio del clima más completo efectuado en el país es el mapa ecológico [2/] de J.A. Tosi (Jr.), basado en el sistema de clasificación de formaciones vegetales de L.R. Holdridge.[3/]

Esta clasificación individualiza en el Perú 35 formaciones vegetales obtenidas sobre la base de intervalos de la precipitación anual, de la temperatura media anual y de la relación de evapotranspiración (cociente

---

2/ J.A. Tosi (Jr.), "Zonas de vida natural en el Perú" Boletín Técnico Nº 5 (1960), Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA.

3/ L.R. Holdridge, "Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data", Science, 105 (2727): 367-368 (1947).

/entre la

entre la evapotranspiración y la precipitación). El laborioso mapa ecológico, obtenido en escala 1: 1 000 000, permite apreciar las diferencias que se presentan según la altura del terreno, en valles relativamente estrechos, así como localizar zonas pequeñas de formaciones vegetales diferentes

En el cuadro 10 se da la superficie que abarca cada una de las formaciones vegetales y los porcentajes que representan en el total del país. Las divisiones más grandes que corresponden a las de bosque seco tropical y bosque húmedo tropical, o sea las zonas con más de 24°C de temperatura media anual y precipitaciones que varían entre 1 000 y 4 000 milímetros (1 000 a 2 000 para bosque seco y 2 000 a 4 000 para bosque húmedo) representan el 45.50 por ciento del país. Otras zonas de gran superficie son las de bosque muy húmedo subtropical (temperatura entre 17° y 24° y precipitación entre 2 000 y 4 000 milímetros) con 6.57 por ciento; desierto subtropical (temperatura entre 17° y 24° y precipitación hasta 125 milímetros) con 5.90 por ciento y bosque húmedo montano (temperatura entre 6° y 12° y precipitación entre 500 y 1 000 milímetros) con 4.87 por ciento.

Con criterio mucho más simplista, se pueden presentar las grandes divisiones climáticas del país según cinco grandes formaciones vegetales. Estas divisiones que aparecen en el mapa 1 son las siguientes:

División	Kilómetros cuadrados	Porcentaje de la superficie del país
1. Arida y semiárida	188 206	14.64
2. Subhúmeda	166 371	12.96
3. Montaña o altura	174 506	13.58
4. Templada húmeda	150 088	11.67
5. Tropical y subtropical húmeda	606 057	47.15
		100.00

La zona árida y semiárida comprende todas las áreas en que la relación de evapotranspiración es igual a 2.00 o más. Es decir, todas las áreas en que la precipitación es muy deficitaria.

La zona subhúmeda abarca las áreas en que la relación de evapotranspiración varía entre 1.00 y 2.00, o sea donde la precipitación es ligeramente deficitaria.

/Cuadro 10

Cuadro 10

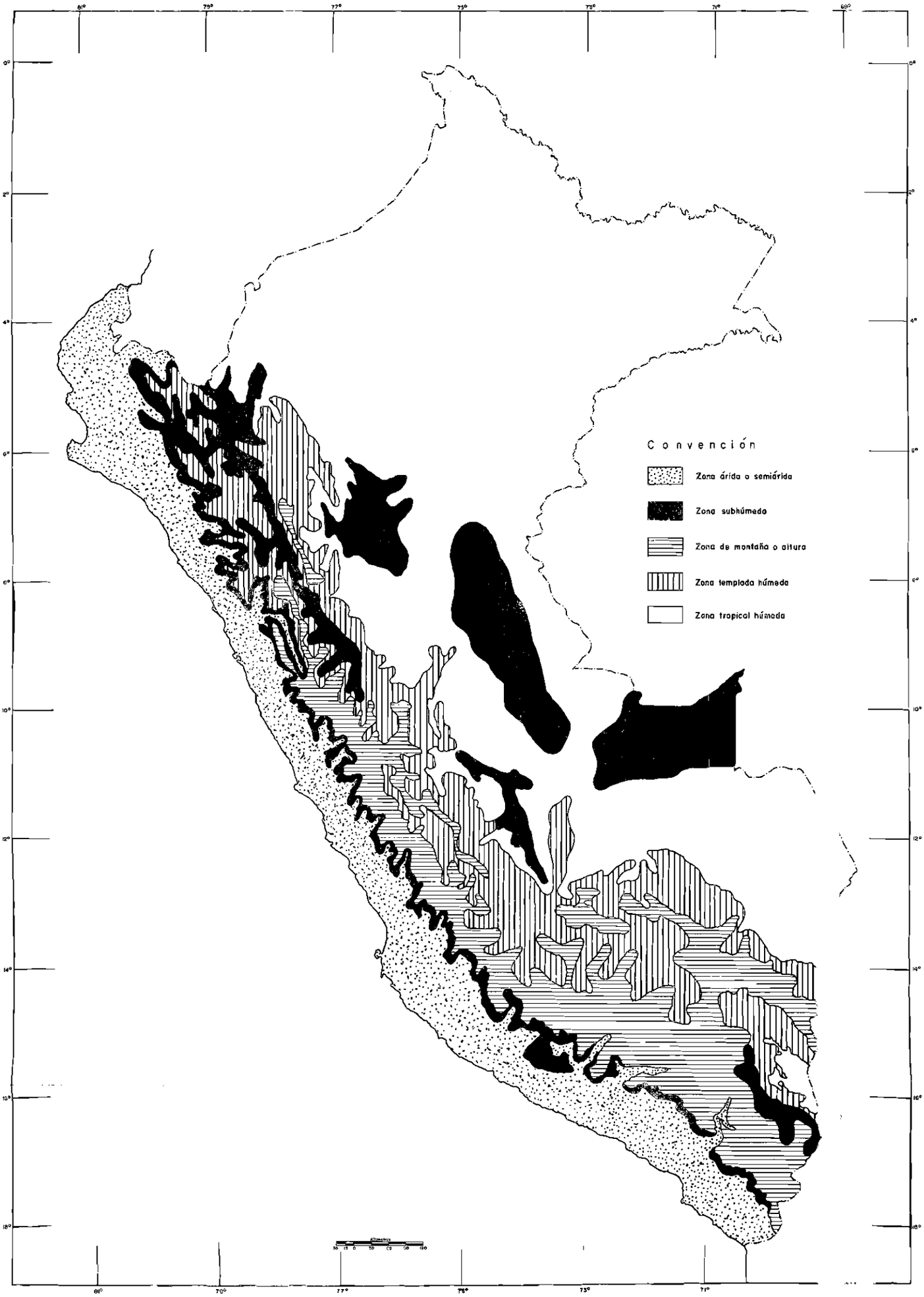
PERU: SUPERFICIE DE LAS FORMACIONES VEGETALES Y SU RELACION CON LA SUPERFICIE TOTAL DEL PAIS

Formación vegetal	Superficie total en km^2	Porciento de la superficie del país
Desierto subtropical	75 249	5.90
Desierto tropical	2 815	0.22
Desierto montano bajo	11 811	0.92
Desierto montano	283	0.02
Maleza desértica tropical	6 426	0.50
Maleza desértica subtropical	15 744	1.23
Maleza desértica montano bajo	16 566	1.29
Chaparral bajo montano bajo	7 647	0.60
Maleza desértica montano	13 623	1.06
Bosque espinoso tropical	8 945	0.70
Bosque espinoso subtropical	12 865	1.00
Estepa espinosa montano bajo	10 359	0.81
Chaparral alto montano bajo	527	0.04
Estepa montano	26 900	2.09
Bosque muy seco tropical	5 346	0.42
Bosque seco subtropical	14 420	1.12
Bosque seco montano bajo	24 946	1.94
Bosque húmedo montano	62 616	4.87
Maleza desértica subalpino y tundra húmeda alpino	23 789	1.85
Páramo húmedo subalpino y tundra muy húmeda alpino	42 091	3.28
Páramo muy húmedo subalpino y tundra pluvial alpino	75 738	5.89
Formación pluvial subalpino y tundra pluvial alpino	8 045	0.63
Formación nival	24 843	1.93
Bosque muy húmedo montano	28 146	2.19
Bosque pluvial montano	4 730	0.37
Bosque húmedo montano bajo	27 786	2.16
Bosque muy húmedo montano bajo	24 869	1.94
Bosque pluvial montano bajo	1 941	0.15
Bosque húmedo subtropical	30 640	2.38
Bosque muy húmedo subtropical	84 439	6.57
Bosque pluvial subtropical	5 629	0.44
Bosque muy húmedo tropical	694	0.05
Bosque seco tropical	100 105	7.79
Bosque húmedo tropical	484 655	37.71
Total	1 285 215	100.00

/Mapa 1

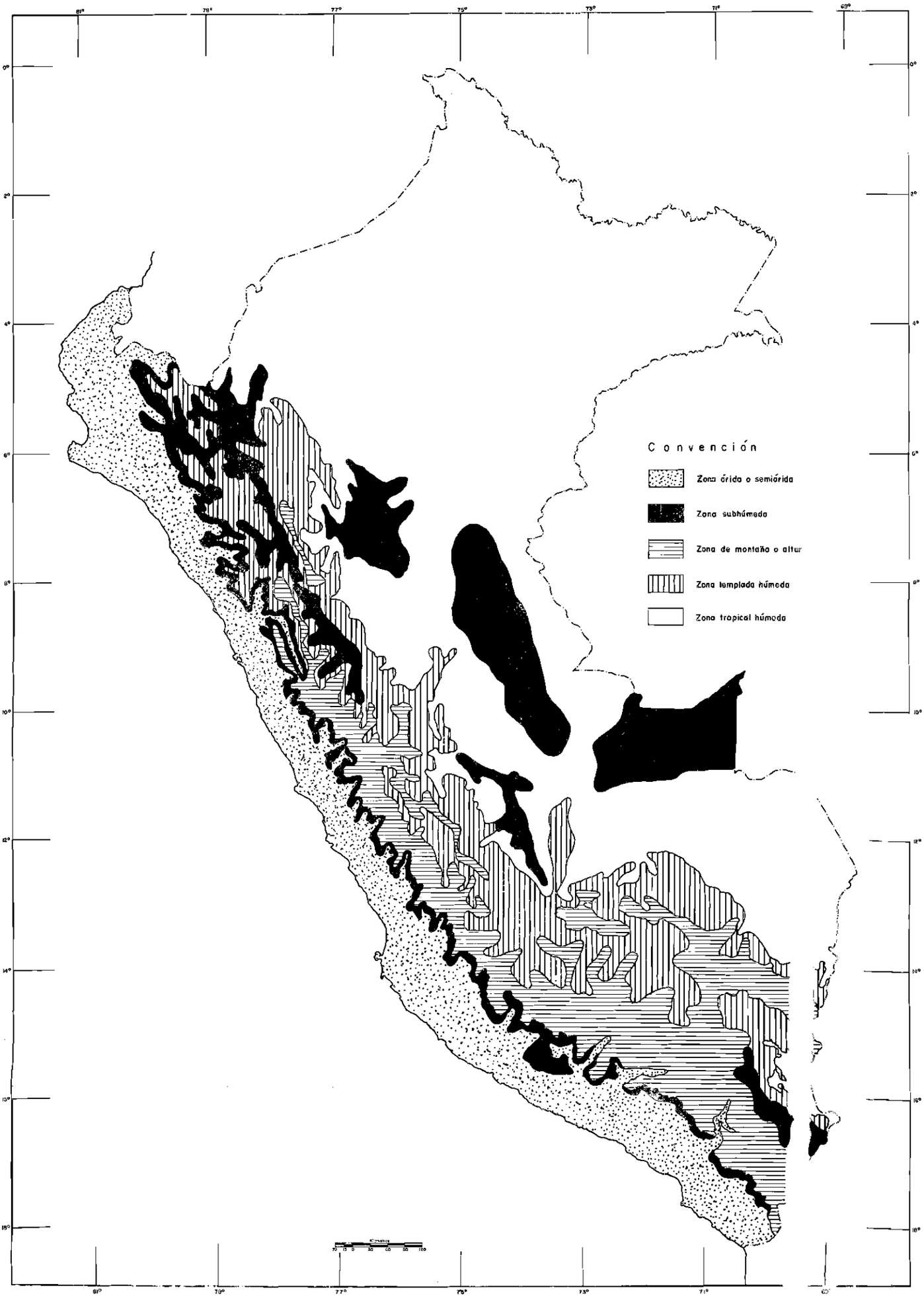
PERU : MAPA ECOLOGICO

Mapa 1



PERU : MAPA ECOLOGICO

Mapa 1



La zona de montaña o altura comprende todas las regiones donde la temperatura media anual es inferior a 6°C; estas regiones se hallan aproximadamente por encima de los 4 000 metros sobre el nivel del mar.

La zona templada húmeda incluye las áreas cuya temperatura media anual varía entre 6° y 17° y en que las relaciones de evapotranspiración son menos de 1.00.

La zona tropical y subtropical húmeda abarca las áreas cuya temperatura media anual es superior a 17°C (subtropicales entre 17° y 24°, tropicales superiores a 24°) y en que las relaciones de evapotranspiración son menos de 1.00. Es una zona de gran importancia, pues representa el 47.15 por ciento del país.

B. LAS LLUVIAS

1. Distribución geográfica de las precipitaciones

No fue fácil disponer de un mapa de la precipitación anual media del Perú, ya que la Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales terminó un mapa de esta clase sólo cuando se realizaba la misión. Indudablemente la deficiencia y escasez de los datos le impidió prepararlo antes. El mapa da un panorama general de la distribución geográfica de la precipitación media anual en el país, y se irá mejorando con los datos que seguirán proporcionando las estaciones que en gran número se han instalado en todo el país desde 1962.

Ese mayor aporte de datos, que supondrá varios años de registro para que los promedios sean más o menos representativos, permitirá definir los regímenes de lluvias y de nevadas, sobre todo en zonas que comienzan a observarse, y también rectificar o confirmar los de otras regiones cuyos promedios se fijaron tras pocos años de observación.

De todas maneras, se estima que el cuadro general de las precipitaciones anuales se modificará poco.

Las precipitaciones anuales en el Perú varían mucho. En la costa del Pacífico hay lugares donde prácticamente no llueve nunca - en Pisco, por ejemplo, cae un promedio anual de 1.7 milímetros. En cambio en otros, como en la región de Tingo María, en la vertiente oriental de Los Andes, caen unos 4 500 milímetros.

/Las isoyetas

La isoyetas medias anuales (véase el mapa 2) se orientan en líneas generales de noroeste a sudeste, aumentando su valor desde el sudoeste hacia el nordeste. Partiendo de la costa del Pacífico, donde las precipitaciones pueden considerarse nulas, las isoyetas aumentan a medida que se asciende en la Cordillera. La zona costera tiene lluvias inferiores a los 100 milímetros y en una gran parte - la más próxima al mar - inferiores a los 20 milímetros. Sin embargo, en los departamentos de Piura y Tumbes las precipitaciones alcanzan a los 1 000 milímetros en las primeras estribaciones de la Cordillera. En las zonas próximas a la divisoria de las aguas Atlántico-Pacífico se observan, igualmente, valores altos comparados con los de la zona costera.

Las isoyetas, que en la Costa son paralelas, se vuelven sinuosas sobre todo en el macizo andino reflejando los efectos orográficos locales. En la vertiente oriental de los Andes las precipitaciones siguen aumentando y la isoyeta 2 000 parece que separara toda la Cordillera de los Andes de los llanos amazónicos.

Al pie de los Andes se destacan tres centros de altas precipitaciones que interrumpen el aumento más o menos progresivo de las lluvias hacia el nordeste. Este aumento de la precipitación se produce por el efecto orográfico de los Antes, que origina el ascenso sobre éstos de las masas de aire tropical de la zona amazónica. El centro de más al norte, de 4 000 milímetros, está al noroeste de Yurimaguas, al pie de la Cordillera oriental. El más central, con una isoyeta de 4 500 milímetros, está ubicado entre Pucallpa y Tingo María y parece ser la región de precipitaciones más altas del país. El de más al sur, al pie de la Cordillera de Vilcanota, en la zona de Quincemil, también está formado por una isoyeta de 4 500 milímetros.

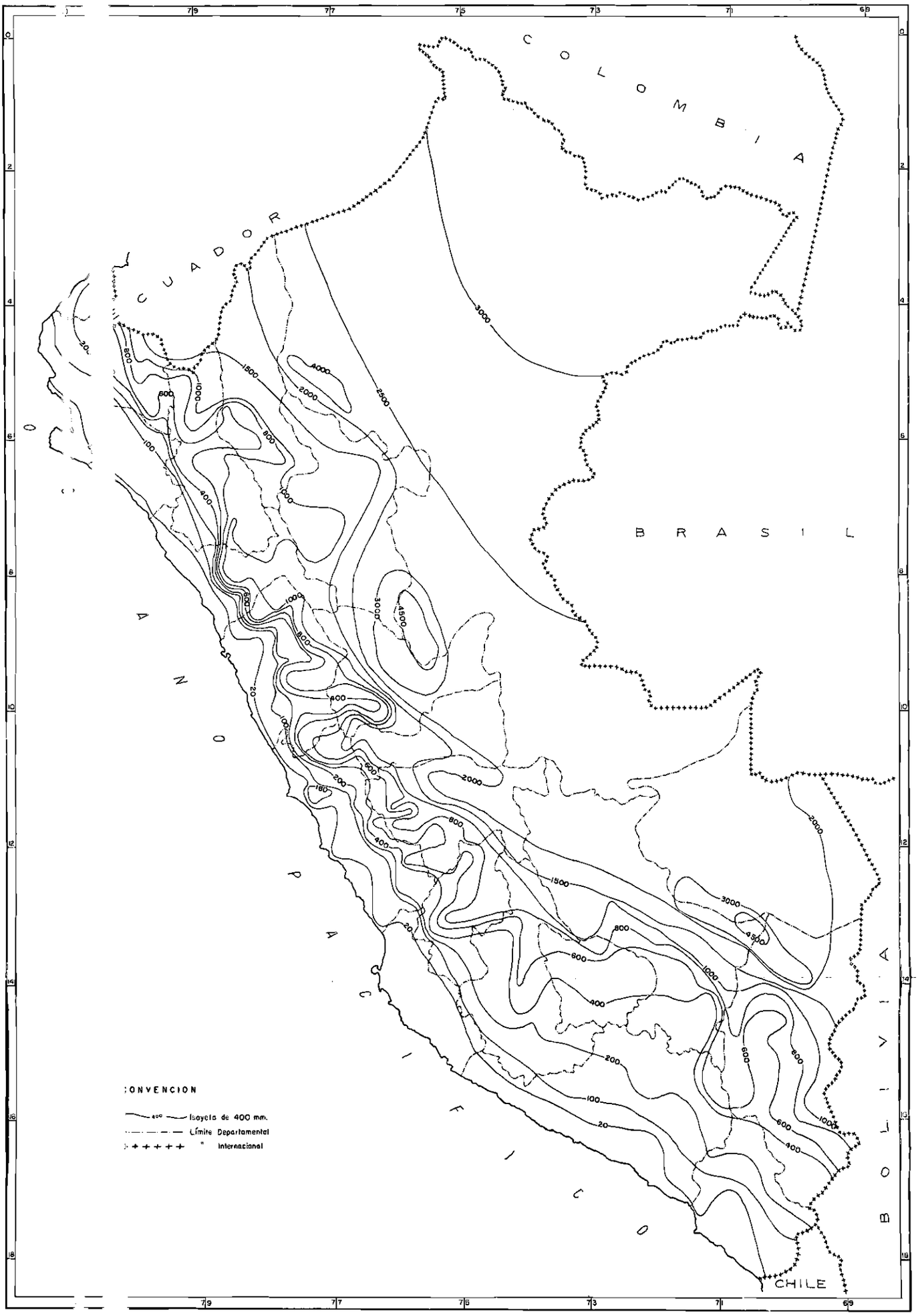
En la cuenca del Titicaca, en territorio peruano, las precipitaciones anuales fluctúan entre los 200 milímetros en el extremo sur del Altiplano y los 1 000 milímetros en los sectores norte y noreste de la cuenca.

No sería de extrañar que, una vez que se disponga de mayor cantidad de observaciones se puedan localizar otros centros más lluviosos, pues es improbable que el efecto orográfico señalado no se manifieste en algún grado a lo largo de la Cordillera.

/Mapa 2

PERU : ISO[illegible]AS MEDIAS ANUALES

Mapa 2



En general, las precipitaciones continúan aumentando hacia la zona de Iquitos donde alcanzan a más de 3 000 milímetros anuales en el extremo nordeste del departamento de Loreto.

2. Distribución anual de las precipitaciones

La distribución de las precipitaciones a lo largo del año no es uniforme y podrían distinguirse diversos tipos de variación anual. Su conocimiento es fundamental desde el punto de vista hidrológico, sobre todo en la parte de la cuenca situada antes de los aprovechamientos y, desde el punto de vista agronómico, en las zonas de cultivos.

Las variaciones se producen, en primer término, por la variación anual de la radiación solar, que afecta directamente a la circulación atmosférica general y ésta a su vez a la estructura de las masas de aire portadoras de la humedad.

El análisis de la distribución anual de la precipitación se limitó a un conjunto de unas 25 estaciones, distribuidas en diferentes regiones del país, cuyas observaciones abarcaban períodos relativamente largos y más o menos coincidentes. En la mayoría de ellas el período considerado era el de 1944 a 1963.

En el análisis siguiente, lo mismo que en los cuadros relativos a la distribución de las estaciones, se tomaron como base las grandes cuencas hidrográficas del país, sin pretender por ello inferir que los regímenes climáticos cambien en las divisorias de las aguas.

En los totales anuales extremos de precipitación que van prácticamente desde 0 hasta más de 4 500 milímetros, pueden distinguirse dos regímenes principales de distribución de las precipitaciones a lo largo del año.

En la vertiente del océano Atlántico, en la zona amazónica, predomina un régimen de precipitaciones que se caracteriza por presentar un período más lluvioso, de octubre a abril/mayo, en que suelen aparecer dos máximos mensuales principales, uno de octubre a diciembre y el otro, con preferencia, en marzo. El mínimo de precipitación mensual se presenta con marcada regularidad en julio o agosto (véase el cuadro 11 y el mapa 3).

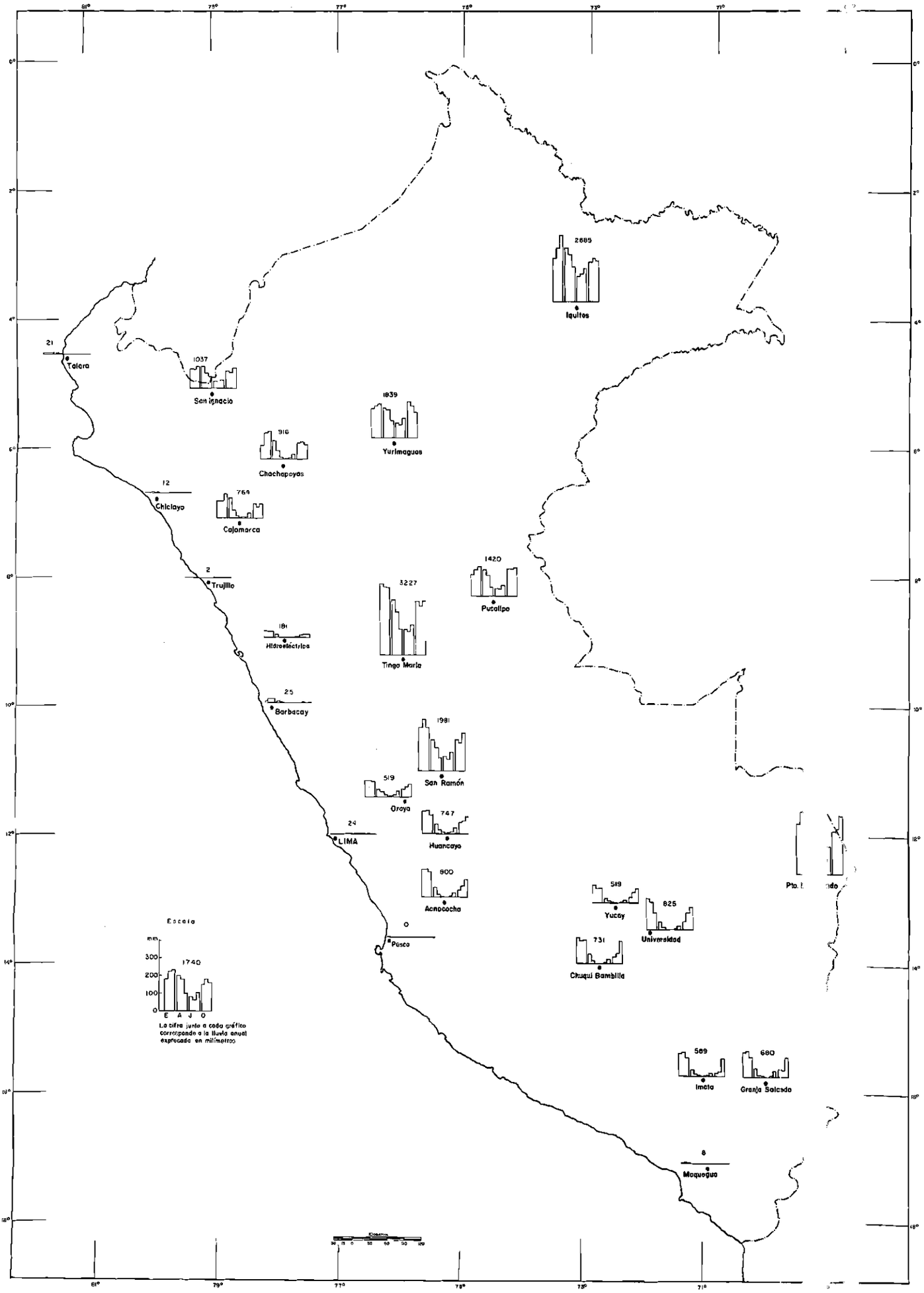
/Cuadro 11

Cuadro 11

PERU: DISTRIBUCION ANUAL DE LA PRECIPITACION

Cuenca	Precipitaciones medias (mm)												Año
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Amazonas													
Iquitos	248.4	305.7	376.9	303.6	267.9	195.7	141.1	156.3	189.7	223.8	246.4	229.5	2 885.0
San Ignacio	110.4	106.8	123.5	122.8	82.8	66.5	40.3	35.3	46.6	96.7	88.4	116.9	1 037.0
Yurimaguas	174.0	192.4	200.4	172.2	165.1	100.3	89.9	77.7	119.0	211.0	187.8	149.0	1 838.8
Chachapoyas	81.5	156.9	167.6	110.4	49.5	11.2	6.1	9.2	32.9	98.8	103.3	88.4	915.8
Cajamarca	98.7	96.6	134.3	112.0	43.5	11.8	5.2	5.3	30.0	83.5	62.3	79.8	763.9
Pucallpa	123.9	152.1	172.7	155.0	120.7	52.7	46.5	44.4	64.8	160.5	158.8	167.8	1 419.9
Tingo María	403.9	387.6	381.7	312.9	244.3	149.4	149.4	133.7	170.7	306.7	277.5	309.4	3 227.2
San Ramón	246.8	296.4	241.9	178.0	131.5	77.1	83.6	63.7	109.5	179.2	158.1	215.1	1 980.9
La Oroya, Exper.	94.0	88.2	84.4	39.0	25.5	14.3	7.1	13.8	33.7	45.5	59.9	71.2	576.6
Oroya (Hidro.)	91.2	90.8	87.9	42.4	30.2	11.8	8.5	13.4	36.4	47.8	59.2	76.0	594.6
Huancayo	130.0	135.3	107.4	54.9	22.3	9.1	6.0	8.9	34.4	66.3	72.4	99.9	756.9
Puerto Maldonado	284.6	349.5	373.0	229.2	106.9	128.4	92.5	75.3	152.6	238.3	257.6	329.3	2 617.2
Acnococha	161.8	162.0	148.3	60.1	17.3	4.3	1.9	8.0	25.1	43.3	65.1	102.8	800.0
Yucay	105.8	85.6	87.9	25.0	10.4	5.4	1.1	3.6	15.8	32.9	61.9	83.7	519.1
Universidad	180.6	160.5	100.6	49.1	12.8	2.4	3.1	7.5	23.9	50.5	101.4	132.8	825.2
Pacífico													
Talara	4.7	4.3	5.8	5.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	20.7
Chiclayo	1.1	1.5	3.0	2.7	0.2	0.02	0.03	0.02	0.2	0.8	0.6	1.3	11.5
Trujillo	0.1	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	0.02	0.6	0.05	0.2	0.0	0.05	2.0
Hidroeléc. (C. del Santa)	37.9	34.6	34.9	16.5	0.6	0.2	0.0	0.7	2.6	13.5	19.1	20.6	181.2
Barbacay	10.4	25.8	27.4	13.4	4.3	0.7	0.1	0.6	1.4	5.8	1.1	4.3	95.3
Lima (Campo de Marte)	0.6	0.4	0.5	0.1	1.7	3.1	4.5	5.0	4.7	2.1	0.9	0.5	24.1
Pisco	0.05	0.05	0.3	0.0	0.02	0.1	0.1	0.3	0.2	0.4	0.1	0.1	1.7
Imata	130.2	138.0	104.3	37.6	11.1	3.0	1.9	2.6	18.2	15.2	26.0	100.8	588.9
Antiquilla	31.8	41.5	8.2	0.8	1.3	0.0	0.0	0.0	2.0	0.04	0.6	20.3	106.5
Moquegua	2.7	3.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.9
Titicaca													
Chuquibambilla	148.3	127.8	134.0	51.8	11.8	2.0	1.0	3.0	26.1	40.5	58.6	126.3	731.2
Granja Salcedo	136.6	148.0	109.6	45.5	7.8	4.7	2.5	5.3	32.6	41.1	36.8	109.9	680.4

PERU : DISTRIBUCION ANUAL DE LA PRECIPITACION EN ESTACIONES SELECCIONADAS **Mapa 3**



Estas características de las precipitaciones aparecen no sólo en la zona amazónica sino que se extienden también hacia el sur, a un amplio sector de la región andina, hasta la latitud 11°, perteneciente a la cuenca del océano Pacífico.

El otro régimen conserva la característica de más lluvia en el verano, pero es algo más corto, pues termina en marzo o abril y además presenta un solo máximo mensual, que ocurre entre enero y marzo. Las precipitaciones mensuales menores son en julio o agosto.

Este régimen que se presenta sobre todo en la zona andina desde La Oroya (Junín) hacia el sur, abarca zonas de la vertiente del Pacífico y del Atlántico.

Cabe mencionar que la transición entre ambos regímenes se produce en forma gradual y por disminución del máximo que ocurre hacia el final del año.

En ambos regímenes es importante poder conocer la distribución de las precipitaciones en el período lluvioso o verano y período de escasas precipitaciones o invierno.

En el régimen de dos máximos anuales, el porcentaje de lluvia que cae entre octubre y marzo varía desde 56.5 por ciento en Iquitos hasta 76.1 en Chachapoyas (véase el cuadro 12). En el régimen de un solo máximo, la concentración de las lluvias en el verano es mayor pues varía de 76.0 por ciento en La Oroya (hidroeléctrica) hasta 88.2 por ciento en Yucay.

En la vertiente del océano Pacífico, las precipitaciones son muy escasas como se señaló, pero dentro de ese régimen de escasez hay un máximo principal en marzo y otro, de menor valor, en octubre o en setiembre (véase de nuevo el cuadro 11). Los meses con lluvias escasas o nulas ocurren con mayor frecuencia en invierno.

Sin embargo, en la Costa hay regiones en que la distribución anual de las lluvias es diferente. En la zona de Lima, por ejemplo, las lluvias abundan en los meses de julio y agosto, y los mínimos ocurren en el verano. En la estación hidroeléctrica (Corporación del Santa) hay un solo máximo (véase de nuevo el mapa 3).

/Cuadro 12

Cuadro 12

PERU: DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION POR SEMESTRES (OCTUBRE-MARZO Y ABRIL-SEPTIEMBRE)

Estación	Octubre-marzo	Porciento del año	Abril-septiembre	Porciento del año	Diciembre marzo	Porciento del año
Cuenca amazónica						
Iquitos	1 630.7	56.5	1 254.3	43.5		
San Ignacio	642.7	62.0	394.2	38.0		
Yurimaguas	1 114.6	60.6	724.3	39.4		
Chachapoyas	696.5	76.1	219.3	23.9		
Cajamarca	555.7	72.8	208.2	27.2		
Pucallpa	935.8	65.9	484.1	34.1		
Tingo María	2 066.8	64.1	1 160.4	35.9		
San Ramón	1 337.5	67.5	643.4	32.5		
La Oroya (Exp.)	443.2	76.8	133.4	23.2		
La Oroya (Hidro.)	451.9	76.0	142.7	24.0		
Huancayo	611.3	81.8	135.6	18.2		
Pto. Maldonado	1 832.3	70.0	784.9	30.0		
Acococha	683.3	85.4	116.7	14.6		
Yucay	457.8	88.2	61.3	11.8		
Universidad	726.4	88.0	98.8	12.0		
Vertiente del Pacífico						
Talara	15.0	72.5	5.7	27.5		
Chiclayo	8.3	72.2	3.2	27.8		
Trujillo	0.8	40.0	1.2	60.0		
Hidroeléctrica (C. del Santa)	160.6	88.6	20.6	11.4		
Barbacay	74.8	78.5	20.5	21.5		
Lima (Campo de Marte)	5.0	20.8	19.1	79.2		
Pisco	1.0	58.9	0.7	41.1		
Imata	514.5	87.4	74.4	12.6		
Antiquilla	102.4	96.1	4.1	3.9		
Moquegua	7.9	100.0	0.0	0.0		
Cuenca del Titicaca						
Chuquibambilla	635.5	86.9	95.7	13.1	536.4	73.4
Granja Salcedo	582.0	85.5	98.4	14.5	504.1	74.0

/Considerando los

Considerando los porcentajes semestrales se observa que, salvo en las estaciones de Trujillo y Lima (véase de nuevo el cuadro 12), siempre cae más del 50 por ciento de la precipitación entre octubre y marzo, y los porcentajes varían entre 58.9 en Pisco y 100 en Moquegua.

El fenómeno que se registra en Trujillo y en Lima - así como en otros lugares de la costa - de que la precipitación es mayor en invierno, se debe a la presencia de estratos bajos y nieblas en esa estación. Como se puede observar en el cuadro 9 la cantidad de lluvia medida es muy pequeña y no corresponde a las altas precipitaciones de tipos de nubes como cúmulo nimbo, altos estrato, etc. Conviene señalar, que desde el punto de vista hidrológico, estas anomalías no tienen significación alguna dada la escasez de la precipitación y la relativa pequeñez de la zona en que ocurren.

La Cordillera de Los Andes bloquea en gran medida el intercambio de masas de aire entre la cuenca amazónica y la vertiente del Pacífico. Las corrientes aéreas portadoras de humedad dejan caer gran parte de ella sobre el lado este de la cordillera. En verano, sin embargo, por la circulación general de la atmósfera, caen sobre la vertiente del Pacífico precipitaciones que se originan en las masas de aire de la zona amazónica.

En la cuenca del lago Titicaca se observa un régimen estacional con precipitaciones muy abundantes en el verano y escasas en el invierno. En el cuadro 12 se pudo apreciar que, en las dos estaciones consideradas, en el semestre de octubre a marzo cae más del 85 por ciento del total anual. Sin embargo, esa característica es más marcada que en el resto del país, pues si se consideran las lluvias de diciembre a marzo se observa que en ese lapso cae más del 73 por ciento. Valores coincidentes se han observado en otras zonas del Altiplano.[4/]

En el verano, la débil circulación general de la atmósfera en el oeste permite que circulen masas de aire muy húmedo al Altiplano que por efecto de la altitud y la temperatura más alta, forman diariamente grandes cúmulos y desencadenan frecuentes chaparrones y tormentas.

4/ CEPAL, Los recursos hidráulicos de América Latina, III, Bolivia y Colombia (E/CN.12/695), publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: 64.II.G.11.

/En el

En el invierno predomina una circulación del noroeste y oeste que aporta aire relativamente seco sobre el Altiplano, lo que explica la escasa precipitación en ese período.

Las grandes variaciones en la circulación general alteran el comienzo de la época de lluvias del Altiplano con graves perjuicios a la agricultura. Para investigar las probables causas meteorológicas de esas variaciones se debe tener un conocimiento profundo de las situaciones sinópticas de la región. Una vez determinadas éstas podrá encararse su posible pronóstico. Sin embargo, con los conocimientos actuales, los resultados prácticos en el futuro inmediato no podrán ir más allá de una indicación muy general para la próxima estación lluviosa.

3. Variabilidad relativa de la precipitación

Al estudiar la utilidad de las precipitaciones desde el punto de vista agrícola e hidrológico es de importancia considerar no sólo la distribución a lo largo del año, sino también las variaciones entre distintos años.

Con el fin de apreciar estas variaciones en los valores mensuales y anuales se calculó la variabilidad relativa, o sea, el cociente entre el valor medio de las desviaciones y el promedio expresado en porcentaje. Estos valores permiten apreciar la variabilidad anual y la mensual.

a) Variabilidad relativa anual

Las pocas observaciones de diversas estaciones que han permitido ese tipo de cálculo ofrecen resultados de interés. Estas se han agrupado según las tres grandes cuencas hidrográficas del país (véase el cuadro 13).

Se puede apreciar que los valores más bajos de la variabilidad relativa anual se registran en la vertiente del Atlántico, o sea en la cuenca amazónica, lo que significa que además de ser la región más lluviosa es también la que experimenta menos desviaciones de año a año. La estación con menor variabilidad relativa anual, dentro de esa zona, es Tingo María, con 10.2 por ciento, y la de mayor valor Cajamarca, con 20.0. La mayoría está comprendida entre 10.2 y 15.9 por ciento.

/Cuadro 13

ro 13

PERU: VARIABILIDAD RELATIVA MENSUAL Y ANUAL DE LA PRECIPITACION

Cuenca	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Amazonas													
Iquitos	28.5	37.7	31.8	24.1	33.4	44.6	33.0	50.3	35.0	28.2	30.4	30.1	15.9
Cajamarca	41.5	41.4	33.8	29.9	45.4	66.1	84.4	77.7	57.2	36.1	35.3	45.6	20.0
Pucallpa	42.4	36.0	23.4	43.1	32.0	48.3	64.0	71.8	48.2	38.4	38.1	52.7	10.1
Tingo María	24.4	26.5	29.3	28.7	33.0	45.2	46.0	44.9	34.2	35.7	23.9	30.3	10.2
San Ramón	34.6	27.9	26.1	34.4	37.6	49.1	41.5	58.7	35.9	30.5	36.4	39.7	10.5
La Oroya (Exp.)	19.2	22.4	23.8	31.7	56.1	85.2	72.9	60.3	36.5	31.1	47.9	36.1	12.7
La Oroya (Hidro.)	16.0	21.4	23.4	30.0	59.6	75.9	78.1	61.7	33.5	31.7	45.4	40.0	12.2
Huancayo	22.0	23.3	22.2	26.3	51.7	81.9	95.7	67.1	29.4	29.9	30.9	27.3	12.5
Acococha	26.4	15.2	22.9	25.8	62.5	115.1	111.1	83.9	46.5	50.7	43.7	32.7	14.7
Yucay	29.8	33.6	52.0	56.9	76.8	109.8	160.9	115.3	71.8	49.3	31.0	28.1	14.2
Pacífico													
Talara	158.7	134.0	137.4	182.7	160.0	140.0	indet.	indet.	100.0	190.0	200.0	210.0	126.4
Chiclayo	133.6	130.0	108.3	143.0	165.0	150.0	200.0	200.0	178.5	120.0	135.0	156.9	80.9
Trujillo	220.0	140.0	155.0	180.0	155.0	155.0	200.0	150.0	180.0	155.0	indet.	180.0	100.0
Hidroeléctrica (C. del Santa)	67.1	47.6	37.6	59.6	143.3	190.0	indet.	160.0	89.2	70.6	85.8	69.8	36.6
Lima	153.3	120.0	106.0	180.0	101.2	56.5	56.7	37.8	39.1	44.3	72.2	106.0	26.1
Pisco	130.0	130.0	196.7	indet.	200.0	160.0	170.0	150.0	175.0	155.0	170.0	150.0	107.1
Imata	33.2	21.7	34.1	57.8	106.6	143.0	116.8	129.2	65.9	77.1	87.1	37.5	25.4
Moquegua	109.3	113.1	166.4	indet.	indet.	indet.	180.0	indet.	indet.	indet.	indet.	150.0	82.9
Titicaca													
Granja Salcedo	29.1	22.1	43.5	35.4	79.5	120.2	136.8	72.8	53.6	51.2	57.4	34.3	22.3

/La vertiente

La vertiente del Pacífico tiene valores excepcionalmente altos, por lo menos en lugares como Talara, Chiclayo, Trujillo, Pisco y Moquegua, donde supera el 80 por ciento. Imata, por su situación geográfica vecina a la divisoria de aguas con el lago Titicaca, parece hallarse sometida a otro régimen climático, ya que su variabilidad relativa anual es de sólo 25.4 por ciento. Llama también la atención el bajo valor de Lima, que estando en una zona árida llega a sólo 26.1, según las observaciones registradas en Campo de Marte.

La única estación que pudo analizarse en la cuenca del Titicaca, Granja Salcedo, da un valor más bien bajo - 22.3 por ciento.

b) Variabilidad relativa mensual

La variabilidad relativa mensual es mayor que la anual, tendiendo a ser menor en los meses más lluviosos. En las estaciones consideradas, los valores oscilan entre 15.2 por ciento en Acnococha en febrero y 220.0 por ciento en Trujillo en enero (véase de nuevo el cuadro 13). No se tienen en cuenta los meses en que la variabilidad relativa mensual es indeterminada por no haberse registrado precipitaciones en el lapso considerado.

Por el examen del cuadro citado se puede apreciar que, en general, los resultados para la cuenca amazónica son inferiores a los de la vertiente del Pacífico, y que la variabilidad relativa mínima mensual se registra en aquélla. Inversamente, la cuenca del Pacífico presenta la mayoría de los valores máximos. La estación de la cuenca del Titicaca da valores que armonizan más con los del sector amazónico.

4. Frecuencia de las lluvias

La frecuencia con que se producen las lluvias tiene gran importancia desde el punto de vista hidrológico y agronómico e influye en el escurrimiento y en las posibilidades de aprovechamiento.

A falta de otros datos se consideraron, para este análisis, los días de lluvia del año, distribuidos por meses.

Del análisis del grupo de estaciones que figuran en el cuadro 14 se obtiene que las ubicadas en la cuenca amazónica acusan, en promedio, 145 días de lluvia al año; las de la cuenca del Titicaca, 114 y las de la vertiente del Pacífico, 34. De todas las estaciones, las que registran mayor número de días de lluvia al año son Iquitos y San Ramón, con 204.2 cada una.

/Cuadro 14

Cuadro 14

PERU: PROMEDIO DE DIAS CON LLUVIA

Cuenca	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Amazonas													
Iquitos	16.8	17.6	20.3	19.8	20.1	16.0	15.6	13.3	14.6	16.1	16.8	17.2	204.2
San Ignacio	12.2	11.4	11.9	10.9	9.3	7.4	6.1	5.9	6.0	8.6	8.1	11.1	108.9
Yurimaguas	9.6	9.7	8.7	9.3	9.3	6.5	5.0	4.3	5.9	8.7	9.4	9.7	96.1
Chachapoyas	11.0	13.6	18.0	13.6	8.4	2.8	2.5	3.7	6.2	11.2	11.0	11.2	113.2
Cajamarca	14.4	15.2	17.4	16.1	8.2	4.7	2.1	2.2	6.6	13.8	10.2	11.9	122.8
Pucallpa	10.3	11.7	11.9	11.6	8.4	4.5	3.4	4.2	6.3	11.0	10.7	10.5	104.5
Tingo María	21.4	19.6	19.3	17.1	13.4	11.4	11.7	10.2	12.5	17.9	16.5	16.7	187.7
San Ramón	22.3	23.0	21.6	18.9	17.2	10.7	11.6	9.7	14.6	17.8	18.5	18.3	204.2
La Oroya (Exp.)	23.1	21.2	21.5	14.9	9.5	4.6	3.7	5.6	11.8	15.8	16.5	18.4	166.6
Huancayo	23.8	23.8	22.6	15.7	8.3	4.0	3.0	4.3	11.7	16.1	16.5	19.6	169.4
Pto. Maldonado	20.5	20.3	20.3	11.4	7.1	5.8	6.1	3.7	8.7	13.8	12.9	22.1	152.7
Acnococha	22.2	21.6	21.1	13.1	5.7	1.5	1.4	3.9	8.0	11.0	12.9	18.2	140.6
Yucay	18.0	14.5	12.6	6.1	2.2	1.4	0.3	0.8	3.8	7.6	11.3	14.8	93.4
Universidad Astete (Cuzco)	24.5	22.1	18.2	14.1	7.1	1.7	2.9	4.2	9.2	14.5	17.0	22.0	157.5
Pacífico													
Talara	0.9	1.9	1.4	1.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.2	0.3	0.2	0.3	6.8
Chiclayo	1.7	2.4	2.8	2.5	1.0	0.5	0.5	1.1	0.4	1.8	1.3	0.9	16.9
Trujillo	0.6	0.9	1.0	0.6	0.2	0.6	1.0	0.8	0.3	1.1	0.4	0.3	7.8
Barbacay	3.3	4.1	4.5	3.6	1.3	0.4	0.0	0.4	0.8	1.6	1.1	1.6	22.7
Lima (Campo de Marte)	3.0	2.3	2.6	2.4	9.3	13.9	17.0	18.3	18.2	11.8	5.7	4.4	108.9
Pisco	0.2	0.3	0.1	0.1	0.5	0.7	0.7	1.1	0.7	0.6	0.3	0.1	5.4
Imata	19.3	20.2	17.1	7.1	3.1	1.2	0.9	1.1	4.9	5.1	6.4	15.0	101.4
Antiquilla	9.3	12.2	4.2	1.0	0.2	0.2	0.0	0.0	0.9	0.4	0.8	2.3	31.5
Moquegua	1.4	1.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.2
Titicaca													
Chuquibambilla	19.8	18.9	18.1	9.2	3.9	0.6	0.6	1.3	6.8	8.9	10.8	17.5	116.4
Granja Salcedo	19.9	19.2	16.1	9.5	3.0	1.6	1.4	1.9	6.8	7.3	8.5	16.2	111.4

/Conviene, sin

Conviene, sin embargo, considerar conjuntamente la cantidad de precipitación y el número de días al año en que se producen, pues de esa manera se puede tener una idea de su intensidad.

De estos datos se deduce que en la cuenca amazónica la mayor intensidad diaria de lluvia ocurre en Yurimaguas con 19.2 milímetros por día en promedio y la menor, en la Oroya Experimental con 3.5. En otros lugares como Puerto Maldonado, Tingo María, Iquitos y Pucallpa la intensidad supera los 13.5 milímetros por día.

En la vertiente del Pacífico las lluvias no son muy intensas como podría preverse. La estación Imata, próxima a la divisoria de aguas con el lago Titicaca, presenta la mayor intensidad de las estaciones consideradas, con 5.8 milímetros por día. La sigue Barbacay con 4.2 milímetros por día, que representa una típica estación costera. En las estaciones de Chiclayo, Lima, Trujillo y Pisco, la lluvia caída no alcanza a 1 milímetro diario.

En la cuenca del lago Titicaca, las dos estaciones consideradas registran algo más de 6 milímetros de lluvia al día.

En lo que respecta a la distribución mensual cabe señalar que, en general, a los meses con mayores precipitaciones corresponden meses con más días de lluvia. Sin embargo, en el verano las lluvias son más intensas que en el invierno. En el llano amazónico la intensidad suele variar menos entre el verano y el invierno, pudiendo ser el doble en aquella estación con respecto a esta última, pero en la zona andina la diferencia es mayor pues en verano la intensidad puede hasta quintuplicarse.

a) Estimulación artificial de la lluvia

La Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos está realizando experiencias desde 1951 con el fin de estimular artificialmente la producción de lluvia y disponer así de mayor cantidad de agua para el riego.

La zona de experimentación comprende las cabeceras de tres ríos de la vertiente del océano Pacífico: el Chicama, el Jequetepeque y el Moche.

Las experiencias consisten en diseminar en la atmósfera yoduro de plata mediante unos 15 quemadores instalados en tierra. Las operaciones se efectúan únicamente en la época lluviosa y los quemadores se encienden cuando el pronóstico del tiempo para la zona prevé condiciones favorables para la precipitación.

/Dicha compañía

Dicha compañía trabaja con la ayuda de los servicios oficiales, sobre todo la CORPAC, que le proporciona los pronósticos necesarios.

Los resultados obtenidos parecen ser alentadores ya que, según la información suministrada, en el período de las experiencias, la lluvia superó en 10 por ciento el promedio de los años anteriores a la iniciación de las mismas.

b) Agua caída sobre el país

Con ser provisional, el mapa de isoyetas medias anuales no deja de ser valioso. A base de él, se calculó la cantidad media de agua que cae al año sobre cada una de las cuencas de ríos principales y sobre grupos de ellas. Por suma se determinaron también las cantidades caídas en las grandes vertientes y en todo el país.

La precipitación anual en todo el territorio peruano es aproximadamente de 2 173 500 metros cúbicos (véase el cuadro 15). De este total, 2 082 200, o 95.8 por ciento, cae en la cuenca amazónica, 56 040, o 2.6 por ciento en la vertiente del Pacífico, y 35 250, o 1.6 por ciento, en la cuenca del Titicaca.

En el mismo cuadro se puede apreciar la notable diferencia que muestra la precipitación media anual de las grandes vertientes. En la vertiente del Pacífico es 198 milímetros, en la del Titicaca 722 y en la del Amazonas 2 185. La precipitación media en todo el país es 1 691 milímetros.

Para fines de comparación, es oportuno señalar que el total de agua caída al año sobre la Argentina, cuya superficie es más del doble de la del Perú, es de 1 431 700 metros cúbicos y su precipitación media anual es de 515 milímetros.

c) Necesidades de agua de los cultivos

Entre los diversos métodos para determinar las necesidades de agua de los cultivos, el de H.F. Blaney y W.D. Criddle [5/] ha alcanzado gran divulgación en diversos países.

5/ H.F. Blaney y W.D. Criddle, Determining Water Requirements in Irrigated Areas from Climatological and Irrigation Data, Servicio de Conservación del Suelo (USDA-SCS-TP-96).

/Cuadro 15

Cuadro 15

PERU: AGUA CAIDA EN ALGUNAS CUENCAS

Cuenca	Superficie km^2	Precipitación media mm	Agua caída 10^6 m^3	
Pacífico				
Zona al norte cuenca del Santa	76 200	290	22 100	
Santa	11 970	510	6 100	
Zona entre cuencas Santa y Rímac	33 550	180	6 040	
Rímac	3 430	335	1 200	
Zona entre cuencas Rímac y Majes	89 790	120	10 770	
Majes	17 560	230	4 040	
Zona al sur cuenca del Majes	52 100	140	7 290	
Total Pacífico	283 600	198	56 040	2.6
Titicaca				
Huancane	3 460	970	3 360	
Ramis	14 640	740	10 830	
Coata	5 100	620	3 160	
Ilave	8 810	450	3 960	
Otras	16 790	830	13 940	
Total Titicaca	48 800	722	35 250	1.6
Amazonas				
Napo	42 300	3 230	136 630	
Marañón	286 100	1 960	560 760	
Huallaga	86 500	1 800	155 700	
Otras	199 600	2 030	405 900	
Ucayalí	368 100	1 830	673 620	
Urubamba	72 000	1 930	138 960	
Apurímac	135 100	960	129 700	
Mantaro	34 300	750	25 730	
Otras	100 800	1 030	103 820	
Otras	161 000	2 520	405 720	
Purus	25 900	2 450	63 460	
Madre	96 600	2 370	228 940	
Otras	133 800	3 130	418 790	
Total Amazonas	952 800	2 185	2 080 200	95.8
Total del país	1 285 200	1 691	2 173 490	

/Por este

Por este método se determina el consumo mensual de agua de un cultivo, aplicando la siguiente ecuación: u = Kf en que u es ese consumo en pulgadas, K un coeficiente determinado experimentalmente para cada cultivo y f el producto de la temperatura media mensual en grados Fahrenheit y el porcentaje mensual de horas anuales de sol posibles, dividido por 100, ($f = \frac{t \times p}{100}$).

La Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) aplicó este sistema en muchos lugares de la zona costera en que las lluvias no alcanzan a satisfacer las necesidades de los cultivos. Se determinaron las necesidades de agua de los cultivos más importantes de cada zona, y para conocer las necesidades y las dotaciones de riego se dividió el resultado por 0.7, con el objeto de suponer una cierta eficiencia en el sistema de riego. La precipitación se consideró nula, por sus bajos valores mensuales. Se adoptó la fórmula anterior para obtener los resultados en milímetros y éstos se convirtieron luego a litros por segundo por hectárea.

La mayor dotación de riego correspondió al arroz pues en los meses más calurosos supera un litro por segundo por hectárea. El máximo se observó en Jequetepeque en enero, con 1.24 litros por segundo por hectárea. Los demás cultivos registran valores máximos inferiores, en cualquier mes, a un litro por segundo por hectárea (véase el cuadro 16).

La época en que la dotación mensual de riego es mayor es de noviembre a marzo, y la variación entre los meses de invierno y verano es del orden del 30 por ciento.

En esta región, la economía de agua que podría obtenerse combinando el riego con la lluvia es insignificante por la escasez de esta última.

/Cuadro 16

Cuadro 16

PERU: DOTACIONES DE RIEGO EN LOS PRINCIPALES VALLES DE LA VERTIENTE DEL OCEANO PACIFICO

(l/s x há) (Rendimientos 0.7)

Departamentos	Valles	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual	Cultivos
Tumbes	Tumbes	1.01	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	1.00	0.98	0.416	Arroz
		0.00	0.70	0.64	0.64	0.60	0.60	0.57	0.57	0.60	0.00	0.00	0.00	0.410	Panllevar
		0.70	0.76	0.69	0.69	0.65	0.66	0.62	0.62	0.64	0.64	0.67	0.68	0.669	Plátano
		0.69	0.75	0.68	0.69	0.65	0.65	0.61	0.61	0.64	0.63	0.66	0.67	0.661	Pastos cultivados
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.61	0.61	0.63	0.63	0.65	0.67	0.370	Tabaco
Piura	Chira	0.59	0.65	0.59	0.59	0.54	0.53	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.333	Algodón
		1.03	1.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.89	0.95	0.93	1.00	1.01	0.579	Arroz
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.68	0.67	0.71	0.00	0.225	Maíz
		0.00	0.72	0.63	0.66	0.60	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.267	Panllevar
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.59	0.60	0.65	0.64	0.68	0.69	0.373	Tabaco
	Piura (Alto)	0.63	0.57	0.58	0.52	0.52	0.49	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.318	Algodón
		1.11	0.99	1.01	0.91	0.90	0.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.481	Arroz
		0.79	0.71	0.73	0.65	0.65	0.61	0.63	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.453	Maíz
		0.71	0.63	0.65	0.58	0.57	0.54	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.353	Panllevar
	Piura (Bajo)	0.00	0.66	0.60	0.59	0.53	0.53	0.50	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.327	Algodón
		0.00	1.15	1.04	1.03	0.93	0.92	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.496	Arroz
		0.00	0.82	0.75	0.74	0.67	0.66	0.63	0.64	0.68	0.00	0.00	0.00	0.466	Maíz
		0.00	0.73	0.66	0.66	0.59	0.59	0.56	0.57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.363	Panllevar
Lambayeque	La Leche	0.00	0.58	0.54	0.52	0.47	0.46	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.250	Algodón
		0.92	1.02	0.94	0.91	0.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.86	0.88	0.595	Arroz
		0.00	0.00	0.67	0.66	0.59	0.57	0.53	0.54	0.60	0.00	0.00	0.00	0.347	Maíz
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.53	0.50	0.48	0.48	0.53	0.00	0.00	0.00	0.210	Panllevar
		0.59	0.65	0.60	0.58	0.52	0.50	0.48	0.48	0.53	0.50	0.55	0.56	0.545	Hortalizas
		0.42	0.47	0.43	0.42	0.37	0.36	0.34	0.35	0.38	0.36	0.39	0.46	0.396	Frutales
		0.51	0.56	0.51	0.50	0.45	0.43	0.41	0.41	0.45	0.43	0.47	0.48	0.468	Pastos cultivados
	Chancay de (L)	0.81	0.90	0.81	0.79	0.72	0.71	0.66	0.67	0.71	0.70	0.75	0.76	0.749	Caña de azúcar
		0.98	1.09	1.98	0.97	0.88	0.00	0.00	0.00	0.86	0.86	0.92	0.94	0.790	Arroz
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	0.62	0.58	0.58	0.62	0.00	0.00	0.00	0.253	Maíz
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.58	0.53	0.52	0.53	0.53	0.00	0.00	0.00	0.224	Panllevar
		0.45	0.50	0.45	0.44	0.40	0.43	0.37	0.37	0.39	0.39	0.42	0.43	0.420	Hortalizas
		0.68	0.75	0.65	0.66	0.60	0.59	0.55	0.55	0.59	0.59	0.63	0.64	0.623	Pastos cultivados
	Zaña	0.80	0.89	0.80	0.79	0.71	0.70	0.66	0.64	0.71	0.70	0.75	0.77	0.743	Caña de azúcar
		0.98	1.08	0.98	0.97	0.87	0.00	0.00	0.00	0.86	0.86	0.91	0.93	0.703	Arroz
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.61	0.57	0.58	0.62	0.00	0.00	0.00	0.250	Maíz
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.55	0.54	0.51	0.51	0.55	0.00	0.00	0.00	0.222	Panllevar
		0.62	0.69	0.62	0.62	0.55	0.54	0.51	0.51	0.55	0.55	0.58	0.60	0.578	Hortalizas
		0.44	0.49	0.44	0.44	0.40	0.39	0.36	0.36	0.39	0.39	0.42	0.43	0.413	Frutales
		0.67	0.74	0.67	0.66	0.60	0.58	0.55	0.55	0.59	0.59	0.63	0.64	0.623	Pastos cultivados

/Cuadro 16 (continuación 1)

Cuadro 16 (continuación 1)

Departamentos	Valles	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual	Cultivos
La Libertad	Jequetepeque	0.84	0.92	0.84	0.81	0.74	0.73	0.68	0.68	0.73	0.74	0.78	0.81	0.775	Caña de azúcar
		1.24	1.12	1.02	0.99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.96	0.98	0.601	Arroz
		0.73	0.80	0.73	0.71	0.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.301	Maíz
		0.65	0.72	0.65	0.63	0.57	0.57	0.53	0.53	0.58	0.57	0.61	0.63	0.603	Panllevar
		0.00	0.00	0.00	0.55	0.56	0.51	0.48	0.47	0.51	0.52	0.55	0.00	0.346	Algodón
		0.59	0.64	0.58	0.57	0.51	0.51	0.48	0.47	0.51	0.52	0.55	0.56	0.541	Frutales
		0.70	0.77	0.70	0.68	0.61	0.51	0.57	0.57	0.61	0.62	0.66	0.67	0.639	Pastos cultivados
		0.59	0.64	0.58	0.57	0.51	0.51	0.48	0.47	0.51	0.52	0.55	0.56	0.541	Bosques cultivados
	Chicama	0.79	0.87	0.78	0.76	0.68	0.68	0.64	0.65	0.67	0.69	0.73	0.75	0.724	Caña de azúcar
		0.69	0.76	0.68	0.66	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.282	Maíz
		0.96	1.06	0.95	0.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.83	0.89	0.91	0.543	Arroz
		0.61	0.68	0.60	0.59	0.53	0.53	0.50	0.50	0.54	0.53	0.57	0.58	0.563	Panllevar
		0.55	0.60	0.54	0.53	0.47	0.47	0.45	0.45	0.48	0.48	0.51	0.52	0.504	Frutales
		0.66	0.72	0.65	0.63	0.57	0.56	0.53	0.54	0.58	0.57	0.61	0.62	0.603	Pastos cultivados
	Moche	0.74	0.81	0.73	0.72	0.66	0.66	0.63	0.63	0.66	0.66	0.70	0.71	0.693	Caña de azúcar
		0.90	0.99	0.89	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.85	0.86	0.513	Arroz
		0.65	0.71	0.64	0.63	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.268	Maíz
		0.57	0.65	0.57	0.56	0.51	0.51	0.49	0.51	0.51	0.51	0.54	0.55	0.540	Panllevar
		0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.59	0.55	0.58	0.59	0.291	Piña
		0.51	0.57	0.51	0.50	0.46	0.46	0.44	0.44	0.45	0.45	0.48	0.49	0.480	Frutales
		0.61	0.68	0.61	0.60	0.55	0.55	0.52	0.52	0.55	0.55	0.58	0.59	0.576	Pastos cultivados
	Virú	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.47	0.49	0.46	0.45	0.47	0.46	0.50	0.318	Algodón
		0.74	0.84	0.75	0.73	0.67	0.69	0.66	0.65	0.67	0.67	0.71	0.72	0.708	Caña de azúcar
		0.65	0.73	0.65	0.63	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.271	Maíz
		0.58	0.65	0.58	0.56	0.52	0.54	0.51	0.51	0.52	0.52	0.55	0.56	0.550	Panllevar
		0.90	1.02	0.91	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.81	0.86	0.87	0.521	Arroz
		0.62	0.70	0.62	0.61	0.56	0.58	0.55	0.54	0.56	0.56	0.60	0.60	0.592	Pastos cultivados
Ancash	Santa	0.56	0.00	0.00	0.00	0.50	0.49	0.46	0.46	0.50	0.50	0.53	0.54	0.378	Algodón
		0.69	0.74	0.71	0.69	0.63	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.340	Maíz
		0.62	0.69	0.63	0.62	0.57	0.55	0.52	0.52	0.55	0.55	0.59	0.60	0.584	Panllevar
		0.26	0.30	0.27	0.26	0.24	0.23	0.22	0.22	0.24	0.24	0.25	0.26	0.249	Vid
		0.97	0.07	0.99	0.97	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.87	0.92	0.94	0.550	Arroz
	Nepeña	0.54	0.00	0.00	0.00	0.47	0.47	0.45	0.45	0.47	0.47	0.50	0.52	0.362	Algodón
		0.77	0.86	0.77	0.75	0.67	0.67	0.65	0.64	0.67	0.67	0.71	0.74	0.714	Caña de azúcar
		0.68	0.75	0.68	0.65	0.59	0.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.328	Maíz
		0.60	0.67	0.60	0.58	0.51	0.52	0.50	0.50	0.52	0.52	0.55	0.57	0.553	Panllevar
		0.26	0.29	0.26	0.25	0.22	0.22	0.21	0.21	0.22	0.22	0.23	0.25	0.237	Vid
	Casma	1.00	1.11	1.02	1.00	0.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.90	0.96	0.97	0.654	Arroz
		0.58	0.00	0.00	0.00	0.51	0.50	0.47	0.48	0.52	0.52	0.55	0.56	0.391	Algodón
		0.72	0.79	0.73	0.72	0.64	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.353	Maíz
		0.64	0.71	0.65	0.64	0.57	0.56	0.53	0.54	0.58	0.58	0.61	0.62	0.603	Panllevar
		0.27	0.30	0.28	0.27	0.24	0.24	0.22	0.23	0.25	0.25	0.26	0.26	0.256	Vid

Cuadro 16 (continuación 2)

Departamentos	Valles	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual	Cultivos
	Huarmey	0.60	0.00	0.00	0.00	0.49	0.49	0.46	0.46	0.50	0.51	0.55	0.58	0.387	Algodón
		0.74	0.81	0.73	0.70	0.61	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.350	Maíz
		0.66	0.72	0.65	0.63	0.55	0.54	0.52	0.51	0.56	0.57	0.61	0.65	0.598	Panllevar
		0.28	0.31	0.29	0.27	0.23	0.23	0.22	0.22	0.24	0.24	0.26	0.27	0.255	Vid
Lima-Callao	Fortaleza	0.52	0.57	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.46	0.45	0.50	0.51	0.328	Algodón
		0.65	0.71	0.63	0.62	0.55	0.56	0.53	0.52	0.57	0.57	0.62	0.64	0.598	Maíz
		0.58	0.63	0.56	0.55	0.49	0.50	0.47	0.47	0.50	0.51	0.55	0.57	0.532	Panllevar
	Pativilca	0.52	0.57	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.46	0.45	0.50	0.51	0.328	Algodón
		0.75	0.81	0.73	0.71	0.64	0.64	0.60	0.62	0.65	0.65	0.71	0.73	0.687	Caña de azúcar
		0.65	0.71	0.63	0.62	0.55	0.56	0.53	0.52	0.57	0.57	0.62	0.64	0.598	Maíz
		0.58	0.63	0.53	0.55	0.49	0.50	0.47	0.47	0.50	0.51	0.55	0.57	0.529	Panllevar
		0.58	0.53	0.53	0.55	0.49	0.50	0.47	0.47	0.50	0.51	0.55	0.57	0.521	Hortalizas
		0.41	0.45	0.40	0.39	0.35	0.31	0.34	0.33	0.36	0.36	0.39	0.49	0.382	Frutales
		0.62	0.70	0.60	0.59	0.53	0.53	0.51	0.50	0.54	0.54	0.59	0.61	0.572	Pastos cultivados
	Supe	0.55	0.61	0.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.46	0.47	0.51	0.52	0.340	Algodón
		0.79	0.87	0.78	0.75	0.65	0.64	0.61	0.60	0.66	0.67	0.73	0.75	0.708	Caña de azúcar
		0.69	0.76	0.68	0.66	0.57	0.56	0.53	0.52	0.58	0.59	0.64	0.65	0.619	Maíz
		0.61	0.68	0.60	0.58	0.51	0.50	0.48	0.47	0.51	0.52	0.57	0.58	0.551	Panllevar
		0.61	0.68	0.60	0.58	0.51	0.50	0.48	0.47	0.51	0.52	0.57	0.58	0.551	Hortalizas
		0.44	0.48	0.43	0.42	0.36	0.36	0.34	0.33	0.37	0.37	0.41	0.42	0.394	Frutales
		0.70	0.73	0.65	0.63	0.54	0.54	0.51	0.50	0.55	0.56	0.61	0.62	0.595	Pastos cultivados
	Huaura	0.56	0.62	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43	0.48	0.48	0.52	0.53	0.348	Algodón
		0.80	0.88	0.79	0.77	0.64	0.66	0.63	0.62	0.69	0.69	0.74	0.76	0.723	Caña de azúcar
		0.70	0.77	0.69	0.67	0.56	0.57	0.55	0.54	0.59	0.60	0.65	0.66	0.629	Maíz
		0.62	0.69	0.61	0.60	0.50	0.51	0.49	0.48	0.53	0.53	0.51	0.59	0.555	Panllevar
		0.67	0.73	0.66	0.64	0.53	0.55	0.52	0.51	0.57	0.57	0.62	0.63	0.600	Hortalizas
		0.67	0.73	0.66	0.64	0.53	0.55	0.52	0.51	0.57	0.57	0.62	0.63	0.600	Pastos cultivados
		0.70	0.77	0.69	0.67	0.56	0.57	0.55	0.52	0.60	0.60	0.65	0.66	0.628	Otros cultivos
	Chancay	0.51	0.57	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.42	0.43	0.47	0.49	0.314	Algodón
		0.65	0.71	0.63	0.60	0.53	0.51	0.48	0.47	0.52	0.53	0.59	0.61	0.569	Maíz
		0.58	0.63	0.56	0.55	0.47	0.45	0.43	0.42	0.47	0.48	0.52	0.55	0.509	Panllevar
		0.58	0.63	0.56	0.55	0.47	0.45	0.43	0.42	0.45	0.47	0.52	0.55	0.507	Hortalizas
		0.41	0.45	0.40	0.39	0.34	0.32	0.30	0.30	0.33	0.34	0.37	0.39	0.362	Frutales
		0.62	0.68	0.60	0.59	0.51	0.49	0.46	0.45	0.50	0.52	0.56	0.40	0.532	Pastos cultivados
		0.65	0.71	0.63	0.61	0.53	0.51	0.48	0.47	0.52	0.53	0.59	0.61	0.570	Otros cultivos
	Chillón	0.53	0.61	0.55	0.51	0.00	0.00	0.00	0.42	0.46	0.47	0.50	0.51	0.380	Algodón
		0.66	0.76	0.69	0.63	0.59	0.59	0.56	0.53	0.57	0.59	0.62	0.63	0.618	Maíz
		0.59	0.68	0.61	0.56	0.52	0.52	0.50	0.47	0.51	0.52	0.55	0.57	0.550	Panllevar
		0.59	0.68	0.61	0.56	0.52	0.52	0.50	0.47	0.51	0.52	0.55	0.57	0.550	Hortalizas
		0.42	0.48	0.44	0.40	0.37	0.37	0.36	0.34	0.36	0.37	0.39	0.40	0.392	Frutales
		0.63	0.69	0.66	0.61	0.56	0.56	0.54	0.50	0.55	0.56	0.59	0.60	0.588	Pastos cultivados
		0.66	0.76	0.69	0.63	0.59	0.59	0.56	0.53	0.57	0.59	0.62	0.63	0.618	Otros cultivos

/Cuadro 16 (continuación 3)

Cuadro 16 (continuación 3)

Departamentos	Valles	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual	Cultivos
Lima-Callao	Rimac	0.54	0.60	0.52	0.51	0.00	0.00	0.00	0.40	0.45	0.46	0.50	0.51	0.374	Algodón
		0.68	0.75	0.66	0.64	0.55	0.54	0.52	0.50	0.56	0.57	0.63	0.64	0.603	Maíz
		0.60	0.66	0.58	0.56	0.49	0.49	0.46	0.44	0.50	0.51	0.56	0.57	0.535	Panllevar
		0.60	0.66	0.58	0.56	0.49	0.49	0.46	0.44	0.50	0.51	0.56	0.57	0.535	Hortalizas
		0.43	0.47	0.42	0.40	0.35	0.35	0.33	0.32	0.36	0.36	0.40	0.41	0.383	Frutales
		0.65	0.71	0.62	0.61	0.53	0.52	0.50	0.48	0.54	0.54	0.60	0.61	0.576	Pastos cultivados
		0.68	0.75	0.65	0.64	0.55	0.54	0.52	0.50	0.56	0.57	0.63	0.64	0.603	Otros cultivos
	Lurín	0.54	0.60	0.52	0.51	0.00	0.00	0.00	0.40	0.46	0.47	0.51	0.51	0.377	Algodón
		0.68	0.75	0.66	0.64	0.57	0.56	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.366	Maíz
		0.60	0.70	0.59	0.57	0.50	0.50	0.47	0.45	0.50	0.52	0.57	0.57	0.545	Panllevar
		0.60	0.70	0.59	0.57	0.50	0.50	0.47	0.45	0.50	0.52	0.57	0.57	0.545	Hortalizas
		0.43	0.48	0.42	0.41	0.36	0.37	0.34	0.38	0.36	0.37	0.41	0.41	0.395	Frutales
		0.65	0.71	0.63	0.61	0.54	0.54	0.51	0.48	0.54	0.56	0.61	0.61	0.583	Pastos cultivados
		0.68	0.75	0.66	0.64	0.57	0.56	0.53	0.50	0.56	0.59	0.64	0.64	0.610	Otros cultivos
	Cañete	0.56	0.61	0.53	0.52	0.45	0.45	0.43	0.40	0.47	0.47	0.52	0.53	0.495	Algodón
		0.70	0.76	0.67	0.66	0.57	0.56	0.53	0.50	0.58	0.59	0.65	0.66	0.619	Maíz
		0.62	0.68	0.60	0.58	0.50	0.50	0.47	0.45	0.52	0.52	0.58	0.59	0.551	Panllevar
		0.62	0.68	0.60	0.58	0.50	0.50	0.47	0.45	0.52	0.52	0.58	0.59	0.551	Hortalizas
		0.44	0.49	0.43	0.42	0.36	0.36	0.34	0.32	0.37	0.37	0.41	0.42	0.394	Frutales
		0.98	1.07	0.93	0.91	0.79	0.78	0.74	0.70	0.81	0.82	0.91	0.92	0.832	Arroz
		0.67	0.73	0.64	0.63	0.54	0.53	0.51	0.48	0.56	0.56	0.62	0.63	0.592	Pastos cultivados
		0.70	0.76	0.67	0.66	0.57	0.56	0.53	0.50	0.58	0.59	0.65	0.66	0.619	Otros cultivos
Ica	Chincha	0.55	0.56	0.53	0.51	0.00	0.00	0.00	0.40	0.47	0.46	0.51	0.52	0.376	Algodón
		0.26	0.28	0.25	0.24	0.21	0.21	0.20	0.19	0.22	0.22	0.24	0.25	0.231	Vid
		0.69	0.75	0.66	0.64	0.55	0.55	0.52	0.50	0.58	0.58	0.64	0.65	0.609	Maíz
		0.61	0.67	0.59	0.57	0.49	0.49	0.47	0.44	0.51	0.52	0.57	0.58	0.543	Panllevar
		0.61	0.67	0.59	0.57	0.49	0.49	0.47	0.44	0.51	0.52	0.57	0.58	0.543	Hortalizas
		0.44	0.48	0.42	0.41	0.35	0.35	0.33	0.32	0.37	0.37	0.39	0.41	0.387	Frutales
		0.66	0.71	0.63	0.62	0.53	0.52	0.50	0.48	0.59	0.55	0.61	0.62	0.585	Pastos cultivados
		0.69	0.75	0.66	0.64	0.55	0.55	0.52	0.50	0.58	0.58	0.64	0.65	0.609	Otros cultivos
	Pisco	0.55	0.60	0.00	0.00	0.00	0.44	0.42	0.39	0.46	0.46	0.51	0.52	0.363	Algodón
		0.26	0.28	0.25	0.24	0.21	0.21	0.20	0.19	0.22	0.22	0.24	0.24	0.230	Vid
		0.00	0.00	0.00	0.64	0.55	0.54	0.52	0.49	0.58	0.00	0.00	0.00	0.277	Maíz
	Nasca	0.59	0.63	0.54	0.53	0.00	0.00	0.00	0.41	0.49	0.52	0.55	0.56	0.402	Algodón
		0.29	0.30	0.26	0.25	0.22	0.21	0.20	0.19	0.23	0.24	0.26	0.26	0.243	Vid
		0.00	0.00	0.00	0.67	0.58	0.54	0.51	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.238	Maíz
		0.65	0.70	0.59	0.60	0.51	0.50	0.48	0.55	0.56	0.56	0.61	0.61	0.577	Panllevar
		0.65	0.70	0.60	0.60	0.51	0.50	0.48	0.45	0.55	0.56	0.61	0.61	0.568	Hortalizas
		0.46	0.50	0.43	0.43	0.36	0.36	0.54	0.32	0.39	0.40	0.44	0.43	0.422	Frutales
		0.70	0.75	0.64	0.64	0.55	0.54	0.52	0.49	0.59	0.60	0.66	0.65	0.611	Pastos cultivados
		0.73	0.79	0.67	0.67	0.58	0.57	0.54	0.51	0.62	0.60	0.69	0.68	0.638	Otros cultivos

/Cuadro 16 (conclusión)

Cuadro 16 (conclusión)

Departamentos	Valles	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Promedio anual	Cultivos
Arequipa	Acari	0.54	0.60	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	0.45	0.44	0.52	0.51	0.329	Algodón
		0.00	0.00	0.00	0.62	0.54	0.53	0.51	0.47	0.56	0.00	0.00	0.00	0.269	Maíz
		0.60	0.66	0.56	0.55	0.48	0.48	0.45	0.42	0.50	0.50	0.57	0.56	0.528	Panllevar
		0.42	0.46	0.38	0.38	0.34	0.35	0.34	0.32	0.39	0.38	0.42	0.42	0.383	Frutales
		0.63	0.68	0.58	0.57	0.52	0.52	0.51	0.48	0.59	0.57	0.61	0.61	0.573	Paltos
		0.52	0.57	0.48	0.48	0.43	0.44	0.43	0.40	0.48	0.48	0.53	0.51	0.479	Ajos
	Atico	0.00	0.00	0.00	0.62	0.54	0.54	0.52	0.47	0.56	0.00	0.00	0.00	0.271	Maíz
		0.61	0.67	0.56	0.55	0.48	0.48	0.46	0.42	0.50	0.51	0.59	0.58	0.534	Panllevar
	Siguas	0.52	0.57	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.50	0.48	0.53	0.51	0.333	Algodón
		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.51	0.62	0.60	0.66	0.64	0.298	Maíz
		0.58	0.64	0.54	0.54	0.48	0.49	0.48	0.45	0.55	0.53	0.59	0.57	0.537	Panllevar
		0.00	0.00	0.00	0.66	0.60	0.61	0.59	0.56	0.68	0.00	0.00	0.00	0.308	Trigo
		0.58	0.64	0.54	0.54	0.48	0.49	0.48	0.45	0.55	0.53	0.59	0.57	0.537	Hortalizas
		0.52	0.57	0.48	0.48	0.43	0.44	0.43	0.40	0.50	0.48	0.53	0.51	0.481	Cebollas
	Tambo	0.53	0.58	0.50	0.49	0.42	0.00	0.00	0.00	0.45	0.45	0.51	0.51	0.370	Algodón
		0.93	1.02	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.78	0.89	0.89	0.448	Arroz
		0.76	0.84	0.71	0.70	0.61	0.60	0.58	0.53	0.64	0.64	0.73	0.73	0.673	Caña de azúcar
		0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.56	0.56	0.64	0.64	0.294	Maíz
		0.59	0.65	0.55	0.54	0.47	0.47	0.45	0.41	0.50	0.50	0.57	0.57	0.523	Panllevar
		0.73	0.80	0.68	0.67	0.58	0.57	0.55	0.51	0.61	0.62	0.70	0.70	0.643	Trigo
		0.42	0.46	0.39	0.39	0.34	0.33	0.32	0.29	0.35	0.36	0.41	0.41	0.373	Frutales
		0.64	0.70	0.59	0.58	0.51	0.50	0.48	0.44	0.53	0.54	0.61	0.61	0.561	Paltos
Moquegua	Moquegua	0.53	0.57	0.48	0.48	0.43	0.00	0.00	0.00	0.49	0.48	0.53	0.53	0.377	Algodón
		0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	0.61	0.60	0.66	0.64	0.308	Maíz
		0.00	0.00	0.66	0.66	0.59	0.60	0.59	0.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.305	Cebada
		0.73	0.78	0.66	0.66	0.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.343	Trigo
		0.60	0.64	0.54	0.54	0.48	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.274	Papa
		0.70	0.75	0.63	0.63	0.56	0.57	0.56	0.53	0.64	0.63	0.69	0.67	0.578	Alfalfa
		0.42	0.45	0.38	0.38	0.34	0.35	0.34	0.32	0.39	0.38	0.42	0.41	0.382	Frutales
		0.27	0.29	0.24	0.24	0.21	0.22	0.21	0.20	0.24	0.24	0.26	0.26	0.240	Olluco
		0.59	0.63	0.53	0.53	0.47	0.49	0.48	0.45	0.55	0.53	0.62	0.57	0.537	Camote
	Caplina	0.56	0.60	0.49	0.48	0.40	0.40	0.00	0.00	0.45	0.46	0.52	0.52	0.407	Algodón
		0.70	0.75	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.66	0.65	0.328	Maíz
		0.00	0.00	0.68	0.65	0.55	0.55	0.53	0.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.288	Trigo
		0.74	0.78	0.70	0.62	0.53	0.52	0.50	0.47	0.59	0.60	0.69	0.68	0.618	Alfalfa
		0.44	0.48	0.39	0.38	0.32	0.32	0.30	0.28	0.35	0.36	0.42	0.41	0.371	Frutales
		0.62	0.67	0.55	0.53	0.45	0.44	0.43	0.40	0.50	0.51	0.58	0.58	0.522	Panllevar

C. LA HIDROLOGIA

1. El régimen hidrológico de algunos ríos

Se ha intentado clasificar los ríos según se alimenten principalmente de lluvias, nieve o glaciares. Sin embargo, aunque muchos de ellos tienen en sus cuencas campos nevados y glaciares, según los datos disponibles los deshielos no ejercen gran influencia en su caudal medio mensual. Es posible que los deshielos coincidan con la época de lluvias, en que a la mayor radiación se suma el efecto fundente de las precipitaciones.

En general, los cursos de agua de la región andina son de gran pendiente, por lo que su régimen es torrencial. Hay estaciones bien definidas de lluvia, lo que se refleja en el régimen de los ríos. Las variaciones de caudal que experimentan durante el año restringen las posibilidades de su aprovechamiento por lo que su utilización supone previamente un estudio detallado.

Los datos de que se dispuso, se refieren en su mayoría a ríos de la vertiente del Pacífico y unos pocos a las otras dos cuencas. Los de la vertiente amazónica comprenden cuencas de la zona andina y sólo dan una idea del régimen de los ríos en las altas cuencas de esa vertiente. (Véase el cuadro 17.)

De la observación del caudal medio mensual (véase el cuadro 18) de los ríos de la vertiente del Pacífico se aprecia que en todos ellos la época de crecientes se presenta en el verano y la de estiaje en el invierno. Sin embargo, conviene analizar más en detalle esta distribución, pues hay variaciones apreciables.

Los meses de máximo caudal medio son febrero, marzo o abril. En los ríos de la zona norte de esta vertiente los meses de mayor caudal son marzo y abril, y el caudal máximo se registra en este último mes, como sucede en los ríos Tumbes, Chira, Chancay y Zaña. En los ríos Piura y La Leche el caudal máximo se presenta en marzo. Más al sur, el bimestre de mayores descargas es febrero y marzo, y las máximas crecidas se dan en marzo.

/Cuadro 17

Cuadro 17

PERU: CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS DE LOS RIOS MEDIDOS

Ríos	Lugar de observación	Superficie de la cuenca (Km2)	Caudal medio anual (m3/s)	Años de observación
I. Vertiente del Pacífico				
1. Tumbes	Pte. Tumbes	1 940	124.5	13
2. Chira	Pte. Sullana	10 100	109.3	21
3. Piura	Pte. Piura	12 640	26.5	47
4. La Leche	Puchaca	1 740	6.65	44
5. Motupe	Tongorrape	1 950	1.15	5
6. Chancay (Lam.)	Cerhuaquero	5 180	28.2	50
7. Zaña	El Batan	2 000	8.26	41
8. Jequetepeque	Varvanillas	4 200	28.6	38
9. Chicama	Salinar	4 770	30.2	49
10. Moche	Quirihuac	2 130	9.64	47
11. Virú	Huacapongo	1 960	3.97	23
12. Santa	Pte. Carretera	11 700	149.1	23
13. Nepeña	San Jacinto	1 810	2.39	23
14. Casma	Pte. Carretera	2 900	5.03	27
15. Huarmey	Pte. Carretera	2 100	3.76	19
16. Pativilca	Alpas	4 700	46.0	24
17. Huaura	Casa Blanca	5 470	28.0	31
18. Chancay (Huar.)	Santo Domingo	3 030	14.6	35
19. Chillón	Pte. Magdalena	2 020	9.28	37
20. Rímac	Chosica	3 540	29.0	50
21. Lurín	Manchay	2 500	3.71	20
22. Mala	La Capilla	2 130	18.0	23
23. Cañete	Toma Imperial	6 750	55.1	46
24. San Juan	Conta	3 910	15.7	33
25. Pisco	Letrayoc	4 440	26.5	46
26. Ica	Huamani	7 390	10.6	47
27. Grande	Pte. Carretera	12 694	17.6	27
28. Acarí	T. Bella Unión	4 131	12.9	12
29. Yauca	Pte. Yaqui	4 541	8.74	14
30. Ocoña	Mollebamba	15 585	39.5	2
31. Camaná	Huatiapa	17 300	93.7	15
32. Chili	Charcani	12 643	12.9	30
33. Yura	La Calera	4 400	8.5	5
34. Tambo	Chucarapi	12 910	33.2	19
35. Moquegua	Tumilaca	3 441	1.9	11
36. Locumba	Río Salado	6 238	2.2	3
37. Sama	Paraguay	4 619	1.7	1
38. Caplina	Calientes	2 246	1.2	23
39. Uchusuma	Piedra Blanca		0.4	20
Totales		213 748	1 028.83	

/Cuadro 17 (concl.)

Cuadro 17 (Concl.)

Ríos	Lugar de observación	Superficie de la cuenca (km2)	Caudal medio anual (m3/s)	Años de observación
II. Vertiente del Titicaca			120.70	
1. Huancane	Pte. Carretera	3 460	10.9	3
2. Ramis	Pte. Carretera	14 640	77.8	7
3. Coata	Pte. Maravillas	5 100	6.81	3
4. Ilave	Pte. Carretera	8 810	22.5	2
5. Zapatilla	Pte. Carretera	450	1.8	1
6. Maure		1 500	0.94	2
Totales		33 960	120.70	
III. Vertiente del Amazonas				
1. Chamaya	La Savila	2 000	63.7	11
2. Conchano	Conchan	100	2.83	1
3. Mantaro	La Mejorada	17 500	184.0	16
4. Vilcanota	Chilca	7 200	128.2	9
Totales		26 800	378.73	

/Cuadro 18

Desde el río Grande al sur, febrero y marzo continúan siendo los meses de mayor caudal, pero el máximo ocurre en febrero. Los ríos Majes y Moquegua tienen su máximo en marzo, pero su caudal es muy similar al de febrero.

El derrame de los caudales máximos mensuales representa entre 36.4 y 19.4 por ciento del derrame anual. Estos no guardan relación, en general, con la situación geográfica de esos ríos, pero sí tienen una marcada relación con los caudales medios mínimos mensuales y en líneas generales, a mayor caudal máximo mensual corresponde menor caudal mínimo. En 32 de los 34 ríos de la costa, que aparecen en el cuadro 18, se comprueba que cuando el caudal máximo medio mensual supera el 30 por ciento, el caudal mínimo medio mensual no llega al 1 por ciento.

Cabe agregar que en algunos ríos se registra también un pequeño aumento de caudal en otros meses. Un segundo máximo mensual, que se observa durante el año, tiene escasa importancia hidrológica pues el aumento de caudal es poco pronunciado si se lo compara con los que ocurren en la época de crecidas de verano. En la zona norte de la vertiente del Pacífico el río Tumbes aumenta de caudal en noviembre y los ríos Zafia y Chicama en octubre. En la región sur de la misma vertiente el río Yauca presenta un ligero aumento en agosto y el Chili en julio. El río Uchusuma, por ser demasiado pequeño no se le considera al estudiar los regímenes de cuencas importantes.

El caudal mínimo medio se registra principalmente en agosto y setiembre. En la zona norte, los ríos Chira y La Leche tienen su caudal mínimo en noviembre y el Piura, en diciembre.

De la cuenca amazónica solamente se conocen datos de algunos ríos ubicados en la zona andina o próxima a ella. Merece señalarse, entre éstos, las características del río Mantaro en su parte superior, que sólo presenta un máximo en marzo, con 17.6 por ciento del derrame anual y un mínimo en setiembre, con 4.8 por ciento. Sin embargo, el río Chamaya y un afluente, el Huancabamba, tienen dos máximos, el mayor en abril con el 13.8 y el 11.2 por ciento respectivamente, y el otro en octubre en el Chamaya con el 7.3 por ciento y en noviembre en el Huancabamba con el 7.6 por ciento. El

/mínimo principal

mínimo principal en estos dos ríos se registra en diciembre con 4.8 y 6.7 por ciento respectivamente, y el secundario en agosto en el Chamaya y en julio en el Huancabamba.

Tales características indican mayor uniformidad en el escurrimiento de estos ríos que en los de la vertiente del Pacífico.

Los ríos de la cuenca del lago Titicaca tienen un régimen de aguas altas en verano, especialmente de enero a marzo, con un máximo en febrero. Los mínimos se presentan al final del invierno, al término del período de precipitaciones menores de esa región. En el río Ramis el máximo se presenta en febrero con una descarga que representa el 23.2 por ciento del derrame anual y el mínimo en setiembre con el 1.5 por ciento. (Véase de nuevo el cuadro 18.)

2. Caudales conocidos

Los recursos hidráulicos superficiales del Perú son abundantes, pero su distribución geográfica no es uniforme y además no coincide con la distribución de la población o la necesidad del uso.

Como dato ilustrativo, puede recordarse que un 55.1 por ciento del territorio nacional, prácticamente todo en la vertiente amazónica, tiene una precipitación anual superior a los 1 500 milímetros. En cambio, el 11 por ciento del país que está en la zona costera de la vertiente del Pacífico tiene precipitaciones anuales inferiores a los 100 milímetros y en el 27.7 por ciento son inferiores a 600. Este 27.7 por ciento representa 356 000 km^2, de los cuales 260 500 están en la vertiente del Pacífico, 78 300 en la del Atlántico y 17 200 en la del Titicaca. (Véase el cuadro 19.)

La vertiente del Pacífico, que es la que tiene menos precipitaciones, dispone de escasos recursos. Los caudales medios anuales conocidos de esta zona suman 1 029 metros cúbicos por segundo para los 39 ríos indicados en el cuadro 17 cuyas cuencas tienen una superficie de 213 750 km^2, o sea, el 75.5 por ciento de esta vertiente. Cabe agregar que una gran parte del 24.5 por ciento restante pertenece a zonas costeras con muy escasa precipitación. Se consideran que 34 de estos ríos tienen registros suficientemente largos como para establecer promedios representativos.

/Cuadro 19

Cuadro 19

PERU: SUPERFICIE ENTRE ISOYETAS

Precipitación (mm)	Superficie Km^2				Porcentaje	Porcentaje acumulado
	Atlántico	Pacífico	Titicaca	Total		
0 - 20	-	71 200	-	71 200	5.5	5.5
20 - 100	-	70 600	-	70 600	5.5	11.0
100 - 200	3 500	57 100	400	61 000	4.8	15.8
200 - 400	35 800	45 400	7 300	88 500	6.9	22.7
400 - 600	39 000	16 200	9 500	64 700	5.0	27.7
600 - 800	41 500	11 800	14 900	68 200	5.3	33.0
800 - 1 000	52 100	6 600	9 400	68 100	5.3	38.3
1 000 - 1 500	73 500	3 700	7 300	84 500	6.6	44.9
1 000 - 2 000	300	-	-	300	0.0	44.9
1 500 - 2 000	86 200	1 000	-	87 200	6.8	51.7
2 000 - 2 500	128 600	-	-	128 600	10.0	61.7
2 000 - 3 000	147 100	-	-	147 100	11.5	73.2
2 500 - 3 000	146 900	-	-	146 900	11.4	84.6
3 000 - 3 500	167 000	-	-	167 000	13.0	97.6
3 000 - 4 500	21 200	-	-	21 200	1.6	99.2
4 000	2 700	-	-	2 700	0.2	99.4
4 500	7 400	-	-	7 400	0.6	100.0
	952 800	283 600	48 800	1 285 200	100.0	

/Los caudales

Los caudales medidos de la cuenca del Titicaca totalizan unos 121 metros cúbicos por segundo para los seis ríos indicados en el cuadro 17. Las cuencas de éstos suman unos 34 000 km^2, o sea, el 70 por ciento de esa cuenca. Se debe señalar que con la excepción del río Ramis, que tiene el registro más extenso, los demás tienen registros muy breves y corresponden además a años de bajas precipitaciones.

En la cuenca amazónica hay muy pocos caudales medidos pero suman 379 metros cúbicos por segundo para cuatro ríos cuyas cuencas cubren en conjunto 27 000 km^2 y representan casi el 3 por ciento de esa vertiente. Cabe agregar que éstas están ubicadas en zonas de bajas precipitaciones comparadas con el resto de la misma vertiente.

De acuerdo con lo anterior, el total de los caudales medidos en el país es 1 529 metros cúbicos por segundo.

Los porcentajes de cada gran vertiente que representan las cuencas de los ríos medidos revelan lo mucho que aún queda por conocer. Igualmente se puede apreciar el poco caudal medido para un país de las dimensiones y características climáticas del Perú.

3. Irregularidad de los regímenes de los ríos peruanos

Con el fin de establecer las características de irregularidad en los regímenes de los ríos y apreciar en alguna medida las posibilidades del aprovechamiento económico de sus aguas, se calcularon los coeficientes de irregularidad.

Estos se obtuvieron como cociente entre la cantidad de agua que sería necesario almacenar para obtener una regulación total dentro del año y el escurrimiento anual total. El mismo criterio ha sido aplicado por la CEPAL en trabajos similares en otros países de América Latina.

Los coeficientes obtenidos son el promedio de los valores anuales para el período de observaciones disponibles. (Véase de nuevo el cuadro 18.) De los ríos considerados, el mayor coeficiente de irregularidad corresponde al Grande, en la vertiente del Pacífico, con 0.71 y el menor al Huancabamba, en la cuenca amazónica, con 0.09. Muchos ríos de la vertiente del Pacífico tienen altos coeficientes de irregularidad, pudiéndose citar además del Grande a los ríos Piura, Moche, Virú, Casma, Huarmey, Lurín, San Juan, Pisco, Ica, Acarí y Yauca, que superan el valor de 0.50.

/La causa

La causa principal de estos elevados coeficientes es la estacionalidad de la precipitación, ya señalada. Sin embargo, las cuencas alimentadas también por glaciares muestran coeficientes menores - como sucede en los ríos Santa, Zaña, Huaura y Majes - que varían entre 0.28 y 0.29. Otras causas contribuyen a definir el escurrimiento, como los tipos de cubiertas vegetales y las clases de suelos. Así los ríos Tumbes y Jequetepeque, con abundante cubierta vegetal, tienen los coeficientes 0.37 y 0.45, respectivamente, que son valores intermedios entre las dos categorías anteriores.

Los ríos de la cuenca amazónica tienen coeficientes relativamente bajos, sobre todo si se los compara con los de la vertiente del Pacífico. Aunque en el cuadro 18 sólo hay datos de dos ríos y un afluente para esa zona, es bastante probable que dado el régimen de precipitación predominante en la cuenca del Amazonas, los ríos de esa región tengan en general coeficientes de irregularidad bajos.

El Ramis, de la cuenca del Titicaca, tiene un coeficiente de irregularidad de 0.35, valor que se considera representativo también para otros ríos de esa zona.

D. RECURSOS HIDRAULICOS

1. Potencial hidroeléctrico

a) Tipos de potenciales

Tres tipos de potenciales se usan comúnmente para medir los recursos hidroeléctricos: el teórico o bruto, el técnicamente aprovechable y el económicamente utilizable.[6/] El primero, en particular, permite efectuar comparaciones internacionales e interregionales, pues se basa en evaluaciones uniformes de los únicos datos básicos disponibles. En eso reside su utilidad.

El potencial teórico, a veces denominado bruto, es el que se obtiene considerando que toda el agua caída a una altura dada sobre el nivel del mar es susceptible de producir energía con un rendimiento del 100 por ciento. Es por supuesto un límite hipotético, no realizable.

El potencial técnicamente aprovechable, muy inferior al anterior, introduce un concepto más realista; mide la magnitud de los recursos disponibles sobre la base de los ya aprovechados y los de posible utilización, con los medios usuales de la técnica para ese tipo de obras. Implícitamente incluye un valor límite superior del costo del kW instalado y debe basarse en un adecuado conocimiento del terreno.

El potencial económico es sólo una fracción del técnicamente aprovechable, limitado a la parte que se considera de aprovechamiento conveniente a corto o mediano plazo, dentro del estado actual de desarrollo de la economía general del país y de las demandas eléctricas. De tal manera, excluye los recursos que no pueden proporcionar energía a un costo igual o menor al que se podría obtener con otras fuentes o los que deban destinarse a otros usos del agua incompatibles con la producción eléctrica. Por consiguiente, varía según la evolución de los costos comparados y los avances tecnológicos.

La potencialidad hidroeléctrica a más largo plazo se mide en un nivel intermedio entre el potencial económico y el técnico.

6/ Naciones Unidas, "Los recursos hidroeléctricos de América Latina: su medición y aprovechamiento" en Estudios sobre la electricidad en América Latina (Vol. I, E/CN.12/630).

/El potencial

El potencial teórico puede medirse de dos maneras:

a) El potencial bruto superficial de escurrimiento mide la producción de energía teórica anual (o en su lugar la potencia media respectiva) correspondiente al agua que cae en una cuenca o región, descontadas las pérdidas (evaporación, transpiración vegetal y escurrimiento subterráneo) y medida considerando la altura que el agua tiene sobre el nivel del mar en cada superficie unitaria.

Cuando no se dispone de información suficiente, el cálculo podría hacerse con el agua caída, prescindiendo de toda pérdida. En este caso se obtendría el potencial bruto superficial de precipitación.

b) El potencial bruto lineal mide la potencia correspondiente al caudal medio (o la energía anual) a lo largo del curso de cada corriente de agua. Para cada tramo de un río vale el promedio de los caudales en sus extremos en metros cúbicos por segundo multiplicado por el desnivel entre los mismos en metros y por 9.8 para obtener su valor en kW.

b) Estimación del potencial bruto superficial de precipitación

Ante la falta de información suficiente sobre caudales y datos topográficos a lo largo de los ríos en el Perú, solamente se pudo realizar para todo el país el cálculo integral del potencial teórico bruto superficial de precipitación.

La estimación es provisional, por cuanto se basa en un mapa preliminar de isoyetas medias anuales, con isolíneas algo espaciadas (véase el mapa 2) que deberá ser mejorado, y en cartas geográficas igualmente con líneas de nivel muy espaciadas y en algunas partes no definitivas. (Carta Aeronáutica, Fuerza Aérea de los Estados Unidos, 1:1 000 000.)

El cálculo se hizo siguiendo las recomendaciones del Seminario Latinoamericano de Electricidad reunido en México en 1961[7], fraccionando cada cuenca en áreas elementales a las cuales se podía aplicar la fórmula:

$$P_s = \frac{V \times H}{367}$$

en que P_s es el potencial superficial en millones de kWh por año, V el volumen medio anual de las precipitaciones caídas en el área elemental respectiva, medido en millones de metros cúbicos, y H es la altura media de

7/ Los recursos hidroeléctricos de América Latina, op. cit.

/esa área,

esa área, en metros sobre el nivel del mar. Se debe señalar que en los ríos de la vertiente amazónica la altura, H, fue tomada no con respecto al nivel del mar sino al cruce de la frontera por el río al que finalmente desaguan. En el caso de los ríos del Altiplano se consideró primero el nivel del lago Titicaca y luego el nivel del mar, ante una eventual derivación hacia el Pacífico.

Calculado en esa forma el potencial bruto superficial de precipitación de todo el país llega en el primer caso a 3 250 400 x 10^6 kWh y en el segundo a 3 609 200 x 10^6 kWh (véase el Cuadro 20).

El potencial se concentra principalmente en la cuenca del Amazonas, donde llega a 2 725 100 x 10^6 kWh, que equivale a 83.9 por ciento del total del país en la primera situación y a 75.6 por ciento en la segunda.

La vertiente del Pacífico dispone de una energía de 479 100 x 10^6 kWh o sea 14.7 por ciento en un caso y 13.2 por ciento en el otro.

La cuenca del Titicaca tendría una energía disponible de 46 200 x 10^6 kWh, si se considera como nivel final el del lago, y de 405 000 x 10^6 si se toma el nivel del mar; en un caso representa el 1.4 por ciento y en el otro el 11.2 por ciento.

El cuadro 20 también permite apreciar con mayor detalle la distribución de la energía disponible, que indica a su vez la distribución del recurso y su orden de magnitud.

Para estimar la potencia media bruta en kW, se dividió el potencial bruto superficial por 8 760 que corresponde al número de horas del año. Esto dio un valor de unos 370 y 410 millones de kW, respectivamente. Cabe reiterar que esas cifras no dan en modo alguno un límite superior factible, ya que además del aprovechamiento total de los desniveles suponer que toda la lluvia caída se transforma en escurrimientos superficiales, postula un funcionamiento continuo de las plantas, con eficiencia del 100 por ciento. Los límites superiores reales, como se verá en seguida, son muy inferiores.

La falta de datos no permitió determinar el potencial bruto lineal para todo el país; sin embargo, sería posible calcularlo para algunos tramos de unos pocos ríos.

/Cuadro 20

Cuadro 20

PERU: POTENCIAL HIDROELECTRICO BRUTO SUPERFICIAL DE PRECIPITACION

Cuenca	Energía a/ (10^6 kWh)	Energía b/ (10^6 kWh)
Pacífico		
Zona al norte de la cuenca del Santa	119 000	
Santa	48 000	
Zona entre las cuencas del Santa y Rímac	69 500	
Rímac	10 000	
Zona entre las cuencas del Rímac y Majes	110 500	
Majes	45 100	
Zona al sur de la cuenca del Majes	77 000	
Total Pacífico	479 100	
Titicaca		
Huancané	39 800	4 200
Ramis	141 000	17 300
Coata	29 400	3 700
Ilave	42 800	4 700
Otras	152 000	16 300
Total Titicaca	405 000	46 200
Amazonas		
Napo	9 900	
Marañón	770 000	
Alto Marañón	240 000	
Bajo Marañón	152 000	
Huallaga	378 000	
Ucayalí	1 352 000	
Urubamba	460 000	
Apurímac	789 000	
Mantaro	239 000	
Otras	550 000	
Otras	342 000	
Purus	27 500	
Madre de Dios	517 000	
Otras	48 700	
Total Amazonas	2 725 100	
Total del país	3 609 200	3 250 400

a/ Respecto al nivel del mar.

b/ Respecto a la cota del lago Titicaca.

/2. Balance

2. Balance hidráulico

a) Estimación del derrame disponible

En un punto anterior se estimó el agua que cae sobre todo el país, en las grandes vertientes y en algunas cuencas. Sobre la base de ese cálculo se pretende ahora determinar el derrame disponible de todos los ríos del país.

Lamentablemente, los datos básicos son insuficientes y debe completárselos con una serie de suposiciones.

Los datos de evapotranspiración son de tipo experimental y muy escasos, y los de evaporación, aunque no abundantes, se refieren a superficie libre de agua. Estos tienen valores muy dispares de acuerdo con las distintas condiciones climáticas, y varían desde unos 400 milímetros al año en las zonas de alta humedad y nubladas gran parte del año, como en algunos lugares de la zona costera, hasta unos 3 000 en zonas secas y de elevado número de horas de sol al año. En el lago Titicaca la evaporación anual es de 1 640 milímetros.[8/]

De estos datos no es posible pasar a la evapotranspiración de suelos por cuanto aquellos son en general superiores, debido a la permanente disponibilidad de agua.

En lo referente a la infiltración, no se dispone de mediciones directas y las mediciones de caudales superficiales de los ríos no bastan para establecer posibles infiltraciones o, a la inversa, el aporte de las napas subterráneas a los caudales superficiales.

En el cuadro 21 se dan, para la vertiente del Pacífico, el derrame de los ríos, el agua utilizada y la que finalmente llega al Pacífico. Para el derrame de 34 de ellos, como ya se indicó, se tienen registros suficientemente largos, cinco están basados en registros cortos y el resto se estimó sobre la base de la lluvia y el derrame de las cuencas vecinas. En el cuadro se señala la condición de cada uno.

8/ Junta de Control de Energía Atómica.

/Cuadro 21

Cuadro 21

PERU: DERRAME, CONSUMO Y DESCARGA AL MAR DE LOS RIOS DE LA VERTIENTE DEL PACIFICO

(Promedios anuales)

Cuenca		Superficie de la cuenca (km2)	Derrame 10^6 m3	Consumo 10^6 m3	Descarga al mar 10^6 m3
Tumbes	M	1 940	3 920	165	3 755
Chira	M	10 140	3 420	206	3 214
Piura	M	12 640	835	444	391
La Leche	M	1 740	210	210	0
Chancay (Lam.)	M	5 180	889	841	48
Zaña	M	2 000	260	228	32
Jequetepeque	M	4 200	902	219	683
Chicama	M	4 770	950	555	395
Moche	M	2 130	302	209	93
Virú	M	1 960	125	78	47
Santa	M	11 700	4 700	120	4 580
Nepeña	M	1 810	75	51	24
Casma	M	2 900	179	39	140
Culebras	E	680	50	20	30
Huarmey	M	2 100	118	25	93
Fortaleza	E	2 220	110	25	85
Pativilca	M	4 700	1 450	366	1 084
Supe	E	1 000	50	50	0
Huaura	M	5 470	883	414	469
Chancay (Huar.)	M	3 030	460	204	256
Chillón	M	2 020	292	107	185
Rímac	M	3 540	915	366	549
Lurín	M	2 500	117	29	88
Mala	M	2 130	568	60	508
Omas	E	1 440	80	15	65
Cañete	M	6 750	1 735	233	1 502
Topará	E	650	100	15	85
San Juan	M	3 910	495	150	345
Pisco	M	4 440	835	259	576
Ica	M	7 390	334	158	176
Grande	M	12 690	555	129	426
Acarí	M	4 130	406	57	349
Yauca	M	4 540	275	35	240
Chala	E	1 240	60	10	50
Chaparra	E	1 310	60	10	50
Atico	E	1 370	60	10	50
Caravelí	E	1 940	90	15	75
Ocoña	E	15 590	1 240	200	1 040
Majes	M	17 300	2 950	159	2 791
Chili	M	12 640	406	42	364
Yura	E	4 400	268	20	248
Tambo	M	12 910	1 050	177	873
Moquegua	M	3 440	60	41	19
Locumba	E	6 240	69	50	19
Sama	E	4 620	54	25	29
Caplina	M	2 250	38	24	14
Uchusuma	M		13	9	4
		223 690	32 741	6 874	26 139

E = Medido.

M = Estimado.

/En esta

En esta vertiente la diferencia entre el volumen medio de agua caída y el promedio de escurrimiento superficial sería de unos 26 000 millones de metros cúbicos (véanse de nuevo los cuadros 15 y 21), teniendo en cuenta que parte de este último que representa un 45 por ciento del agua caída se origina en el Ecuador. Esta diferencia representa la suma de la evapotranspiración más la infiltración que como agua subterránea pasaría ulteriormente al océano Pacífico o bien, lo que parece menos probable, escaparía hacia la vertiente amazónica.

No hay estudios que determinen con algún grado de aproximación cuál o cuáles son las rutas de escape, si es que existen, ni la magnitud de esas filtraciones. Mientras tanto, dada la falta de información, la magnitud de la evapotranspiración sólo se podrá calcular en forma estimada.

Hay evidencia, sin embargo, de pozos en la zona costera con características artesianas, así como de salidas de agua dulce en la costa, lo que indica un gradiente hacia el océano Pacífico. Factores topográficos y geológicos señalan como más probable esa ruta de escape. Considerando las regiones de clima y aspecto semejantes podría concluirse también que la evapotranspiración sólo sería capaz de absorber la mitad de la cifra mencionada.

Del agua que va a dar al mar representaría casi cuatro veces el volumen del agua consumida.

En el cuadro 22 se da el derrame de los ríos de la cuenca del lago Titicaca, reiterándose la salvedad de que solamente para el Ramis se tiene un registro relativamente extenso, de que el derrame del río Callacame es estimado y de que para los demás ríos se tienen registros cortos, obtenidos en años de baja precipitación. Por lo tanto, se espera que el derrame total anual medio supere el indicado de 4 054.03 x 10^6 m^3. La superficie de las cuencas de los ríos considerados, que son los principales, totaliza 36 560 kilómetros cuadrados, que sumados a los 4 800 kilómetros cuadrados de la superficie del lago que corresponde al Perú, daría 41 360 kilómetros cuadrados, o sea casi el 85 por ciento de esa región. Cabría agregar aún el derrame del río Suchez, que en parte de su curso sirve de límite internacional, entrando luego en Bolivia.

La diferencia entre el agua caída y el escurrimiento superficial es proporcionalmente mayor que en el caso de la vertiente del Pacífico.

/Cuadro 22

Cuadro 22

PERU: DERRAMES ANUALES EN LA CUENCA DEL TITICACA

			Superficie de la cuenca (km^2)	Derrame anual ($10^6 m^3$)
1.	Huancané	M	3 460	344.0
2.	Ramis	M	14 640	2 450.0
3.	Coata	M	5 100	214.0
4.	Ilave	M	8 810	710.0
5.	Zapatilla	M	450	56.7
6.	Callacame	E	2 600	250.0
7.	Maure	M	1 500	29.6
	Totales		36 560	4 054.3
	Lago parte peruana		4 800	
			41 360	

M = Medido
E = Estimado

El balance hidrológico de la cuenca del lago Titicaca toma como ingresos el agua caída en el sector peruano más la del sector boliviano, que se compensan con la evapotranspiración de las cuencas, la evaporación del lago Titicaca y de otros menores, las pérdidas por infiltración, los caudales afluentes superficiales del río Desaguadero y la variación del nivel del lago.

Del juego de valores de los distintos parámetros que intervienen en el balance hidrológico es dable suponer que parte del agua superficial de la cuenca, se perdería en el subsuelo. Según la dirección que tome esa corriente, ella puede ser de considerable valor económico, sea para ciertas regiones de Bolivia o para los departamentos extremadamente áridos del suroeste del Perú.

/Cabe agregar

Cabe agregar que el nivel del lago experimenta variaciones a lo largo del año, alcanzando su máximo en abril y su mínimo en diciembre, lo que indica un reflejo casi inmediato del ciclo de las lluvias de la cuenca. Las variaciones anuales van desde 0.50 a 1.50 metros. A más largo plazo, el lago es también sensible a los períodos "secos" y lluviosos. En los últimos 50 años los niveles extremos han variado de 41.20 a -3.70.

Una indicación circunstancial puede darla el hecho de que los ríos al sur de Ica en la vertiente occidental contribuyen con el 26 por ciento a la descarga total de la costa, a pesar de que la precipitación al sur de Ica es mucho menor que al norte (200 a 300 milímetros por año contra 600 a 1 000 milímetros).

Los derrames en la vertiente amazónica que, como se señaló se conocen solamente en un 3 por ciento de su superficie, serían del orden de 416 000 x 10^6 metros cúbicos, perdiéndose 80 por ciento del agua caída.

b) Derivaciones de agua

La gran escasez de agua en la vertiente del Pacífico, donde vive el 55 por ciento de la población, ha planteado graves problemas en el uso de ese recurso. Como medida para mitigar la escasez, en diversas oportunidades se ha recurrido a la derivación de aguas, principalmente desde la vertiente amazónica. Todas estas obras influyen, de manera a veces notable, en el balance entre las cuencas y deben tenerse muy en cuenta cuando se considere el aprovechamiento del agua en cada caso por separado. Ignorar este hecho puede inducir a errores muy costosos en la apreciación del potencial real disponible en cada cuenca.

La necesidad de conducir agua a distancias más o menos grandes se ha manifestado en la región de la costa desde épocas remotas. Existen acequias, hoy semidestruidas, cuya antigüedad se remonta a las épocas mochica y chimú, lo que indicaría que quizás desde el siglo III antes de J.C. y hasta la época del Incanato existían esas prácticas para cultivar zonas áridas.

En la actualidad, se han efectuado algunas derivaciones nuevas y otras están en ejecución o se consideran en proyectos de realización más o menos mediata. Con el objeto de mostrar su magnitud, se da a continuación una lista de las principales derivaciones.

/i) Derivaciones

i) Derivaciones entre vertientes principales

- Derivación de la alta cuenca del río Corpacancha, afluente del Mantaro, hacia el río Santa Eulalia, afluente del Rímac, en la vertiente del Pacífico. Se derivan unos 8 metros cúbicos por segundo represando diversas lagunas (Marcacocha, Antacoto, Marcapomacocha y otras menores), cuyas cuencas tienen una superficie de unos 240 km^2. Esta derivación se hace principalmente con fines hidroeléctricos, aunque también se aumentará la superficie regada en la cuenca del río Rímac, y el abastecimiento de agua potable. Se han formulado ideas para derivar volúmenes adicionales hasta el doble de la cifra ya señalada.
- En la alta cuenca del río Vilca, afluente del Mantaro, hay varias lagunas (Huarmicocha, Chuncho, Canya y otras menores) que están represadas e interconectadas mediante túneles y canales y que finalmente derivan sus aguas al río Cañete en la vertiente del Pacífico. Las cuencas de estas lagunas suman unos 170 km^2. La derivación se efectúa desde hace unos 20 años con fines de riego.
  Se piensa ampliar esta derivación agregando al sistema interconectado de lagunas, la laguna Coyllorcocha que pertenece al río de La Virgen, afluente del Mantaro.
- En el proyecto de riego de Olmos se considera el aprovechamiento de las aguas de los ríos Huancabamba, Tabaconas, Chunchuca y Chotano, afluentes del Marañón, principalmente para regar hasta 120 000 hectáreas en las Pampas de Olmos, y zonas de Motupe, Jayanca y Salas, situadas en la zona costera. Se estima que la derivación de aguas de la cuenca amazónica hacia la vertiente del Pacífico alcanzará, al final de las cuatro etapas del proyecto, aproximadamente a unos 60 metros cúbicos por segundo.
- El proyecto de riego de Tinajones derivará agua del río Chotano, afluente del Marañón, hacia la cuenca de río Chancay en la vertiente del Pacífico. Esta derivación se suplementará con otra del río Llaucán, también afluente del Marañón, hacia el Chotano.

/El objetivo

El objetivo del proyecto es asegurar el riego todo el año a 60 000 hectáreas y regar 30 000 hectáreas más. La derivación de ambos ríos podría absorber aproximadamente unos 25 metros cúbicos por segundo de la cuenca amazónica.

- Mediante la derivación de la cuenca alta del río Tambo al río Moquegua y de la derivación de la laguna Lariscota (cuenca del Titicaca) al río Vizcachas, afluente del Tambo, se piensa regar 10 000 hectáreas eriazas y mejorar el riego en 3 600 hectáreas en Las Lomas de Ilo. Las superficies de cuencas derivadas serían: 576 km^2 del río Vizcachas y 225 km^2 de la cuenca de la laguna Lariscota. La derivación desde la laguna sería del orden de un metro cúbico por segundo.

ii) Derivación entre cuencas de la vertiente del Pacífico

- Derivación del río Santa hacia las cuencas de los ríos Chao, Virú, Moche y Chicama, situadas al norte del mismo. El proyecto beneficiará unas 60 000 hectáreas de tierras eriazas en las cuencas de los ríos citados, mejorará el riego en unas 52 000 hectáreas y permitirá la utilización continua de otras 25 000. Se derivarán unos 70 metros cúbicos desde el río Santa.
- Proyecto de derivación del río Chira al río Piura. Se proyecta derivar sobrantes de aguas del río Chira para regar unas 47 000 hectáreas ubicadas en el bajo Piura. Se derivarán, en promedio unos 25 metros cúbicos por segundo.
- El proyecto de ampliación del riego de La Joya prevé derivar la alta cuenca del río Colca hacia el río Chili con el objeto de regar unas 10 000 hectáreas en las pampas de La Joya. La derivación media sería de unos 7 metros cúbicos por segundo.

Las derivaciones enumeradas desde la vertiente amazónica hacia la del Pacífico alcanzarán a casi 100 metros cúbicos por segundo, o aproximadamente a 10 por ciento del caudal total de esta última vertiente. Las transferencias dentro de la vertiente del Pacífico serán superiores a los 100 metros cúbicos por segundo.

Se observa que las transferencias afectan, en particular, a algunas cuencas, como la del Mantaro. En vista de la gran magnitud de las obras hidroeléctricas que se proyectan sobre ese río, sería aconsejable tener en cuenta las derivaciones de caudal que se señalan.

/E. LA

E. LA RED METEOROLOGICA E HIDROLOGICA

1. Primeras actividades meteorológicas en el país

Las primeras observaciones meteorológicas se realizaron en Lima entre 1799 y 1800. En 1886 se instaló en esa ciudad un observatorio meteorológico, que duró poco tiempo, y en 1892, se instaló una nueva estación. El Servicio Meteorológico Nacional data del 27 de mayo de 1904, fecha en que por decreto supremo se encargó al Director del Observatorio Unanue de Lima que estableciera un servicio de observaciones meteorológicas. Estas observaciones comenzaron en 1905 en Lima, Piura, Chiclayo, Ica, Moquegua, Cajamarca, Jauja, Huancavélica, Ayacucho, Huánuco y Trujillo. Los datos obtenidos se publicaron hasta 1910 en los boletines del Ministerio de Fomento. Estas primeras observaciones generales sistemáticas se interrumpieron en 1911.

En junio de 1928, se inició una segunda etapa en la meteorología del Perú con la formación del Servicio Meteorológico Nacional, llegándose a instalar, entre 1929 y 1934, doce nuevas estaciones, a saber: Central de Lima (Santa Beatriz), estación experimental agrícola de La Molina, las estaciones agronómicas de Piura, Lambayeque, Huancayo, Arequipa, Moquegua y Tacna, campo experimental de las Lomas de Lachay y las granjas de Chuquibambilla, Puno y Kacira (Cuzco). Es oportuno señalar que para esa fecha ya existían tres observatorios particulares (La Oroya, Hacienda Chiclín y Lomas de Acotongo).

En 1933 el Servicio Meteorológico Nacional pasó a depender del Instituto de Altos Estudios Agrícolas del Perú. Al disolverse este último, en mayo de 1941, pasó a depender de la Dirección de Agricultura y Ganadería y en 1942 recibió el nombre de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, constituyendo posteriormente el Servicio de Meteorología e Hidrología, dependiente del Ministerio de Aeronáutica. En 1943, disponía de 40 estaciones meteorológicas de primer orden, incluidas 12 de particulares.

La distribución de estaciones, tanto meteorológicas como hidrológicas por organismos, no siempre ha sido fácil debido a la división de alguno de ellos y a su consiguiente distribución de bienes, así como a los planes

/de colaboración

de colaboración para la instalación de estaciones. Muchas veces una misma estación pertenece a dos organismos: uno que la instala y otro que la administra, o uno que la atiende y otro que recibe los datos.

2. Pluviómetros

A fines de 1964 había en el país unos 993 pluviómetros, pertenecientes a organismos nacionales y privados y a particulares. Las observaciones de los pluviómetros se efectúan en su gran mayoría cada 24 horas y solamente en las estaciones meteorológicas importantes se hacen cada 12 horas. En algunos lugares alejados se usan totalizadores, con observaciones semanales de períodos más largos.

Con el objeto de hacer un estudio analítico de la densidad de pluviómetros y de la longitud de los registros se determinan estos valores por cuencas de ríos principales. Hidrológicamente, como se señaló en el capítulo II, el país se considera dividido en tres grandes vertientes: la vertiente del Pacífico, la vertiente del Atlántico y la vertiente del lago Titicaca. Lamentablemente la información disponible no permite una subdivisión uniforme por tamaño de cuenca; esa subdivisión fue mayor en la vertiente del Pacífico y en la del Titicaca que en la vertiente amazónica.

La distribución geográfica de las estaciones es bastante irregular y para apreciarla se calculó la densidad de estaciones por 1 000 km^2. (Véanse el cuadro 23 y el mapa 4.)

Para todo el país la densidad media es de 0.8 estaciones por 1 000 km^2 y el promedio de años de observación es de 4.0, valores que multiplicados entre sí dan un índice de cobertura de 3.2.[9/]

Los valores indicados pueden considerarse bajos, pero además es conveniente tener en cuenta los mismos parámetros por zonas, a efectos de apreciar mejor las deficiencias.

9/ La CEPAL ha usado este criterio en estudios similares en otros países de América Latina.

/Cuadro 23

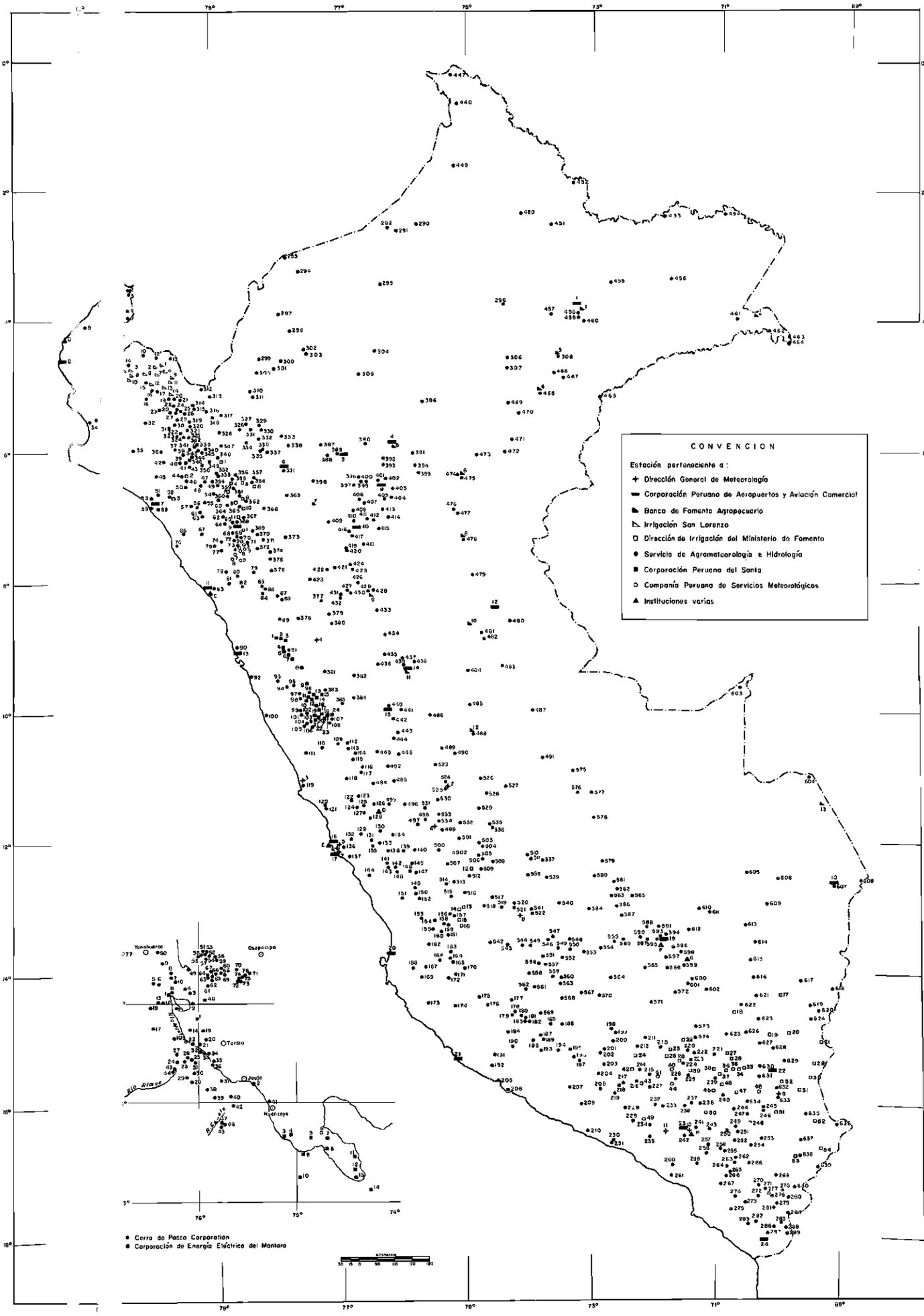
Cuadro 23

PERU: COEFICIENTE DE COBERTURA DE LAS ESTACIONES PLUVIOMETRICAS

Cuenca	Superficie (km2)	Número de estaciones	Densidad por 1 000 km2	Años de registro	Promedio años de registro	Coeficiente de cobertura
Pacífico	283 600	452	1.6	1 913	4.2	6.7
Zarumilla	720	4	5.6	4	1.0	5.6
Tumbes	1 940	7	3.6	38	5.4	19.4
Chira	10 140	24	2.4	85	3.5	8.4
Piura	10 240	31	3.0	106	3.4	10.2
Olmos	1 750	2	1.1	2	1.0	1.1
La Leche	1 600	10	6.3	10	1.0	6.3
Chancay	5 100	16	3.1	72	4.5	14.0
Zaña	2 010	7	3.5	56	8.0	28.0
Jequetepeque	4 230	18	4.3	47	2.6	11.2
Chicama	4 600	14	3.0	125	8.9	26.7
Moche	2 200	10	4.5	51	5.1	22.9
Virú	1 960	1	0.5	10	10.0	5.0
Chao	1 410	2	1.4	2	1.0	1.4
Santa	11 980	37	3.1	287	7.8	24.2
Nepeña	1 910	1	0.5	8	8.0	4.0
Casma	2 970	4	1.3	4	1.0	1.3
Huarmey	2 130	8	3.7	38	4.8	17.7
Fortaleza	2 230	7	3.2	39	5.6	17.9
Pativilca	5 120	7	1.4	27	3.9	5.5
Supe	1 000	2	2.0	9	4.5	9.0
Huaura	4 790	12	2.5	77	6.4	16.0
Chancay	3 030	5	1.7	5	1.0	1.7
Chillón	2 320	5	2.2	6	1.2	2.6
Rímac	3 430	19	5.5	193	1.0	5.5
Lurín	1 670	6	3.6	22	3.7	13.3
Mala	2 170	6	2.8	6	1.0	2.8
Cañete	6 230	15	2.4	84	5.6	13.4
San Juan	3 910	4	1.0	4	1.0	1.0
Pisco	4 360	12	2.8	49	4.1	11.5
Ica	7 390	9	1.2	18	2.0	2.4
Grande	12 690	6	0.5	6	1.0	0.5
Acarí	4 130	10	2.4	13	1.3	3.1
Yauca	4 540	7	1.5	7	1.0	1.5
Chaparra	1 310	1	0.8	1	1.0	0.8
Caraveli	1 910	1	0.5	1	1.0	0.5
Ocoña	15 520	16	1.0	19	1.2	1.2
Majes	17 560	33	1.9	132	4.0	7.6
Sihuas	12 640	19	1.5	131	6.9	10.3
Tambo	12 910	19	1.5	20	1.1	1.7
Moquehua	3 440	5	1.5	5	1.0	1.5
Locumba	6 [illegible]	8	1.3	8	1.0	1.3
Sama	4 620	8	1.7	8	1.0	1.7
Capliña	2 250	6	2.7	6	1.0	2.7
Otras	69 [illegible]	8	0.1	72	9.0	0.9
Titicaca	48 000	53	1.1	222	4.2	4.6
Huancané	3 [illegible]	4	1.2	10	2.5	3.0
Ramis	14 6[illegible]	13	0.9	33	2.5	2.3
Azángaro	8 480	5	0.6	18	3.6	2.2
Ayaviri	5 690	6	1.1	13	2.2	2.4
Otras	[illegible]	2	4.3	2	1.0	4.3
Coata	5 100	10	2.0	23	2.3	4.6
Ilave	8 810	5	0.6	31	6.2	3.7
Otras	16 [illegible]	21	1.3	125	6.0	7.8
Amazonas	952 [illegible]	488	0.5	1 [illegible]	3.7	1.9
Napo	41 500	4	0.1	4	1.0	0.1
Marañón	281 [illegible]	190	0.7	424	2.2	1.5
Huallaga	85 [illegible]	65	0.8	203	3.1	2.5
Otras	195 [illegible]	125	0.6	221	1.8	1.1
Ucayali	361 390	254	0.7	1 280	5.0	3.5
Urubamba	70 520	34	0.5	65	1.9	0.9
Apurímac	98 980	198	2.0	1 162	5.9	11.8
Mantaro	38 500	104	3.1	804	7.7	23.9
Otras	65 480	94	1.4	358	3.8	5.3
Otras	191 890	25	0.1	53	2.1	0.2
Purús	25 440	1	0.0	1	1.0	0.0
Madre de Dios	94 970	19	0.2	51	2.7	0.5
Otras	148 370	17	0.1	40	2.4	0.2
País	1 285 200	993	0.8	3 935	4.0	3.2

/Mapa 4

PERU : UBICACION DE LAS ESTACIONES METEOROLOGICAS **Mapa 4**



PERU: ESTACIONES METEOROLOGICAS POR ORGANISMOS

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
	I. Servicio de Agrometeorología e Hidrología		
1	Puerto Pizarro	47	Sillangate
2	Zarumilla	48	Llama
3	Papayal	49	Hacienda Chancay
4	El Caucho	50	Chongoyape
5	El Tigre	51	Ferreñafe
6	Rica Playa	52	Lambayeque
7	Hito Murciélago	53	Tinajones
8	Huásimo	54	Santa Cruz
9	Pananga	55	Udima
10	Suye	56	El Espinar
11	Lancones	57	Oyotún
12	La Tina	58	Reque
13	Huara de Veras	59	Balsas
14	Las Lomas	60	Quilcate
15	Frías	61	Niepos
16	Santo Domingo	62	Llapa
17	Chalaco	63	Hacienda Lives
18	Morropón	64	Magdalena
19	Pasapampa	65	Hacienda Cadena
20	Huar Huar	66	Chepén
21	Zapalache	67	Tembladera
22	Jascoha	68	San Juan
23	Hacienda Bigote	69	Yamagual
24	Quispampa	70	Asunción
25	Senderillo	71	Chugur
26	Hacienda Shumaya	72	Hacienda Llagadén
27	Carcancho	73	Cospán
28	Canchaque	74	Contumaza
29	Tolucc	75	San Benito
30	Huarmaca	76	San José
31	Chinche	77	Cascas
32	Virrey	78	Sinsicap
33	Bernal	79	Hacienda Capachique
34	Chusis	80	Otuzco
35	Ficuar	81	Salpo
36	Olmos	82	Julcán
37	Porculla	83	Laredo
38	El Espino	84	Santiago de Chuco
39	Pañala	85	Quiruvilca
40	Penachi	86	Cachicadán
41	Marayhuaca	87	Mollepata
42	Motupe	88	Conchucos
43	Incahuasi	89	Corongo
44	Puchacá	90	Santa
45	Jayanca	91	Caras
46	Tocmache	92	Casma

PERU: ESTACIONES... (continuación 1)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
93	Yantán	140	Vilca
94	Cajamarquilla	141	Lázaro de Eso.
95	Pira	142	Ayaviri
96	Recuay	143	Checa
97	La Merced	144	Calango
98	Aija	145	Carania
99	Cotaparaco	146	Yauyos
100	Huarmey	147	Huantán
101	Pararín	148	Huañec
102	Tapacocha	149	Colonia
103	Cajacay	150	Catahuasi
104	Chaucayán	151	Zúñiga
105	Chasquitambo	152	Huangascar
106	Congas	153	Yanac
107	Aquia	154	Arma
108	Chiquián	155	Alpas
109	Cajatambo	156	Totora
110	Aco	157	Santa Ana
111	Cochas	158	Cocas
112	Pacaybamba	159	Castrovirreina
113	Cashauaro	160	Tiorapo
114	Oyón	161	Cuchicancha
115	Pachángara	162	Huancano
116	Minaragra	163	Tambo
117	Yanquil	164	Huambo
118	Santa Cruz	165	Santiago de Chocorvos
119	Huacho	166	Huamani
120	Huayán	167	Achibana
121	Huaral	168	Pampa de Villacuri
122	Pallac	169	Ica
123	Canchapilca	170	Laramarca
124	Huamantanga	171	Córdoba
125	Canta	172	Malluchipana
126	Huaros	173	Chirichín
127	Lachaqui	174	Palpa
128	Carampoma	175	Ocaña
129	Santa Eulalia	176	Otoca
130	Matucana	177	Pampahuasi
131	Santiago de Tuna	178	Lucanas
132	Ñaña	179	Cerro Condorillo
133	Damián	180	Puquio
134	Mina Germania	181	Paucacorral
135	Antioquía	182	Cochalla
136	La Molina	183	Pedro
137	Pachacamac	184	Saisa
138	Huarochiri	185	Paujaray
139	Tanta	186	Urayhuma

PERU: ESTACIONES ....(continuación 2)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
187	Chavifía	235	Santa Rita de Sihuas
188	Sancos	236	Pampa de Arrieros
189	Cora Cora	237	Sumbay
190	Carrizal	238	Pillones
191	Huarato	239	Moroccaqui
192	Acari	240	Crucero Alto
193	Pullo	241	Chiguata
194	Iucuyo	242	Socabaya
195	Lampa	243	Las Salinas
196	Pauza	244	Ccalaque
197	Taurla	245	C. Zorrichata
198	Sayrosa	246	San Antonio de E.
199	Chinsayllapa	247	Ichuña
200	Puica	248	Curo
201	Tomepampa	249	Lloque
202	Cotahuasi	250	Ubinas
203	Salamanca	251	Pachas
204	Chichas	252	Mallaque
205	Yauca	253	Titire
206	Lomas de Atiquipa	254	Chiluta
207	Caravelí	255	Quinistaquilla
208	Yanaquihua	256	Omate
209	Urcsqui	257	Puquina
210	Ocoña	258	La Capilla
211	Arcata	259	Osobayo
212	Pulhuay	260	Pampablanca
213	Pampuyo	261	Cacachacra
214	Chachas	262	Calacca
215	Choco	263	Carumas
216	Ayo	264	Otora
217	Machaguay	265	Coscori
218	Pampacolca	266	Torata
219	Chuquibamba	267	Moquegua
220	Huinco	268	Titijones
221	Condoroma	269	Vilacota
222	Porpera	270	Camilaca
223	Tisco	271	Candarave
224	Callalli	272	Curibaya
225	Pulpera	273	Mirave
226	Madrigal	274	Mattogrosso
227	Huambo	275	Locumba
228	Aplao	276	Yabroso
229	Santa Elena	277	Corapuna
230	Hacienda Pampata	278	Sitajara
231	Camana	279	Tarata
232	Lluta	280	Paucarani
233	Huanca	281	Huancano Grande
234	Santa Isabel	282	Puquio

PERU: ESTACIONES ....(continuación 3)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
283	Sama Grande	331	Copallín
284	Toquela	332	Quebrada Honda
285	Palca	333	Yambrasbamba
286	Caliente	334	Pintor
287	Calana	335	Nagunchal
288	Manuel	336	Jamalca
289	Charipuja	337	Tambolín
290	Bartra	338	Jumbilla
291	Cabo Pantoja	339	Arenal
292	Teniente López	340	Celendín
293	Cahuide	341	Caccarilla
294	Sargento Puño	342	Pomahuaca
295	Soplín	343	Quismache
296	Sargento Lores	344	Cañares
297	Chinganaza	345	Pucará
298	Subteniente Castro	346	Toteras
299	Chávez Valdivia	347	Pimpincos
300	Santa María de Niepa	348	Santa Cruz
301	R. Winans	349	Cayayuc
302	Pinglo	350	Querocotillo
303	Borja	351	Chachapoyas
304	Rimachi	352	Cochabamba
305	Barranca	353	Cutervo
306	Santa Rita de Castilla	354	Huambos
307	Silva Marino	355	Conchán
308	Nauta	356	Tacabamba
309	Tambo de Indios	357	Shugar
310	San Rafael	358	Chonta
311	Nazareth	359	Chota
312	Namballe	360	Bagua
313	San Ignacio	361	Bambamarca
314	Tabaconas	362	Hacienda Llaucán
315	Huascaray	363	Leymebamba
316	San José del Alto	364	Lajas
317	Shumba	365	La Llica
318	Alta Quebrada Huasipachi	366	Celendín
319	Tailín	367	Quinua
320	Palambe	368	Cajamarca
321	Sallique	369	Namora
322	Hacienda Landa	370	Matara
323	Laguna Ramos	371	San Marcos
324	El Tambo	372	Cachachi
325	San Felipe	373	Bolívar
326	Jaén	374	Hacienda Jocos
327	La Peca	375	Cajabamba
328	Bagua	376	Huamachuco
329	Quebrada Naranjos	377	Tayabamba
330	Quebrada Yunchicate	378	Sihuas

PERU: ESTACIONES .... (continuación 4)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
379	Huancaspata	427	Tocache
380	Huacrachuco	428	Crisnejilla
381	Huari	429	Tocache Viejo
382	Llata	430	Ají
383	Chavín	431	Cangón
384	La Unión	432	Cangón
385	Huallanca	433	Uchiza
386	Lagunas	434	La Morada
387	Yuracyacu	435	Puente Cayumba
388	Rioja	436	Cachicoto
389	Moyobamba	437	El Cupo
390	Balsa Puerto	438	Yurac
391	Sueshuyacu	439	Tingo María
392	Shanusi	440	Huánuco
393	Pongo	441	Carpis
394	Pelejo	442	Ambo
395	Navarro	443	San Rafael
396	Tabalosos	444	Huariaca
397	Roque	445	Coyllorisquisga
398	Rodríguez de M.	446	Chiquiacocha
399	Lamas	447	Cuappi
400	Cuñumbuqui	448	Pucaurco
401	Tarapoto	449	Arica
402	San Antonio	450	Curaray
403	Chazuta	451	Santa Clotilde
404	Sauce	452	Puerto Arturo
405	Pilluana	453	Pucaurco
406	Sisa	454	Corbata
407	Agua Blanca	455	Fco. de Orellana
408	Saposoa	456	Pebas
409	Dos de Mayo	457	Santa María Nanay
410	Sacanche	458	Quistococha
411	Bellavista	459	Mayuy
412	Nuevo Lima	460	Timishiyacu
413	Picota	461	Chimbote
414	Tingo de Ponaza	462	San Fernando
415	Río Biabo	463	Ramón Castilla
416	Shepte	464	Petrópolis
417	Pachiza	465	Angamos
418	Campanilla	466	Bagazán
419	El Valle	467	Genaro Herrera
420	Cayumba	468	Requena
421	Achiras	469	Bretaña
422	Jugusbamba	470	Flor de Punga
423	Parcoy	471	Tamanco
424	Sion	472	La Pedrera
425	Balsayacu	473	Juanoito
426	Puerto Pizana	474	Dos de Mayo

PERU ESTACIONES .... (continuación 5)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
475	Dos de Mayo	523	La Granja
476	Orellana	524	Pampa Whaley
477	Pampa Hermosa	525	San Eloy Shingayacu
478	Centamana	526	San José Pariahuanca
479	Tiruntán	527	Puerto Ocopa
480	Masisea	528	Satipo
481	Aguas Calientes	529	Toldopampa
482	Turnavista	530	Sogayacu
483	Iparia	531	Tarma
484	Puerto Inca	532	Comas
485	Puerto Victoria	533	Huancabamba
486	Pozuzo	534	Yauli
487	Bologniesi	535	Andamarca
488	Puerto Bermúdez	536	Andamarca
489	Oxapampa	537	Picheri
490	San Miguel	538	Machente
491	Atalaya	539	Chungui
492	Milpo	540	Anco
493	Ondores	541	San Miguel
494	Huarón	542	Paras
495	Santa Ana	543	Chushi
496	Marcapomacocha	544	Cangallo
497	Cachapalca	545	Vishongo
498	Cachapalca	546	Chincheros
499	Hacienda San Pedro	547	Ayrabamba
500	Jauja	548	Andarapa
501	Ingenio	549	Rauracancha
502	Viques	550	Andahuaylas
503	Matibamba	551	Carhuanca
504	Surcubamba	552	Huancaray
505	San Lorenzo	553	Huancarama
506	Tocaz	554	Abancay
507	Laive	555	Curahuasi
508	Pauserbamba	556	Querobamba
509	Cocharán	557	Chilcayoc
510	Teresita	558	Huacaña
511	Luisiana	559	Paico
512	Huando	560	Pocopo
513	Manta	561	Chipao
514	Acobambilla	562	Ausara
515	Tolapaccha	563	Pampachiri
516	Huancavélica	564	Chuquibambilla
517	Acobamba	565	Tambobamba
518	Lircay	566	Acomayo
519	Julcamarca	567	Chalhuanca
520	Ruanta	568	Paccha
521	Luricocha	569	Yaurihuiri
522	Hacienda Cochas	570	Antabamba

PERU ESTACIONES .... (continuación 6)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
571	Santo Tomás	606	Madre de Dios
572	Livitaca	607	Maldonado
573	Yauri	608	Puerto Pardo
574	Chivey	609	Puerto Carlos
575	Sepa	610	Asunción
576	Sepahua	611	Pilcopata
577	Mishagua	612	Callacancha
578	Camisea	613	Quincemil
579	Puerto Mainique	614	Gabán
580	Cinalo	615	Ollachea
581	Quellouno	616	Macusani
582	Echarate	617	Limbani
583	Quillabamba	618	Tambopata
584	Vilcabamba	619	Cuyo-Cuyo
585	Cocobamba	620	Sina
586	Huyro	621	Antauta
587	Macchu Picchu	622	Muñoa
588	Urubamba	623	Progreso
589	Mollepata	624	Ananea
590	Zurite	625	Llalli
591	Calca	626	Ayaviri
592	Anta	627	Pucará
593	Chitapampa	628	Arapa
594	Pisac	629	Taraco
595	Cusco	630	Lampa
596	Cay Cay	631	Cabanilla
597	Paruro	632	Umayo
598	Urcos	633	Puno
599	Quoñichuaran	634	Tercya
600	Combapata	635	Camicachi
601	Pampamarca	636	Yungullo
602	Sicuani	637	Chilligua
603	Purus	638	Mazo Cruz
604	Iñapari	639	Pizacoma
605	Shintuya	640	Capazo

II. Dirección General de Meteorología

1	Piscobamba	7	Las Palmas
2	San Ramón	8	Huamanga
3	Lomas de Lachay	9	Granja Salcedo
4	Jauja	10	Arequipa
5	Lima	11	Vitor
6	Campo de Marte		

III. Dirección de Irrigación del Ministerio de Fomento y Obras Públicas

1	Santa Cruz	3	Tinajones
2	Puchacá	4	Conchán

PERU: ESTACIONES .... (continuación 7)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
5	S. Juan Camac	30	Isla Soto
6	Chonta	31	Isla Taquilli
7	Lajas	32	Capachica
8	Quebrada Sugar	33	Paratia
9	Hualgayoc	34	Champicanchi
10	La Llica	35	Harpañe
11	Hacienda Negritos	36	Hacienda Pinaya
12	La Mejorada	37	Hacienda Atecata
13	Acnococha	38	Blanquillo
14	Túnel Cero	39	Sibaye
15	Chocloccocha	40	Visuye
16	Puente San Genaro	41	Cabanacconde
17	Crucero	42	Andagua
18	Santa Rosa	43	Ayo
19	Azangaro	44	Yanque
20	Putina	45	Imata
21	Cajata	46	Colini
22	Angostura	47	Lagunillas
23	Cayllema	48	Mañazo
24	Orcopampa	49	P. de Majes
25	Yanacancha	50	El Fraile
26	Pusa Pusa	51	Laraquera
27	Quillisani	52	July
28	C. Río Verde	53	Mazo Cruz
29	Moho	54	Desaguadero

IV. Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC)

1	Iquitos	13	Chimbote
2	Talara	14	Tingo María
3	Piura	15	Huánuco
4	Yurimaguas	16	Aeropuerto Internacional
5	Moyobamba	17	Limatambo
6	Chachapoyas	18	Puerto Maldonado
7	Chiclayo	19	Cuzco
8	Tarapoto	20	Pisco
9	Cajamarca	21	San Juan
10	Juanjuí	22	Juliaca
11	Trujillo	23	Arequipa
12	Pucallpa	24	Tacna

V. Banco de Fomento Agropecuario del Perú

1	Guayabamba	8	Contamana
2	Caballococha	9	Tocache
3	Nauta	10	Neshuya
4	Requena	11	Tulumayo
5	Yurimaguas	12	Puerto Bermúdez
6	Dos de Mayo	13	Iberia
7	Yurac		

PERU ESTACIONES .... (Continuación 8)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
	VI. Cerro de Pasco Corporación		
1	Junín	40	Hda. Consac
2	Casapatos	41	Hda. Porvenir
3	Carhuamayo	42	Hda. Jatunhuasi
4	Tambo del Sol	43	Casapalca
5	Laguna Punrun	44	Bellavista
6	Ayaracra	45	Yauricocha
7	La Fundición	46	Sunoa
8	Quiullacocha	47	Siria
9	Alcacocha	48	Hda. Mancán
10	Shelby	49	Hda. Huanca
11	Upamayo	50	Goyllarisquizga
12	Huayllay	51	Lechecocha
13	Huarón	52	Pacchapata
14	Atocsaico	53	Talenga
15	San Blas	54	Altos Machay
16	Hda. Corpacancha	55	Jaico
17	Santo Domingo	56	Jancahuay
18	San José Río Pallanga	57	Machavado
19	La Cima	58	Huangush Alto
20	Jacayhuanca	59	Huangush Bajo
21	Casaracra	60	Cochachupán Nº 2 y 3
22	Malpaso	61	Victoria Nº 2
23	Morococha	62	Gallorumi
24	Ticlio	63	Chanchos Bajo Sur
25	Hda. Pucará	64	Chanchos Bajo
26	Huascacocha	65	Chanchos Alto
27	Punabamba	66	Chupaca
28	Huallacocha	67	Huisqapallac
29	Pomacocha	68	Cochachupán Nº 1
30	San Cristóbal	69	Luichococha
31	Pachachaca	70	Yuncán
32	Juripata	71	Yaupi
33	Oroya Hidro	72	Supayhuayta
34	Oroya Experimental	73	La Legua
35	Quiulla	74	Matacocha
36	Huari	75	Tambillo
37	Hda. Pachacayo	76	Calzencocha
38	Hda. Piñancocha	77	Raura
39	Hda. Cochas		
	VII. Irrigación y Colonización "San Lorenzo"		
1	Ayabaca	9	Hacienda Tapal
2	Toma de Samba	10	Tejedores
3	Represa S. Lorenzo	11	Arauza
4	Hacienda Olleros	12	Hda. Matalacas
5	Repartidor	13	Pacaypampa
6	Sapillica	14	Talanco
7	Sausal de Colucán	15	Curván
8	Cruceta		

PERU: ESTACIONES .... (conclusión)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Número de ubicación en el mapa	Estación
	VIII. Compañía Peruana de Servicio Meteorológico S.A.		
1	Cajamarca	6	Salagual
2	Huacraruco	7	Campoden
3	Huaycot	8	Tambo
4	Chicden	9	Kanzel
5	Sunchubamba		
	IX. Corporación Peruana del Santa		
1	Tocanca	13	Shacaypampa
2	Quitacocha	14	Quercococha
3	Hidroeléctrica	15	Cahuish
4	Parón	16	Pachacoto
5	Caras	17	Quitacocha
6	Llanganuco	18	Recreta
7	Yungay	19	Lampas Bajo
8	Chancos	20	Lampas Alto
9	Huaraz	21	Corongo
10	Huancapeti	22	Conococha
11	Quirucancha	23	Punta Mojón
12	Ticapampa	24	Yanacocha
	X. Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro		
1	Upamayo	8	Villena
2	Ataura	9	La Mejorada
3	Tallería	10	Huancavélica
4	Acostambo	11	La Cobriza
5	Pampas	12	Churcampa
6	Hda. Ranra	13	Mayoc
7	Hda. Pilcos	14	Huanta
	XI. Instituciones varias		
A	Zorritos	Petróleos Fiscales	
B	El Alto	Petróleos Fiscales	
C	Trujillo	Universidad	
D	Milloc	Empresas Eléctricas Asociadas	
E	La Punta	Escuela Naval	
F	Cuzco	Universidad	
G	Quiquijana	Ferrocarril del Sur	
H	Characato	Instituto Geofísico	

De las grandes vertientes, la del Pacífico, con una densidad de 1.6 estaciones por 1 000 km^2 y un promedio de años de observación de 4.2, es la que está en mejores condiciones de observación. Estos dos valores dan un coeficiente de cobertura de 6.7. Le sigue la vertiente del Titicaca con una densidad de 1.1, un promedio de años de observación igual a la del Pacífico, o sea, 4.2 y por lo tanto un índice de cobertura de 4.6. La vertiente con menos observaciones es la del Amazonas, pues su densidad (0.5) lo mismo que el promedio de años de observación (3.7) son los más bajos de las tres grandes regiones; su índice de cobertura es 1.9. (Véase de nuevo el mapa 4 y el cuadro 23.)

En cuanto a la deficiencia de las observaciones, cabe señalar que, en general, las cuencas de los ríos de la vertiente del Pacífico están mejor observadas, aunque en algunas como las de los ríos Virú, Nepeña, Grande, Chaparra y Caravelí la densidad de las estaciones es muy baja. Entre los ríos de la vertiente del Titicaca, los de menor densidad son el Ramis y el Ilave. En la vertiente amazónica, a excepción del Mantaro, puede decirse que la cantidad de observaciones es deficiente. El promedio de años de observación de todas las cuencas pueden considerarse bajos.

3. Pluviógrafos

Las observaciones de la precipitación por medio de pluviógrafos se consideran fundamentales, pues los datos que se obtienen son necesarios en todo estudio de alguna importancia vinculado con la lluvia.

El número de estos instrumentos instalados al final de 1964 sería de unos 65 y de éstos la gran mayoría comenzaron a funcionar en los últimos años. Unos 50 están en las estaciones del tipo climatológica-agrícola principal y climatológica-agrícola ordinaria del Servicio de Agrometeorología e Hidrología. La distribución geográfica de estos instumentos es muy desigual y adolece de las deficiencias indicadas para los pluviómetros. En el supuesto de que estuvieran ubicados uniformemente en todo el territorio, su densidad es 1 por cada 20 000 km^2 aproximadamente.

No hay en la red aparatos registradores de la intensidad de la precipitación.

/4. Mediciones

4. Mediciones de nieve y glaciologías

Las secciones nivométricas o "rutas de nieve" constituyen otro procedimiento para medir la precipitación nivosa en los lugares en que se produce su acumulación sobre el terreno. Este tipo de medición no se efectúa en el Perú a pesar de su importancia hidrológica.

No se ejecutan estudios glaciológicos en forma regular y permanente.

5. Mediciones de evaporación

Las mediciones de evaporación se efectúan en unos 50 lugares por medio de tanques, casi todos del tipo "A", y en otros 250 por medio de evaporímetros del tipo Piche o Robitzsch. Estos últimos en su mayoría pertenecen a las estaciones del Servicio de Agrometeorología e Hidrología.

Las mediciones de evapotranspiración son muy limitadas. En la Universidad Agraria de La Molina se han llevado a cabo experimentaciones de la evapotranspiración del algodón comparando con las fórmulas de Blaney-Criddle, Thornthwaite y Penman. En otros lugares se han instalado algunos lisímetros, tipo Popnoff.

6. Estaciones hidrológicas

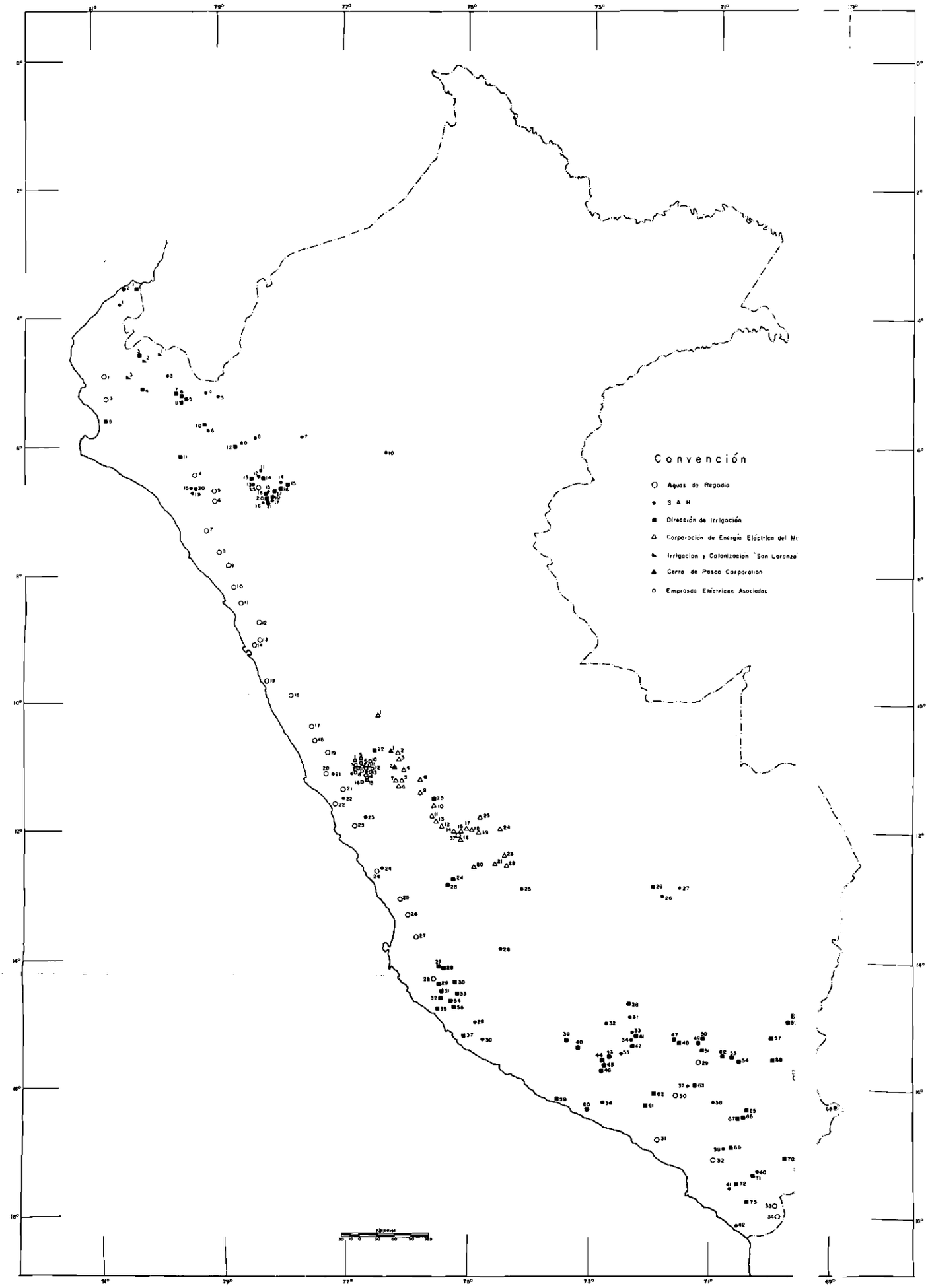
Las primeras mediciones hidrológicas sistemáticas se iniciaron en 1911 en diferentes ríos de la costa, pero lamentablemente sufrieron interrupciones. Sin embargo, algunos ríos tienen 50 años de registros y en una docena de ellos los registros superan los 40 años.

La actual red de estaciones hidrológicas permite medir, por lo menos en un lugar, la gran mayoría de los ríos de la vertiente del Pacífico, los principales de la cuenca del Titicaca y unos pocos de la vertiente amazónica (véase el mapa 5).

Para analizar las estaciones tanto en lo que se refiere a su densidad como a la longitud de los registros obtenidos, se procedió a calcular estos valores por cuencas. Los resultados figuran en el cuadro 24 donde se dan, para cada una, la superficie, el número de estaciones, la densidad por 1 000 km^2, el promedio de años de observación y el coeficiente de cobertura.

/Mapa 5

PERU: UBICACION DE LAS ESTACIONES HIDROLOGICAS **Mapa 5**



PERU: ESTACIONES HIDROLOGICAS POR ORGANISMOS

Número de ubicación en el mapa	Estación	Río	Número de ubicación en el mapa	Estación	Río
	I. Servicio de Agrometeorología e Hidrología (S.A.H.)				
1	El Tigre	Tumbes	25	Pampas	Pampas
2	Lagarlera	Chipillico	26	Pisac	Vilcanota
3	La Greda	Piura	27	Paucartambo	Paucartambo
4	Las Juntas	Huancabamba	28	Huasapampa	Sendondo
5	Tabaconas	Tabaconas	29	Huarato	Acarí
6	Km. 78	Huancabamba	30	Puente Jaquí	Yauca
7	Magunchal	Utcubamba	31	Malloco	Colca
8	Las Balsas	Chamaya	32	Huatiapa	Majes
9	Pte. Chunchuca	Chunchuca	33	Huaruro	Colla
10	Moyobamba	Mayo	34	Negro Pampa	Colla
11	Pte. Conchano	Conchano	35	María Pérez	Colla
12	Conchano Derivación	Conchano	36	Characta	Camaná
13	Tondora	Tondora	37	Salida Repr.	
14	Chonta	Chonta		El Fraile	Blanco
15	Llaucano Shugar	Shugar	38	Puente El Chorro	Tambo
16	Pte. Maygasbamba	Maygasbamba	39	Torata	Torata
17	Llaucano Corollama	Llaucano	40	El Salado	Salado
18	Lambayeque	Lambayeque	41	Puente Locumba	Locumba
19	Taymí	Taymí	42	Boca Río Sama	Sama
20	Reque	Reque	a/	Jaruma	
21	Yangas	Chillón	a/	Puente Taruca	
22	Chaora Alta	Lurín	a/	San Francisco	
23	Calango	Mala		(Teresita)	
24	Socsi	Cañete			
	II. Dirección de irrigación del Ministerio de Fomento y Obras Públicas				
1	La Palma	Zarumilla	22	Marcapomacocha	Marcapomacocha
2	Puente Tumbes	Tumbes	23	Angasmayo	Chupaca
3	Tambo Grande	Tambo Grande	24	Tunel Cero	Choloccocha
4	Puente Chulucanas	Ñacara	25	Dique Crococcha	Crococcha
5	-	Bigote	26	Chillca	Vilcanota
6	-	Corral del Medio	27	Mollaque	Palpz
7	-	La Gallega	28	La Peña	Viscas
8	-	Salitral	29	Surcuña	Ingenio
9	-	Sechura	30	Socos	Socos
10	El Tambo	Huancabamba	31	Molino	Aja
11	Tongorrape	Motupe	32	Sol de Oro	Tierras Blancas
12	La Savila	Chamaya	33	San Agustín	Taruga
13	Tinyayoc	La Tondora	34	Drongo	Santa Cruz
14	Conchano	Conchano	35	Hda. Trancas	Trancas
15	Chonta	Chonta	36	Puntilla	Chauchilla
16	Shugar	Shugar	37	T. Bella Unión	Acarí
17	Arasocrge	Hualgayoc	38	María Pérez	María Pérez
18	Bambamarca	Maygasbamba	39	Negro Pampa	Negro Pampa
19	Bambamarca	Llaucano	40	Salamanca	Arma
20	Pomagón	Pomagón	41	Pallca	Huaruro
21	Cuñacales	Cuñacales	42	La Calera	Molloco

PERU: ESTACIONES HIDROLOGICAS ... (continuación 1)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Río	Número de ubicación en el mapa	Estación	Río
43	Ayo	Colca Tinco	59	Mollebamba	Ocoña
44	Ayo	Mamacocha - Desague	60	Pte. Carretera	Camana
45	Ayo	Mamacocha - Tinco	61	Mocoro	Víctor
46	Huatiapa	Majes	62	La Calera	Yura
47	Callalli	Callalli	63	El Fraile	Blanco
48	Pte. Carretera	Sibayo	64	Pte. Carretera	Zapahlla
49	Bamputaño	Bamputaño	65	Titire	Titire
50	Oscollo	Pañe	66	Viscachos	Viscachos
51	Dique Los Españoles	Colca	67	Chiluta	Chiluta
52	Lagunillas	Lagunillas	68	Pte.Internacional	Desaguadero
53	Río Verde	Río Verde	69	Ocolla	Torato
54	Saracocha	Saracocha	70	Challapalca	Maure
55	Pte. Carretera	Huancane	71	Ticapampa	Cumbaya
56	Pte. Carretera	Ramis	72	Río Salado	Locumba
57	Pte. Maravillas	Coata	73	Yaraguay	Sama
58	Pte. F.C.S.	Illpa			

III. Dirección de aguas de regadío del Ministerio de Agricultura

1	Puente Sullana	Chira	20	Puente Magdalena	Chillón
2	Paraje Grande	Quiroz	21	Chosica	Rimac
3	Puente Piura	Piura	22	Manchay	Lurín
4	Puchaca	La Leche	23	La Capilla	Mala
5	Carhuaquero	Chancay-Jequetepeque	24	Toma Imperial	Cañete
6	El Batán	Zaña	25	Conta	San Juan
7	Ventanillas	Jequetepeque	26	Letrayoc	Pisco
8	Salinar	Chicama	27	Huamaní	Ica
9	Quirihuac	Moche	28	Puente Carretera	Grande
10	Huacaponco	Viru	29	Imata	Sumbay
11	Puente Carretera	Santa	30	Charcani	Chili
12	San Jacinto	Nepeña	31	Chucarapi	Tambo
13	Puente Carretera	Sechín	32	Tumilaca	Moquegua
14	Puente Carretera	Casma	33	Calientes	Caplina
15	Puente Carretera	Huarmey	34	Piedra Blanca	Uchuzuma
16	Alpas	Pativilca	35	Lajas	Chotano
17	Casa Blanca	Huaura	37	La Mejorada	Huancavélica
18	Sayán	Chico	38	Puente Carretera	Ilave
19	Santo Domingo	Chancay - Huaral			

IV. Empresas Eléctricas Asociadas

1	Quíula	...	9	Pucro	Pucro
2	Sacsa	...	10		Chicha
3	Piti-Culi	...	11		Misha
4	Huallunca	...	12		Huampar
5	Quisha	...	13		Huachua
6	Carpa	...	14		Pirhua
7	Huasca	...	15	Pirhua	Manca
8	Canchis	Canchis	16	Manca	Carampoma

PERU: ESTACIONES HIDROLOGICAS ... (conclusión)

Número de ubicación en el mapa	Estación	Río	Número de ubicación en el mapa	Estación	Río
		V. Cerro de Pasco Corporación			
1	Malpaso	Mantaro	2	Cut - Off	Yaulí
		VI. Irrigación y Colonización "San Lorenzo"			
1	Paraje Grande	Quiroz	3	Curván	Piura
2	Lagartera	Chipillico			
		VII Corporación de Energía Electríca del Mantaro			
1	Upamayo	Mantaro	13	Quillón	Quillón
2	Casaracra	Tishgo	14	La Mejorada	Mantaro
3	Puente Chulco	Mantaro	15	Toregaga	Mantaro
4	Huarí	Huarí	16	Chinshi	Huancavélica
5	Pachacayo	Pachacayo	17	Tablachaca	Mantaro
6	Cochas	Cochas	18	Ventana	Mantaro
7	Piñascocha	Piñascocha	19	Villena	Mantaro
8	Puente Stuart	Mantaro	20	Guapa	Opamayo
9	Yanacocha	Cunas	21	Chuchucuspi	Urubamba
10	Chupuro	Mantaro	22	Viró Viró	Cachimayo
11	Yulapuquio	R. de la Virgen	23	Pte. Alcomachay	Huarpa
12	Moya	Moya	24	La Cobriza	Mantaro
			25	Pongor	Mantaro

a/ Sin ubicación.

Cuadro 24

PERU: COEFICIENTE DE COBERTURA DE LAS ESTACIONES HIDROLOGICAS a/

Cuenca	Superficie (km2)	Número de estaciones	Densidad por 1 000 km2	Años de registro	Promedio años de registro	Coeficiente de cobertura
Pacífico	283 600	138	0.5	2 331	16.9	8.5
Zarumilla	720	1	1.4	8	8.0	11.2
Tumbes	1 940	2	1.0	18	9.0	9.0
Chira	10 140	4	0.4	65	16.3	6.5
Piura	10 240	13	1.3	172	13.2	17.1
La Leche	1 600	1	0.6	43	43.0	25.8
Chancay	5 100	4	0.8	55	13.8	11.0
Zaña	2 010	1	0.5	49	49.0	24.5
Jequetepeque	4 230	1	0.2	42	42.0	8.4
Chicama	4 600	1	0.2	54	54.0	10.8
Moche	2 210	1	0.5	53	53.0	26.5
Virú	1 960	1	0.5	41	41.0	20.5
Santa	11 980	1	0.1	33	33.0	3.3
Nepeña	1 910	1	0.5	32	32.0	16.0
Casma	2 970	2	0.7	53	26.5	18.6
Huarmey	2 130	1	0.5	33	33.0	16.5
Pativilca	5 120	2	0.4	30	15.0	6.0
Huaura	4 790	3	0.6	100	33.3	20.0
Chancay	3 030	1	0.3	44	44.0	13.2
Chillón	2 320	2	0.9	45	22.5	20.2
Rimac	3 430	20	5.8	482	24.1	139.7
Lurín	1 670	1	0.6	25	25.0	15.0
Mala	2 170	1	0.5	27	27.0	13.5
Cañete	6 230	2	0.3	39	19.5	5.8
San Juan	3 910	1	0.3	41	41.0	12.3
Pisco	4 360	1	0.2	43	43.0	8.6
Ica	7 390	1	0.1	42	42.0	4.2
Grande	12 690	12	0.9	197	16.4	14.8
Acari	4 130	3	0.7	19	6.3	4.4
Yauca	4 540	1	0.2	20	20.0	4.0
Ocoña	15 590	2	0.1	8	4.0	0.4
Majes	17 560	19	1.1	205	10.8	11.9
Sihuas	12 640	6	0.5	73	12.2	6.1
Tambo	12 [illegible]	4	0.3	31	7.7	2.3
Moquegua	3 440	5	1.5	28	5.6	8.4
Locumba	6 240	3	0.5	7	2.3	1.1
Sama	4 620	3	0.7	5	1.7	1.2
Caplina	2 250	2	0.9	56	28.0	25.2
Otras	78 830	8	0.1	13	1.6	0.2
Titicaca	48 800	11	0.23	69	6.3	1.4
Ramis	14 640	1	0.07	9	9.0	0.6
Coata	5 100	4	0.78	18	4.5	3.5
Huancane	3 460	1	0.29	9	9.0	2.6
Ilave	8 810	2	0.23	16	8.0	1.8
Otras	16 790	3	0.18	17	5.7	1.0
Amazonas	952 800	67	0.07	264	3.9	0.3
Marañón	281 130	26	0.09	98	3.8	0.3
Huallaga	85 140	2	0.02	2	1.0	0.02
Otras	195 990	24	0.12	96	4.0	0.5
Ucayali	361 390	41	0.11	166	4.0	0.4
Urubamba	70 520	3	0.04	13	4.3	0.2
Apurimac	98 980	38	0.38	153	4.0	1.5
Mantaro	33 500	31	0.92	136	4.4	4.0
Otras	65 480	7	0.11	17	2.4	0.3
País	1 285 200	216	0.17	2 664	12.3	2.1

a/ A fines de 1964.

/A principios

A principios de 1965 la red hidrológica nacional tenía 216 estaciones operadas en su mayoría por organismos del estado y algunas por compañías particulares. Cuatro instituciones gubernamentales realizan la mayor parte de las observaciones hidrológicas: la Dirección de Irrigación del Ministerio de Fomento y Obras Públicas; la Dirección de Aguas de Regadío y el Servicio de Agrometeorología e Hidrología del Ministerio de Agricultura, y la Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro.

La densidad de estaciones por 1 000 km^2 para todo el territorio nacional es 0.17 y el promedio de años de observación es 12.3. El coeficiente de cobertura, o sea el producto de los dos valores anteriores, es 2.1. Estos permiten conocer el estado general del país, pero no se puede apreciar la situación por grandes vertientes y menos por cuencas.

En el cuadro citado se puede ver que la vertiente del Pacífico tiene el mayor número de estaciones, con 138 (64 por ciento del país), y el mayor promedio de años de observación, con 16.9, y por lo tanto también el mayor coeficiente de cobertura, con 8.5. La cuenca del Titicaca, con 11 estaciones, tiene una densidad de 0.23, un promedio de años de observación de 6.3 y un coeficiente de cobertura de 1.4.

La vertiente del Amazonas es la menos observada y tiene los valores más bajos de las tres grandes regiones (véase de nuevo el mapa 5). Su densidad es sólo de 0.07, el promedio de años de observación es 3.9 y su coeficiente de cobertura es 0.3.

En el mismo cuadro se pueden observar los valores considerados para distintas cuencas y observar en detalle la distribución de las estaciones hidrológicas. Sin tener en cuenta si son o no representativas, ni su calidad técnica, trabajo de mayor aliento, se consideran las cuencas individualmente.

El río mejor observado es el Rímac, pues, además de tener la mayor densidad de estaciones (5.8) posee el más alto coeficiente de cobertura (139.7). Otros ríos de la vertiente del Pacífico tienen densidades que, en términos generales, se consideran aceptables para obtener un conocimiento hidrológico bueno. Así, en 25 cuencas de esa vertiente, la densidad supera

/el valor

el valor de 0.4 siendo los ríos Zarumilla, Tumbes, Piura, Majes y Moquegua los de mayor densidad. El promedio de años de observación es, en general, alto en esa vertiente y en 25 ríos supera los 15 años.

En la vertiente del Titicaca, el río con mayor densidad de estaciones es el Coata (0.78); en los demás la densidad es bastante inferior. El promedio de años de observación es relativamente bajo.

En la vertiente amazónica el único río bien observado es el Mantaro, cuya densidad es de 0.92. Aunque no figuran en el cuadro citado, posiblemente la densidad sea alta en algunos afluentes del Marañón, como el Llaucan y el Chamaya. El promedio de años de observación en las cuencas de esta vertiente es bajo, y muy bajo el coeficiente de cobertura.

Es oportuno señalar que en un alto porcentaje de las estaciones se realizan aforos en forma periódica, en tanto que las mediciones de material en suspensión y de arrastre son excepcionales y no se llevan a cabo en forma sistemática.

Se debe destacar que la gran mayoría de las estaciones tienen instalados limnígrafos, lo que les permite tener registros continuos de la altura de las aguas.

/F. LOS

F. LOS ORGANISMOS DEDICADOS A LA OBSERVACION METEOROLOGICA E HIDROLOGICA

El país no cuenta con un servicio centralizado de mediciones meteorológicas e hidrológicas, sino con gran número de organismos estatales y privados que se dedican a estas tareas por medio de sus redes independientes y, en general, sin coordinación.

Es oportuno reconocer, sin embargo, que la mayor parte de estas actividades las realizan las organizaciones del Estado y en muy pequeño porcentaje las privadas.

Las entidades u organismos que se citan a continuación tienen o han tenido participación en las observaciones meteorológicas e hidrológicas.

1. Servicio de Agrometeorología e Hidrología, Ministerio de Agricultura;
2. Dirección General de Meteorología, Ministerio de Aeronáutica;
3. Dirección de Irrigación, Ministerio de Fomento y Obras Públicas;
4. Dirección de Aguas de Regadío, Ministerio de Agricultura;
5. Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial, (CORPAC);
6. Instituto Geofísico del Perú, Ministerio de Fomento;
7. Banco de Fomento Agropecuario del Perú, entidad autónoma;
8. Empresas Eléctricas Asociadas;
9. Cerro de Pasco Corporation;
10. Irrigación y Colonización San Lorenzo; (ONRA)
11. Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos, S.A.;
12. Corporación del Santa;
13. Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro;
14. Corporación Nacional de Fertilizantes Sintéticos, S.A.;
15. Otros organismos;
16. Particulares.

1. El Servicio de Agrometeorología e Hidrología (SAH)

El Servicio de Agrometeorología e Hidrología es una dependencia del Ministerio de Agricultura. Fue creado por decreto supremo 03 del 4 de marzo de 1960, pero inició sus observaciones en el segundo semestre de 1962 en las estaciones que se iban instalando con la ayuda del proyecto del Fondo Especial de las Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial.

/Hasta julio

Hasta julio de 1964 había instaladas 554 estaciones meteorológicas y 44 hidrológicas en todo el país, distribuidas según el detalle siguiente:

9 estaciones climatológicas principales;
31 estaciones climatológicas ordinarias;
159 estaciones para propósitos específicos;
355 estaciones pluviométricas;
44 estaciones hidrológicas.

El Plan de Operaciones del proyecto citado antes prevé también la instalación de otras 97 estaciones meteorológicas y 19 hidrológicas.

Además de este plan de instalaciones, este organismo instalará en colaboración con otras entidades nacionales (Proyecto de Olmos, Tinajones, Bagua, San Lorenzo, Majes y Tacna), otras 55 estaciones meteorológicas y 27 hidrológicas. En el proyecto de Olmos se instalaron: 6 estaciones hidrológicas, 1 climatológica agrícola principal, 1 climatológica agrícola ordinaria, 5 de propósitos específicos y 46 pluviométricas.

El instrumental de las estaciones, por tipos, es el siguiente:

Estación climatológica agrícola principal: barómetro, microbarógrafo, termógrafo, higrógrafo, anemómetro, evaporígrafo, rociógrafo, heliógrafo, actinógrafo, pluviógrafo, evaporímetro, tanque de evaporación, lisímetro, termómetro de máxima, termómetro de mínima, aspiropsicrómetro, pluviómetro, geotermómetros y anemógrafo.

Estación climatológica agrícola ordinaria: termógrafo, pluviógrafo, evaporímetro, termómetros de máxima y mínima, aspiropsicrómetro, pluviómetro, geotermómetros y veleta Wild.

Estación para propósitos específicos: evaporímetro, termómetros de máxima y mínima, pluviómetro, psicrómetro, veleta Wild y geotermómetros.

Tanto el instrumental como las instalaciones son nuevos y están en perfecto estado.

El personal que se ocupa de las observaciones alcanza a 498 personas; de éstas 52 por ciento tiene educación primaria, 40 por ciento secundaria y el 8 por ciento restante, universitaria.

/La magnitud

La magnitud de las actividades desplegadas por este servicio se puede apreciar también considerando que su presupuesto para 1963 superó los 8 000 000 de soles (296 000 dólares), habiendo presupuestado 20 000 000 de soles (740 000 dólares) para 1965.

Para poder desarrollar en forma eficiente sus tareas en un territorio tan grande y accidentado se han creado dentro de su organización 13 centros regionales encargados de la concentración zonal de datos y de la supervisión de las estaciones.

La organización actual del Servicio de Agrometeorología e Hidrología se puede apreciar en el gráfico 1 del anexo 3.

El SAH se encuentra abocado actualmente a la publicación de datos meteorológicos e hidrológicos del país obtenidos antes de su formación. Hasta 1964 publicó 24 boletines que corresponden a datos de otras tantas cuencas pertenecientes, con una sola excepción, a la vertiente del Pacífico.

Con ayuda de la misión citada, ha publicado además una gran variedad de folletos de instrucciones para las observaciones y para el manejo del instrumental meteorológico e hidrológico.

Entre las tareas que efectúa este servicio se puede citar la muy importante de concentrar las observaciones que realizan otros organismos. Así recibe las que efectúan los siguientes:

a) Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial;
b) Dirección General de Meteorología;
c) Banco de Fomento Agropecuario del Perú;
d) Dirección de Aguas de Regadío;
e) Dirección de Irrigación;
f) Servicio de Investigación y Promoción Azucarera (SIPA);
g) Haciendas azucareras: Cayalty, Cartavio, Casagrande, etc.

El SAH tiene cursos para capacitar a sus propios observadores. Los que atienden las estaciones CAP y CAO reciben un ciclo de capacitación en Lima de unos 40 días, y los demás observadores son preparados por los jefes de centro en sus respectivas zonas.

Con el objeto de ampliar y mejorar sus servicios meteorológicos e hidrológicos, el Perú requirió y obtuvo la ayuda del Fondo Especial de las Naciones Unidas.

/El Plan

El Plan de Operaciones de este proyecto, suscrito en enero de 1960, preveía la instalación de 714 estaciones distribuidas en la siguiente forma: 15 climatológicas principales, 36 climatológicas ordinarias, 200 de propósitos específicos, 400 pluviométricas y 63 hidrológicas. También incluía la instalación de un laboratorio de hidráulica.[10/]

Como condición previa a la puesta en marcha del plan, cuya agencia ejecutora era la Organización Meteorológica Mundial, por decreto del Poder Ejecutivo se creó en marzo de 1960 la Comisión Nacional de Meteorología e Hidrología, que posteriormente fue reorganizada por decreto supremo de mayo de 1961. Esta Comisión, que funciona como dependencia del Ministerio de Agricultura, debía actuar como organismo coordinador de las actividades meteorológicas e hidrológicas del país.

La Comisión está presidida por el Secretario General de Agricultura y está integrada por representantes de los siguientes organismos: Servicio de Agrometeorología e Hidrología, Dirección de Aguas de Regadío, Servicio de Investigación y Promoción Agraria (SIPA) y Oficina de Planeamiento, del Ministerio de Agricultura; Dirección de Irrigación y Dirección de Industrias y Electricidad del Ministerio de Fomento y Obras Públicas; Fuerza Aérea Peruana; Ministerio de Marina; Ministerio de Guerra; Ministerio de Gobierno y Policía; Compañía Nacional de Fertilizantes y Banco de Fomento Agropecuario del Perú. También, como condición previa del Plan de Operaciones del citado proyecto, se creó un Comité Coordinador para que actuara conjuntamente con el grupo de expertos en la administración del proyecto. Desde julio de 1961, las agencias coordinadoras del Gobierno en el Proyecto han sido los Ministerios de Agricultura, Fomento y Obras Públicas.

2. Dirección General de Meteorología del Ministerio de Aeronáutica

El 13 de enero de 1943 la actual Dirección General de Meteorología pasó a ser dependencia del Ministerio de Aeronáutica, como Servicio de Meteorología e Hidrología. Su antecesor fue el Instituto Nacional de Meteorología, dependiente del Ministerio de Agricultura. El 7 de febrero del mismo año

---

10/ A principios de 1965 este proyecto ya estaba totalmente ejecutado.

/se la

se la denominó Dirección de Comunicaciones y Meteorología y finalmente, el 13 de junio de 1949, pasó a ser Dirección General de Meteorología del Perú. Sus atribuciones y responsabilidades están dadas en el decreto 15 y además en los artículos 30, 31 y 32 del decreto ley 11471, del 18 de julio de 1950.

El Director General de Meteorología es el Representante Permanente del Perú ante la Organización Meteorológica Mundial.

Este organismo tiene 11 estaciones (6 climatológicas-sinópticas, 1 sinóptica y 4 climatológicas) distribuidas en los departamentos de Ancash, Arequipa, Ayacucho, Junín, Lima y Puno. El personal dedicado a observaciones suma 13 personas entre civiles y militares.

La Dirección General de Meteorología recibe las observaciones de los principales servicios meteorológicos del país - CORPAC, Dirección de Irrigación, Banco de Fomento Agropecuario, Servicio de Agrometeorología e Hidrología, Dirección de Aguas de Regadío, Asociación de Agricultores, Cerro de Pasco Corporation, Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos, etc.

Ha publicado en boletines anuales, desde 1943 hasta 1963, los datos recibidos de unas 30 de las más importantes estaciones. También publica algunos folletos técnicos con fines de instrucción y divulgación.

Su oficina de pronósticos confecciona tres cartas sinópticas diarias que sirven para preparar los pronósticos del tiempo locales diarios con fines públicos, que se difunden por prensa, radio y televisión.

El presupuesto total del organismo, incluidos los sueldos de todo el personal, era en 1961 de 600 000 soles (22 200 dólares); en 1964 los fondos asignados para renovar y mantener el instrumental eran de 50 000 soles.

3. Dirección de Irrigación del Ministerio de Fomento y Obras Públicas

El Servicio Hidrológico de la División de Proyectos de la Dirección de Irrigación del Ministerio de Fomento y Obras Públicas fue creado en 1932 y continúa desde entonces las tareas hidrométricas que hasta ese momento realizaba el Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú. Es el organismo estatal encargado de controlar los estudios y trabajos de riego; la organización actual de su Servicio Hidrológico, se puede apreciar en el gráfico 1.

/Las actividades

Las actividades de este servicio son hidrológicas y meteorológicas y su finalidad es exclusivamente el riego. Tiene 80 estaciones de aforo y 54 estaciones meteorológicas (1 de primer orden, 18 de segundo, 8 pluvio-evaporimétricas y 27 pluviométricas). Además ha clausurado 9 estaciones meteorológicas y 6 hidrológicas. Todas se encuentran en la Costa y en la Sierra. La lista y ubicación de las estaciones aparecen en el mapa 5.

Además de los observadores y aforadores que atienden las estaciones, el personal está formado por 3 ingenieros permanentes, 1 ingeniero contratado, 4 técnicos, 7 auxiliares y 1 dibujante. Para dar una idea más completa de la magnitud del servicio se puede agregar que su presupuesto en 1963 fue de unos 1 750 000 soles (65 000 dólares).

Los datos obtenidos, tanto meteorológicos como hidrológicos, se publican desde 1961 en Aguas e Irrigación, revista de la Dirección de Irrigación del Ministerio de Fomento.

La información meteorológica obtenida se suministra a la Dirección General de Meteorología, y la Dirección de Aguas de Regadío y del Servicio de Agrometeorología e Hidrología le comunica información hidrológica.

4. Dirección de Aguas de Regadío del Ministerio de Agricultura

La Dirección de Aguas de Regadío fue creada en 1960 como desdoblamiento de la Dirección de Aguas e Irrigación del Miniterio de Fomento y Obras Públicas y es en la actualidad una dependencia del Ministerio de Agricultura. Es el organismo encargado del control y reparto de las aguas de regadío. Su organización se aprecia en el gráfico 2 del anexo 3.

Este organismo se ocupa de los aforos de los ríos de la Costa con fines de regadío, para lo cual controla 38 estaciones, la mayoría en esa zona, y unas 6 en la Sierra. El presupuesto anual de 1963 para las observaciones hidrológicas, que incluye únicamente el pago de haberes del personal y su movilización, fue de 3 700 000 soles (137 000 dólares). El personal dedicado a la operación de las observaciones, recopilación de datos y formulación de la estadística correspondiente es de 152 personas (30 ingenieros, 116 técnicos, aforadores y ayudantes aforadores y 6 auxiliares); ese personal se dedica, asimismo, a labores conexas, como las de distribución, control y vigilancia de las aguas de riego.

/Los datos

Los datos obtenidos se publican en Aguas de Regadío desde 1963. Intercambia información con otros organismos como la Dirección de Irrigación del Ministerio de Fomento y Obras Públicas.

5. Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial

La Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial inició sus tareas de observación meteorológica en 1948 y posteriormente comenzó actividades de pronóstico, en colaboración con la Dirección General de Meteorología. Sin embargo, por mandato de la ley 12991, el Departamento de Pronósticos de la CORPAC quedó separado, en abril de 1958, de la jurisdicción de esa Dirección. Esa ley ordenaba que la CORPAC debía establecer, administrar y operar un servicio meteorológico para la aviación civil y comercial. Posteriormente, por resolución suprema No. 14 del 13 de enero de 1959, la CORPAC fue designada Autoridad Meteorológica del Perú para los fines de la aviación civil.

Dentro de la organización de la Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial, el Departamento de Meteorología funciona como dependiente de la Subgerencia de Operaciones y su objetivo es la seguridad aeronáutica. El presupuesto anual de 1963 dedicado a meteorología fue de 1 750 000 soles (65 000 dólares).

Actualmente tiene una red de observatorios compuesta de 24 estaciones instaladas en aeropuertos. En siete de ellas se efectúan las únicas observaciones de vientos de altura del país y en una se utilizan radiosondas. Es importante señalar que seis de las estaciones observan las 24 horas del día, únicas del país que tienen observación contínua.

El cuadro 25 contiene una relación de las estaciones con su situación, altura sobre el nivel del mar, instrumental y horas de observaciones.

La oficina de pronósticos, con sede en el aeropuerto del Callao, funciona 24 horas diarias desde agosto de 1961.

El personal a cargo de este servicio se puede dividir en dos clases principales: los de dedicación exclusiva a la meteorología y los que además efectúan otras tareas. En la primera clase hay 35 personas (7 pronosticadores, 6 asistentes, 5 ploteadores, 7 operadores de radio, 6 observadores y 4 operadores de radiosonda), y en la segunda 80, que efectúan las observaciones de superficie y vientos altos en los aeropuertos de provincias (74 operadores de radio y 6 auxiliares de aeropuertos).

/Cuadro 25

Cuadro 25

PERU: OBSERVATORIOS METEOROLOGICOS DE CORPAC

Abrv. OACI	Núm. ind.	Nombre	Lat. S	Long. W	Elevación H_p Metros	Elevación H_p Pies	Elevación H o H Metros	Elevación H o H Pies	Nivel de presión	Observaciones sinópticas 00	03	06	09	12	15	18	21	Obs. Hor. z	Vientos altos 00	06	12	18	Otras observaciones y notas
SPQT	377	Iquitos	03°45'	73°15'	126	413	117	384	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	10-24	.	.	P	P	CLIMAT
SPYL	390	Talara	04°34'	81°15'	90	295	85	279	N. del m	X	X	X	X	X	X	X	X	00-24	P	.	P	P	CLIMAT
SPUR	401	Piura	05°11'	80°36'	55	180	49	161	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPMS	425	Yurimaguas	05°54'	76°05'	184	603	179	587	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	10-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPBB	435	Moyobamba	06°02'	76°58'			832	2 730		X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPPY	444	Chachapoyas	06°13'	77°50'	2 435	7 990	2 435	7 990	2000 mgp	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPHI	452	Chiclayo	06°47'	79°50'	37	121	31	102	N. del m	X	X	X	X	X	X	X	X	00-24	P	.	P	P	CLIMAT
SPST	455	Tarapoto	06°27'	76°23'	313	1 027	308	1 010	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	10-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPJR	472	Cajamarca	07°08'	78°28'	2 621	8 599	2 620	8 600	2000 mgp	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPJI	474	Juanjuí	07°13'	76°43'			350	1 148	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPRU	501	Trujillo	08°06'	79°02'	30	98	26	85	N. del m	X	X	X	X	X	X	X	X	00-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPCL	515	Pucallpa	08°25'	74°36'	150	492	148	486	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	10-24	.	.	P	P	CLIMAT
SPEO	531	Chimbote	09°10'	78°31'			9	30	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPGM	534	Tingo María	09°08'	75°57'	665	2 182	665	2 182	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	10-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPNC	564	Huánuco	09°54'	75°45'			1 858	6 097		X	.	.	.	X	X	X	X	10-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPIM	628	Aeropto. Intern.	12°00'	77°07'	11.3	37	10.5	34.4	N. del m	X	X	X	X	X	X	X	X	00-24	.	.	P	P	CLIMAT
SPLI	631	Limatambo	12°06'	77°02'	136	446	135	443		.	.	.	.	.	.	.	.		EN	.	.	.	CLIMAT TEMP
SPTU	658	Pto. Maldonado	12°38'	69°12'			256	840	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPIL	677	Quincemil	13°16'	70°40'			619	2 031	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPZO	686	Cuzco	13°33'	71°59'	3 312	10 860	3 310	10 860	3308 mgp	X	.	.	.	X	X	X	X	10-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPSO	691	Pisco	13°45'	76°17'	7	23	6	20	N. del m	X	X	X	X	X	X	X	X	00-24	P	.	P	P	CLIMAT
SPJN	721	San Juan	15°23'	75°10'	31	102	30	98	N. del m	X	X	X	X	X	X	X	X	00-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPJL	735	Juliaca	15°29'	70°09'			3 825	12 549		X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT
SPQU	752	Arequipa	16°19'	71°33'	2 525	8 284	2 524	8 280	2517 mgp	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	P	P	CLIMAT
SPTN	782	Tacna	18°04'	70°18'	458	1 503	452	1 483	N. del m	X	.	.	.	X	X	X	X	11-24	.	.	.	.	CLIMAT

/La CORPAC

La CORPAC no publica sus observaciones, pero las observaciones del tiempo las remite a la Dirección General de Meteorología y al Servicio de Agrometeorología e Hidrología. Mantiene dos programas cooperativos con fines de observación: uno con el Instituto Geofísico del Perú y otro con el Vicariato Apostólico del Puerto Maldonado.

6. El Instituto Geofísico del Perú

El Instituto Geofísico del Perú se ocupa de varias actividades científicas y, entre éstas, de la meteorología.

Posee una estación de primer orden en Huancayo, departamento de Junín, que observa desde 1922 y transmite sus datos al SAH y a la DGM. Publica resúmenes mensuales y boletines anuales, aunque la impresión se encuentra atrasada.

Este Instituto depende del Ministerio de Fomento, pero tiene autonomía jurídica y administrativa.

7. Banco de Fomento Agropecuario del Perú

El Banco de Fomento Agropecuario es una entidad autónoma del "sector público independiente", cuyas actividades se rigen por la ley 14509. Tiene instaladas 13 estaciones meteorológicas (5 climatológicas, 6 termopluviométricas y 2 pluviométricas) en la cuenca amazónica; 9 están en el departamento de Loreto. Inició sus actividades meteorológicas en 1946, pero la mayoría de las estaciones comenzaron a operar después de 1959.

Sus observaciones, que no se publican, las remite a la Dirección General de Meteorología y al Servicio de Agrometeorología e Hidrología, que por su parte le prestan asistencia técnica. El personal dedicado a efectuar observaciones, en número de 13, realiza además tareas administrativas, por las que éste recibe una bonificación mensual. El presupuesto anual de 1963 integrado por esas bonificaciones y el mantenimiento de las estaciones fue de 60 000 soles (2 220 dólares).

/8. Empresas

8. Empresas Eléctricas Asociadas

Las Empresas Eléctricas Asociadas efectúan observaciones hidrológicas y meteorológicas en la cuenca del río Rímac, con el fin de reunir datos para las previsiones de producción de energía hidroeléctrica en las centrales que opera.

En Milloc, a 4 300 metros de altura, mide las temperaturas máxima y mínima del aire y la precipitación.

En la parte hidrológica mide quincenalmente el nivel de 16 lagunas en la parte alta de la cuenca del río Santa Eulalia, afluente del Rímac. Estas mediciones, que se hicieron esporádicamente en 1930-31, se efectúan en forma contínua desde 1940. Desde 1937 mide el caudal del río Santa Eulalia en Autisha - para el que también hay mediciones desde 1927 a 1930; esta estación posee vertedero y limnígrafo. Desde 1956 también mide el caudal del Rímac en Surco, con una estación igualmente equipada.

Para estas observaciones hay una plantilla de 15 empleados.

9. Cerro de Pasco Corporation

La Cerro de Pasco Corporation realiza, con fines hidroeléctricos, algunas observaciones meteorológicas e hidrológicas en estaciones ubicadas en la zona central de la Sierra, a saber, en las provincias de Junín, Pasco, Daniel Carrión, Yaulí, Tarma, Huarochiri, Jauja, Yauyos y Huancayo.

La precipitación se mide en 76 lugares, y en 4 de ellos también se observa la evaporación; las observaciones son diarias en 43 de ellos y mensuales en 33. Los primeros registros datan de 1916, pero la mayoría comienzan a partir de 1952.

En la cuenca del río Mantaro hay dos estaciones hidrológicas que efectúan aforos; una de ellas (Malpaso) posee un limnígrafo y opera desde desde 1940. Otras cuatro estaciones en el Mantaro operaron por lapsos variables entre 1957 y 1960.

/10. Irrigación

10. Irrigación y Colonización "San Lorenzo" (Oficina Nacional de Reforma y Promoción Agraria)

Por intermedio de su división de Ingeniería, la Irrigación y Colonización "San Lorenzo" lleva a cabo observaciones meteorológicas e hidrológicas en las cuencas de los ríos Piura, Quiroz y Chipillico.

En las altas cuencas de los ríos Quiroz y Chipillico y en la zona de riego hay 15 estaciones meteorológicas (8 climatológicas y 7 pluviométricas) y tres hidrológicas, que la entidad controla directamente. Algunas de éstas han sido instaladas o reinstaladas con la colaboración del Servicio de Agrometeorología e Hidrología. Las observaciones meteorológicas más antiguas datan de 1958 y las hidrológicas de 1938.

11. Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos S.A.

La Compañía Peruana de Servicios Meteorológicos S.A. mantiene algunas estaciones meteorológicas para controlar las experiencias de lluvia artificial que realiza en la región del valle del río Chicama.

La mayoría de estas estaciones son pluviométricas y estaban en operación con anterioridad a la iniciación de las citadas experiencias. De un total de 9 estaciones, 8 son pluviométricas y una, Kanzel, instalada en 1952, cuenta con barómetro de mercurio, anemómetro, psicrómetro de onda, microbarógrafo, higrotermógrafo, termómetros de máxima y mínima, generador de hidrógeno y teodolito con trípode. La más antigua de las estaciones data de 1930.

12. Corporación Peruana del Santa

La Corporación Peruana del Santa mantiene 24 estaciones meteorológicas en la cuenca del río homónimo, en el Departamento de Ancash. La mayoría son pluviométricas (21 pluviométricas y 3 climatológicas de segundo orden), siendo el registro de la más antigua de 21 años.

/13. Corporación

13. Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro

Con el objeto de aumentar el conocimiento hidrológico de la cuenca del río Mantaro con miras a su integral desarrollo hidroeléctrico, la Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro instaló en esa cuenca, a partir de 1962, 14 estaciones meteorológicas y 25 hidrológicas.

De las 14 estaciones meteorológicas, una es de clase A o meteorológica completa, 3 son evapopluviométricas y 10 pluviométricas.

De las 25 estaciones hidrológicas, 22 realizan aforos - de las cuales 8 están equipadas con limnígrafos - y las tres restantes miden alturas solamente.

14. Corporación Nacional de Fertilizantes Sintéticos S.A. (Compañía Administradora del Guano)

Aunque esta empresa no posee estaciones de tipo meteorológico, conviene señalar, en beneficio de la continuidad de la información, que la Compañía Administradora del Guano, que la precedió, operó 11 estaciones climatológicas en la costa y en las islas, que actualmente han pasado a depender del Servicio de Agrometeorología e Hidrología del Ministerio de Agricultura.

15. Otros organismos

Aunque en menor escala, otros organismos oficiales también realizan observaciones meteorológicas.

La Escuela Naval mantiene desde 1944 una estación climatológica-sinóptica en La Punta (Callao).

En las ciudades del Cuzco y Trujillo hay sendas estaciones climatológicas que pertenecen a las Universidades; la primera observa desde 1955 y la segunda desde 1954.

El Ferrocarril del Sur mantiene desde 1950 una estación termopluviométrica en Quiquijana. También la Compañía Petrolera Fiscal mantiene dos estaciones, una climatológica en Zorritos, desde 1936, y otra climatológica-sinóptica en El Alto (Zorritos), desde 1934.

16. Particulares

Además de los organismos citados, algunos particulares efectúan observaciones meteorológicas en estaciones aisladas. Se pueden citar entre éstos a: Asociaciones de Agricultores, haciendas particulares, misiones religiosas, y otros. El total de estas estaciones es aproximadamente de unas 30. La mayoría de ellas son pluviométricas y algunas climatológicas.

/G. OBSERVACIONES

G. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando el estado actual de las estaciones meteorológicas, así como las observaciones que se realizan en todo el país, se formulan a continuación algunas apreciaciones de carácter general y específico.

Conviene señalar en primer lugar, que hay demasiadas instituciones u organismos, estatales o particulares, que efectúan observaciones meteorológicas sin el control de un organismo central que dirija la actividad y la política meteorológica del país.

A pesar de que se dictaron distintas leyes y reglamentos tendientes a coordinar las tareas meteorológicas, no se han ejecutado o bien se han cumplido en forma incipiente, sea porque las medidas resultaron ineficaces o incompletas o porque no hubo interés en llegar a una coordinación.

La Dirección General de Meteorología, a pesar de que por ley se le acuerdan amplias funciones en la actividad meteorológica nacional, no ha dispuesto de fondos suficientes ni del personal necesario para llevarlas a la práctica. Otro factor adverso ha sido la frecuencia con que se ha cambiado su personal directivo.

El Servicio de Agrometeorología e Hidrología, merced a sus mayores recursos económicos y humanos, ha iniciado una tarea de colaboración y acercamiento entre algunas instituciones.

Es necesario señalar que, con excepción del instrumental instalado recientemente en las estaciones del Servicio de Agrometeorología e Hidrología con la colaboración del Fondo Especial de las Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial, así como el adquirido simultáneamente para ser instalado en estaciones de proyectos específicos (Olmos, Tinajones, San Lorenzo, etc.), se puede afirmar que la mayoría del instrumental meteorológico instalado en otras estaciones tiene muchos años en servicio, y no siempre se encuentra en buenas condiciones de uso o de conservación.

También conviene señalar que, a pesar del vigoroso impulso dado a la instalación de estaciones en los últimos años, quedan aún amplias

/zonas del

zonas del país cuya densidad de estaciones no permite tener un conocimiento cabal de ciertos parámetros climáticos.

En la sección E se realizó un análisis de las estaciones medidoras de la precipitación y se observó la baja densidad de estaciones en muchas cuencas.

No es fácil decir qué densidad de estaciones se necesitaría para medir con fidelidad la lluvia de un país de tan variada orografía y diversos regímenes de precipitación; para establecerla sería necesario efectuar un estudio previo y de todas maneras variaría según las zonas del país. Si, con criterio arbitrario y uniforme, se estimara una densidad media de dos pluviómetros por cada 1 000 km^2, se notaría (véase de nuevo el cuadro 23) que en 21 cuencas del Pacífico, que suman 192 000 km^2, o sea, 68 por ciento de la superficie, hay deficiencias. En el Titicaca el porcentaje es mayor y en el Amazonas la deficiencia es casi total. El criterio adoptado tuvo por objeto mostrar el orden de magnitud de las deficiencias, estimándose que debe ser muy cercano a la realidad.

En la red meteorológica llama la atención la poca cantidad de pluviógrafos instalados, y la densidad de 1 por cada 20 000 km^2 evidentemente no alcanza para conocer, en general, los distintos tipos de lluvias y delimitar sus zonas de ocurrencia, sobre todo en la región de la sierra, en que predominan las zonas de fuerte gradiente de la precipitación.

La importancia de las mediciones de evaporación para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos es fundamental, sobre todo, en las zonas áridas y semiáridas, debiendo señalarse que los 50 lugares en que se efectúan mediciones con tanques "A" no son suficientes para dar datos representativos en lo que respecta a algunos proyectos.

Las observaciones meteorológicas de superficie son muy escasas en las horas nocturnas. Anteriormente se señaló que únicamente seis estaciones, todas ubicadas en la costa, hacen observaciones las 24 horas. En estas condiciones, la secuencia del tiempo es difícil de seguir, pero particularmente se agudiza en lugares en que las características de los fenómenos sinópticos son débiles o están modificadas por factores orográficos.

/Hay pocas

Hay pocas estaciones que hacen observaciones de altura (siete con globos pilotos y una con radiosonda) y, en ellas no se efectúan con la frecuencia diaria necesaria ni con la regularidad deseable. Es necesario destacar su importancia para el conocimiento tridimensional de la atmósfera, pues sin tales observaciones no es posible determinar correctamente el desplazamiento de las masas de aire, su contenido de humedad y sus posteriores evoluciones y transformaciones.

Las deficiencias señaladas dificultan el estudio tanto climático como meteorológico, pero a éstas es necesario agregar, además, la escasez de meteorólogos, especialmente de nivel superior en general, y en particular en especialidades como hidrometeorología, meteorología aeronáutica, climatología, agroclimatología e instrumental.

En el país no hay cursos universitarios regulares de meteorología. La Universidad Agraria de La Molina organizó uno de diez meses entre 1964 y 1965 para atender necesidades apremiantes del Servicio de Agrometeorología e Hidrología. Además, este servicio envió al exterior a nueve becarios (cinco en meteorología y cuatro en hidrología) que siguieron cursos de seis meses a un año de duración.

El 10 de enero de 1962 el desprendimiento de una gran masa de hielo del pico norte del nevado de Huascarán provocó un aluvión de dimensiones extraordinarias que sepultó en pocos minutos la localidad de Ranrahirca en el Callejón de Huaylas o valle del Santa.

El fenómeno, extraordinario en este caso por las desgracias personales y los destrozos materiales que ocasionó, no deja de ser un hecho frecuente por su naturaleza física, y susceptible de repetirse en el mismo u otros lugares.

Valles y quebradas estrechos en los grandes macizos en que se forman glaciares o se acumulan grandes cantidades de nieve presentan condiciones iniciales muy favorables para la formación de futuras avalanchas repentinas, respecto de las cuales no es posible normalmente dar aviso por su rápido desplazamiento.

Estudios glaciológicos quizás hubieran permitido prever la posibilidad de la catástrofe citada, pero no cabe duda que la triste y costosa experiencia ha de hacer comprender la importancia y urgencia de tales estudios.

/No es

No es necesario destacar el valor de los estudios glaciológicos y de las mediciones de secciones nivométricas o rutas de nieve, pero es preciso señalar que, además de los aspectos de seguridad humana y resguardo de bienes materiales, que por sí solos justifican tales actividades, también se necesita esa información para determinar la influencia de glaciares y campos nevados en el escurrimiento de los ríos.

Al igual que para las estaciones meteorológicas, es preciso destacar que en los últimos años se instaló un gran número de estaciones hidrológicas - casi el 50 por ciento de las actualmente en operación. Sin embargo, queda todavía mucho por realizar; en algunas cuencas se deben aumentar las estaciones y en otras aún no hay ninguna instalada.

En la sección F se efectuó un análisis de las estaciones hidrológicas y se notaron algunas deficiencias. Con el fin de cuantificar a éstas en forma general, se consideró baja la densidad e inferior a 0.4. El cuadro 24 indica que en la vertiente del Pacífico hay 12 cuencas en esas condiciones, sin contar las que aún no se miden. En la vertiente del Titicaca son cuatro sobre un total de cinco y en la del Amazonas se puede afirmar que la deficiencia es general, con pocas excepciones.

Se debe agregar que un gran número de ríos poseen una sola estación de aforos, lo que impide hacer estudios cuidadosos, como el cálculo del potencial hidroeléctrico lineal.

En las observaciones hidrológicas se nota ausencia de mediciones de material en suspensión y de acarreo (transporte sólido de fondo). Estas deficiencias se ven también reflejadas en los informes de proyectos, como por ejemplo en Recursos hídricos del Río Mantaro, de marzo de 1964.

A base de todo lo anterior, pueden sugerirse las siguientes recomendaciones:

Las actividades meteorológicas e hidrológicas deben ser coordinadas y normalizadas por un organismo nacional, como la Comisión Nacional de Meteorología e Hidrología, a fin de obtener el mayor rendimiento en los esfuerzos que se hacen en esas disciplinas para beneficio de sus múltiples aplicaciones. Las tareas básicas de tal organismo serían:

a) fijar las normas y horas de observación de acuerdo con los requerimientos nacionales e internacionales;

b) unificar los formularios, gráficos y libretas de observación para facilitar la labor estadística y de reproducción;

/c) asesorar

c) asesorar sobre la ubicación de futuras estaciones teniendo en cuenta el interés nacional y evitando la superposición de zonas de influencia de los diversos parámetros;

d) fijar los niveles técnicos del personal en sus diversas categorías, a fin de irlos mejorando paulatinamente;

e) promover estudios de meteorología e hidrología atendiendo a las necesidades del desarrollo económico.

En esta Comisión Nacional debe asignársele un papel importante a la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, tanto por la posición que ocupa en la jerarquía administrativa gubernamental como por el ámbito de sus actividades. Esa Comisión ya existe, y convendría reforzarla considerablemente.

La Comisión debe propender a reducir el número de organismos que se dedican a la observación, tratando de concentrar las estaciones en las instituciones que las utilizan. El resultado de esta política sería que, en el futuro, todas las observaciones meteorológicas e hidrológicas del país se realizarían solamente en uno o dos organismos nacionales. Sin embargo, los organismos militares y las entidades como las E.A., Cerro de Pasco, Corporación del Santa, CORMAN, etc., podrían continuar realizándolas para sus fines específicos.

Para que las actividades meteorológicas e hidrológicas se desarrollen con eficiencia y progresen a un ritmo adecuado es indispensable ofrecer a todo el personal una remuneración que los induzca a mantenerse en esas disciplinas. Para ello, el personal directivo mantendrá una justa valoración de cada categoría y requerirá oportunamente de las autoridades los fondos necesarios.

A pesar de haberse desarrollado un amplio plan de instalación de estaciones meteorológicas de superficie, aún falta construir más estaciones, sobre todo en la zona amazónica para tener mejor conocimiento de esa región y, en otras zonas para el estudio de determinados proyectos.

En la parte referente a las observaciones se señalaron las deficiencias de que adolece la medición de la precipitación, evaporación, etc.

Por la gran importancia que tendría una estación meteorológica en la isla chilena de San Félix, a unos 1 200 km al sudoeste de las costas peruanas, las autoridades pertinentes deberían despertar interés en las autoridades chilenas correspondientes por este proyecto que beneficiaría a ambos países.

A fin de aprovechar mejor las estaciones meteorológicas en funcionamiento sería conveniente completar el equipo o instrumental de algunas de ellas, pues con poco costo adicional reportarían mucho mayor beneficio. Algunas estaciones del Servicio de Agrometeorología e Hidrología, sobre todo aquellas que irían a llenar vacíos en la red de la CORPAC podrían incorporarse a la rala red sinóptica nacional mediante un sistema de comunicación. De igual manera, algunas estaciones de la CORPAC deberían completar su instrumental a fin de efectuar otras mediciones, como de evaporación y radiación, en los lugares que fueran de interés.

Es necesario aumentar las observaciones nocturnas en todo el país y especialmente en la zona amazónica, por la excepcional importancia que tiene la observación regular y frecuente del tiempo. Estas observaciones tienen especial significado para la meteorología sinóptica y la aeronáutica, aunque no se descarta su influencia sobre las actividades agronómicas e hidrológicas.

Debe aumentarse el número de observaciones de altura, tanto con globos pilotos como con radiosondas, con lo cual se mejoraría considerablemente el conocimiento tridimensional de la atmósfera. Estas mediciones son imprescindibles para las actividades aeronáuticas, hidrometeorológicas y agronómicas y por lo tanto, aunque hasta el presente la CORPAC es el único organismo que las realiza, no se pretende que continuen siendo de su exclusiva responsabilidad y costo.

La influencia que ejerce la corriente de Humboldt y las variaciones de la corriente del Niño en la interacción entre mar y atmósfera determina grandes cambios en esta última que se observan a lo largo de la costa peruana y posiblemente también se reflejen en otros hechos con los que aún no se ha descubierto relación. Por este motivo es importante dedicar un esfuerzo especial al estudio de la oceanografía y su estrecha vinculación con la meteorología en todo el litoral peruano.

/Cabe citar

Cabe citar que los desplazamientos esporádicos de la corriente del Niño alteran el tiempo reinante en la zona y afectan a las aves guaneras, con perjuicio para la economía del país.

Dadas las razones expuestas, se considera también imprescindible formar un grupo de estudio que realice investigaciones glaciológicas. Para encarar la protección de vidas humanas, animales y bienes materiales y estudiar la influencia de los glaciares y campos nevados en el escurrimiento de los ríos, este grupo deberá preparar los siguientes estudios y trabajos:

- inventario de los glaciares y campos nevados, especialmente de los que, por su ubicación, pueden afectar a poblaciones o significan aportes importantes a ríos en estudio y determinación de la ubicación, extensión, carácter y desarrollo de cada uno;
- mediciones regulares, en las zonas de glaciares y campos nevados, de: temperatura del aire, precipitación (lluvia y nieve), radiación solar, viento, espesor y contenido de agua de la capa de nieve, penetración en nieve, condiciones de la nieve, movimiento de glaciares, etc.;
- cálculo de futuros derrames de los ríos a base de las mediciones de la nieve;
- ensayos en la construcción de obras de retención de aludes;
- ensayos para la producción artificial de aludes;
- uso de explosivos para el control de aludes.

Es necesario continuar la instalación de estaciones hidrológicas basándose en un programa que consulte las necesidades de proyectos futuros de todos los organismos nacionales de manera que pueda ejecutarse en forma escalonada y regular. Este programa debe propender al conocimiento detallado de los recursos hidráulicos del país.

La medición del caudal de los ríos debería complementarse en cada cuenca con informaciones sobre el consumo y aprovechamiento de cualquier índole, a fin de conocer el caudal natural.

En las altas nacientes de los ríos, que se encuentran en pequeñas altiplanicies a lo largo de toda la Cordillera de los Andes existen lagunas que tienen señalada importancia hidrológica. Sólo en pocas de estas lagunas se miden los niveles y descargas y por lo tanto se hace necesario un reconocimiento rápido para determinar cuáles requieren, por su influencia, la inmediata medición de esos parámetros.

En las observaciones hidrológicas convendría aumentar las mediciones de material en suspensión y de acarreo, sobre todo durante las crecidas, y también hacer los análisis correspondientes. Estas mediciones son importantes no sólo desde el punto de vista de los proyectos de las obras de aprovechamiento de los ríos, sino porque indican también la actual erosión hídrica y sugieren las medidas que deben tomarse para la conservación de las cuencas. Conviene, asimismo, realizar análisis de aguas en forma permanente.

Convendría mantener la actual política de formar rápidamente técnicos, en el país y en el extranjero hasta satisfacer las necesidades en todas las especialidades, tanto de meteorología como de hidrología.

También sería imprescindible proseguir con los levantamientos aerofotogramétricos y los reconocimientos geológicos, a fin de disponer cuanto antes de la información mínima necesaria para tener un conocimiento detallado de los recursos hidroeléctricos y posibilitar la programación de su desarrollo.

/Capítulo IV

Capítulo IV

EL AGUA SUBTERRANEA

La información sobre el agua subterránea es escasa en el Perú y la que existe aún no se ha analizado exhaustivamente, salvo excepciones.

Existen algunos estudios de hidrología subterránea, que se prepararon bajo los auspicios de la ONERN y la FAO, según estos estudios, hay condiciones favorables para aprovechar el agua subterránea en la zona costera y en ciertas porciones de la Sierra. Sin embargo, hasta la fecha no se ha emprendido ningún programa que pueda servir de modelo para estudiar el potencial de acuíferos y que incluya todas las indicaciones científicas y sistemáticas aconsejables. En un anexo a este informe se sugiere un procecidimiento para investigar estos aspectos.

En 1964 se pidió al Fondo Especial de las Naciones Unidas asistencia financiera para ejecutar un programa de aguas subterráneas en la cuenca del Río Ilave, en la vertiente del Titicaca. El proyecto se consideró demasiado ambicioso, y se indicó que un proyecto de investigación a escala adecuada sería altamente deseable para la zona costera. Este proyecto serviría para entrenar al personal peruano; desarrollar técnicas para determinar las áreas de recarga y de descarga, el movimiento del agua subterránea y el límite de extracción de la misma; y serviría, además, como proyecto experimental para habilitar áreas agrícolas en la costa a fin de aliviar la presión demográfica en las tierras arables de la Sierra. Por otra parte, este proyecto no tendría las limitaciones de cultivo que impone la altura en las regiones de la Sierra y del Lago Titicaca.

A fin de llamar la atención sobre las posibilidades de la exploración de aguas subterráneas se considerarán los acuíferos de la vertiente occidental que representan un factor económico importante en el desarrollo de extensas áreas semidesérticas y pobladas de la Costa. De acuerdo con

M.P. Taltasse [1] se pueden distinguir los acuíferos de los valles y los acuíferos de las pampas, aunque ambos tienen en común la cambiante geomorfológica de historia tectónica reciente (y en algunos casos, actual) y un clima de temperatura moderada con baja precipitación (menor de 50 mm en la Costa).

Los acuíferos de los valles son de naturaleza aluvial. La configuración del sistema de ríos de la vertiente occidental está gobernada por la estructura geológica, que se caracteriza por una serie de fallas de orientación NO-SE, y otras secundarias casi perpendiculares a las anteriores.

Los movimientos que dieron origen a la Cordillera han sido seguidos por hundimientos progresivos de la cadena costera y ello ha provocado alteraciones en los cursos medio o inferior de los ríos, así como capturas.

En las secciones andinas, los valles siguen la dirección de las fallas principales y los acuíferos se alimentan por infiltración de los ríos o fugas de agua profunda a través de las mismas fallas. Estas posibilidades de recarga explican el alto rendimiento por pozo, como en la región del Piura, donde se extraen caudales del orden de 90 litros por segundo. Las aguas tienen relativamente bajo residuo seco (menos de 500 p.p.m.) como consecuencia de la naturaleza de los aluviones y el escaso recorrido desde las fuentes.

En la precordillera los valles son más anchos pero la existencia de barreras subterráneas y los estratos subyacentes del Mioceno [2] explican la reducción en cantidad y calidad de las aguas subterráneas.

La situación se agrava por la extracción no controlada de altos caudales en los ríos (que reduce las posibilidades de recarga por infiltración) y en los propios acuíferos (se han comprobado descensos sistemáticos de la napa) dejando como vía de recarga la procedente de las cabeceras, con mayor recorrido del agua y, por lo tanto, posibilidades de mineralización y de retención por barreras. En la Costa propiamente dicha, el incremento de salinidad en los valles es mayor aún, no sólo por las causas anteriores, sino por el retorno del agua de riego.

1/ M.P. Taltasse, "Groundwater Resources of the Peruvian Coastal Desert". (UNTAO) Arid Zone Newsletter N° 20, UNESCO.

2/ Se constata la existencia de un elevado porcentaje de cloruros y sulfatos.

/Los acuíferos

Los acuíferos de las pampas son freáticos o profundos. Sus formaciones son limos gravosos o arenosos que separan los valles. El agua freática se produce principalmente a consecuencia de la infiltración en las cabeceras que suelen ser altamente permeables.

El rendimiento por pozo es del orden de 50 litros por segundo y el residuo seco está entre 500 y 1 500 p.p.m. La descarga es normalmente de alto contenido iónico, sea por manantiales o por llanuras litorales cubiertas de pantanos de agua salobre o aún de agua de alto nivel freático que, por evaporación, deja eflorescencias salinas.

Las aguas profundas de las pamapas provienen, en parte, de lo que aportan las fallas tectónicas de la precordillera. Un ejemplo es la Pampa de Villacuri donde según un estudio preliminar, existen pozos cuyo caudal total extraído es de 2 500 litros por segundo (promedio unos 100 litros por segundo por pozo) con un contenido iónico de 360 a 4 950 p.p.m..

En la Pampa de Sacaco la recarga es, según pudo comprobarse, de origen similar.

En los cuadros 26 y 27 se dan los pozos existentes en la zona costera dividida en tres grupos geográficos (Norte, Central y Sur) sin atender a la anterior clasificación de los acuíferos.

La Zona Costera Norte abarca unos 1 000 km de costa desde la frontera ecuatoriana hasta más al sur del río Huarmey; la Zona Costera Central comprende una banda de 350 km desde Huarmey a Cañete y la Zona Costera Sur abarca 950 km desde Cañete hasta la frontera con Chile.

De los cuadros se desprende que el uso de las aguas subterráneas aumenta gradualmente de norte a sur, lo que se nota sobre todo en el cuadro 27. Es posible que a consecuencia de la decreciente disponibilidad de agua superficial se haya recurrido con éxito a una mayor explotación de los acuíferos.

/Cuadro 26

Cuadro 26

PERU: POZOS EXISTENTES EN LA ZONA COSTERA

Localidad	Número de pozos activos	Rendimiento total (lt/seg)	Promedio tiempo de operación (horas/año)	Bombeo total anual (m3)
		Zona Costera Norte		
Tumbes y Zamurilla	50	750	3 000	8 100 000
Piura	107	3 483	2 000	25 100 000
Olmos y La Leche	54	3 207	2 000	23 100 000
Chancay	332	9 470	1 500	51 100 000
Zana	24	656	2 000	4 700 000
Jequetepeque	72	2 200	2 000	15 840 000
Chicama	406	7 160	2 000	51 600 000
Moche	92	1 243	2 000	8 900 000
Viru	90	1 859	2 000	13 400 000
Lacramarca	1	35	1 500	200 000
Monte de Chimbote	5	125	2 000	900 000
Nepena	49	2 105	2 000	15 200 000
Casma	56	1 988	2 000	14 300 000
Sechin	39	800	2 000	5 800 000
Huarmey	30	716	2 000	5 200 000
Las Zorras	4	500	3 000	5 400 000
Totales Zona Costera Norte	1 411	36 292		248 800 000
		Zona Costera Central		
Fortaleza	16	546	2 000	3 900 000
Patevilca	12	480	2 000	3 500 000
Supe	16	340	2 000	2 400 000
Huaura, Sayan	11	502	750	1 400 000
Chancay, Huaral	59	2 688	1 250	12 100 000
Chillón	36	1 574	2 000	11 300 000
Rímac	347	4 916	2 000	35 400 000
Lurín, Pachacamac	36	1 488	3 000	16 100 000
Chilca	98	2 906	3 000	31 400 000
San Bartolo	5	205	3 000	2 200 000
Mala, Asia	189	3 249	2 000	23 300 000
Cañete	6	365	2 000	2 600 000
Totales Zona Costera Central	831	19 259		145 600 000
		Zona Costera Sur		
Chincha	181	9 466	2 000	68 200 000
Pisco	55	2 768	2 000	19 900 000
Villacuri	154	6 380	4 050	93 000 000
Ica	647	35 452	1 500	191 400 000
Santa Cruz	5	245	2 000	1 800 000
Río Grande	11	160	2 000	1 200 000
Palpa	44	757	2 000	5 500 000
Viscas	47	779	2 000	5 600 000
Ingenio	67	1 441	2 000	10 400 000
Socos, Aja, Nazca	187	2 397	2 000	17 300 000

/Cuadro 26 (conclusión)

Cuadro 26 (Concl.)

Localidad	Número de pozos activos	Rendimiento total (lt/seg)	Promedio tiempo de operación (horas/año)	Bombeo total anual (m3)
Taruga	30	1 221	2 000	8 800 000
Trancas	67	1 487	2 000	10 700 000
Chauchilla	11	257	2 000	1 900 000
Lomas	2	60	3 000	600 000
Acari, Yauca	16	360	2 000	2 600 000
Atico	1	130	3 000	1 400 000
Caraveli	1	50	2 000	400 000
Arequipa	24	114	2 000	800 000
Moquegua	70	1 055	2 000	7 600 000
Tacna	65	2 869	2 000	20 700 000
Totales Zona Costera Sur	1 685	67 448		469 800 000
Totales Zona Costera	3 947	123 004		864 200 000

/Cuadro 27

Cuadro 27

PERU: TASAS DE EXTRACCION DE AGUA SUBTERRANEA EN LA ZONA COSTERA

Sector Costero a/	Número de pozos	Rendimiento medio por pozo (lt/seg)	Extracción por kilómetro de costa	
			m^3/seg.b/	m^3/año
Costa Norte	1 411	25	0.036	245 000
Costa Central	831	23	0.055	415 000
Costa Sur	1 685	40	0.071	495 000
Toda Zona Costera	3 947	31	0.054	376 000

a/ Costa Norte - 1 000 km; Costa Central - 350 km; Costa Sur - 950 km.
b/ Tasa media de extracción durante el período de bombeo.

El análisis anterior, aunque sólo indica las posibilidades de los recursos subterráneos de la vertiente occidental, muestra la urgencia de proceder a una investigación que sirva de base para el desarrollo de extensas regiones. Por las dificultades para conseguir datos y para no demorar excesivamente la obtención de soluciones, se formulan las recomendaciones siguientes para investigar la hidrología subterránea en el Perú.

La elección de la Costa para iniciar las investigaciones sobre las posibilidades de abastecimiento de agua subterránea se impone por razones principalmente económicas.

Por carecer de la información necesaria para determinar los términos de la ecuación del balance hidrológico de cada cuenca, o de parte de ellas, se sugieren las investigaciones que convendría realizar para obtener los datos.

/Con ello

Con ello no se pretende en modo alguno corregir, y ni siquiera complementar, los trabajos que expertos de gran capacidad [3/] han iniciado y seguramente continuarán en el país sino enfocar las determinaciones para obtener, en plazos relativamente cortos, datos suficientes para el análisis económico de los múltiples usos del agua subterránea en las cuencas de la Costa. Con este fin, las investigaciones en cada una de las disciplinas o actividades científicas relacionadas con el conocimiento de los acuíferos convendría realizarlas en tres etapas: I. Investigaciones básicas preliminares; II. Investigaciones directas; III. Estudios de gabinete.

La etapa I se refiere fundamentalmente a los datos geológicos e hidrológicos. En cuanto a los geológicos se considera necesario conocer, en primera instancia, la distribución en superficie de las formaciones y determinar su edad y origen y, si es posible, reconocer sus fallas.

Sería deseable dibujar, tentativamente, cortes longitudinales y transversales de las formaciones de acuerdo con lo anterior y con las hipótesis que se formulen.

Los datos hidrológicos preliminares comprenden:

1. Reconocimiento de los pozos existentes, reuniendo fundamentalmente datos sobre niveles estáticos en distintas épocas y formaciones atravesadas. También sería oportuno realizar experiencias para obtener valores primarios de las constantes elásticas, incluso determinando niveles en los mismos pozos bombeados y, en los casos en que no existe bomba, mediante métodos especiales - como el "slug", el cuchareo repetido u otros similares.
2. Determinación de caudales de agua superficiales en por lo menos dos puntos de los mismos. Es muy conveniente al respecto conocer por lo menos tres caudales representativos de condiciones de estiaje, aguas medias y crecidas, para determinar la curva aproximada de relación de caudales con alturas limnimétricas.
3. Recolección de datos pluviométricos.

3/ Pueden citarse los estudios de Pierre Taltasse y otros, y misiones como la de Israel, etc.

/La etapa

La etapa II representaría un avance en la confirmación o corrección de los datos anteriores, así como la imprescindible complementación con datos geográficos y geoquímicos.

Es necesario poseer datos topográficos o fotogramétricos que permitan preparar planos de curvas de nivel, que en algunas ocasiones sólo necesitan trazarse con intervalo de 20 metros de diferencia.

La investigación geoquímica debe comenzar con análisis del agua de diversos pozos representativos de las zonas que se van a estudiar.

En esta etapa se recomienda realizar sondeos geofísicos, en profundidad y transversales, en las partes en que ellos ayuden a interpretar la disposición de las formaciones.

Se deberá programar la ejecución de perforaciones de exploración, con pozos destinados a ser bombeados y pozos testigos cercanos, complementados con registro eléctrico, a fin de determinar los coeficientes de elasticidad sobre todo en zonas donde se considere que existen condiciones favorables para la explotación de acuíferos.

A fin de determinar uno de los términos fundamentales de la ecuación del balance hidrológico, se estima imprescindible hacer experiencias de evapotraspiración, ya sea con métodos de campo (Smith, White o similares) o con modelos. A ello debe agregarse la determinación del agua en la zona de aereación (con neutrones por ejemplo) y el uso de trazadores radioactivos, en ciertos casos en que ello se justifique.

La etapa final consiste en tres subetapas o fases:

La fase inicial comprendería el trazado de las curvas de niveles estáticos en diversas épocas y sus relaciones con las curvas de diversos parámetros geoquímicos (iso cloruros, relaciones Ca-Mg, índices geoquímicos, etc.). De ello puede deducirse, en muchos casos, las posibles zonas de recarga y descarga. En esta fase debe realizarse la comparación con los planos resultantes de la investigación geológica, hidrológica y geofísica, corrigiendo y ajustando los valores hasta obtener las expresiones que más satisfagan a las corrientes de datos de las diversas disciplinas.

/La fase

La fase siguiente comprende la determinación analítica de los coeficientes de elasticidad en diversas zonas de cada acuífero, la determinación o confirmación por cálculo de las condiciones de borde y estudios primarios de la explotación general de diversos acuíferos en diferentes condiciones y épocas, con recargas y sin ellas.

En la fase última se intenta el balance hidrológico, a base de toda la información anterior, aplicando técnicas analíticas (haciendo uso repetido del aislamiento de partes del acuífero o método del "free body") o bien por modelos analogoeléctricos de simulación.

De lo que precede se desprende que los estudios suponen una inversión relativamente importante. No obstante, es fácil probar que esa inversión podrá servir de base para un análisis económico que permitirá a su vez determinar la utilización óptima de los recursos hidráulicos de una cuenca o región.

/Capítulo V

Capítulo V

AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

1. Generalidades

Los índices del estado sanitario del Perú, medidos por la población que recibe servicios de agua potable y alcantarillado, muestran considerables déficit. Se estima que hacia 1964 el 45 por ciento de la población urbana se abastecía de agua mediante tuberías de servicio público, el 23 por ciento lo hacía por otros medios (hidratantes públicos, etc.) y el resto, por medios aún más precarios. Ello deja un saldo de 55 por ciento que todavía no recibe en forma regular agua potable de calidad adecuada y en cantidades necesarias. En el campo la situación es mucho peor, pues se estima que apenas el 2 por ciento de la población rural (que es la mitad de la población total del Perú) se abastece en forma adecuada.

En los servicios de alcantarillado el déficit es mucho mayor. El 65 por ciento de la población urbana y casi la totalidad de la población rural carecen de esos servicios.

Las obras que debían terminarse en 1965-66 disminuirían un tanto esos porcentajes (quizá en un 5 por ciento en la población urbana y en la rural, en un 5 por ciento en el abastecimiento de agua y en 1 por ciento en el alcantarillado). Pero la situación continúa siendo grave y requiere un vasto plan de acción.

En lo que sigue se formulan algunas ideas y recomendaciones respecto al abastecimiento de agua para la población - proponiéndose incluso su reutilización después de la eliminación final - como parte del desarrollo general de los recursos hidráulicos dentro del marco del proceso de planificación.

2. Situación actual

En el cuadro 28 se dan las cifras representativas del estado actual del abastecimiento de agua en comunidades urbanas y rurales del país. A primera vista, la situación sería bastante satisfactoria si se consideran las metas propuestas en la Carta de Punta del Este. Sin embargo, si se analiza lo que sucede en los distintos grupos de población se nota que al disminuir el tamaño de las localidades aumenta el porcentaje de habitantes sin esos servicios, de modo que el déficit se acentúa precisamente donde suele ser más difícil resolver el problema.

/Cuadro 28

Cuadro 28

PERU: RESUMEN DEL ESTADO DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA a/

	Totales urbanos	Totales rurales b/	Localidades (habitantes)		
			Más de 100 000	De 10 000 a 99 999	De 2 000 a 9 999
Población (miles)	3 911	903	2 410	1 059	442
Número de comunidades	129	1 225	6	41	82
Número de comunidades con abastecimiento de agua por tubería	100	230 c/d/	6	41	53
Población e/ servida por:					
a) Tubería en el predio	2 594	-	1 911	584	99
b) Hidratantes públicos	529	220	223	95	211
c) Otros métodos	788	-	276	380	132
Porcentajes servidos por tubería en el predio	66.3	0	79.3	55.2	22.4

a/ Información de la OPS, datos de 1964.

b/ Población rural en núcleos de 200 a 2 000 habitantes.

c/ Datos deducidos de un muestreo realizado en el 25 por ciento de las localidades de esta categoría.

d/ Existen localidades de 200 a 2 000 habitantes, con categoría política inferior a las incluidas, cuyo número y población no se pudo determinar.

e/ En miles de habitantes.

/En el

En el cuadro 29 se observa esta misma situación con respecto a alcantarillado y eliminación de aguas residuales.

Una inspección efectuada en varias poblaciones de la Selva Amazónica, la Sierra y la Costa permitió captar los problemas actuales y la forma de aplicar los principios básicos en los siguientes aspectos:

a) elección de las fuentes de agua;

b) diseño y construcción de las obras;

c) funcionamiento y conservación de los servicios;

d) administración de los sistemas.

En lo que sigue, teniendo en cuenta la cobertura lograda por la inspección de 29 localidades pertenecientes a las tres regiones, se tratará de presentar las características de la situación actual y señalar las medidas que, desde un punto de vista general, podrían contribuir a las mejoras deseadas.

a) Elección de las fuentes de agua

En los lugares con escasa disponibilidad de personal preparado (y de ciertos recursos como energía), resulta evidente que el servicio de abastecimiento más apropiado es aquél en que el agua no requiere tratamiento y se distribuye por gravedad. Entre un sistema de distribución por gravedad en que el agua requiere tratamiento y un sistema de extracción de agua subterránea por bombeo que no lo requiera, es preferible este último aunque los costos aparentes sean mayores.

/Cuadro 29

Cuadro 29

PERU: RESUMEN DEL ESTADO DE LA ELIMINACION DE AGUAS RESIDUALES a/

	Totales urbanos	Localidades (hab) b/		
		Más de 100 000	De 10 000 a 99 999	De 2 000 a 9 999
Población total (miles)	3 911	2 410	1 059	442
Número de comunidades	129	6	41	82
Número de comunidades con sistema de alcantarillado c/	63	6	35	22
Población servida:				
a) Con sistema de alcantarillado	2 243	1 861	354	28
b) Con instalaciones individuales	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Sin datos
Porcentajes servidos con sistema de alcantarillado	57.5	77.3	33.4	6.3

a/ Información de la OPS; datos de 1964.

b/ No existiendo agua en los predios, se estima que no hay servicio de alcantarillado en localidades menores de 2 000 habitantes.

c/ Existe una sola planta de tratamiento de aguas negras.

En la Sierra suele obtenerse agua de buena calidad de manantiales y ríos de montaña. En general, la abundancia de agua ha hecho que se elijan las fuentes a suficiente altura para aprovechar la gravedad, pero a poca distancia de los centros poblados e incluso de explotaciones agrícolas, lo que determinó una contaminación y turbiedad del agua mayor que la admisible sin tratamiento. Además como es fácil obtener suficiente agua superficial, poco se ha investigado sobre las posibilidades de abastecimiento de agua subterránea. Existen estudios preliminares favorables a la extracción

/y el

y el aprovechamiento de aguas subterráneas, pero la investigación es larga y costosa. A este respecto convendría reunir la mayor cantidad posible de datos sobre las obras de este tipo que existen dispersas e impulsar, aun sin investigaciones exhaustivas, el aprovechamiento de aguas subterráneas para el abastecimiento de las localidades.

En la Costa, el agua disponible procede de las laderas occidentales de los Andes y es transportada hasta la faja costera por cursos superficiales o napas permeables. En esta zona los cursos de aguas superficiales se han aprovechado desde el asentamiento de las primeras civilizaciones. Es posible que la disponibilidad de agua pueda aumentarse mediante transferencias desde la pendiente oriental de los Andes, como ya se ha hecho y se proyecta seguir haciendo.

Existe indudablemente, competencia entre los usos agrícolas y el abastecimiento de las comunidades, situación que se va agudizando y hace urgente la explotación de muchas fuentes. Aparte la regulación de caudales y la transferencia de agua desde la ladera oriental de los Andes, que requieren grandes inversiones, la mayor posibilidad reside en el aprovechamiento del agua subterránea. Aún no se ha determinado el verdadero potencial de este recurso y las investigaciones preliminares parecen indicar que el consumo actual representa sólo una pequeña fracción del potencial. Por esa falta de información sobre el agua subterránea algunas ciudades de alta tasa de crecimiento de la zona costera tienden a ampliar sus abastecimientos mediante el uso de aguas superficiales, agravando con ello el problema de la competencia con los demás usos. Chimbote, por ejemplo, usa agua proveniente de un solo pozo, lo que no le permite abastecer el crecimiento de la demanda de agua de la ciudad; ello no significa necesariamente que el acuífero sea inadecuado para los requerimientos de Chimbote, sino más bien que la deficiencia en el diseño del sistema de pozos no permite un mejor aprovechamiento.

En la zona metropolitana de Lima se ha pensado que las aguas de la Laguna de Marcapomacocha tendrán que satisfacer gran parte de las necesidades futuras de la ciudad.[1/] Aquí también el uso del potencial de aguas

---

1/ Está por darse a conocer un importante informe sobre el uso del agua del sistema Marcapomacocha, en el que se estudian los diversos usos y las fuentes adicionales de abastecimiento, que oportunamente merecerá un análisis especial.

/subterráneas podría

subterráneas podría ayudar a satisfacer una parte de la demanda permitiendo que otros usos absorban una mayor proporción del agua superficial. En toda la zona costera la explotación extensiva de aguas subterráneas debe estar precedida por una amplia investigación tendiente a determinar zonas de recarga, caracterizar los acuíferos, cuantificar las descargas naturales y artificiales y, en suma, precisar los términos del balance hidrológico.

La Selva, que se caracteriza por poseer suelos y subsuelos de alto porcentaje de arcilla y limo, y vastas extensiones de terrenos planos regados por los tributarios del Amazonas, parece limitada al aprovechamiento de aguas superficiales. No obstante, cabe formular las siguientes observaciones: a) se puede mejorar la calidad del agua mediante una cuidadosa selección de los lugares de toma; b) cierta experiencia negativa en la búsqueda de aguas subterráneas (como en Requena) no debería descartar por completo ese tipo de investigación; c) existen probables captaciones en bancos de arena situados convenientemente cerca de ríos y comunidades; pequeños cursos de agua de ubicación también conveniente y aguas de mejor calidad que los cursos principales; d) en ciertos casos, puede ser aconsejable producir manantiales de pequeño caudal mediante el auxilio de amplios almacenamientos; en otros, puede convenir la recolección de agua de lluvia.

En las regiones cercanas a las estribaciones de la Cordillera suelen encontrarse ríos con agua de mejor calidad, sobre todo al llegar al llano, debido a la presencia de bancos de grava y arena. En general, puede decirse que cuanto mayor es la elevación menos turbia es el agua.

En suma, con respecto a esta zona, se recomienda buscar aguas de mejor calidad, aunque sólo sea como suplemento del abastecimiento principal.

b) Diseño y construcción de las obras

De las poblaciones visitadas, sólo Lima, Arequipa y Chiclayo tienen instalaciones de producción de agua que están a tono con los principios generalmente aceptados de diseño y construcción - sobre todo en lo que respecta a las plantas de tratamiento. Sin embargo, en casi todas las localidades, los sistemas de distribución - especialmente las redes antiguas y las que sirven a poblaciones periféricas - dejan mucho que desear. En general, puede afirmarse que gran parte de las deficiencias deben atribuirse a una asignación muy baja de la demanda por habitante cuando se

/diseñaron las

diseñaron las redes de distribución, cuya ampliación supone modificaciones muy costosas en los cuadros principales. Hay, además, grandes secciones de esas localidades que ni siquiera tienen agua corriente de fuentes públicas sino que se abastecen con camiones tanques, lo que resulta caro y supone agua de dudosa calidad.

En las ciudades pequeñas, especialmente las que dependen del agua superficial y cuyas plantas de tratamiento se construyeron en la década de 1950 y antes, tanto el diseño como la construcción están por debajo de las normas mínimas para obtener agua de calidad satisfactoria. En todos estos casos es imperativo un programa de rehabilitación antes que el deterioro exija el remplazo total. En algunas ocasiones puede ser más económico cambiar de fuente según lo indicado en el apartado a).

Conviene estudiar cada caso por separado para tomar medidas específicas; a veces hasta mejorar un vertedero o emprender otras acciones de menor cuantía, aunque de importantes efectos.

En la actualidad, Obras Sanitarias posee personal técnico superior con la competencia necesaria para evitar los errores del pasado.

En las localidades con suficiente abastecimiento de agua subterránea de buena calidad conviene ajustarse a ciertos diseños cuya eficacia ha demostrado el avance del conocimiento. En muchos aspectos, los sistemas visitados que reúnen las condiciones de buena calidad y amplia disponibilidad de agua, no se ajustan a esas normas. Algunas condiciones objetables son las siguientes:

i) Dependencia de un solo pozo. Es obvio que un sistema de agua que dependa de un único pozo está sujeto a interrupciones por largos períodos; así sucede en ciudades tan importantes como Chimbote, en donde existen pozos fuera de uso que no se reparan aparentemente porque se tiene el propósito de cambiar de sistema, para abastecerse de agua superficial.

ii) Diseño inadecuado de parques de perforación. En algunos parques, razones de economía en conductos, líneas de energía y caminos de acceso aparentemente han llevado a un cierto espaciamiento entre los pozos lo que se ha traducido en interferencias que a su vez han hecho bajar el rendimiento del sistema.

/iii) Falta

iii) Falta de energía auxiliar. En gran parte de las instalaciones existe una sola fuente de energía; y se observa que cuando hay unidades auxiliares, muchas de ellas no funcionan bien.

iv) Ausencia de instrumentos registradores. Muchas estaciones de bombeo no mantienen registros de caudales ni de niveles de agua en los pozos y en los lugares donde existe equipo de medición, éste no suele funcionar bien.

v) Almacenamiento insuficiente de diseño inadecuado. En general no hay almacenamiento para emergencias, lo cual es particularmente grave cuando existe un solo pozo y una única fuente de energía. En varias localidades los almacenamientos elevados "no flotan en el sistema", lo que suele traducirse en desperdicio de energía y de conductos.

vi) Uso de materiales corrosivos en la construcción de pozos. Esta es probablemente la causa más importante de que haya disminuido la producción de pozos en algunas instalaciones.

vii) Falta de datos sobre construcción y ensayo de pozos. La falta de esta información, necesaria para el diseño definitivo de los pozos, parece ser común en muchas regiones del Perú.

c) Funcionamiento y conservación de los sistemas

Se comprobó que, salvo en Lima, Arequipa y Chiclayo, el funcionamiento y la conservación de los sistemas de agua potable no tienen la eficiencia necesaria para garantizar un abastecimiento seguro.

Con muy pocas excepciones, los sistemas de abastecimiento de las localidades pequeñas funcionan sin personal entrenado que mantienen registros inadecuados, no toman muestras con la frecuencia necesaria para los análisis bacteriológicos y físicoquímicos, y permiten que las estructuras y predios de las plantas permanezcan en desorden y se deterioren. Los ingenieros encargados de supervisar estos sistemas suelen abarcar grandes territorios y ocuparse además de muchos otros proyectos y tareas; por lo general tienen poco o ningún entrenamiento en ingeniería sanitaria o en el funcionamiento de plantas de purificación de agua y reciben apoyo insuficiente de las oficinas centrales de Lima. Algunos ejemplos y observaciones generales ayudarán a ilustrar lo que precede.

/En Cuzco,

En Cuzco, el centro turístico más importante del país, cuyo abastecimiento de agua es potencialmente peligroso por la posibilidad de contaminación en su conducción, el equipo clorador está en malas condiciones desde hace tres años y nunca se ha reparado. El cloro se agrega directamente desde los cilindros al conducto, lo cual no sólo es peligroso para los trabajadores, sino que arroja resultados poco satisfactorios. Si a ello se suma que el abastecimiento de cloro desde Lima es irregular y que los análisis bacteriológicos se hacen generalmente cada semestre, no es extraño que cada cierto tiempo sea necesario advertir al público del peligro que presenta el agua.

En la ciudad de Iquitos los soportes del conducto forzado que proviene de la torre de toma del río Amazonas están en malas condiciones, y se los ha reforzado temporalmente mientras una compañía de ingenieros consultores estudia el diseño permanente en la toma; ello implica un riesgo innecesario. La planta de agua de Iquitos también funciona inadecuadamente. Por ejemplo, a pesar de que la planta no tiene filtración, no se ha logrado obtener una velocidad uniformemente baja en el vertedero final del tanque de sedimentación. En Chimbote, además de lo señalado respecto a la fuente, el conducto principal de transmisión entre el parque de perforación y el depósito de distribución tiene sus asientos socavados en parte y necesitaría inmediata atención. Hay agua sólo 16 horas al día con presiones de 4 a 7 metros de columna de agua. Todos los sistemas de agua de los pueblos visitados en el Callejón de Huaylas estaban a cargo de personal no capacitado, y en ellos no se efectuaba cloración, pese a que la mayor parte de las fuentes provenían de agua superficial sujeta a contaminación; en todas las plantas era necesario efectuar trabajos ordinarios de conservación y reparaciones. En dos de las estaciones de bombeo visitadas en la ciudad del Callao (de un total de 11) se comprobó que el equipo auxiliar - cloradores, equipo registrador y equipos Diesel de energía auxiliar - no estaba en condiciones de funcionar. No pudo establecerse otra causa para esta situación, que el incumplimiento de las normas mínimas de conservación. El clorador, en una estación, tenía 11 años y nunca había recibido servicios de conservación y reparación. No se hace cloración por considerarse que el agua de los pozos es biológicamente pura,

/lo cual,

lo cual, sin embargo, no se puede determinar con ensayos bacteriológicos que sólo se hacen dos veces por año con muestras tomadas en los pozos y no en la red.

Al hacer estas observaciones no se pretende criticar a las personas encargadas del funcionamiento y supervisión de los sistemas de agua potable. No puede esperarse buenos servicios de quienes no tienen la preparación adecuada o desempeñan demasiadas funciones. Es obvio, sin embargo, que a la escasez de personal preparado se suma el pequeño y a veces tardío respaldo desde Lima en la reparación de equipos y abastecimientos esenciales así como en la asistencia necesaria.

d) Administración de los sistemas

Las tarifas para la mayoría de los sistemas de abastecimiento de agua dependientes del Ministerio de Fomento (Obras Sanitarias) tanto en los casos de conexiones con medidor como en los de grifo libre (tarifa fija mensual o anual) se fijan por ley. Estas tarifas no sólo no cubren los gastos que implica el remplazo de equipos, la extensión de líneas o amortización del capital sino que, por lo general, no alcanzan para sufragar los gastos corrientes de operación.

Además, conforme a las actuales normas de contabilidad, las recaudaciones pasan directamente a engrosar el tesoro nacional cuando el gobierno tiene a su cargo los sistemas. De modo que aunque haya superavit el sistema de abastecimientos que lo produce no puede usarla. Otro factor que dificulta la administración de los sistemas es la existencia, en algunos casos de responsabilidad dividida. Por ejemplo, la planta de tratamiento que el Gobierno central acaba de construir en Chiclayo está a cargo de Obras Sanitarias, en tanto que la municipalidad tiene jurisdicción sobre el sistema de distribución, cobra las tarifas y no ejecuta obras ni financia ningún gasto del sistema.

En el Callao existe una situación similar. Obras Sanitarias tiene a su cargo el funcionamiento del sistema y la ciudad recibe la recaudación, pero no asume ninguna responsabilidad técnica ni financiera. En general los sistemas de agua, incluso los mejor administrados dejan sin atender a un elevado porcentaje de la población. En Chiclayo, 55 por ciento de la población no tiene servicio de agua por cañería; en Chimbote y Arequipa

/las proporciones

las proporciones son respectivamente 50 y 40 por ciento; en Lima, Callao y Cuzco varían de 15 a 20 por ciento. Las razones que pueden aducirse para explicar esa deficiencia podrían ser: la dificultad de obtener capital de financiamiento; el problema, relacionado con el anterior, de establecer tarifas más altas para cubrir el costo de las mejoras de capital; las nuevas áreas que deben atenderse son, en general, barriadas o conglomerados periféricos de viviendas sumamente modestas que probablemente producirán recaudaciones bajas; el abastecimiento de agua no siempre puede cubrir las nuevas necesidades.

Respecto de este último punto, conviene señalar que hay varios casos en que un control de pérdidas o de desperdicios podría mejorar el abastecimiento a un costo mucho menor que el que supone continuar aumentando la cantidad de agua producida sin efectuar dicho control. Un ejemplo de ello es Chiclayo, en donde se producen diariamente 24 000 m^3 de agua filtrada y clorada que sólo alcanzan para el 45 por ciento de la población, debido a la falta de medidores y a pérdidas estimadas en 30 por ciento del agua producida. Quizá haya razones sociales valederas para mantener a un nivel muy bajo el costo del agua al consumidor pero debe reconocerse que las prácticas actuales han conducido inevitablemente a los siguientes resultados:

- falta de interés local en los sistemas de agua potable y sus problemas;
- desaliento de la iniciativa local;
- funcionamiento y conservación inadecuados de los sistemas, sobre todo en las comunidades más pequeñas y remotas;
- imposibilidad de ampliar y mejorar los servicios para atender la creciente demanda;
- imposibilidad de sustituir el equipo anticuado o averiado; y
- operación deficitaria en general.

Este último punto ha hecho más difícil obtener respaldo financiero externo para la ejecución de proyectos en materia de agua potable, debido a que las instituciones internacionales de crédito, para conceder préstamos a los servicios de abastecimiento de agua exigen que se administren de manera

/que aseguren

que aseguren el pago ordinario de capital e interés, aparte otros gastos. Para ello convendría introducir una serie de cambios, de los cuales los más importantes serían:

- en la medida de lo posible, toda persona e institución servida por un sistema de abastecimiento deberá pagar su consumo. Ello implica cambiar de política con las instituciones que actualmente reciben el agua gratis, y sustituir las fuentes públicas por conexiones de agua;
- debe impulsarse la colocación de medidores, principalmente para evitar los gastos excesivos de capital en instalaciones de producción de agua;
- deben rehabilitarse los sistemas de distribución para eliminar pérdidas excesivas en las redes;
- las plantas que administra actualmente Obras Sanitarias, en particular en las municipalidades mayores y mejor organizadas, deberían transferirse a los gobiernos municipales o juntas especiales de abastecimiento de agua;
- finalmente, y lo más importante quizá, deben alzarse las tarifas para cubrir el costo de operación, y los gastos de conservación y de servicio de deuda.

Algunos de estos cambios serán, sin duda, difíciles de introducir tanto desde el punto financiero como político. Según el nuevo criterio de operación no será práctico abastecer gratuitamente de agua a las zonas que tengan problemas financieros o a las instituciones públicas. En otras palabras, si fuera necesario continuar el uso de fuentes públicas, por ejemplo la municipalidad debería asignar al sistema de agua una cantidad determinada por cada fuente y, en cuanto a las instituciones públicas, se debería cuidar que en sus presupuestos de operación prevean los fondos necesarios para el pago del agua. El financiamiento interno del suministro de agua potable ha estado supeditado principalmente a dádivas o aportes gubernamentales, que pueden o no haber sido respaldados con préstamos externos. Las contribuciones de los gobiernos locales en general, han sido mínimas, debido a que las municipalidades, provincias y departamentos tienen bases legales muy limitadas para establecer impuestos o aportes que permitan

/acumular fondos

acumular fondos de alguna magnitud para esos fines. Esto incluye gravámenes a la propiedad, lo cual no es una práctica común. El método de venta de bonos respaldados por las recaudaciones de un sistema de abastecimiento de agua o por recaudaciones de la municipalidad o ambos, tampoco ha sido práctica común en el Perú y es creencia general que las municipalidades peruanas no podrán vender bonos a bancos locales o al público, ni siquiera a tasas de interés sumamente altas. Esta puede ser la situación actual, pero no hay razón para suponer que no se la pueda cambiar. Es indudable que podrían conseguirse préstamos internos de este tipo, pero para ello habría que:

1. Establecer condiciones financieras adecuadas que las entidades subnacionales de administración deberán acatar para ofrecer bonos al público;

2. Establecer normas de operación y administración reconocidas como adecuadas por entidades que se financian con aportes públicos;

3. Ampliar las facilidades de los gobiernos subnacionales para establecer impuestos y contribuciones;

4. Dar mayor autonomía a los gobiernos subnacionales en el manejo de asuntos puramente locales, entre ellos la fijación de tarifas para el abastecimiento de agua;

5. Asegurar que los ingresos que el público percibe por concepto de intereses de los bonos emitidos por entidades municipales, regionales o departamentales estén exentos de impuestos o gravámenes de todo tipo. De esa manera podría lograrse un tipo de interés bajo o razonable;

6. Finalmente, hasta que el público tenga confianza en este tipo de bonos, el gobierno nacional debe ofrecer alguna forma de garantía.

Ya hay un caso en que se está construyendo una obra municipal de abastecimiento de agua mediante un préstamo interno. La localidad de Changoyape, de 5 000 habitantes, consiguió un préstamo a 12 años plazo con un banco privado para instalar un sistema de abastecimiento de agua, ahorrándose de ese modo la espera que suponía el atenerse a las prioridades establecidas en el programa de construcción de Obras Sanitarias. Aunque el tipo de interés es sumamente alto en comparación con el de los países desarrollados (13 por ciento), el costo del agua durante el período de amortización es sólo de 1.5 soles por metro cúbico y la población estima que los beneficios derivados del abastecimiento de agua compensan el mayor costo con respecto a otras localidades.

/Afortunadamente, la

Afortunadamente, la Dirección de Coordinación Económica y Financiamiento del Ministerio de Obras Públicas está considerando seriamente el problema de organizar los sistemas de abastecimiento de agua potable sobre una base de autofinanciamiento.

3. La organización administrativa

El establecimiento de servicios de abastecimiento de agua y de eliminación de aguas residuales en el Perú ha sido y es responsabilidad de la Subdirección de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento, del Servicio Especial de Salud Pública, del Fondo Nacional de Desarrollo Económico, del Instituto Nacional de Planificación y de un número de corporaciones públicas y juntas locales que actúan en zonas limitadas. Estas instituciones oficiales han recibido asistencia de algunas organizaciones internacionales como el Servicio Cooperativo Interamericano de Salud Pública (SCISP), la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y la CEPAL, así como a través de convenios bilaterales con instituciones de otros países y por parte de ingenieros consultores. Los organismos oficiales citados se han descrito en varias informaciones [2/] y por lo tanto, solamente se dará aquí una breve reseña de sus actividades.

a) Obras Sanitarias

Esta organización, que es una rama del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, está encargada de planificar y diseñar, construir y, en la mayoría de los casos, administrar sistemas de abastecimiento de agua en municipalidades clasificadas como urbanas. Esto significa por lo general atender poblaciones mayores de 2 000 habitantes, aunque la división entre urbana y aldeana no está siempre bien definida. En lo que respecta a sistemas metropolitanos independientes y obras de saneamiento de pequeñas municipalidades, Obras Sanitarias fija normas, revisa planos y estimaciones de costos, controla la construcción y aprueba las tarifas.

2/ Harry F. Seidel, Report on Water Supply Administration in Peru, agosto 1960; John K. Chattey, Community Water Supply and Sewarage, noviembre 1962; G.J. Cano, Gobierno y administración de los recursos hídricos en Perú, enero de 1964. Los dos primeros autores prepararon sus trabajos para la AID y el tercero lo hizo para la Junta de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas.

/Está compuesta

Está compuesta de tres divisiones técnicas: Estudios y Proyectos, Operación y Explotación, y Construcción y Control, cada una encabezada por un ingeniero de división. Hay cuatro oficinas que dependen directamente del subdirector, a saber: Planeamiento y Programación, Contabilidad y Presupuesto, Inspección, y Administración General. La división de Operación y Explotación mantiene oficinas seccionales en 22 de los 24 departamentos del país. Los dos en que no tiene oficina son Madre de Dios, con una población total de sólo 15 000 habitantes y el Callao, que es administrado desde Lima.

Las oficinas departamentales se encargan del funcionamiento de 90 sistemas de abastecimiento, total o parcialmente construidos por el gobierno central. Estos sistemas atienden desde localidades con sólo unos pocos centenares de habitantes hasta ciudades como Chiclayo, de 110 000 habitantes. Los tipos de sistemas abarcan desde manantiales con distribución por gravedad, que casi no necesitan atención, abastecimiento con bombeo de pozos que requiere un operador dotado por lo menos de algunos conocimientos de mecánica y electricidad y ciertos rudimentos de técnicas de desinfección, hasta plantas de tratamiento completas que deberían tener personal profesional altamente capacitado.

En la división de Estudios y Proyectos se preparan los diseños para ejecución inmediata o futura, incluídos no sólo los nuevos sistemas, sino las mejoras y ampliación de los existentes.

El personal de Obras Sanitarias está integrado por 76 ingenieros, 124 asistentes técnicos, 32 empleados de contabilidad y 302 empleados de administración (cajeros, tenedores de libros, cobradores, etc.). Si se tiene en cuenta la magnitud de las tareas de las oficinas de Lima y del interior, este personal es insuficiente. La oficina de Lima tiene un núcleo de ingenieros sanitarios pero no los hay en el interior, aunque sí hay muchos ingenieros civiles con ciertos conocimientos de ingeniería sanitaria.

b) Servicio Especial de Salud Pública (SESP)

Esta rama especial del Ministerio de Salud Pública fue establecida recientemente para desarrollar un programa general de salud pública. Ha tomado en sus manos la mayor parte de los servicios previamente llevados a cabo por el SCISP, ahora suspendido.

/El SESP

El SESP tiene una división de ingeniería sanitaria con un personal de aproximadamente 32 ingenieros y 150 inspectores sanitarios, técnicos contables y personal administrativo y auxiliar. La mayoría de los ingenieros en esta organización han seguido cursos avanzados de ingeniería sanitaria. El SESP, a través de su programa nacional de ingeniería sanitaria, está ahora ejecutando la primera etapa de un plan decenal de abastecimiento de agua potable al campo. En esta primera etapa, que se terminará en 1966, se instalarán 150 redes de abastecimiento de agua en localidades de menos de 2 000 habitantes, localizadas en 6 departamentos, que favorecerán a aproximadamente 151 000 habitantes rurales. Con ello el número de habitantes rurales servidos con agua potable aumentará en 75 000 por año, cifra inferior a la meta prevista en la Carta de Punta del Este.

c) Fondo Nacional de Desarrollo Económico

Este Fondo se estableció hace algunos años para mejorar la distribución de los fondos del gobierno central que se adjudicaban a proyectos de desarrollo en los 24 departamentos. Entre esos proyectos están los de abastecimiento de agua potable.

Una parte del presupuesto de Obras Sanitarias para construir sistemas de abastecimiento de agua proviene del Fondo Nacional y las dos entidades parecen cooperar satisfactoriamente. Sin embargo, el Fondo Nacional ha ampliado la construcción de redes de agua potable y ha establecido personal de ingeniería y otros servicios bajo su directa dependencia. Parece que el ámbito de operación del Fondo se ubica en el intervalo de población de 2 000 a 15 000 habitantes, en especial en las capitales de provincia. No parece haber razón lógica para esta división del trabajo ya que Obras Sanitarias, como se señaló, establece las normas de diseño y revisa los planos preparados por el Fondo Nacional.

Existen muchos proyectos que compiten para conseguir respaldo financiero del Fondo Nacional y es razonable que para examinar el mérito de éstos, se disponga de un personal reducido, preferentemente de ingenieros. Aun con respecto a la distribución de fondos, la selección de proyectos en materia de agua potable no debería dejarse enteramente al Fondo Nacional, considerando la importancia vital de esos trabajos en el desarrollo de la comunidad.

/A tal

A tal efecto, se cree que un programa de proyectos de abastecimiento de agua debería recomendarlo al Fondo Nacional algún organismo de coordinación para el aprovechamiento del agua.

d) Entidades departamentales, locales y de otro carácter

En el departamento de Tacna, la Corporación de Fomento y Desarrollo Económico (CORFDET) es una institución creada para fines de rehabilitación en casos de terremotos y de promoción del desarrollo en general. Esta institución ha instalado algunos sistemas de abastecimiento de agua en localidades pequeñas. Dos proyectos visitados (Calana y Pocoyai) parecen haberse realizado conjuntamente con el SESP, aunque el diseño no se ajustaría a las normas de esta última institución.

En el orden municipal o local hay considerable interés en el desarrollo y operación de sistemas de abastecimiento de agua potable. Los dos ejemplos más importantes son: la Corporación de Saneamiento de Lima (COSAL), que tiene a su cargo el funcionamiento y administración de los servicios de agua potable y aguas residuales para toda la zona metropolitana de Lima, salvo el Callao; y la Corporación de Saneamiento de Arequipa (COPESANA), que se ocupa de los servicios de agua y eliminación de aguas residuales en la zona metropolitana de Arequipa.

Estas entidades funcionan con completa independencia, aunque requieren la ayuda del Ministerio de Fomento en las ampliaciones más importantes así como en asuntos financieros, y reciben además subvenciones del gobierno central para compensar sus tarifas bajas. Ambas entidades tienen personal profesional competente de dedicación exclusiva y administran las plantas más eficientes del país.

Hay además alrededor de 50 sistemas de abastecimiento de agua cuyo funcionamiento está a cargo de las municipalidades, sea directamente o a través de juntas locales. Estos sistemas comprenden desde el abastecimiento del Callao, que sirve a 200 000 personas, hasta el de pequeñas localidades con poblaciones de 2 000 a 3 000 habitantes.

Puede decirse que, en general, los sistemas a cargo de las municipalidades tropiezan con muchas dificultades derivadas de la falta de personal capacitado y abastecimientos esenciales, de la insuficiencia de fondos, de equipos anticuados y aun, en algunos casos, de la responsabilidad compartida con Obras Sanitarias.

/Algunas entidades

Algunas entidades gubernamentales que prestan su colaboración en la recopilación de datos básicos, el asesoramiento técnico y la coordinación de servicios. Entre ellas figura el Instituto Nacional de Planificación, organismo que, a través de su Oficina para la Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), suministra a los programas de abastecimiento de agua, información vital sobre caudales superficiales, precipitación, topografía y geología. ONERN coordina los datos que reúnen otras entidades - gubernamentales y no gubernamentales - y, en algunos casos, su propio personal. En esta oficina pueden relacionarse actualmente las necesidades de agua potable con los demás usos y está abocada a formular planes para el aprovechamiento racional del agua en el país con asistencia de entidades internacionales y nacionales. Sin embargo, en la actualidad su personal está muy por debajo de las necesidades inmediatas y futuras.

El Servicio de Agrometeorología e Hidrología tiene a su cargo la mayoría de las estaciones meteorológicas y de medición de caudales de ríos en el país. Además, recopila datos similares de muchas entidades gubernamentales y privadas, especialmente del Ministerio de Aeronáutica, de las oficinas hidroeléctricas y de riego del Ministerio de Obras Públicas, de las corporaciones regionales de desarrollo y de las compañías mineras. El Servicio publica boletines estadísticos regulares sobre meteorología e hidrología de las cuencas.

La Universidad Nacional de Ingeniería ha establecido, con la asistencia de la AID, una escuela de ingeniería sanitaria. Los egresados de esta escuela, junto con aquellos que han estudiado en el exterior son la fuente principal de personal profesional para trabajos de ingeniería sanitaria en el Perú.

Aparte del programa rural de abastecimiento de agua del Servicio Especial, el Ministerio de Salud Pública en virtud de un decreto supremo, deberá revisar y aprobar todos los proyectos de suministro de agua potable y de eliminación de aguas residuales antes de que sean ejecutados. Sin embargo, esta función todavía la realiza casi en su totalidad Obras Sanitarias.

Las instituciones de carácter no nacional que prestan asistencia técnica para la estación de servicios de abastecimiento de agua y de eliminación de aguas residuales en el Perú son:

/i) Organizaciones

i) Organizaciones de las Naciones Unidas:

La Organización Panamericana de la Salud (OPS), que ha asignado un ingeniero sanitario consultor a tiempo completo a Obras Sanitarias, y a través de su oficina zonal en Lima ha proporcionado otros servicios relacionados con el programa de agua potable rural.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM) que ha suministrado una misión de asistencia al Servicio de Agrometeorología e Hidrología.

El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), que contribuye con materiales y equipo al programa rural.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que ha suministrado los servicios de un experto para aguas subterráneas.

La CEPAL, que a través de su Programa de Recursos Naturales y Energía ha provisto los servicios de expertos en aprovechamiento del agua.

ii) La Agencia para el Desarrollo Internacional (AID):

En el personal de esta agencia hay un ingeniero sanitario que se dedica exclusivamente a asesorar y ayudar en la programación de sistemas de abastecimiento de agua potable y en la preparación y tramitación de proyectos de ayuda técnica y sanitaria.

iii) Existen convenios binacionales para prestar asistencia en determinados proyectos, por ejemplo, con Israel para la exploración de aguas subterráneas.

iv) Firmas peruanas y extranjeras de ingenieros consultores contratadas para diseños concretos.

4. Necesidades futuras de agua

Según el último censo levantado en 1961, la población rural (núcleos de menos de 2 000 habitantes) comprende el 53 por ciento del total del país, o 10 400 000 habitantes. Con una tasa de crecimiento de 3 por ciento anual y una mayor migración hacia los centros poblados más importantes, actualmente habría casi paridad entre las poblaciones rural y urbana, con alrededor de 5 800 000 habitantes cada una. Más del 95 por ciento de la población rural carece de servicios de agua potable adecuados en cantidad y calidad. Aunque los servicios son mucho mejores para la población

/urbana, solamente

urbana, solamente el 30 por ciento de las localidades comprendidas en el grupo de 2 000 a 5 000 habitantes tienen servicios de abastecimiento de agua razonablemente bueno. Por encima de este grupo, el porcentaje crece rápidamente con el resultado de que cerca de los dos tercios de la población urbana vive en comunidades que tienen abastecimiento de agua pública. Sin embargo, en casi todos los sistemas municipales el servicio es muy deficiente y no alcanza a grandes sectores de la población, particularmente las barriadas de inmigrantes rurales.

Actualmente se está ejecutando un programa destinado a abastecer de agua a comunidades rurales, con lo que se ampliará este servicio a un 3 por ciento más de la población rural. Aunque los proyectos de este programa se planifican a 20 años de plazo, el esfuerzo no alcanza ni siquiera para mantener la proporción de población servida, debido al incremento natural de la población rural. Se planea ahora un programa ampliado, pero estos esfuerzos no se producen de inmediato en agua potable segura y adecuada para las localidades rurales, sino que sirven como ejemplo y estímulo para incrementar el ritmo de construcción.

En el sector urbano, el problema consiste no sólo en construir nuevos sistemas sino en ampliar el servicio en las localidades parcialmente servidas y rehabilitar equipos y estructuras actualmente deterioradas. A tal efecto, existe un programa que beneficiará a la mayor parte de las grandes ciudades, incluso Lima.

Con el objeto de estimar la demanda futura de agua se preparó el cuadro 30, basándose en las siguientes premisas:

- La tasa de incremento de la población continuará siendo de 3 por ciento anual hasta 1980;
- Entre 1980 y 1990 el crecimiento anual será de 2.5 por ciento;
- Entre 1990 y el año 2000 la tasa disminuirá a 2 por ciento;
- La tendencia hacia la urbanización será continua y la mayor parte de este cambio ocurrirá mediante la evolución de zonas rurales, que pasarán a ser comunidades de carácter más urbano;
- Las ciudades principales continuarán creciendo a una tasa mayor que la población general, pero la actual migración de mano de obra agrícola a las ciudades disminuirá merced al establecimiento de áreas regadas para trabajos agrícolas, particularmente en la zona costera;

/- Alrededor de

- Alrededor de 1980 prácticamente todas las comunidades rurales tendrán abastecimiento de agua por cañería;
- El consumo de agua potable por habitante aumentará contínuamente con las mejoras sociales y urbanísticas; y
- La ganadería continuará creciendo y siendo uno de los principales elementos de la economía rural.

De lo expuesto con respecto a la disponibilidad de agua y de lo que muestra el cuadro 30, se deduciría que, en general, la disponibilidad de agua podrá asegurarse con medidas de conservación y utilización adecuadas. No hay duda de que hay interdependencia entre los usos del agua y que el reconocimiento de una determinada prioridad no implica excluir la consideración de los demás usos. En las comunidades que dependen de la agricultura, la industria o el comercio, la falta de un servicio adecuado de abastecimiento de agua para estas actividades conduciría a la desaparición de la comunidad. Los requerimientos de agua deben diferenciarse y regularse, y no se debe eliminar o reducir un uso esencial en favor de otro, salvo en casos de emergencia y por un período limitado.

El actual programa rural de abastecimiento de agua beneficiará a 75 000 personas por año, pero si se quiere abastecer al 50 por ciento de la población rural en un plazo de 10 años, sería necesario aumentar el servicio a razón de 350 000 personas por año. La etapa inicial del programa rural, que demorará dos años, beneficiará a 151 000 personas en 150 comunidades y costará 83 600 000 soles. El ritmo de construcción, por lo tanto, tendrá que multiplicarse por 5 y continuarse durante 20 años si se quiere servir a todas las comunidades rurales del Perú. Los presupuestos anuales futuros tendrán que ser del orden de 250 a 300 millones de soles, suponiendo costos estables. Además deberá contratarse personal profesional y subprofesional capaz de montar una ampliación del programa en la forma indicada, así como los contratistas y la mano de obra necesaria para ejecutarla.

/Cuadro 30

Cuadro 30

PERU: REQUERIMIENTOS ESTIMADOS DE AGUA POTABLE EN ALGUNOS AÑOS

Zona geográfica	1965			1980 a/			1990 b/			2000 c/		
	Población	Consumo agua: Litros diarios por habitante	Consumo agua: Km^3 por año	Población	Consumo agua: Litros diarios por habitante	Consumo agua: Km^3 por año	Población	Consumo agua: Litros diarios por habitante	Consumo agua: Km^3 por año	Población	Consumo agua: Litros diarios por habitante	Consumo agua: Km^3 por año
País en su conjunto	11 600 000	160		18 000 000	240		23 000 000	285		28 000 000	340	
Población urbana	5 800 000	275	0.58	10 000 000	300	1.10	13 000 000	350	1.66	16 500 000	400	2.41
Población rural	5 800 000	70	0.15	8 000 000	160	0.47	10 000 000	200	0.73	11 500 000	250	1.05
Ganado	41 000 000	17	0.25	53 000 000	17	0.33	63 000 000	17	0.37	69 000 000	17	0.44
Requerimientos totales de agua			0.98			1.90			2.76			3.90
Zona costera	4 700 000	250		7 300 000	320		9 300 000	375		11 300 000	420	
Población urbana	3 600 000	300	0.40	5 800 000	350	0.74	7 500 000	400	1.10	9 300 000	450	1.52
Población rural	1 100 000	75	0.03	1 500 000	200	0.11	1 800 000	250	0.17	2 000 000	300	0.22
Ganado	10 000 000	10	0.04	15 000 000	10	0.06	18 000 000	10	0.07	20 000 000	10	0.08
Requerimientos totales de agua			0.47			0.91			1.34			1.82
Sierra (excluido el Titicaca)	5 400 000	110		8 400 000	190		10 700 000	245		13 000 000	295	
Población urbana	1 800 000	200	0.13	3 400 000	250	0.31	4 600 000	300	0.50	6 000 000	350	0.77
Población rural	3 600 000	65	0.09	5 000 000	150	0.27	6 100 000	200	0.45	7 000 000	250	0.64
Ganado	25 000 000	20	0.18	30 000 000	20	0.22	35 000 000	20	0.26	38 000 000	20	0.28
Requerimientos totales de agua			0.40			0.80			1.21			1.69
Cuenca del Lago Titicaca	700 000	115		1 100 000	175		1 400 000	235		1 700 000	290	
Población urbana	125 000	200	0.01	350 000	250	0.03	500 000	300	0.05	700 000	350	0.09
Población rural	575 000	65	0.02	750 000	150	0.04	900 000	200	0.07	1 000 000	250	0.09
Ganado	5 000 000	20	0.04	6 000 000	20	0.04	7 000 000	20	0.05	8 000 000	20	0.06
Requerimientos totales de agua			0.07			0.11			0.17			0.24

Nota: La diferencia entre los totales que se dan para el país en su conjunto y la suma de las tres zonas mencionadas, corresponde a la selva del Amazonas.

a/ Tasa estimada del aumento de la población desde el censo de 1961 a 1980 - 3 por ciento anual.

b/ Tasa estimada del aumento de la población desde 1980 a 1990 - 2.5 por ciento anual.

c/ Tasa estimada del aumento de la población desde 1990 a 2000 - 2 por ciento anual.

/El censo

El censo de 1961 muestra que el 51.7 por ciento de la población urbana, o sea, 2 100 000 personas, no tienen servicios públicos de agua. No se sabe con exactitud el número de comunidades afectadas debido a los sistemas que existen en muchas localidades. En general, puede suponerse que la mayor parte de la población urbana sin servicio de agua vive en localidades de menos de 50 000 habitantes. Las ciudades más grandes suelen proporcionar ese servicio a la gran mayoría de sus habitantes, aunque muchos de ellos deben acudir a fuentes públicas. Se dan excepciones en ciudades que han tenido un rápido crecimiento en los últimos años, siendo el caso más notable el de Chimbote, que abastece de agua a sus 110 000 habitantes en gran parte por camión aljibe.

Obras Sanitarias ha preparado un programa nacional de obras sanitarias tendiente a dotar a las comunidades urbanas de servicios de abastecimiento de agua y de alcantarillado en un plazo de 20 años. Como etapa inicial de este programa se han propuesto 92 proyectos para 69 municipalidades en 15 departamentos. Estos proyectos se seleccionaron de una lista de varios centenares que Obras Sanitarias había estado estudiando en los últimos años. El costo estimado de la primera etapa es de 8 millones de dólares, o sea aproximadamente, 215 millones de soles. De los 92 proyectos, 43 corresponden a la construcción de nuevos servicios de abastecimiento de agua a comunidades o al mejoramiento o ampliación de los existentes. De las municipalidades beneficiadas, 20 no tienen sistema de abastecimiento de agua y 15 cuentan con sistemas parciales. Solamente dos tienen instalaciones de cloración. El costo estimado del agua potable en esta primera etapa es de 120 000 000 de soles, o sea, un 55 por ciento del total. De esa cantidad, alrededor de la cuarta parte, o sea 30 millones de soles, se usarán en la instalación de conexiones y medidores. La población combinada de las 43 ciudades en 1961 era de 235 000 habitantes. Es difícil determinar con la información de que se dispone, qué parte del total serán nuevos beneficiarios de abastecimiento de agua y comunidades. Las 20 ciudades que actualmente no tienen servicio reúnen 70 000 habitantes y las 15 localidades con sistemas tienen una población combinada de 90 000 habitantes, de los cuales alrededor del 40 por ciento serán nuevos usuarios. Suponiendo que en el resto de las localidades se proporcione servicio a un 10 por ciento adicional

/de la

de la población, el número total de personas que recibirían por primera vez agua potable de un servicio de abastecimiento municipal será de 120 000, como resultado de la etapa inicial del programa nacional.

Si, como se ha indicado, los planes consideran un período de crecimiento de 20 años y si la magnitud de la construcción y rehabilitación anuales es la indicada, al cabo de 20 años podría abastecerse de agua potable a todas las localidades de tamaño mediano, siempre que los presupuestos anuales se ajusten al crecimiento de la población; al incremento del consumo por habitante y a los cambios en los costos de construcción y financiamiento. Hace unos años se solicitó un préstamo a la AID por 7 250 000 dólares para este plan, que no fue aprobado; actualmente se está sometiendo una forma modificada del plan a organismos internacionales de crédito. Se cree que la solicitud inicial de préstamo fue rechazada porque: a) el plantel de Obras Sanitarias debe aumentar mucho para poder manejar un plan de esta magnitud por 20 años; b) no hay suficientes contratistas experimentados ni mano de obra especializada; c) las tarifas y la participación local en los costos de construcción son inadecuados; d) es necesario clarificar y unificar la responsabilidad del suministro de agua potable.

Los sistemas más grandes de abastecimiento de agua potable han servido en forma más satisfactoria pese a las presiones de la migración de poblaciones rurales a las ciudades; en muchos barrios periféricos el agua se distribuye en camiones aljibes o se trae de fuentes públicas distantes. Casi todas las grandes ciudades necesitan aumentar su abastecimiento de agua, reducir el derroche de este elemento, mejorar los sistemas de distribución y remplazar equipo anticuado.

Tanto el Plan Nacional Urbano de Obras Sanitarias como el Plan de Saneamiento Rural reciben préstamos del BID.

El sistema de abastecimiento de Lima Metropolitana (COSAL) está invirtiendo en la actualidad el equivalente de 19 millones de dólares en la ampliación de una planta de tratamiento, nuevos depósitos, 90 km de líneas principales y 87 000 medidores, con ayuda de préstamos externos por 15 000 000 de dólares.

El sistema de abastecimiento de Arequipa Metropolitana (CORPOSANA) ha invertido desde 1962 el equivalente a 9 millones de dólares en una nueva planta y sus líneas de distribución para elevar de 60 a 90 por ciento la proporción

/de la

de la población servida con agua entubada. Esto se ha hecho con un préstamo de 3 900 000 dólares y se encuentran en negociación otros préstamos para efectuar mejoramientos adicionales.

Se están haciendo estudios de factibilidad desde el punto de vista de la ingeniería, como paso preliminar para aumentar el abastecimiento de agua de la mayor parte de las ciudades principales de la Costa y la Sierra. Por lo menos para cuatro de éstas (Chimbote, Piura, Cuzco e Inca) se solicitarán muy pronto préstamos externos.

5. Capacitación y coordinación

La capacitación de personal para planear, proyectar, administrar y mantener instalaciones para el abastecimiento de agua potable en el Perú debe acelerarse mucho si se piensa realizar los planes descritos. En la actualidad hay escasez de personal en todos los niveles, desde ingenieros profesionales hasta operadores de bombas.

En Lima, la Universidad Nacional de Ingeniería ofrece un curso de cinco años en ingeniería sanitaria, con un programa de estudios bien concebido. Por desgracia no se ha podido obtener información sobre la matrícula en esos cursos ni sobre la posibilidad de aumentar el personal docente. Estos cursos, de creación muy reciente, aún no han influido en la profesión de ingeniería sanitaria en el Perú; por otra parte, al parecer no se ha informado suficientemente a los postulantes acerca de las posibilidades que ofrece este campo de actividad a corto plazo.

Aparentemente, en el país no hay cursos de capacitación de subprofesionales, operadores y mecánicos en abastecimiento de agua. Todas las instalaciones para abastecimiento de agua efectuadas conforme al programa rural y una mayoría de las que se incluyeron en el programa urbano estarán a cargo de personal de estas categorías; la inspección de las instalaciones de abastecimiento de agua han revelado cuán urgentemente se necesita este tipo de capacitación, incluso para el funcionamiento de los sistemas existentes.

Comúnmente, el público ignora lo que significa proveer de agua potable a centros urbanos; puesto que la cooperación del público será necesaria para fijar tarifas realistas, es evidente que será preciso mantenerlo informado al respecto.

Para incorporar actividades de capacitación y enseñanza en los programas de agua potable sería preciso:

a) Establecer una colaboración estrecha entre la Universidad Nacional de Ingeniería, Obras Sanitarias y el Servicio Especial de Salud, para asegurar la capacitación de personal profesional suficiente.

/b) Informar

b) Informar a los estudiantes de las oportunidades que ofrece la ingeniería sanitaria.

c) Estimular a algunos egresados recientes y a miembros del personal de Obras Sanitarias y del SESP a seguir cursos avanzados de capacitación y especialización.

d) Hacer que los estudiantes de Ingeniería Sanitaria adquieran experiencia práctica durante sus vacaciones, trabajando en plantas de tratamiento o en proyectos de ingeniería sanitaria.

e) Establecer cursos de capacitación para operadores de sistemas de abastecimiento de agua en diferentes partes del país, a los que deberían asistir los operadores actuales.

f) Establecer cursos de contabilidad y administración de sistemas de agua para determinar las necesidades de comunidades de diferentes tamaños.

g) Realizar programas para instruir e informar al público en general empleando los medios de información.

La coordinación de los programas de abastecimiento de agua y de alcantarillado es de urgente necesidad. Puede hacerse unificando los servicios o empleando unidades de coordinación.

El Congreso Nacional está considerando una ley que uniría Obras Sanitarias con la División de Ingeniería Sanitaria del Servicio Especial de Salud Pública. Se constituirían así un Instituto Nacional de Obras de Saneamiento encargado de los programas de abastecimiento de agua en zonas rurales y urbanas. En la legislación propuesta se establece además que los trabajos de abastecimiento de agua y de alcantarillado que realiza el Fondo Nacional de Desarrollo Económico continuarán solamente hasta que se terminen los programas en ejecución. La principal entrada pecuniaria del nuevo instituto sería un porcentaje fijo de la recaudación anual del Gobierno Nacional, al que se agregarían fondos para construcción, etc. En el consejo directivo de este instituto habría representantes de la Presidencia, del Congreso y de todos los Ministerios y organismos interesados, así como de otras instituciones. Quedarían en manos del nuevo instituto todas las instalaciones actualmente a cargo de Obras Sanitarias, y tal vez otras actividades.

/Los estudios

Los estudios de Chattey y Seidel recomiendan centrar esfuerzos y recursos para mejorar el abastecimiento de agua. Uno de ellos sugiere que Obras Sanitarias sirva de base para una corporación nacional autónoma, lo que en su concepción general se acerca bastante a la legislación propuesta. El otro sugiere crear una nueva autoridad nacional de agua, con control absoluto del planeamiento, financiamiento, construcción y operación de todo el abastecimiento de agua potable en el Perú, incluyendo los sistemas metropolitanos autónomos y los sistemas municipales independientes.

En el estudio de Cano se considera la organización administrativa necesaria para regular y desarrollar los recursos de agua para todos los usos, desde consumo humano a navegación. Recomienda la integración gradual de todas las instituciones que intervienen en alguna forma en el desarrollo de los recursos hidráulicos que culminaría con la creación de un Ministerio de Recursos Hidráulicos.

Todas estas proposiciones no sólo pretenden concentrar la autoridad en una organización única, sino también ampliar la autoridad del Gobierno Nacional en asuntos locales y centralizar el mando en la capital. Los argumentos que se esgrimen en apoyo de una autoridad de ese tipo son los que siguen:

a) Se puede hacer mejor uso del escaso personal técnico y administrativo disponible;

b) Los gobiernos locales son incapaces de manejar satisfactoriamente sistemas propios de agua;

c) Se facilita el financiamiento;

d) Las autoridades de este tipo han tenido éxito en otras partes.

Entre los aspectos negativos cabe puntualizar que si bien es cierto que se hará mejor uso del personal capacitado existente, sin duda habrá que acrecentar mucho el personal; además, es dudoso que la centralización en Lima mejore el manejo y mantenimiento de los sistemas.

El argumento referente a la incapacidad de los gobiernos locales de manejar satisfactoriamente sus sistemas de agua tendría más peso si fuera demostrable que todos los sistemas bajo la jurisdicción de Obras Sanitarias funcionan eficientemente. Es indiscutible que muchos de los factores causantes de la situación actual escapan al control de las personas a cargo,

/pero las

pero las reformas en materia de política y procedimiento que pueden mejorar la situación también pueden introducirse en la esfera municipal. Las autoridades de abastecimiento de agua que han tenido una gestión exitosa han sido las que actúan en zonas compactas y en países con distribución uniforme de la población, buenos transportes y servicios adecuados de comunicación. Es obvio que el Perú, con vastos territorios inexplotados, una topografía complicada y comunicaciones difíciles, no reúne esas condiciones. Se observó en las inspecciones efectuadas que la calidad del servicio se deterioraba en proporción a la distancia de Lima. Esta situación puede remediarse con un sistema de administración del agua que promueva la responsabilidad, capacidad e independiencia locales.

Merece considerarse la idea de crear un Ministerio de Recursos Hidráulicos pues tal Ministerio podría ser una fuerza constructiva que reuniría a todos los interesados en mejorar el abastecimiento de agua y los haría trabajar en equipo sin destruir su independencia esencial. Al mismo tiempo, a través de mecanismos administrativos sin carácter jerárquico, podría ser un instrumento para promover la iniciativa local en cuanto a la instalación y administración de sistemas de agua potable.

Por último, es dudoso que la organización encargada de planear, proyectar, financiar, construir y administrar sistemas de agua potable de acuerdo con normas prescritas pueda fiscalizarse a sí misma, para asegurar el cumplimiento de esas normas. Sería, pues, aconsejable que el Ministerio de Salud Pública retenga su función en ingeniería sanitaria, sobre todo si se impulsa el abastecimiento municipal.

El Ministerio de Salud Pública no debe tener necesariamente la tarea de revisar y aprobar los planes, o ser la única institución normativa, pero sin duda debería ser la única autoridad encargada de velar por el cumplimiento de las normas y debería estar legal y físicamente equipada para llevar a cabo estas tareas con eficacia. Esta función podría transferirse eventualmente a Secciones o Ministerios Departamentales de Salud Pública, a medida que su capacidad lo permita.

/6. Conclusiones

6. Conclusiones

En la planificación del abastecimiento de agua se ha hecho poco por relacionar los recursos disponibles con la necesidad de ellos para diversos usos. Este asunto está recibiendo ahora atención a largo plazo de la ONERN, que debe recibir pleno respaldo para ampliar las actividades de su División Hidrológica en materia de planeamiento de los recursos hidráulicos. La interdependencia del desarrollo de recursos hidráulicos para distintos propósitos puede hacer deseable crear una organización que coordine el trabajo de todas las instituciones sin destruir su independencia esencial. Para ello se recomienda efectuar un estudio con el fin de determinar si tal organización sería útil y la forma que debería tomar.

El problema de la disponibilidad de agua es mayor en la Zona Costera, tanto por su escasez como por el crecimiento de la población y las necesidades de la industria y la agricultura. La comparación de las necesidades de agua hasta el año 2000 con su disponibilidad potencial parece indicar que, desde el punto de vista regional, no habría escasez, pero puede haberla en algunas localidades, lo cual exigiría regular las corrientes superficiales y adoptar otras medidas de conservación. El uso de aguas subterráneas es mayor en la Zona Costera donde funcionan 4 000 pozos, y aumenta progresivamente de norte a sur. No hay regulaciones sobre este recurso y la información sobre los pozos y su operación es, en general, inadecuada.

Para subsanar las deficiencias señaladas habría que acrecentar la información sobre caudales de agua superficiales, ampliando la red de estaciones y obteniendo datos más detallados y realizar un proyecto experimental sobre exploración de agua subterránea en algún lugar escogido de la Zona Costera, para buscar procedimientos adecuados de explotación y, al mismo tiempo, capacitar personal para un programa continuo del mismo tipo. La extracción de agua subterránea debiera controlarse mediante licencias, informes e inspecciones.

Asimismo habría que mantener en estudio las posibles aplicaciones en el Perú de los procesos de conversión de agua salina y, con la cooperación de programas internacionales, iniciar proyectos experimentales al respecto.

/Antes de

Antes de hacer traspasos de agua de la vertiente del Atlántico a la vertiente del Pacífico, habría que considerar cuidadosamente las necesidades de las zonas de origen en la Sierra y llevar a cabo un estudio especial sobre el régimen hidrológico de la Cuenca del Lago Titicaca, incluyendo la posible salida de agua subterránea de esta cuenca.

Puesto que el crecimiento de la población y el desarrollo de la agricultura e industria en la Zona Costera requerirán a la postre la regulación de los cursos de agua de la vertiente occidental, convendrá emprender estudios topográficos y geológicos, que junto con los estudios hidrológicos y meteorológicos, permitan elegir sitios adecuados para las obras de regulación.

Se estima que el 95 por ciento de la población rural no tiene servicio público de agua. Si se quiere proveer de agua potable al 50 por ciento de la población rural en un plazo de 10 años, será necesario quintuplicar el programa actual.

En el sector urbano, 65 por ciento de las comunidades tiene alguna forma de abastecimiento de agua por tubería, pero el censo de 1961 indica que solamente 48.3 por ciento de la población urbana estaba servida. Se está preparando un programa de 20 años, pero su etapa inicial que beneficia a 43 localidades, ha tropezado con algunas dificultades financieras. Si este programa se realiza, casi todas las comunidades urbanas del Perú recibirán agua por tubería.

Como el abastecimiento de agua depende del Gobierno Central, tanto en cuanto al financiamiento como a construcción y administración, ha desaparecido el interés y la iniciativa locales, con respecto a este servicio; su manejo y mantenimiento son insatisfactorios y sus tarifas inadecuadas. Habría pues que alzar las tarifas para que los sistemas de abastecimiento se autofinancien; esto significa modificar la política de agua "libre", instalar medidores para controlar el desperdicio de agua, y adoptar medidas para reducir las pérdidas en las redes de distribución, así como impulsar la participación pública en el financiamiento de las obras de abastecimiento de agua.

/El financiamiento

El financiamiento externo de obras de abastecimiento de agua por la venta de bonos con respaldo local se practica poco en el Perú. El financiamiento externo tropieza con algunas dificultades por lo bajo de las tarifas, la falta de personal capacitado y de servicios de construcción, así como porque la responsabilidad suele estar dividida.

Los programas de capacitación para el personal profesional, subprofesional y técnico en todos los aspectos del abastecimiento de agua potable son inadecuados. Sería preciso establecer una estrecha cooperación entre la Universidad de Ingeniería y las instituciones de planeamiento para la formación de personal profesional y proveer los medios para capacitar al personal de administración, contabilidad y mantenimiento en diversas localidades.

En algunos estudios se ha recomendado unificar los programas bajo un control centralizado y administrar todos los sistemas de abastecimiento de agua estableciendo una autoridad nacional de recursos hidráulicos u otra organización similar. Habría que unificar las actividades de planeamiento, diseño, financiamiento y construcción de sistemas de abastecimiento de agua que llevan a cabo Obras Sanitarias, SESP y Fondo Nacional, entregándolas al Instituto Nacional de Obras de Saneamiento que se ha propuesto, estudiando la forma de coordinar este Instituto con una autoridad de recursos hidráulicos. Asimismo sería necesario determinar si conocen o no que el manejo y administración de las obras de saneamiento fuesen locales.

Con el fin de reunir los datos necesarios para el análisis pormenorizado de la situación actual y determinar la posibilidad de alcanzar determinadas metas futuras, se ha preparado un cuestionario modelo. En todo caso para estas investigaciones, sería aconsejable preparar un plan general que podría modificarse a medida que fuera mejorando la información. (Véase el Anexo I.)

/Capítulo VI

Capítulo VI

RIEGO Y USO MULTIPLE DEL AGUA

1. Situación actual

En el Perú, el uso del agua para riego tiene gran importancia; comenzó en la época preincaica, llegó a su apogeo bajo los incas, fue abandonado durante la colonización, y sólo renació en el decenio de 1920.

Las condiciones meteorológicas e hidrológicas adversas en las zonas de más población y desarrollo - escasez e irregularidad de las lluvias y bajos caudales de estiaje de los ríos de la vertiente del Pacífico, así como las grandes diferencias entre caudales máximos y mínimos - se han descrito en el capítulo III. Aquí sólo conviene recordar que en la Costa, que contiene las cuencas inferiores o medias de los ríos de la vertiente del Pacífico y que es la región de mayor producción agrícola, la ausencia casi total de lluvias (en el 75 por ciento de esa región la precipitación es inferior a 200 mm y en el 30 por ciento, es de menos de 20 mm) impone el riego para la agricultura. Al mismo tiempo, la irregularidad de los caudales exige obras de regulación, para aprovechar al máximo los volúmenes totales de agua escurrida durante el año hidrológico completo.

En la mayor parte de la región de la Sierra la precipitación anual es considerable (800 a 1 000 mm), pero se concentra en períodos cortos (3 a 6 meses), de modo que también allí el riego es un complemento indispensable. Sin embargo, hasta ahora esa región carece casi por completo de obras de riego, y la información sobre las pocas que hay es insuficiente.

Pese a la importancia decisiva del riego en la economía peruana, la superficie regada ha aumentado muy lentamente. A principios de este siglo había unas 250 000 hectáreas regadas, cifra que se duplicó en 1950 y luego aumentó en 30 por ciento hasta 1964. Así, el ritmo de crecimiento en los últimos 15 años fue inferior al 1.5 por ciento, muy por debajo del crecimiento de todos los demás sectores de producción y, ciertamente, de la población.

/Los ritmos

Cuadro 32

PERU: SUPERFICIE REGADA EN 1950 Y 1962 EN LA COSTA a/ Y PROYECCIONES DE LA SUPERFICIE REGADA TOTAL PARA 1970

Año	Superficie regada total	Productos b/			Cuencas principales de la costa													Superficie regada en la Costa
		Arroz	Azúcar	Algodón	Cañete	Chancay	Chicama	Grande	Huaura	Ica	Jequetepeque	Leche	Ratiwilca	Pisco	Piura	Rimac	San Juan	
									Miles de hectáreas									
1950	500	37.9	53.2	134.1	22.7	52.7	15.1		21.2		48.7	17.3	23.2	14.9		29.9	25.4	500
1962	649	68.6	81.3	234.9	22.8	58.0	40.4	24.4	30.7	33.0	32.8	35.5	24.4	24.8	47.0	26.1	23.5	649
1970	900[2]																	
									En porciento del total del país									
1950	100	7.6	10.7	26.8	4.5	10.5	3.0		4.2		9.7	3.5	4.6	3.0		6.0	5.1	100
1962	100	10.6	12.5	36.3	3.5	9.0	6.2	3.8	4.7	5.1	5.1	5.5	3.8	3.8	7.3	4.0	3.6	100
1970																		

a/ Actualmente, el riego en el interior abarca superficies muy reducidas, y aun hacia 1970 en proporción sería muy pequeña (menos de 10 por ciento del total).

b/ Principales productos agrícolas de exportación de zonas regadas.

/Al comparar

Actualmente la superficie cultivada del Perú se acerca a las 3 200 000 hectáreas, pero 20 por ciento está en descanso y sólo 15 por ciento se cultiva con modernas técnicas. Sólo 30 por ciento de esa superficie es regada (unas 650 000 hectáreas) 1/ y de ese 30 por ciento menos de la mitad tiene riego asegurado (300 000 hectáreas). En algunas zonas muy importantes, como Lambayeque, La Libertad e Ica, el promedio baja a 20 o 25 por ciento, pero en otras, como Piura y Ancash, sube a 65 y 75 por ciento.

La producción de los principales cultivos en 1962/63 se estima en la forma siguiente:

	Toneladas
Trigo, maíz, cebada, etc.	1 000 000
Arroz	400 000
Papas	1 300 000
Azúcar	800 000
Fibra y semilla de algodón	400 000

Los cuadros 31 y 32 muestran cómo se distribuyen las superficies cultivadas. El primero da la distribución en 1963 y la proyectada para 1970. El segundo indica la evolución de la superficie regada desde 1950, especialmente en la Costa, por principales cultivos y cuencas hidrográficas. Se advierte lo relativamente lento de la evolución que se proyecta, y la concentración por cultivos y cuencas.

Cuadro 31

PERU: SUPERFICIES CULTIVADAS NECESARIAS CON RENDIMIENTOS MEJORADOS, 1970

	1963	1970	
	Miles de hectáreas	Miles de hectáreas	Aumento porcentual desde 1963
Café y frutales	170	226	33
Cereales	799	1 023	28
Tubérculos	260	292	12
Alfalfa y avena	335	383	14
Forrajeras	304	434	43
Legumbres y hortalizas	132	165	25
Otros cultivos	134	169	26
Total	2 133	2 693	26

1/ Otras fuentes elevarían esta cifra a más de 750 000 hectáreas.

/Cuadro 32

ciento de las superficies nuevas y la casi totalidad de las mejoras de riego se proyectan en la Costa. En el interior, Puno y Junín, con Ayacucho, representan un 70 por ciento de las 90 000 hectáreas de riego proyectadas para esas zonas, algunas con riego nuevo y otras con riego mejorado. En conjunto, escasamente el 10 por ciento de la superficie con riego permanente estaría en el interior.

Casi todas las nuevas obras de riego se harán con fondos públicos, sobre todo en lo que se refiere a obras básicas, pues será considerable la inversión que deberá hacer el sector privado para llevar el agua a los predios desde los canales secundarios y para distribuirla en ellos.

La distribución de esa superficie entre la Costa y el Interior (casi todo Sierra) conforme al estado en que se encuentran los proyectos u obras aparece en el cuadro 33. El primer grupo incluye los proyectos que podrían iniciarse casi de inmediato, que están a punto de inciarse o que se hallan en las fases preliminares de ejecución. En el segundo se agrupan las obras que deben estudiarse más a fondo, pero que podrían iniciarse antes de 1970. El tercero abarca los proyectos que necesitan todavía mucho trabajo previo y que deberán postergarse en considerable proporción hasta después de 1970 - quizá mucho después - o tal vez abandonarse después de una consideración detenida.

Cuadro 33

PERU: PROYECTOS DE RIEGO

(Hectáreas)

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Totales
		Nuevas obras de riego		
Costa	110 000	120 000	520 000	750 000
Interior	-	10 000	60 000	70 000
Subtotal	110 000	130 000	580 000	820 000
		Mejoramiento de las existentes		
Costa	90 000	125 000	135 000	350 000
Interior	-	15 000	5 000	20 000
Subtotal	90 000	140 000	140 000	370 000
Total	200 000	270 000	720 000	1 200 000

/Los cálculos

Al comparar la evolución de la superficie regada y la producción en la Costa entre 1950 y 1962, se observa que el aumento de la primera fue aproximadamente de 25 por ciento, en tanto que la producción de azúcar aumentó en 60 por ciento, la de arroz en 85 por ciento y la de algodón en 75 por ciento. Estas comparaciones muestran una considerable mejora en el aprovechamiento del agua y la productividad por hectárea en todos esos cultivos.

2. Proyectos en ejecución o estudio

Hacia 1970 se espera aumentar el total de la superficie cultivada aproximadamente en 25 por ciento, pero la superficie regada aumentaría en 50 por ciento o más. Mejoraría así la relación actual de entre la superficie regada y el total de la cultivada, lo que se acentuaría en el período siguiente.

La provisión de riego a vastas zonas del país constituye una condición indispensable para cumplir las metas del plan de desarrollo. Pero los proyectos van más allá de la simple extensión de la superficie regada. Los proyectos en ejecución o estudio tienen por objeto dar agua a zonas nuevas y mejorar el abastecimiento de las que ahora sufren déficit de riego. De este modo, es posible que en un plazo prudencial las 350 000 hectáreas con riego permanente se conviertan en unas 1 400 000 hectáreas. Como el riego permite duplicar el rendimiento medio de cereales y papas, el plan ayudará a aumentar la productividad y la producción. En la Sierra, con algo de riego se obtienen rendimientos hasta cinco veces más altos que en los cultivos de secano. En la Evolución del proyecto de inversiones públicas,[2/] se considera que a corto plazo podrá triplicarse la producción en no menos de 200 000 hectáreas. Esto significa que, en el mismo plazo, podrá por lo menos duplicarse la producción en la superficie actualmente explotada. A plazo más largo se incorporarían otras obras de mayor envergadura, que traerían grandes aumentos de producción.

La superficie por regar abarcaría unas 1 200 000 hectáreas. De esas, más de las dos terceras partes es riego para zonas nuevas y el resto afirmación de dotaciones para las que están en explotación. Más del 90 por

2/ Preparado por el Comité de los Nueve, octubre de 1964, p. 22.

/ciento de

Un uso más eficiente del agua reduciría la cantidad requerida y por lo tanto, el costo del proyecto total, o permitiría regar una zona más extensa. En las zonas con exceso de riego habrá costos adicionales por el trabajo de avenamiento, que puede efectuarse por recuperación del agua subterránea, en cuyo caso debe examinarse con cuidado la calidad del agua recuperada. Por su insuficiencia, los datos disponibles sólo permiten recomendar que se efectúe un examen a fondo de los métodos de riego para determinar el monto y extensión de las pérdidas evitables, así como de las necesidades de riego, para evaluar el grado de sobreaplicación. Asimismo deberán estudiarse los abastecimientos de agua superficial y subterránea para determinar su aptitud para el riego y descubrir cualquier cambio.

El abastecimiento de agua potable y la navegación no influyen en el uso del agua para riego, pero puede haber conflicto entre el riego y la producción hidroeléctrica. Así, en la Laguna Aricota e Ite Norte y de acuerdo con los datos disponibles, pasarán 4.6 m^3/s de agua por las turbinas de Aricota N° 1 y Aricota N° 2 que serán utilizados para regar 1 800 hectáreas La misma información indica que en el mes de máxima demanda sólo se necesitan 1.31 m^3/s para riego. El exceso de 3.29 m^3/s aparentemente se pierde. En todos los proyectos de uso múltiple es indispensable estudiar los posibles conflictos y evaluar los beneficios que aporta cada servicio. Los planes coordinados para el uso del agua deberían eliminar pérdidas como las de Ite Norte. La sobredemanda de 3.29 m^3/s de agua para riego en un mes de demanda máxima, representa una pérdida mínima de cerca de 100 millones de m^3 por año. (Compárese esta cifra con los aportes estimados a la Laguna Aricota, que son sólo de 1.94 m^3/s.)

4. Selección de programas y proyectos

Hasta la fecha se ha preparado un número considerable de programas y proyectos en los que se acentúa el desarrollo hidroeléctrico y el abastecimiento de agua para riego, pero no se ha planteado una política integral de aprovechamiento del agua.

La magnitud de las necesidades y de las presiones, el ritmo del desarrollo y las áreas de competencia y conflicto muestran con claridad que urge trazar una política hidráulica nacional claramente delineada sobre

/la base

Los cálculos anteriores abarcan casi todas las obras y los proyectos de riego del Perú. El Gobierno, en su programa Un millón de hectáreas,[3/] ha cumplido una labor preliminar de asignar prioridades a diferentes proyectos y de distribuirlos entre las diversas regiones del país en forma conveniente desde el punto de vista económico, sociológico y político. Si bien no se mencionan especialmente algunos proyectos importantes como el de Tinajones, el total es representativo de las necesidades a corto plazo y mediano. Ese total alcanza a cerca de 550 000 hectáreas, de las cuales menos de 40 por ciento se hallan en la Sierra y el resto en la Costa; las dos terceras partes de ellas corresponden a nuevas obras de riego y el otro tercio a mejoramientos en zonas con riego precario.

Según ese plan, existen tres grandes zonas de interés en el desarrollo del riego y la agricultura: 1) la Costa, en donde la agricultura no es posible sin riego, 2) la Sierra, donde por las condiciones pluviales el riego sirve exclusivamente para asegurar la producción e incrementar el rendimiento y 3) la Selva, en donde la lluvia cae en tal cantidad que el riego es innecesario. En la Selva no hay gastos de riego, pero el costo de limpiar los terrenos y construir caminos de acceso absorberá también fondos del erario público.

3. Demanda de agua

Un examen de los datos disponibles indica tasas anormalmente altas de gasto de agua, 50 a 100 por ciento más elevadas que las de cultivos similares en otras partes del mundo. Dado que en los informes no se mencionan condiciones extraordinarias, parecería que se riega con exceso y que las pérdidas de agua son considerables. Esta suposición se basa en que se menciona la recuperación de agua subterránea a poca profundidad en zonas regadas y en las informaciones sobre grandes pérdidas en canales, generalmente no revestidos. La presencia de agua subterránea a poca profundidad en zonas regadas indica invariablemente exceso de riego y deficiencias de avenamiento.

3/ En el resto de este capítulo se analizarán los proyectos de riego tal cual aparecen en: República del Perú, Ministerio de Agricultura, Inventario de proyectos para incrementar el área cultivada en un millón de hectáreas, Lima, mayo de 1965 y Plan general de Desarrollo Económico y Social 1967-1970, sector agrario, Diagnóstico, Lima, noviembre de 1965.

/Un uso

coordinando las actividades de aquellos organismos cuya fusión no fuese conveniente. Los criterios para la selección de proyectos podrían resumirse en la forma siguiente.

Función del proyecto. ¿Cuál es el objetivo principal que se persigue?

Tasa de descuento. ¿Se está usando un tipo de interés o tasa de descuento realista?

Período que abarca el análisis económico. ¿El período que abarca el análisis económico del proyecto toma en cuenta la posibilidad de que algunos componentes del proyecto lleguen a ser superfluos por acontecimientos futuros?

Nivel de precios. ¿Se han elegido los niveles de precios de manera que se presten para comparaciones válidas en cualquier momento futuro?

Alcances geográfico y funcional. ¿Será compatible el proyecto con la evolución prevista o posible de los demás sectores? ¿Encajará en un plan integral de carácter regional?

Limitaciones presupuestarias. ¿Hasta qué punto se justifica la asignación de los escasos recursos disponibles a este proyecto en comparación con proyectos de otros sectores?

Oportunidad de inversión. ¿Se ha investigado si los proyectos que estudia el sector público remplazan a inversiones privadas equivalentes o si ofrecen nuevas posibilidades para esa inversión?

Para sistematizar la información sobre la marcha de los proyectos, desde su concepción hasta la terminación de las obras, podría servir de modelo el cronograma de la página siguiente.

5. Programa de riego

El programa de riego para 1964-69 abarca tres zonas claramente diferenciadas, dos en la Costa y la tercera en la Sierra. La primera zona de la Costa comprende nuevas obras para regar 224 700 hectáreas, con un costo estimado de algunos 5 900 millones de soles, por medio de 18 proyectos. La segunda prevé el mejoramiento de las obras existentes en 7 proyectos que abarcan 106 500 hectáreas con un costo estimado en casi 1 000 millones de soles. En la Sierra se propone regar 214 000 hectáreas de tierra no cultivada en zonas de lluvias. Hay un total de 137 proyectos y su costo estimado es de 1 600 millones de soles.

/Organograma

la base de una serie de programas regionales de desarrollo, que lleve a establecer una política nacional como el procedimiento más efectivo y económico para lograr los propósitos deseados. En el marco de una política nacional de esa naturaleza sería aconsejable definir los componentes de los programas regionales que son compatibles entre sí.

La actual multiplicidad de programas nacionales, regionales y locales hace que algunos de ellos sean difíciles de conciliar. La preparación de programas regionales coherentes tropieza con la falta de una política nacional definida con precisión en todos sus alcances, así como con la multiplicidad de instituciones, algunas muy centralizadas y otras con relativa autonomía. El éxito de los programas nacionales dependerá de la superación de ambos obstáculos. Cabe mencionar como signo alentador, el comienzo de la programación regional señalado en el informe de la Comisión Coordinadora del Sistema de Marcapomacocha; sería recomendable avanzar en la formulación de programas definitivos para esa región y extender esta acción a otras regiones del país.

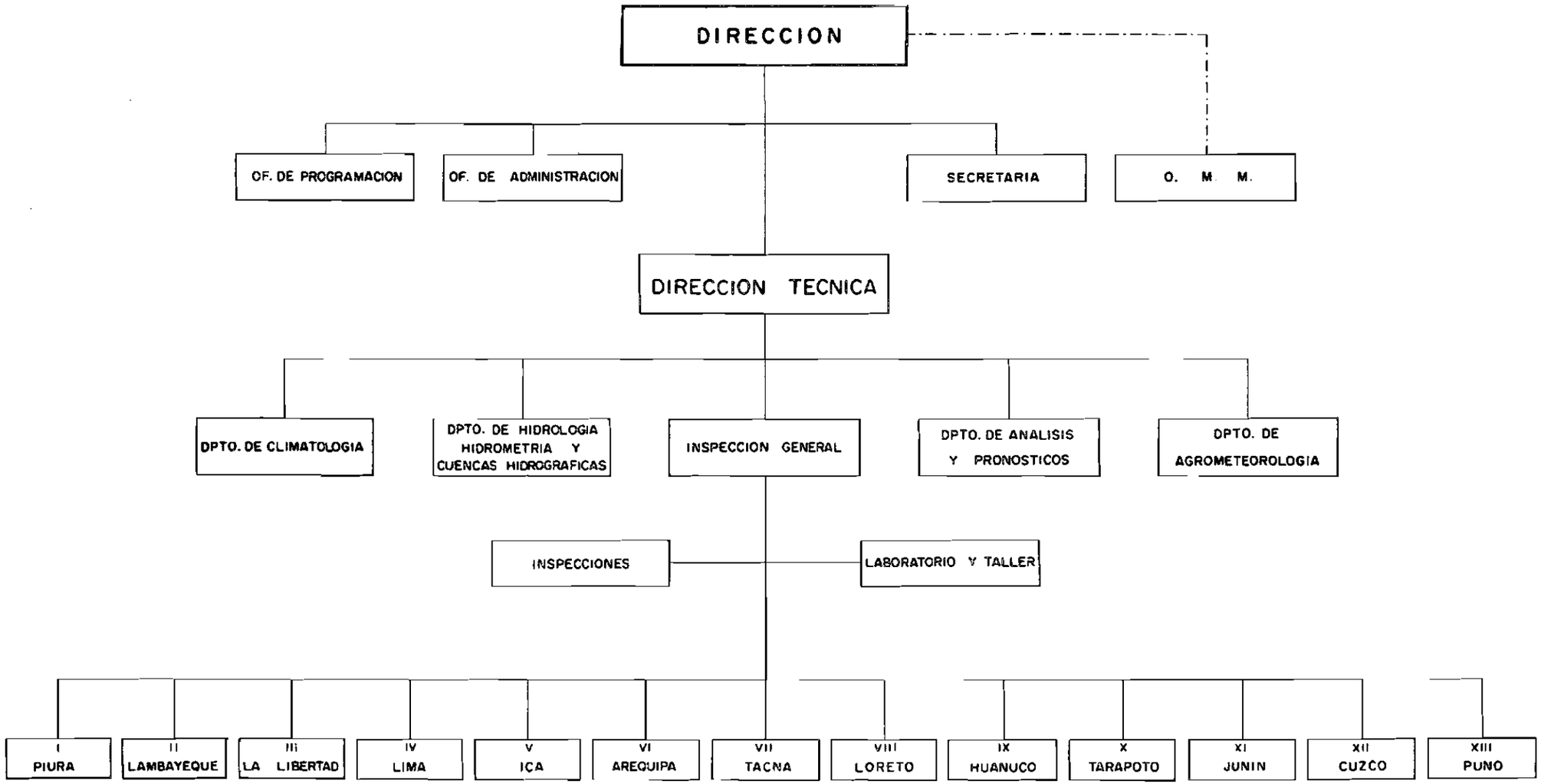
La política nacional de desarrollo hidráulico debe incluir objetivos bien definidos y mensurables y un calendario de realizaciones que sea factible. Para fijar criterios, debe tenerse en cuenta que los programas regionales y los proyectos incluidos en esos programas regionales deben ser compatibles entre sí y encuadrar en una política nacional. Asimismo, los proyectos seleccionados deben constituir el mejor medio de lograr el fin deseado, en términos económicos y sociales y debe estar asegurado su financiamiento con fondos de origen nacional o extranjero. Por último, habrá que comprobar que los objetivos del aprovechamiento hidráulico sean compatibles con los objetivos de otros sectores y que tengan aceptación política.

La multiplicidad de organismos nacionales, sectoriales y regionales, muchos con actividades paralelas, conspira contra una administración eficiente, en todas las etapas, desde el planeamiento preliminar hasta la construcción, administración y mantenimiento de las obras, pues se traduce en duplicaciones de esfuerzo y subutilización del escaso personal técnico.

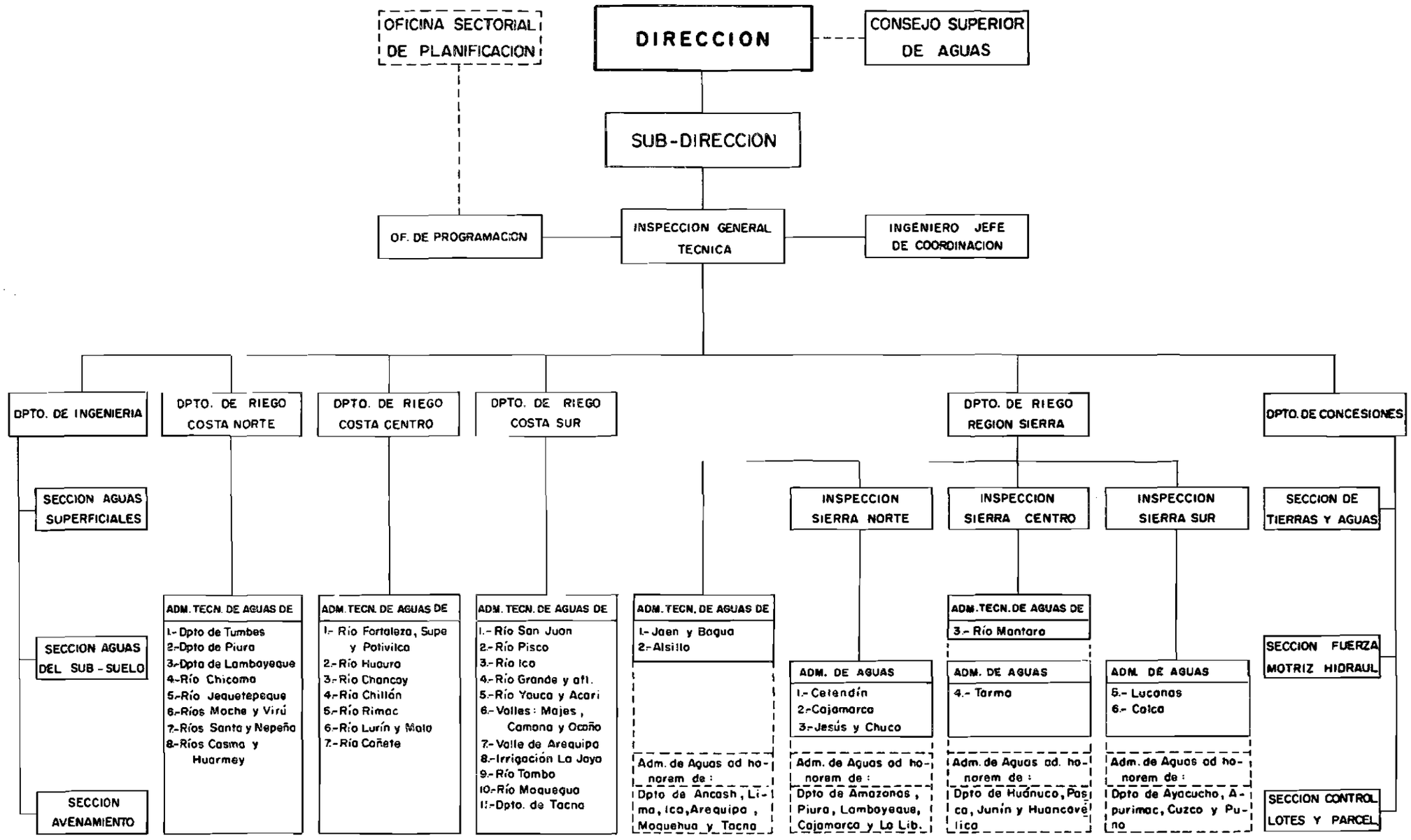
La solución podría radicar en fusionarlos en una entidad central, con las ramificaciones regionales necesarias, lo que podría complementarse

/coordinando las

PERU.- ORGANOGRAMA DEL SERVICIO AGROMETEOROLOGICO E HIDROLOGICO



PERU.- ORGANOGRAMA DE LA DIRECCION DE AGUAS DE REGADIO



Cuadro 34

PERU: COSTOS DE LOS PROYECTOS DE RIEGO PROPUESTOS, 1964-69

(Millones de soles)

	Superficie (ha)	Sector público: principales proyectos de riego	Sector privado
1. Costa: Nueva tierra regada	224 770	5 917.5	2 248.0
2. Costa: Mejoramientos	106 500	1 454.0	532.5
3. Sierra	214 007	1 612.5	1 284.0
Total	545 277	8 984.0	4 064.0

Cuadro 35

PERU: COSTO COMPARATIVO DE LOS PROYECTOS DE RIEGO EN LAS DIFERENTES ZONAS

(Soles por hectárea y relación con respecto a la Sierra)

Area	Sector público		Sector privado		Total	
	Soles	Tasa	Soles	Tasa	Soles	Tasa
1. Costa: Tierra nueva regada	26 700	3.56	10 000	1.67	36 700	2.72
2. Costa: Mejoramientos	13 700	1.83	5 000	0.83	18 700	1.39
3. Sierra	7 500	1.00	6 000	1.00	13 500	1.00

/A pesar

Los proyectos abarcan desde 400 hasta 100 000 hectáreas, con costos que varían de acuerdo con la superficie y el tipo de trabajo requerido. Los costos mencionados son solamente de las obras de riego, e incluyen las inversiones públicas en túneles y canales, embalses, transporte, distribución primaria y obras principales de avenamiento. La inversión de capital privado en el mejoramiento de la tierra y en la maquinaria y equipo necesario para aprovechar las obras de riego, nuevas o mejoradas, varía de una zona a otra, siendo en promedio 10 000 soles por hectárea. Para el mejoramiento de la tierra en la Costa se necesitan cerca de 5 000 soles por hectárea, y en la Sierra, aproximadamente 6 000. En el cuadro 34 aparecen los costos totales de todos los proyectos incluidos en el programa para 1964-69, y en el cuadro 35 se comparan los costos de las tres zonas.

De los 9 000 millones de soles que necesita el sector público, se propone que fuentes externas financien 4 000 millones. Los restantes 5 000 millones que habrán de financiarse internamente lo serán en perjuicio de los 4 000 millones de soles que necesita el sector privado. Esto constituirá un problema serio para el financiamiento interno. Por sus costos comparativos, éste tendrá a favorecer el desarrollo de la Sierra, aunque los máximos beneficios comparativos corresponderán al riego de nuevas tierras de la Costa, actualmente improductivas, viniendo en segundo lugar los proyectos que incluyen también el mejoramiento del riego actual y sólo en tercer lugar el riego en la Sierra.

Además de los beneficios máximos, se ha considerado los beneficios de cada proyecto y las ventajas sociales, económicas y políticas de concentrar el trabajo de determinada zona. Todo ello ha llevado a la distribución de los proyectos según su ubicación geográfica.

Al efectuar los cálculos de costo/beneficio de cada proyecto, debe tenerse en cuenta también el monto absoluto de los beneficios, siendo por ello a veces aconsejable emprender una obra de gran magnitud con un coeficiente costo/beneficio más bajo que otra que sólo abarca una pequeña extensión.

/Cuadro 34

Cuad

PERU: COMPARACION DE PROYECTOS DE RIEGO EN LA COSTA DEL PACIFICO, SEGUN DIFERENTES FUENTES

Nº	Proyecto	Un millón de hectáreas					Diagnóstico				
		Superficie en hectáreas			Calendario		Superficie en hectáreas			Calendario	
		Riego nuevo	Riego mejorado	Total	Iniciación	Terminación	Riego nuevo	Riego mejorado	Total	Iniciación	Terminación
	Parte A - Proyectos en construcción										
1.	Ampliación La Joya a/	10 000	Ninguna	10 000	1962	1966	10 000	3 500	13 500	1962	1965
2.	Ite Norte b/	1 000	800	1 800	1964	1965	1 000	800	1 800	*	*
3.	Chocolococha Des. c/	3 000	36 250	39 250	1964	1969	3 000	36 250	39 250	1964	*
4.	Pampas de Chimbote	5 670	Ninguna	5 670	1964	1968		No incluida			
5.	La Esperanza-Luchihuasi d/	2 100	3 000	5 100	1964	1968	2 100	3 000	5 100	1964	*
6.	Pampas El Cural e/	3 000	Ninguna	3 000	1964	1968	3 000	Ninguna	3 000	*	*
7.	Tinajones-Primera etapa		No incluida				Ninguna	60 000	60 000	1961	1969
8.	Cosma-Sechín f/		No incluida				2 000	5 000	7 000	1965	1965
9.	Drenaje Valle del Pisco g/		No incluida				Ninguna	25 000	25 000	*	*
10.	Represamiento Laguna Santa Ana h/		No incluida				Ninguna	25 000	25 000	*	*
11.	Bocatoma "El Brazo" i/		No incluida				500	3 500	4 000	1964	1967
12.	Riego Valle Caravelí		No incluida				Ninguna	170	170	1964	1966
	Total	24 770	40 050	64 820			21 600	162 220	183 820		

Fuentes: Un millón de hectáreas, mayo de 1965; Diagnóstico, noviembre de 1965.

* Las fuentes no indican los años de iniciación y terminación.

a/ Se da por terminado para sólo 7 000 hectáreas de nuevas tierras.

b/ No hay construcción. Enero de 1966.

c/ Trabajo incipiente. Estudios de factibilidad incompletos. Enero de 1966.

d/ Estudio de factibilidad todavía en marcha, y construcción pendiente. Enero de 1966.

e/ Estudio de factibilidad terminado. No hay construcción en enero de 1966.

f/ Trabajo incipiente.

g/ Todavía en estudio, con sólo trabajos incipientes. Enero de 1966.

h/ Estudios y trabajos incipientes. Enero de 1966.

i/ Contrato otorgado y cancelado en 1965. No hay construcción. Enero de 1966.

A pesar del número de proyectos considerados, el financiamiento ha avanzado lentamente y la construcción más aún. La investigación y el planeamiento son esenciales y deben continuar, pero en vista de la escasez de recursos financieros y de personal técnico capacitado, parecería más fructífero en esta etapa intensificar la construcción.

Hay graves deficiencias en los datos básicos sobre clima, hidrología y necesidades de riego. Para un plan de inversiones se necesitan estudios hidrometeorológicos de la cuenca del lago Titicaca, un inventario del agua subterránea y algunos trabajos en el laboratorio hidráulico. Las deficiencias más serias están en meteorología y caudales. Faltan también informaciones básicas sobre la calidad del agua de riego y sobre las relaciones entre tierras de cultivo y agua.

Tomando en cuenta la magnitud e importancia del programa de riego convendría asignar una pequeña partida a crear servicios de recopilación de informaciones básicas, que tendrán un valor incalculable tanto en la operación misma como en el planeamiento de los trabajos de riego y, en general, en todo aprovechamiento del agua.

Para ilustrar la urgencia de esa revisión metódica y la necesidad de establecer sistemas uniformes de aplicación universal, en los cuadros 36 y 37 se comparan las cifras más significativas de algunos grandes proyectos descritos en los informes oficiales Un millón de hectáreas y Diagnóstico. El material informativo debe revaluarse y ponerse al día, incorporando nuevos elementos de juicio y eliminando informes obsoletos.

En Un millón de hectáreas se detallan 18 proyectos de riego en la Costa. De éstos hay seis en construcción, se han terminado los estudios de factibilidad sobre otros dos, se están haciendo estudios similares sobre seis más, y cuatro están todavía pendientes.

Los seis proyectos en construcción incluyen 24 770 hectáreas de terrenos anteriormente sin riego, y 40 500 hectáreas de riego mejorado. Se piensa terminar la construcción en 1965-69 y el desarrollo en 1966-73.

Los proyectos Ite Norte y posiblemente Choclococha Desarrollado incluyen aprovechamiento hidroeléctrico, que aun en esta etapa debería estudiarse en detalle. Además de estos seis proyectos citados, se informa que Tinajones está también en construcción.

/Cuadro 36

Cuadro 36 (conclusión)

Nº	Proyecto	Un millón de hectáreas					Diagnóstico				
		Superficie en hectáreas			Calendario		Superficie en hectáreas			Calendario	
		Riego nuevo	Riego mejorado	Total	Iniciación	Terminación	Riego nuevo	Riego mejorado	Total	Iniciación	Terminación
	Parte D - Proyectos con estudio de factibilidad pendiente										
1.	Jequetepeque	15 000	35 000	50 000	*	*	15 000	35 000	50 000	1966	*
2.	Cuno-Cuno	24 000	Ninguna	24 000	*	*		En proceso en 1965 (Parte C)			
3.	Villacurí	15 000	Ninguna	15 000	*	*	15 000	Ninguna	15 000	1966	*
4.	Anoón	3 500	Ninguna	3 500	*	*	3 500	Ninguna	3 500	1966	*
5.	Marcapomacocha		No incluida				19 000	2 500	21 500	1966	*
6.	Río Pampas-Río Ica		No incluida				40 000	10 500	50 500	1966	*
7.	Clemesi-Río Tambo		No incluida				40 000	Ninguna	40 000	1966	*
	Total	57 500	35 000	92 500			132 500	48 000	180 500		
	Total general A+B+C+D	224 670	106 150	330 820			451 140	429 765	880 905		

Fuentes: Un millón de hectáreas, mayo de 1965; Diagnóstico, noviembre de 1965.

* No se incluyeron los años en los documentos citados.

/Cuadro 37

Cuadro 36 (continuación)

Nº	Proyecto	Un millón de hectáreas					Diagnóstico				
		Superficie en hectáreas			Calendario		Superficie en hectáreas			Calendario	
		Riego nuevo	Riego mejorado	Total	Iniciación	Terminación	Riego nuevo	Riego mejorado	Total	Iniciación	Terminación
	Parte B - Proyectos con estudio de factibilidad terminados										
1.	Chao-Viru a/	40 000	25 000	65 000	-	*	60 000	76 500	136 800	-	1961
2.	Río Chira al Río Piura	23 500	Ninguna	23 500	-	*	23 500	Ninguna	23 500	-	1964
3.	Tumbes b/		No incluida en esta categoría				12 315	7 145	19 460	-	1965
4.	Lo Cano b/		No incluida en esta categoría				2 500	Ninguna	2 500	-	1965
5.	Majes b/		No incluida en esta categoría				55 000	Ninguna	55 000	-	1965
6.	El Huevo b/		No incluida en esta categoría				3 000	Ninguna	3 000	-	1965
	Total	63 500	25 000	88 500			156 615	83 645	240 260		
	Parte C - Proyectos con estudio de factibilidad en proceso										
1.	Tumbes c/	18 000	2 500	20 500	*	*		Se da por terminado en 1965 (Parte B)			
2.	Olmos d/	47 000	Ninguna	47 000	*	*	100 000	Ninguna	100 000	1963	*
3.	Moquegua	10 000	3 600	13 600	*	*	10 000	3 600	13 600	1964	*
4.	La Huaca	400	Ninguna	400	*	*	400	Ninguna	400	*	*
5.	Estudio integral Ríos Chira y Piura e/	2 000	Ninguna	2 000	*	*	4 525	132 300	137 825	1964	*
6.	La Iberia	1 500	Ninguna	1 500	*	*	1 500	Ninguna	1 500	*	*
7.	Cuno-Cuno		No incluida en esta categoría				24 000	Ninguna	24 000	1965	*
	Total	78 900	6 100	85 000			140 425	135 900	276 325		

Fuentes: Un millón de hectáreas, mayo de 1965; Diagnóstico, noviembre de 1965.

* No se incluyeron los años en los documentos citados.

a/ Estudio de factibilidad incompleto. Enero de 1966.

b/ Si estos datos son correctos, denotan progresos de importancia en los estudios de factibilidad.

c/ Pequeña diferencia de superficie.

d/ Informe preliminar hecho en 1965. Informe final en mayo de 1966.

e/ La superficie registrada en Un millón de hectáreas es sólo una pequeña parte del estudio completo efectuado en Diagnóstico.

/Cuadro 36 (conclusión)

Los ritmos de crecimiento que se proyectan para el próximo decenio son muy altos y tienden a subsanar esa falla.

En las zonas críticas del Perú, a la escasez de agua se agrega su uso deficiente, que causa grandes pérdidas tanto en la conducción como por lo inadecuado de las prácticas actuales de riego. Mucha agua se pierde, pues en términos generales se usa hasta el doble de lo necesario para el riego racional de los cultivos. Si se introdujeran los mejoramientos correspondientes - incluidas la distribución y medición más cuidadosa del agua - en muchos casos sería posible ampliar la superficie regada en no menos de 50 por ciento y aumentar así la producción, sin necesidad de hacer grandes inversiones en nuevas obras de captación (que generalmente causan los gastos más elevados de todo el sistema de riego).

La falta de técnicas racionales para el desarrollo y empleo del agua se debió precisamente a que en las fases iniciales ésta no era escasa, por lo menos en términos económicos. No poco del desperdicio del agua y de las prácticas inadecuadas de distribución o uso subsisten todavía en circunstancias que la escasez de agua limita el desarrollo.

Dadas las características climáticas de las regiones donde se concentran la población y las actividades económicas en el Perú, el riego es un elemento esencial para asegurar la producción agropecuaria, de la que vive mucho más de la mitad de la población peruana y que en los últimos años ha originado 20 por ciento del producto bruto total.

Aunque se tienen cifras bastante confiables sobre la producción agrícola comercial - sobre todo en la Costa - la información sobre otras regiones es deficiente. En los últimos diez a quince años el sector agropecuario ha crecido a una tasa no muy superior al 3 por ciento anual, con dos subsectores claramente diferenciados. El primero corresponde a los productos de exportación, principalmente de la zona costera regada, con una tasa de crecimiento superior al 8 por ciento. El segundo abarca la agricultura de subsistencia o destinada al mercado interno, que progresa a una tasa inferior al 2 por ciento anual. El sistema de tenencia de la tierra es un obstáculo para el mejor aprovechamiento de la tierra y el uso más difundido de las buenas técnicas agrarias, entre ellas el riego,

/Actualmente la

Cuadro 37

PERU: DISCREPANCIAS ENTRE LAS SUPERFICIES INCLUIDAS EN PROYECTOS DE RIEGO EN LA COSTA DEL PACIFICO, SEGUN DIFERENTES FUENTES

	Un millón de hectáreas		Diagnóstico		Diferencia
	Número de proyectos	Número de hectáreas	Número de proyectos	Número de hectáreas	Número de hectáreas
Parte A - Proyectos en construcción					
Nuevo riego	-	24 770	-	21 600	-3 170
Mejora del riego	-	40 050	-	162 220	+122 170
Subtotal	6	64 820	11	183 820	+119 000
Parte B - Proyectos con estudio de factibilidad terminado					
Nuevo riego	-	63 500	-	156 615	+93 115
Mejora del riego	-	25 000	-	83 645	+58 645
Subtotal	2	88 500	6	240 260	+151 760
Parte C - Proyectos con estudio de factibilidad en proceso					
Nuevo riego	-	78 900	-	140 425	+61 525
Mejora del riego	-	6 100	-	135 900	+129 800
Subtotal	6	85 000	6	276 325	+191 325
Parte D - Proyectos con estudio de factibilidad pendiente					
Nuevo riego	-	57 500	-	132 500	+75 000
Mejora del riego	-	35 000	-	48 000	+13 000
Subtotal	4	92 500	6	180 500	+88 000
Parte E - Suma de todas las categorías					
Nuevo riego	-	224 670	-	451 140	+226 470
Mejora del riego	-	106 150	-	429 765	+323 615
Subtotal					
Total	18	330 820	29	880 905	+550 085

Fuentes: Un millón de hectáreas, mayo de 1965. Diagnóstico, noviembre de 1965.

/Los dos

Los dos proyectos con estudios de factibilidad terminados son el Chao-Viru-Moche-Chicama y Río Chira al Río Piura, que en esta etapa abarcan 88 500 hectáreas, y podrían abarcar muchas más. Existen posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico en ambos, que deberán estudiarse detalladamente para hacer buen uso del agua. Se tiene la impresión de que el primero de estos proyectos no ofrece condiciones económicas ventajosas a mediano plazo, y posiblemente deba ser postergado frente a otras obras que tienen prioridad.

Seis proyectos con estudios de factibilidad en vías de realizarse abarcan 85 000 hectáreas en esta etapa de los estudios y podrían abarcar muchos más. Los dos proyectos más importantes en esta categoría son Tumbes y Olmos, y en ambos puede hacerse uso múltiple del agua.

Hay seis proyectos cuyos estudios de factibilidad están pendientes que abarcan 92 500 hectáreas. El más importante es el Jequetepeque que cubre de 50 000 a 100 000 hectáreas, y que debería tener prioridad. Aquí también hay que estudiar cuidadosamente la manera de coordinar el riego con el desarrollo hidroeléctrico.

Los 137 proyectos en la Sierra abarcan 214 000 hectáreas y cubren de 100 a 20 000 hectáreas cultivadas hasta ahora con el régimen normal de lluvias. Como no se piensa regar nuevos terrenos, estos proyectos no permitirán establecer nuevos agricultores, aunque sí ayudarán a aumentar la producción y elevar el nivel de vida de los habitantes. La relación costo/beneficio de los distintos proyectos es relativamente alta, pero los beneficios máximos son relativamente bajos.

Los proyectos están bien distribuidos geográficamente, y se dividen en cuatro grupos:

Grupo A. 15 proyectos que abarcan 10 160 hectáreas en construcción en el año 1964.

Grupo B. 18 proyectos que abarcan 29 219 hectáreas que comenzaron a construirse a fines de 1964 o a principios de 1965.

Grupo C. 27 proyectos que abarcan 28 438 hectáreas y cuya construcción se programó para 1965.

Grupo D. 77 proyectos que abarcan 146 190 hectáreas y cuyos estudios todavía no se han terminado.

/Parecen no

Parecen no existir diferencias apreciables entre los proeyctos de los Grupos A, B y C y su orden de prioridad se basa probablemente en la distribución geográfica. Los proyectos del Grupo D, que aún se encuentran en estudio, incluyen todos los grandes proyectos, y la información disponible indica que existen diferencias significativas entre ellos. Las cifras definitivas que surjan de estos estudios serán probablemente muy distintas de las que se utilizan corrientemente en los informes.

El calendario de construcción que se ha previsto para los grupos A, B y C parece estar bien elaborado y permite una restructuración gradual para llevar a término la construcción. En cambio, el esquema propuesto para el Grupo D no es realista; aproximadamente dos tercios de todo el programa cae en el último año. (Véanse los cuadros 38 y 39.)

Como hay poca diferencia entre los proyectos de los Grupos A, B y C, no hay necesidad de discutir los méritos relativos de unos y otros. En el Grupo D, en cambio, hay tres proyectos que abarcan 57 000 hectáreas, y otros seis que abarcan 28 300. Es probable que estos nueve proyectos para regar un total de 85 000 hectáreas (más de la mitad de la superficie que abarcan los proyectos de este grupo) sean los más benéficos de todo el programa en la Sierra y por consiguiente, debe dárseles prioridad.

Cabe observar que en los dos informes básicos el elemento tiempo, de gran importancia, se consideró en forma poco realista para los proyectos de la Costa. Además, hay discrepancias entre los datos de ambos informes, lo que da margen a incompatibilidades de plazos que es preciso remediar. (Véase el cuadro 40.)

/Cuadro 38

Cuadro 38

PERU: CALENDARIO DEL DESARROLLO DEL RIEGO EN LA SIERRA

Grupo	Hectáreas regadas a fin de año						Total
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
A	1 990	3 670	4 500	-	-	-	10 160
B	-	-	22 516	6 703	-	-	29 219
C	-	-	1 119	8 480	18 839	-	28 438
D	-	-	-	6 731	8 505	130 954	146 190
Total	1 990	3 670	28 135	21 914	27 344	130 954	219 007
Total acumulativo	1 990	5 660	33 795	55 709	73 053	214 007	-

Cuadro 39

PERU: CALENDARIO DEL DESARROLLO DEL RIEGO EN LA SIERRA

Grupo	Número de proyectos que se terminarán						Total
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
A	7	7	1	-	-	-	15
B	-	-	11	7	-	-	18
C	-	-	5	13	9	-	27
D	-	-	-	26	13	38	77
Total	7	7	17	46	22	38	137

/Cuadro 40

Cuadro 40

PERU: COMPARACION DE LAS METAS CON EL ESTADO DE LOS PROYECTOS

	Metas a/ (há)	Estado de los proyectos b/			
		En construcción		Con estudios de factibilidad	
		Hectáreas	Porciento de las metas	Hectáreas	Porciento de las metas
Costa					
1. Nuevo riego	225 000	22 000	10	157 000	70
2. Mejora del riego	107 000	162 000	150	84 000	80
Sierra	214 000	204 000	96	-	-

a/ Definidas en Un millón de hectáreas, op. cit.

b/ Información de Diagnóstico, op. cit.

/6. Características

6. Características de algunos proyectos de riego y uso múltiple del agua

a) Río Ilave

La información disponible no revela que haya necesidad de riego en esa zona. El potencial agrícola se limita a unos pocos productos agrícolas de altura, resistentes al frío, que podrían ser económicos.

Un informe reciente de J.P. Dumoulin, funcionario de Asistencia Técnica de las Naciones Unidas (noviembre 1964) recomienda iniciar dos proyectos experimentales para determinar la necesidad de riego y el beneficio que éste aportaría. No debiera hacerse más por el momento; quizá lo mejor sería dedicar ciertas sumas a estudiar técnicas y prácticas agrícolas que permitan aumentar los rendimientos de los pocos productos agrícolas que pueden cultivarse en esas regiones.

Por lo tanto, no parece aconsejable mantener la suma de 44 000 soles que en el Plan de Inversiones 1966 se destina a estudios de factibilidad, que no se consideran necesarios.

b) Ampliación La Joya

Este es uno de los proyectos de riego más importantes de la región de Arequipa y merece un análisis cuidadoso. Hay superposición de demandas de agua entre este proyecto y otros (Majes) que se alimentan de las mismas fuentes hidrológicas.

Aparentemente las fuentes de información difieren en cuanto a la superficie por regar. En un lugar se menciona un incremento de 10 000 hectáreas; en otro se habla de 12 700 hectáreas y se le agregan 3 000 más en El Cural, además de la necesidad de asegurar un volumen de 1.2 m^3 por segundo para agua potable. En ningún caso se hace referencia a las casi 13 500 hectáreas que ahora reciben riego, ni a las necesidades de descargas de agua para mantener en funcionamiento las plantas hidroeléctricas sobre el río Chili (la serie de los Charcani).

Cabe mencionar aquí la presa de Aguada Blanca, que permitirá utilizar totalmente el terreno considerado en el proyecto de La Joya mediante el almacenamiento de 40 millones de metros cúbicos, y proveerá el caudal necesario para el funcionamiento de la planta Charcaní V, de 60 MW.

/Según el

Según el Plan de Electrificación basta un caudal de 8 m^3/s para asegurar el buen funcionamiento de las plantas hidroeléctricas. Ese caudal no afecta las necesidades mínimas de riego, de modo que puede ser suministrado. (Véase el cuadro 41.) Las derivaciones de agua potable para Arequipa y otras localidades sólo constituyen 5 por ciento del total de agua necesaria para el riego.

El cuadro 41 presenta el cálculo de las necesidades de riego, mes a mes, de acuerdo con ciertas hipótesis respecto a esquemas de cultivos y condiciones climáticas que los informes básicos parecen confirmar. Las necesidades de riego varían entre un mínimo de casi 19.2 a 25.5 m^3/s (promedio de 1.3 litros por segundo por hectárea), que, sumadas a la demanda de agua potable, darán totales de casi 20.4 y 26.7 m^3/s.

Los caudales del río Chili se han medido con suficiente exactitud y parecen estar en condiciones de proveer - si se construyeran las obras de embalse y regulación necesarias - aproximadamente la mitad de esos caudales. Faltaría suministrar entonces por lo menos 10 m^3/s, que podrían detenerse del río Colca y de la laguna Pañe, sobre los cuales la información es insuficiente. Sin embargo, suponiendo ciertos coeficientes medios para la superficie de avenamiento del río Colca (cerca de 7 $l/s/km^2$ sobre los 240 km^2), habría aproximadamente 1.7 m^3/s de caudal regulado. Se proyecta almacenar 85 millones de metros cúbicos en la laguna de Pañe, lo que asegura un caudal de 2.7 m^3/s, aunque es posible que la superficie de avenamiento de la laguna no alcance a proveer tanta agua. Sumados los dos caudales, alcanzan a bastante menos de la mitad de las derivaciones de agua necesarias para satisfacer las demandas calculadas.

El problema es grave: los recursos superficiales que se piensa captar no bastan para asegurar el riego de la superficie postulada.

/Cuadro 41

Cuadro 41

PERU: AMPLIACION LA JOYA

	Caudal necesario (m3/s)			Caudal disponible (m3/s)			Diferencia		Embalse (millones m3 por mes acumulativos)
	Riego	Agua potable	Total	Río Chili	Río Colca	Total	m3/s	Millones de m3 por mes	
Enero	23.16	1.20	24.36	24.63	10.00	34.63	+10.64	+26.64	26.64
Febrero	25.46	1.20	26.66	38.95	10.00	48.95	+22.29	+52.92	79.56
Marzo	22.36	1.20	23.56	34.30	10.00	44.30	+20.74	+55.55	135.11
Abril	21.66	1.20	22.86	15.39	10.00	25.39	+2.53	+6.76	141.87 b/
Mayo	20.76	1.20	21.96	6.62	10.00	16.62	-5.34	-14.30	127.57
Junio	19.16	1.20	20.36	5.01	10.00	15.01	-5.35	-13.87	113.70
Julio	19.76	1.20	20.96	5.05	10.00	15.05	-5.91	-15.83	97.87
Agosto	20.36	1.20	21.56	4.62	10.00	14.62	-6.94	-18.58	79.29
Setiembre	21.16	1.20	22.36	4.45	10.00	14.45	-7.91	-20.50	58.79
Octubre	22.36	1.20	23.56	4.45	10.00	14.45	-9.11	-24.39	34.40
Noviembre	22.86	1.20	24.06	4.33	10.00	14.33	-9.73	-25.22	9.18
Diciembre	23.16	1.20	24.36	7.21	10.00	17.21	-7.15	-19.35	-10.17 a/

a/ La cifra negativa indica que el caudal es insuficiente. Para equilibrarlo, el caudal del Río Colca debe aumentar en 10.3 m3/s.

b/ La capacidad mínima de embalse es de 141.87 = 10.17 - 152.04 x $10^6 m^3$.

/Además de

Además de la necesidad de importar el agua que no pueda proveer el río Chili, deben considerarse las obras de derivación y, sobre todo, de regulación. Además del embalse de Agua Blanca, que almacenaría de 40 a 45 millones de metros cúbicos, se necesita por lo menos 200 a 250 millones de metros cúbicos más en el Fraile. Si la capacidad del embalse El Fraile está severamente comprometida, como lo indican recientes estudios de estabilidad, debe tenerse presente que cualquier reducción en su capacidad actual - que contiene apenas los volúmenes necesarios para regar todos los meses del año - haría peligrar el abastecimiento de las zonas que se proyecta regar.

En cuanto a las inversiones necesarias, hay una diferencia de 20 millones de soles entre las cifras citadas en Un millón de hectáreas y en el Plan de Inversiones 1966. Este señala que falta obtener un préstamo de 3.5 millones de dólares del BID, en tanto que en el primero aparece programado todo el financiamiento.

Este proyecto tiene gran importancia para la región y por ello es imprescindible que se aclaren los diversos problemas hidráulicos, técnicos y financieros para llegar cuanto antes a la etapa de construcción y habilitación.

c) Majes-Lagunilla

Este proyecto utilizará los caudales del río Majes y sus afluentes, incluyendo el río Colca, y de la laguna Pañe; se halla todavía en la etapa de los estudios de factibilidad. Se incluye en este análisis por la estrecha relación que guarda con el proyecto de Ampliación La Joya y las plantas de generación hidroeléctrica sobre el río Chili.

Actualmente existen unas 8 300 hectáreas regadas en esa zona, según cifras preliminares, sería posible regar otras 80 000. Por lo tanto, habrá que estimar las necesidades de agua de unas 88 000 hectáreas, a las que deberá agregarse el agua necesaria para riego en La Joya y para el funcionamiento de las plantas hidroeléctricas sobre el río Chili.

Estas últimas necesitan un caudal continuo de 8 m^3, y el riego en La Joya, 10 m^3, de tal manera que si se logra obtener el agua necesaria para el riego no habrá conflicto con las demandas de agua para generación eléctrica.

/Las demandas

Las demandas de agua para riego se estimaron de la misma manera que en el caso de La Joya, o sea, sobre la base de la estructura corriente de los cultivos, año climático medio, ausencia de lluvias y un rendimiento de 50 por ciento en el uso del agua. Se esa manera se obtiene el cuadro 42, del cual se desprende que el caudal necesario varía entre un mínimo de 61 m^3/s en junio y un máximo de 83.5 m^3/s en febrero.

Cuadro 42

PERU: BALANCE HIDRAULICO DEL PROYECTO MAJES-LAGUNILLA

Mes	Riego necesario m3/s	Caudal en Río Majes m3/s	Exceso en millones de m3/s	
			Mes	Acumulado
Enero	68.8	170.6	270	270
Febrero	83.5	260.2	428	698
Marzo	72.0	267.6	520	1 218
Abril	70.0	109.0	102	1 320
Mayo	66.5	64.4	-6	1 314
Junio	61.0	41.0	-52	1 262
Julio	63.2	36.0	-73	1 189
Agosto	65.5	30.4	-94	1 095
Setiembre	67.5	27.7	-103	992
Octubre	72.0	27.1	-118	874
Noviembre	74.0	28.4	-122	752
Diciembre	75.0	61.0	-38	714

/Las fuentes

Las fuentes superficiales disponibles son los escurrimientos del río Majes con todos sus afluentes, incluyendo el río Colca, y de la laguna Pañe. El caudal total del Majes en Huatiapa varía entre el máximo absoluto de 2 400 m^3/s y el mínimo absoluto de 16.8 m^3/s, con medias mensuales que oscilan entre casi 277 m^3/s en marzo y 27 m^3/s en octubre. Así pues, el volumen medio anual se sitúa en el orden de los 2 900 millones de metros cúbicos, variando entre casi 1 800 millones y más de 4 300 millones.

Las cifras anteriores indican que la disponibilidad bruta de agua superficial excede las necesidades de riego en más de 710 millones de metros cúbicos anuales. (Véase el cuadro 42.) En los primeros cuatro meses la regulación no es necesaria, ya que los escurrimientos exceden a la demanda, pero pasado ese período sobrevienen serios déficit. Para proveer el agua que se necesitará en los meses de escasez, será preciso asegurar una capacidad de almacenamiento mínima de casi 610 millones de metros cúbicos, sólo para ese proyecto de riego.

Observaciones preliminares sugieren la posibilidad de almacenar 85 millones de metros cúbicos en la laguna de Pañe y 800 millones de metros cúbicos en una localidad denominada Sibayo. La combinación de esos dos embalses satisfará las demandas del proyecto Majes-Lagunilla, dejando en reserva un volumen cercano a 280 millones, que puede satisfacer holgadamente, en épocas de escurrimientos abundantes, las demandas del proyecto de riego en La Joya.

El balance hidráulico preliminar basado en los datos disponibles, que será necesario verificar y revisar, señala que las descargas reguladas del río Majes pueden satisfacer las necesidades de agua para uso múltiple en los dos proyectos y ofrecer una reserva prudente para los años de escasez

Se ha observado, además, la posibilidad de un aprovechamiento hidroeléctrico muy importante (tal vez 200 MW) en las partes más bajas del Colca.[4/]

4/ La indeterminación de las cifras finales subsiste, como se desprende de un estudio de factibilidad terminado a mediados de 1966. En él se menciona la incorporación de 60 000 hectáreas al cultivo y una potencia hidroeléctrica de hasta 500 MW. En el mismo informe se estima que cada hectárea habilitada en ese proyecto costará un tercio del costo corriente en el valle de Arequipa.

/Las principales

Las principales conclusiones que se pueden extraer del análisis que precede son: los recursos hidráulicos del río Majes son suficientes para responder a las necesidades combinadas de riego en Majes-Lagunillas y complementar el riego necesario en La Joya, El Cural y Lo Cano, así como para satisfacer las demandas de agua potable en Arequipa y regiones vecinas, y de la generación hidroeléctrica en la serie de centrales Charcani. Pero para aprovechar esos recursos hay que construir instalaciones para el almacenamiento de unos 900 millones de metros cúbicos; existen relaciones directas entre todas las demandas señaladas, pero por los datos analizados, no parece haber conflicto entre ellas, si bien se confirma que el elemento básico es el proyecto Majes-Lagunillas.

Teniendo en cuenta la magnitud e importancia de este último proyecto así como su relación con los demás, se recomienda darle gran prioridad y estudiar con cuidado y claridad sus interrelaciones y su interdependencia con los demás proyectos que se mencionan, así como las posibilidades de aprovechamiento hidroeléctrico.

d) Ite Norte

Este es un pequeño proyecto de riego en Tacna, destinado al desarrollo general de la zona y a la generación de energía eléctrica utilizando las aguas de la laguna Aricota. Su costo se estima en 15 millones de soles, poco más del 1 por ciento del costo del proyecto hidroeléctrico.

Actualmente existen algo más de 3 100 hectáreas regadas con el caudal no regulado del río Locumba. El proyecto propone mejorar el riego en 800 hectáreas y ampliarlo a 1 000 más.

Sobre esta base, y aplicando las hipótesis ya explicadas en los casos anteriores, se calculan las necesidades de riego, que se especifican en el cuadro 43. La generación eléctrica requiere 4.6 m^3/s que, al provenir de la laguna Aricota, deben tomarse en cuenta en el proyecto integral de utilización de agua de esas fuentes.

/Cuadro 43

Cuadro 43

PERU: BALANCE HIDRAULICO. ITE NORTE

Mes	Caudal necesario para riego (m3/s)		Caudal disponible para las plantas eléctricas de Aricota (m3/s)	Caudal no regulado necesario para el Río Locumba (m3/s)	
	4 130 ha	4 930 ha		4 130 ha	4 930 ha
Enero	4.7	5.6	4.6	0.1	1.0
Febrero	5.2	6.2	4.6	0.6	1.6
Marzo	4.5	5.4	4.6	-	0.8
Abril	4.3	5.2	4.6	-	0.6
Mayo	4.1	5.0	4.6	-	0.4
Junio	3.8	4.5	4.6	-	-
Julio	3.9	4.7	4.6	-	0.1
Agosto	4.1	4.9	4.6	-	0.3
Setiembre	4.2	5.1	4.6	-	0.5
Octubre	4.5	5.4	4.6	-	0.8
Noviembre	4.6	5.5	4.6	-	0.9
Diciembre	4.7	5.6	4.6	0.1	1.0

El agua provendría de los escurrimientos del río Locumba y de los 4.6 m^3/s que se extraerían de la laguna Aricota. El primero tiene un volumen medio anual de 70.4 millones de metros cúbicos, con caudales absolutos mínimo de 0.5 m^3/s y máximo de 16.4 m^3/s. Afortunadamente, los meses de máximo escurrimiento coinciden con los que exhiben máximas demandas de riego. Los datos disponibles no muestran la evolución de los caudales mensuales, pero por comparación con cursos de agua vecinos puede inferirse que los caudales máximos se producen de enero a marzo-abril y que tras un abrupto descenso, que comienza generalmente en marzo, los caudales son mínimos entre octubre y diciembre.

La laguna Aricota se alimenta de caudales estimados en 1.94 m^3/s, y carece de salida natural. Su volumen es de 850 millones de metros cúbicos.

/El plan

El plan de operaciones para las plantas generadoras eléctricas se basa en el bombeo de 4.6 m^3/s de la laguna, hasta hacer descender su nivel en 100 metros. Ese caudal alimentará las plantas 1 y 2, con una capacidad instalada total del orden de los 35 MW. Teniendo en cuenta la entrada de agua de 1.94 m^3/s, la pérdida o depleción neta alcanzará a 2.66 m^3/s, que equivale a unos 84 millones de metros cúbicos por año, con lo que la reserva de agua de la laguna se agotará en diez años, salvo que se busquen otros aportes. Se ha pensado obtener esos aportes del río Mauri, pero éste es un río internacional y su uso plantea problemas de diversa índole, que según se cree, no han sido estudiados y evaluados en toda su magnitud y complejidad.[5/]

En lo futuro, además de resolver el problema mencionado, se construirán cinco nuevas plantas (la serie Tacna). No se conocen detalles de esa etapa, pero puede suponerse que habrá un caudal garantizado para la serie de plantas de esos 4.6 m^3/s con los que podría contarse en forma continua para riego.

Se tendría así un caudal continuo regulado de 4.6 m^3/s, más los aportes no regulados del río Lucumba. Los 4.6 m^3/s alcanzan para regar las 4 130 hectáreas en todos los meses, exceptuados los de diciembre a febrero, pero no bastan para regar 4 930 hectáreas, (en caso de que las 800 hectáreas en que, según los informes, debe mejorarse el riego, no estén incluidas en las que ahora reciben esos beneficios). En todo caso, parece que las descargas no reguladas del río Locumba podrían satisfacer esas demandas, salvo en años de escurrimientos exageradamente bajos.

Suponiendo que deban regarse 4 930 hectáreas, los aportes adicionales medios del río Locumba deberán ascender a casi 21 millones de metros cúbicos, que es apenas 29 por ciento de su volumen anual total. Se observa que se perderán unos 50 millones de metros cúbicos anuales, si el caudal del río no se regula.

5/ Según informaciones de fines de 1966, es posible que por la inseguridad y elevado costo de las obras internacionales de captación, sólo se realice del plan la primera etapa que comprende obras hidroeléctricas de 23 MW y riego para 2 000 hectáreas. Faltarían 150 MW de potencia y el riego de 15 000 hectáreas.

/Como los

Como los caudales son máximos de enero a marzo, no se experimentarán deficiencias serias en ningún momento, ya que - como lo muestran las cifras - aún con caudales mínimos absolutos el déficit sólo sería inferior a 10 por ciento (es decir, habría 5 m^3/s frente a demandas de 5.6 m^3/s).

Del análisis precedente se desprende la conveniencia de regular el caudal del río Locumba, para dar riego adicional a tierras valiosas con los 50 millones de metros cúbicos anuales que se perderían conforme al programa actual. Cabe señalar además que, si bien el riego en las condiciones analizadas estaría asegurado, la laguna Aricota se desaguaría en el plazo de diez años, con graves consecuencias para el riego y la generación eléctrica; para obtener nuevos aportes de agua, habrá que hacer estudios anticipados de gran envergadura.

El programa de desarrollo hidroeléctrico establece la necesidad de una potencia de punta de 35 000 kW, lo que requiere un escurrimiento de 4.6 m^3/s. Sin embargo, con el factor de carga previsto es posible usar sólo un promedio de 1.52 m^3/s. Con ese consumo, el lago no se agotaría, pero la zona regada quedaría reducida a unas 1 800 hectáreas.

Pero aún en esas condiciones mínimas, será necesario regular el agua que se usa para la generación eléctrica con el objeto de responder a la demanda variable de agua para riego, para que no coincida con la demanda variable de agua para generar energía.

De lo anterior se desprende que la disponibilidad de agua es limitada y que, con el objeto de evitar desperdicios, es imprescindible coordinar cuidadosamente sus usos en riego y generación de energía eléctrica. Al mismo tiempo, deberá determinarse en forma definitiva cuál de los dos tendrá prioridad.

e) Huancabamba

En el Plan de Inversiones 1966, este proyecto ocupa el lugar E-15 en el orden de prioridad. Se menciona aquí sólo porque el río Huancabamba es la fuente principal del proyecto de riego en Olmos, por lo que, al parecer, habría un conflicto de demandas en la primera fase del desarrollo de ese proyecto.

Lo anterior acentúa la necesidad de considerar simultáneamente todos los proyectos que tienen fuentes comunes o interrelacionadas de abastecimientos.

/En el

En el proyecto se propone regar 5 000 hectáreas valiéndose del caudal no regulado de los afluentes del río Huancabamba; se incluyen cuatro tomas independientes y 53 kilómetros de canales. Se propone efectuar la construcción en 1967 y 1968. Hasta la fecha se han gastado 85 000 soles en investigaciones preliminares, pero no existe indicación acerca del costo total del proyecto.

f) Shuma

Este proyecto abarca la parte norte de Cajamarca y es uno de los proyectos más grandes para la Sierra. Por esto, y pese a la baja prioridad que se le asigna en Un millón de hectáreas, se ha estimado útil analizarlo.

Se regarían 20 000 hectáreas de tierras boscosas, situadas a 600 metros de elevación. Se ha estimado que con una distribución media de los cultivos, las demandas de riego serían de 1 a 1.5 litros por segundo por hectárea; estas cifras no pudieron verificarse con mayor aproximación por falta de datos climáticos sobre la región o localidades cercanas.

El agua para este proyecto será extraida del río Tobacanas, que también es una de las fuentes consideradas para el proyecto de Olmos. El único registro de caudales de que se dispone es una medición realizada en noviembre de 1962, que dio 20 m^3/s. El mínimo podría alcanzar a la mitad de aquel caudal. Como es evidente esa información es insuficiente, tanto para ese proyecto como para el de Olmos.

El proyecto de Shuma es uno de los de mayor extensión en la Sierra; en él se propone habilitar tierras vírgenes, sin necesidad de costosas construcciones para la conducción transandina, lo que justificaría otorgarle una prioridad mucho más alta que la que ha merecido. A la vez, este proyecto compite por el uso del agua con Olmos y, en vista de que podría no haber suficientes recursos hidráulicos para satisfacer ambas demandas, es imprescindible efectuar cuanto antes una investigación definitiva y una evaluación del proyecto Shuma, sobre la base de un mayor número de datos y con cálculos de los beneficios que aportaría. Habría que definir las opciones y decidir el destino definitivo que se dará a las aguas del río Tobacanas: Shuma u Olmos.

g) Pampas

g) Pampas de Olmos

Este proyecto de riego, para el cual se están efectuando estudios de factibilidad, es uno de los más importantes del Perú. En el orden de prioridad que establece Un millón de hectáreas ocupa el lugar C-10, y en el Plan de inversiones 1966, el lugar 1 para estudio y el 3 para construcción. El proyecto incluye conducciones transandinas de agua de los ríos Huancabamba, Tabaconas y Chotano. El primero de ellos abastecería también a 5 000 hectáreas por medio de otro proyecto, el segundo alimentaría el proyecto de Shuma y el río Chotanos es la principal fuente de agua para Tinajones. Por esas consideraciones, y porque los ríos Tabaconas y Chotano son relativamente poco caudalosos, es indispensable estudiar en conjunto todos los proyectos nombrados.

El proyecto de Pampas de Olmos, en su concepción actual, tiene cuatro etapas de desarrollo.

En la primera etapa se construirían dos embalses (uno de 100 millones de metros cúbicos sobre el río Hauncabamba, en la vertiente Atlántica, al que se derivaría otro afluente) y uno de 200 millones de metros cúbicos en la vertiente del Pacífico, con canales y un túnel de 35 m^3/s de capacidad, descargando en el río Cascajal. También se construiría el sistema de canales y de distribución primaria y una planta eléctrica de 70 MW entre el túnel y el segundo embalse.

Se espera regar 42 000 hectáreas con aguas superficiales y otras 5 000 hectáreas con agua subterránea, esperando colonizarlas con 11 000 familias. En esta etapa no existe conflicto con Shuma o Tinajones, ni tampoco con las necesidades de agua para la planta hidroeléctrica.

Durante la segunda etapa se derivaría un caudal no especificado del río Manchara al Tabaconas, que se desviaría para formar otro embalse sobre el río Huancabamba, con capacidad para 150 millones de metros cúbicos. Se construiría otra central eléctrica de 50 MW.

/En ese

En ese momento podría haber competencia por el uso del agua entre Olmos y Shuma, ya que los caudales no regulados medidos no alcanzarían para abastecer las 20 000 hectáreas del proyecto. En cuanto a la generación hidroeléctrica, no es posible determinar si se opondrían a las demandas de agua para riego, mientras no se resuelva el conflicto entre el riego en Shuma y en Olmos que se mencionó antes.

En la tercera etapa se planea construir un embalse de 100 millones de metros cúbicos sobre el río Chunchuca (aparentemente la fuente del Tabaconas) y desviar esas aguas al Huancabamba mediante una serie de canales. Si esto disminuye aún más los caudales del Tabaconas, podría intensificarse el conflicto entre los proyectos de Shuma y Olmos.

En la cuarta etapa se piensa utilizar las aguas del río Chotano, construyendo sobre él un embalse de 100 millones de metros cúbicos, y bombeando las aguas en las obras terminadas anteriormente. Al aumentar así el caudal, se ampliaría el túnel transandino de la primera etapa. Aquí es donde aparece el conflicto con el proyecto de Tinajones.

En cuanto a la disponibilidad de tierras, los inventarios de suelos indican que hay entre 180 000 y 200 000 hectáreas de buena calidad. Se proyecta regar 47 000 hectáreas en la primera etapa y 120 000 en la fase final.

Por falta de datos climáticos básicos sobre la región en estudio, hubo que recurrir a informaciones sobre áreas adyacentes de características similares. Con esos datos, y suponiendo como siempre una falta casi total de lluvias, la estructura corriente del cultivo y una eficiencia del 50 por ciento en el uso del agua, se preparó el cuadro 44, en el que aparecen los requerimientos de agua para la primera etapa y la etapa final. En la primera se distingue entre agua superficial y subterránea; al término del proyecto para regar el total de 120 000 hectáreas.

/Cuadro 44

Cuadro 44

PERU: CAUDAL NECESARIO PARA RIEGO, POR MESES

(m^3/s)

Mes	Primera etapa		Etapa final
	5 000 hectáreas de aguas subterráneas	42 000 hectáreas de agua superficial	120 000 hectáreas de ambas fuentes
Enero	5.5	46.4	131.6
Febrero	6.2	52.0	148.0
Marzo	5.6	46.5	132.7
Abril	5.4	45.6	130.0
Mayo	5.0	42.1	120.0
Junio	4.9	41.5	118.2
Julio	4.3	35.8	102.3
Agosto	4.3	36.5	104.0
Setiembre	4.9	40.9	117.0
Octubre	4.8	40.2	114.8
Noviembre	4.9	43.7	124.0
Diciembre	4.9	43.7	124.0

Las fuentes de agua disponibles para hacer frente a la demanda no están bien definidas. Así, en la primera etapa, sólo hay registros del río Huancabamba mucho más arriba del embalse, sin incluir el afluente Quismache. En ese punto se han medido variaciones entre 24.1 m^3/s y 12.5 m^3/s, con una media de casi 18 m^3/s. Las variaciones absolutas fluctúan entre menos de 5 a más de 287 m^3/s. Una observación superficial de los mapas muestra que las mediciones abarcaron aproximadamente la mitad de la cuenca hasta el embalse. Por consiguiente, para obtener cifras comparables con las necesidades, se supuso que la captación sería el doble del caudal medio.

Además del agua proveniente de la vertiente amazónica, se usaría agua de dos pequeños ríos no permanentes en la ladera del Pacífico (Olmos y Cascajal) y aguas subterráneas. Se carece de informaciones sobre estas fuentes.

/En la

En la última fase - la cuarta -, se derivarían caudales no especificados del río Tabaconas y del río Chotano. En ese momento, la capacidad total de almacenamiento sería de 500 millones de metros cúbicos en la vertiente amazónica y de 200 millones de metros cúbicos en la del Pacífico.

Como se dijo, en la primera fase, el túnel transandino tendría una capacidad de 35 m^3/s, que se duplicaría al término del proyecto. Esa sería el agua disponible en la primera etapa para la generación hidroeléctrica. Suponiendo un desnivel útil de 700 a 750 metros, el agua alcanzaría con creces para riego y generación hidroeléctrica. Si se estudian a fondo las condiciones de desembalse y las necesidades de riego por meses, tal vez pueda incrementarse la capacidad instalada, siempre que existan condiciones favorables para absorber la energía generada en la región. Sería recomendable emprender este estudio especial lo más pronto posible.

No se puede analizar detenidamente la planta de 50 MW propuesta para la etapa final, pues no se tienen indicaciones precisas sobre ella. Según informaciones posteriores, esa cifra se elevaría a 300 MW, que se obtendrían con una caída de 730 metros.

Lo incompleto o inseguro de los datos sobre el proyecto de Olmos y sobre los que competirían con él por el uso del agua, impide realizar un balance hídrico preciso. Sólo cabe señalar que existen recursos hidráulicos subterráneos para regar 5 000 hectáreas en la primera etapa, y que con los recursos superficiales deberán regarse 42 000 hectáreas en la primera etapa y 120 000 hectáreas en la etapa final del proyecto.

Para el análisis del balance de la disponibilidad/demanda de agua, se parte de los supuestos mencionados. Las demandas de agua para riego aparecen en el cuadro 44 y las disponibilidades en el cuadro 45. Con una capacidad de embalse de 150 millones de metros cúbicos en la vertiente amazónica, es posible sostener un caudal continuo de 35 m^3/s que es la capacidad del túnel transandino. Queda todavía un exceso de 34 millones de metros cúbicos en un año hidrológico medio. El embalse está en condiciones de almacenar los excesos de agua en años de escurrimiento superiores a la media y de dar un adecuado margen de seguridad para los años de escasez, ya que las salidas de agua del embalse en años medios sólo alcanzan a un 60 por ciento de su capacidad.

/Cuadro 45

Cuadro 45

PERU: AGUA DE LA VERTIENTE AMAZONICA. PRIMERA ETAPA

Mes	Caudal supuesto del río Huancabamba (m^3/s)	Capacidad del túnel (m^3/s)	Derivada al embalse		Entrega del embalse	
			m^3/s	m^3/m	m^3/s	m^3/m
Enero	34.32	35.00	-	-	0.68	1.8
Febrero	46.40	35.00	11.40	27.5	-	-
Marzo	48.02	35.00	13.02	35.0	-	-
Abril	48.24	35.00	13.24	34.5	-	-
Mayo	40.74	35.00	5.74	15.4	-	-
Junio	36.42	35.00	1.42	3.7	-	-
Julio	29.68	35.00	-	-	5.32	14.3
Agosto	30.70	35.00	-	-	4.30	12.5
Setiembre	24.98	35.00	-	-	10.02	26.0
Octubre	29.60	35.00	-	-	5.40	14.5
Noviembre	32.66	35.00	-	-	2.34	6.1
Diciembre	28.74	35.00	-	-	6.26	16.8
Anual	-	-	-	116.1	-	92.0

La capacidad de transporte del túnel se convierte así en el factor limitante, y deberá ser ampliada para las etapas subsiguientes. Por otra parte, el balance casi exacto entre la capacidad del túnel (35 m^3/s) y el abastecimiento indica que es necesario proveer almacenamiento en la vertiente del Pacífico para absorber los déficit. (Véase el cuadro 46.)

/Cuadro 46

Cuadro 46

PERU: AGUA NECESARIA DE FUENTES DE LA VERTIENTE DEL PACIFICO

Mes	Riego necesario (m^3/s)	Caudal amazónico disponible (m^3/s)	Déficit	
			m^3/s	millones de m^3/m
Enero	46.4	35.0	11.4	30.6
Febrero	52.0	35.0	17.0	41.0
Marzo	46.5	35.0	11.5	30.7
Abril	45.6	35.0	10.6	27.5
Mayo	42.1	35.0	7.1	19.0
Junio	41.5	35.0	6.5	16.7
Julio	35.8	35.0	0.8	2.1
Agosto	36.5	35.0	1.5	4.0
Setiembre	40.9	35.0	5.9	15.3
Octubre	40.2	35.0	5.2	14.0
Noviembre	43.7	35.0	8.7	22.5
Diciembre	43.7	35.0	8.7	23.3
Anual	-	-	-	246.7

Se advierte en este cuadro que el déficit en un año medio es aproximadamente de 250 millones de metros cúbicos, de modo que la proyectada capacidad conjunta de los embalses sobre los ríos Olmos y Cascajal parece más que suficiente. El problema subsiste, sin embargo, pues se ignora aún si los caudales de esos ríos pequeños y poco conocidos podrán aportar los volúmenes de agua necesarios.

Por la falta de datos fidedignos, gran parte del balance de agua en la primera etapa se basa en conjeturas y en algunos supuestos que se estiman razonables; pero repetir este ejercicio en la etapa final tendría base aún menos firme. Es evidente, sin embargo, que la capacidad de 70 m^3/s para la transferencia de agua por túneles no bastará para regar toda la tierra disponible, y en especial si se tienen en cuenta las demandas de agua de otros proyectos que se abastecen de las mismas fuentes.

/De lo

De lo anterior se desprende lo siguiente:

a) Los datos disponibles no bastan para hacer un análisis preciso del proyecto más allá de su primera etapa, y aún con respecto a ésta dejan bastante que desear.

b) Para el análisis definitivo del conjunto es imprescindible obtener datos adicionales y más completos sobre todos los ríos incluidos en el esquema.

c) Parece que en la primera etapa se podrán regar 47 000 hectáreas sin poner en peligro el abastecimiento hidráulico.

d) En la misma etapa no existen conflictos aparentes entre las demandas de agua para riego y para generación hidroeléctrica.

e) El estudio de factibilidad que se está realizando deberá tener en cuenta la posibilidad de conflicto por el uso del agua y los otros proyectos mencionados, en lo posible, convendrá incluir en el estudio una apreciación de orden económico.

h) Tinajones

Este proyecto no aparece incluido en Un millón de hectáreas, pero ocupa el segundo lugar en el orden de prioridad para estudio y construcción del Plan de Inversiones 1966. Este importantísimo proyecto se realizará en etapas sucesivas, de las que se ha terminado la primera (de construcción) y se ha iniciado la segunda.

En la actualidad, el caudal no regulado del río Chancay en Lambayeque se usa para regar entre 30 000 y 90 000 hectáreas cerca de Chiclayo. Se espera que las obras de etapas subsiguientes permitan consolidar el riego en 60 000 hectáreas, regar otras 15 000 más, y asentar 12 000 familias en el campo.

En la primera etapa se perforó un túnel transandino, que se terminó entre 1955 y 1957, y tuvo un costo de 5 millones de dólares. Toma agua del río Chotano, de la vertiente del Atlántico, en cantidades aún poco definidas. Los registros indican cantidades equivalentes a un caudal continuo de 5.2 m^3/s, pero esto no representa la capacidad del túnel (sobre el que no se dispone de datos) ni el caudal máximo.

En la segunda etapa - ahora en marcha con un préstamo oficial obtenido del gobierno de Alemania occidental en diciembre de 1963 - se construirá un canal de 70 m^3/s desde el río Chancay y al futuro embalse de Tinajones, que tendrá una capacidad de 300 a 360 millones de metros cúbicos. En el punto de toma se ha registrado un máximo absoluto de 1 500 m^3/s.

/En la

En la tercera etapa se construirá un embalse para 200 millones de metros cúbicos en el río Llaucano, y la derivación de éste a través de otro túnel al Chotano y de allí al río Chancay. Para esa última operación se utilizará el túnel construido en la primera etapa, de modo que la capacidad portadora del mismo será un factor limitante. Como se dijo antes, no se tiene información precisa sobre esa capacidad, y se ignora si podrá transportar los caudales combinados que se obtengan de los ríos Llaucano y Chotano.

Las informaciones de las distintas fuentes sobre la superficie que se regará son contradictorias. Aparentemente, está asegurado el riego de 30 000 hectáreas y otras 60 000 se regarían con las dotaciones suplementarias del embalse de Tinajones. En un informe detallado se da la cifra de 69 000 hectáreas como meta para esa segunda etapa.

En este mismo proyecto se dan datos relativamente detallados sobre las demandas de agua para regar esa superficie que alcanzan a 1 335 millones de metros cúbicos anuales (19 300 m^3/ha por año). Las casi 20 500 hectáreas de arrozales recibirían riego sólo seis meses del año. La superficie sembrada de maíz, arvejas y de porotos abarca 19 500 hectáreas y sólo se riega durante cuatro meses, que casualmente no coinciden con la estación de riego del arroz. Si lo anterior representa las prácticas agrícolas corrientes en el área, entonces resulta evidente que unas 20 000 hectáreas (el 30 por ciento del área) permanecen siempre ociosas; a ellas habría que sumar las tierras en preparación o en cosecha. Es evidente entonces que se necesita analizar más a fondo las prácticas agrícolas en la zona y en especial los "cultivos dobles", antes de que sea posible establecer con precisión las necesidades de agua. Lo que sigue debe considerarse de carácter provisional.

El agua superficial que utilizaría el proyecto provendría de la escorrentía no regulada del río Chancay y de la derivación del río Chotano, limitada la magnitud de esta última por la capacidad del túnel. Más adelante se aprovecharía el caudal del río Llaucano. Uno de los embalses, de 200 millones de metros cúbicos, estaría sobre ese río en el lado del Atlántico, y el otro, de 360 millones de metros cúbicos, estaría en Tinajones, en la vertiente del Pacífico; ambos formarían reservas para la época de escasez, acumulando las aguas en los meses lluviosos.

/El caudal

El caudal del río Chancay se ha medido en Changayope desde 1948, y fluctúa entre valores absolutos de 2.25 a 1 500 m^3/s. El escurrimiento anual medio es de 911 millones de metros cúbicos.

Durante varios años se efectuaron mediciones sobre el río Chotano en Lajas, dando resultados que van desde cero a 160 m^3/s. El volumen medio anual es de 333 millones de metros cúbicos.

Ultimamente se instalaron tres estaciones en el río Llaucano, que todavía no tienen registros. Ya se ha dicho que faltan datos para hacer un balance hidráulico exacto. Por otra parte, algunas fuentes mencionan centrales hidroeléctricas de distintas capacidades (desde un par de MW hasta valores muy superiores) sin precisar otras informaciones imprescindibles para un balance integral. Sería aconsejable definir cuanto antes las posibilidades hidroeléctricas y las necesidades de agua para generación de energía.

A base de la escasa información disponible, se hacen las siguientes observaciones y comentarios:

- Si se compara la necesidad de 1 355 millones de metros cúbicos señalada con la suma de los escurrimientos anuales medios de los ríos Cahncay y Chotano, se observa un déficit de más de 100 millones de metros cúbicos, aún suponiendo una utilización del 100 por ciento, que evidentemente es imposible (en otros proyectos se supuso un 50 por ciento).

- Ambos ríos presentan crecidas de gran magnitud y no parece económicamente viable captar la totalidad del escurrimiento anual.

- La derivación continua uniforme del embalse de Tinajones, con sus 360 millones de metros cúbicos, no bastará para satisfacer las demandas de riego en todas las estaciones del año.

- La toma de 5.2 m^3/s a través del túnel, combinada con la toma continua de 11.4 m^3/s de Tinajones y los escurrimientos normales del río Chancay no podrán satisfacer las necesidades de riego durante varios meses al año.

- Por consiguiente, deberá traerse agua del río Llaucano y aumentar la capacidad de embalse, tanto en la vertiente del Atlántico como en la del Pacífico.

- Las demandas de agua para ese proyecto entrarán en conflicto con las del proyecto de Olmos, en las últimas etapas de este último; habrá que analizar simultáneamente estos dos proyectos y también los de Huancabamba y Shuma.

/- Hay

- Hay que incluir cuanto antes los proyectos hidroeléctricos.
- Hay que analizar muy a fondo las prácticas agrícolas y definir las nuevas extensiones que se regarán y aquéllas donde se reforzará el riego.

i) Proyecto de Chisicata

Este proyecto en el Departamento de Cuzco es el tercero en extensión entre los proyectos para la Sierra presentados en Un millón de hectáreas. Abarca 17 000 hectáreas, pero su lugar en el orden de prioridad es bajo (d-103, lo que lo posterga hasta 1969), de modo que la información disponible sobre él es muy escueta.

Esas 17 000 hectáreas de tierras aptas para el riego se encuentran a una altura media de 3 800 metros, y contienen minifundios, propiedades comunales y algunas parcelas de tamaño intermedio.

Las informaciones sobre clima y cultivos indican que podría utilizarse riego suplementario en dos épocas del año. Se necesitan aproximadamente 350 mm de marzo a mayo y 380 mm de setiembre a noviembre. Para ello deberá asegurarse un caudal de 12 metros cúbicos en los meses de demanda máxima. En cuanto al volumen total, es de 124 millones de metros cúbicos.

El agua proviene de la cuenca alta del río Apurimac, pero no existen registros sobre el afluente que proporcionará las aguas necesarias para el proyecto. La información disponible sobre un curso similar vecino indica que se obtiene un caudal mínimo absoluto de 20 metros cúbicos, con un mínimo medio de 40 metros cúbicos. Al parecer, esos caudales sin regulación bastarían para alimentar las cantidades relativamente pequeñas de agua que se requieren para Chisicata. Por lo tanto, no se planea la posibilidad de construir embalses.

En vista de que no se necesitan costosos embalses o transferencias de agua de una cuenca a otra, cabe suponer que el costo total será inferior en términos relativos o unitarios al de otros proyectos que necesitan tales obras. Así la relación beneficio-costo, probablemente, será alta, y la habilitación o mejoramiento de una superficie tendría un gran efecto en la Sierra.

Por todas estas razones, parece aconsejable modificar el lugar que se asignó al proyecto en el orden de prioridad, y reunir prontamente todos los datos necesarios para realizar un anteproyecto y hacer comparaciones más valederas.

/j) Asillo

j) Asillo y otros proyectos en Puno

Dado el interés del Gobierno en el desarrollo del Departamento de Puno, se ha intentado analizar algunos proyectos en esa región. Sobre la base del informe Un millón de hectáreas, se hizo una selección provisional, en la que se destaca un proyecto que parece revestir grandes méritos: el de Asillo, en el Altiplano, que utilizará las aguas del río Rames para riego, y también para generar un poco de energía hidroeléctrica (cerca de 500 kW).

En el orden de prioridad del estudio de las pequeñas obras de riego de la Sierra, la segunda etapa de este proyecto ocupa el lugar A-28 y en Un millón de hectáreas, el B-32 (construcción en 1966). Sin embargo, el Asillo no está incluido en el Plan de Inversiones, omisión que debería corregirse debido a la gran rentabilidad del proyecto.

Desde 1964 se están regando entre 6 700 y 7 000 hectáreas con obras de toma y canales, como primera etapa de las construcciones definitivas. Este proyecto, de grandes repercusiones, ha sido estudiado en muchos de sus aspectos, además del que se refiere solamente al riego. Su relación beneficio-costo puede alcanzar a 3.4/1 o quizás hasta a 4/1, lo que es un valor muy alto. Parece evidente entonces que este proyecto debe impulsarse vigorosamente y con celeridad.

En la valiosa publicación de la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - Corporación de Puno (ONERN-CORPUNO) - titulada Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno (volumen 2) se encuentran interesantes referencias a otras obras hidráulicas de marcado interés regional. Se trata de los sistemas Ayaviri y Azangaro, que obtendrían agua de estos dos ríos para regar hasta 55 000 hectáreas. En el sistema Ayaviri se piensa construir un embalse para 21 millones de metros cúbicos y en el Azangaro, otro de 81 millones de metros cúbicos.

Una vez decidido el volumen de esos embalses, así como su modalidad de operación, se podría determinar el potencial hidroeléctrico de esas obras. Por ahora no es posible adelantar juicio alguno al respecto.

/De todos

De todos modos, es indudable que este aprovechamiento deberá coordinarse con el del proyecto de Lagunillas, mediante la derivación de las aguas de una serie de lagunas naturales hacia el río Yambo. Teniendo en cuenta los grandes potenciales hidroeléctricos que pueden obtenerse de este proyecto, quizás en forma económica, después de satisfacer las demandas del departamento de Arequipa quedarían fuertes remanentes (como mínimo de 200 2 300 MW) para el abastecimiento de Puno.

La utilización económica de estas grandes potencias presupone un ritmo de desarrollo agrícola e industrial bastante elevado, capaz de absorber esa energía. Uno de los principales usos podría ser el bombeo del agua subterránea, cuya presencia parece haberse determinado provisionalmente en lugares donde podrían habilitarse hasta 123 000 hectáreas de buenas tierras de cultivo.

Para que estos proyectos den frutos deberán estudiarse conforme a criterios de coordinación y oportunidad, tendiendo a seleccionar las obras que rindan beneficios máximos en el plazo más corto y cuya magnitud sea conmensurable con las necesidades y posibilidades de la zona.

Algunas investigaciones, como las referentes a las aguas subterráneas, deben plantearse a muy largo plazo, y comenzarse cuanto antes.

k) Proyectos varios

A continuación se mencionan algunos otros proyectos que parecen ofrecer la posibilidad de combinar el riego con la generación hidroeléctrica. Algunos de ellos son de menor envergadura o interés metodológico que los que se analizaron antes; otros se encuentran apenas en la fase de concepción o estudio; y sobre otros, la Misión careció de informaciones suficientes para emitir juicios definitivos.

En el gran proyecto de riego Chira-Piura, varias de cuyas etapas se han terminado, figura la obra de riego Quiroz para la colonización de San Lorenzo, con varias obras de aprovechamiento hidroeléctrico no muy grandes, pero sumamente útiles para la zona.

/En el

En el proyecto Moquegua se incluye el aprovechamiento de las aguas del río Tambo para riego y para generación de grandes bloques de energía hidroeléctrica, cuya magnitud aún no se ha decidido. Este proyecto beneficiaría a las mismas regiones que en el futuro recibirían las aguas derivadas del lago Titicaca, sin necesidad de hacer ahora grandes inversiones ni concertar convenios internacionales.

El proyecto de riego con las aguas del río Crisnejas, mediante su derivación transandina al río Jequetepeque en Cajamarca, beneficiaría a una 100 000 hectáreas y permitiría instalar una capacidad eléctrica que algunos estiman en 70 MW. En el estudio que actualmente se está llevando a cabo, se considera el aspecto hidroeléctrico, que no deberá perderse de vista en la versión final del proyecto.

El discutido proyecto de Chao-Viru-Moche-Chicama utilizaría las aguas de la cuenca del río Santa para mejorar el riego de 76 000 hectáreas y habilitar 60 000 hectáreas nuevas, para asentar algunas 36 000 personas. Desde el punto de vista hidroeléctrico, las regulaciones en la cuenca alta para asegurar el caudal necesario, permitirían aumentar considerablemente la capacidad en los tramos medios del Santa (ya aprovechados parcialmente), e instalar capacidades eléctricas adicionales. El costo del proyecto es muy alto (se estima en 4 500 millones de soles) y no se ha demostrado todavía que merezca prioridad en términos de rentabilidad económica (beneficio-costo).

Convendrá considerar también el proyecto de El Tigre (en el riego de Tumbes) que ahora se encuentra en la etapa de estudio de factibilidad, y algunos proyectos menores, como los del río Cachi en Apurimac.

/7. Consideraciones

7. Consideraciones generales sobre dos complejos hidáulicos estratégicos

En la sección precedente se analizaron un cierto número de proyectos importantes, algunos de los cuales son de uso múltiple del agua. Su elección estuvo orientada por el propósito de abarcar un número suficiente de proyectos en cada región, sin perder de vista, cuando fue posible, la importancia que revestían y su complejidad hidrológica o económica.

Se recordará que en la sección 6 se pasó revista a los proyectos que forman dos conjuntos de uso múltiple de gran interés para el país y que constituyen núcleos de desarrollo para las respectivas regiones. A fin de destacar ahora los problemas de complementación o incompatibilidad en los usos del agua y los de carácter económico, se han agrupado en lo que sigue en dos "complejos", que para abreviar serán denominados "complejo hidráulico de Arequipa" y el "complejo hidráulico del Norte".

Estos conjuntos no son, por supuesto, los únicos que existen en el Perú. Por el contrario, se cree que hay gran número de obras de aprovechamiento hidráulico, de uso múltiple o único, que exhiben determinadas relaciones físicas funcionales entre sí, y cuya evaluación económica no podría, o no debiera hacerse sin considerar el conjunto. Por consiguiente, la exposición siguiente - como muchas otras de este informe, - tiene fines metodológicos e ilustrativos y no puede ser considerada como un análisis exhaustivo de los problemas involucrados, ni mucho menos, del campo completo.

Estos dos complejos hidráulicos, como muchos otros similares, tienen elementos comunes de orden físico y económico. En el orden físico, puede ocurrir que si los proyectos se consideran por separado, cada uno de ellos cuente con una cuota hidráulica adecuada, pero al ser considerados en conjunto se advierta que hay déficit; por otra parte, puede ocurrir precisamente lo contrario, es decir, que cada una de las obras adquiera viabilidad hidráulica cuando el enfoque sea global y se planeen los embalses y derivaciones correspondientes o cuando, simplemente las aspiraciones sobrepasen las disponibilidades hidráulicas

/y los

y los conflictos sean irresolubles. En los aspectos económicos, puede acontecer que si los proyectos se consideran separadamente, algunos de ellos no ofrezcan garantías suficientes de factibilidad económica, pero sí la ofrezcan cuando aparecen como elementos de un plan general, en el que se engarzan lógica y eficientemente como parte de un todo.

Los dos complejos que aquí se analizarán, muestran aspectos que ilustran algunas de las situaciones aludidas. En particular, el complejo Arequipa resulta claramente comprendido en la consideración de orden hidráulico-económico global e interconexo, mientras el complejo del Norte deba, acaso, ser revisado muy a fondo, con abandono de algunas de sus partes, si no se hallaran fuentes hidráulicas económicas o para abastecer los déficit que se individualizan.

La demanda de agua se estima sobre la base de las necesidades de agua de los cultivos agrícolas, las condiciones climáticas y una eficiencia supuesta de 50 por ciento en el uso del agua. Esta última hipótesis sólo ofrece un orden burdo de magnitud, y su magnitud deberá estudiarse con sumo cuidado en cada caso. El primer componente es la pérdida por evaporación, que es muy alta en esas regiones del Perú. De allí el interés por construir embalses de poca superficie y mayor profundidad, si tal solución fuera viable. Los coeficientes promedios señalados en otros capítulos no deben remplazar un estudio más a fondo de las condiciones locales en cada caso.

En segundo término, figuran las pérdidas en los canales por efecto de la evaporación y las filtraciones. Estas pueden representar una proporción muy elevada del total, y en algunos casos convendría efectuar comparaciones de rentabilidad considerando el revestimiento de los tramos que ocasionan mayores pérdidas.

Finalmente las pérdidas en el uso propiamente dicho pueden ser excesivas y redundar en el mal aprovechamiento del agua y el anegamiento y salinización de los terrenos, por lo que conviene efectuar estudios especiales de las prácticas de riego.

En definitiva, debe tenerse en cuenta que si bien el coeficiente considerado de 50 por ciento, podría parecer muy elevado, en la práctica bien puede ser mayor. De cualquier manera sería conveniente mantener las pérdidas efectivas dentro de ese límite superior.

a) Complejo

a) Complejo Arequipa

Este complejo se compone de varios proyectos de riego interdependientes; algunos de ellos además cumplen objetivos de abastecimiento de agua potable y de generación hidroeléctrica.

Por consiguiente, habrá que construir obras complejas y costosas, efectuar transferencias de agua entre cuencas, construir embalses y sistemas de distribución. La superficie total que se proyecta regar abarca 120 000 hectáreas, de las cuales 95 000 corresponden a tierras nuevas y 25 000 a mejoras; un solo proyecto, el Majes-Lagunilla, abarca 88 000 hectáreas. Del total, 88 000 hectáreas se encuentran en la cuenca del río Majes y 32 000 en la del río Chili. Se han estimado las necesidades aproximadas de riego en casi 2 600 millones de metros cúbicos en un año medio. Esa cantidad se eleva en apenas 1.5 por ciento agregándole las necesidades de agua potable (cuadro 47, columna 2). En cuanto al uso no consuntivo, los gastos para la generación de energía hidroeléctrica podrían subir a 11.3 m^3/s. Como se verá, aquí tampoco se prevén conflictos.

Para hacer frente a esas demandas se dispone de los gastos del río Majes (14 años de observación en Huatiapa) y del río Chili (21 años en Charcani). No se consideran los aportes aguas abajo de estos puntos, que seguramente son muy escasos. Las viariaciones hidrológicas en ambos ríos son considerables; el río Majes aporta en un año normal más de 2 900 millones de metros cúbicos (esta sola cantidad basta con creces para cubrir la demanda - véase cuadro 47, columna 4); el río Chili aporta 400 millones y para satisfacer las necesidades es necesario importar un volumen adicional de 80 por ciento de esa cantidad del río Majes (cuadro 47, columna 6). Esa importación que equivale a más de 10 m^3/s es más que suficiente para satisfacer el gasto del sistema hidroelétrico de Charcani en la primera etapa.

/Cuadro 47

Cuadro 47

PERU: COMPLEJO AREQUIPA — BALANCE HIDRAULICO

Mes	Necesidades		Disponible						Exceso y déficit				Exceso acumulado
			Río Majes		Río Chili		Total		Exceso		Déficit		
	M^3/s	MCM a/	M^3/s	MCM	M^3/s	MCM	M^3/s	MCM	M^3/s	MCM	M^3/s	MCM	MCM
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Enero	91.2	244.3	170.6	456.9	24.6	65.9	195.2	522.8	104.0	278.5	-	-	218.5
Febrero	100.2	242.4	260.2	629.5	39.0	94.3	299.2	723.8	199.0	481.4	-	-	759.9
Marzo	86.7	232.2	267.6	716.7	34.3	91.9	301.9	808.6	215.2	576.4	-	-	1 336.3
Abril	82.2	213.1	109.0	282.5	15.4	39.9	124.4	322.4	42.2	109.3	-	-	1 445.6
Mayo	77.7	208.1	64.4	172.5	6.6	17.7	71.0	190.2	-	-	6.7	17.9	1.427.7
Junio	73.2	189.7	41.0	106.2	5.0	13.0	46.0	119.2	-	-	27.2	70.5	1 357.2
Julio	73.2	196.1	36.0	96.4	5.0	13.4	41.0	109.8	-	-	32.2	86.3	1 270.9
Agosto	73.2	196.1	30.4	81.4	4.6	12.3	35.0	93.7	-	-	38.2	102.4	1 168.5
Septiembre	82.2	213.1	27.7	71.8	4.5	11.7	32.2	83.5	-	-	50.0	129.6	1 038.9
Octubre	82.2	220.2	27.1	72.6	4.5	12.0	31.6	84.6	-	-	50.6	135.6	903.3
Noviembre	82.2	213.1	28.4	73.6	4.3	11.1	32.7	84.7	-	-	49.5	128.4	774.8
Diciembre	91.2	244.3	61.0	163.4	7.2	19.3	68.2	182.7	-	-	23.0	61.6	713.3
	-	2 612.7	-	2 923.5	-	402.5	-	3 326.0		1 445.6		732.3	-

a/ MCM = Millones de metros cúbicos.

/Del cuadro

Del cuadro 47 se infiere que el gasto combinado de ambos ríos excede en más de un 20 por ciento las necesidades de agua en un año normal, pero ese exceso no se distribuye en forma regular entre los distintos meses del año. Así, sólo habrá agua suficiente no regulada durante cuatro meses, y para el resto del año será necesario almacenar más de 730 millones de metros cúbicos adicionales (cerca de la cuarta parte del consumo anual total).

Se desprende también del cuadro 47 que en un año normal habrá un exceso de casi 1 450 millones de metros cúbicos, de los cuales se requiere almacenar sólo la mitad, para ser empleados durante los otros ocho meses. Los cuatro embalses previstos para el complejo poseen una capacidad estimada total superior a 1 100 millones de metros cúbicos (que se reduce en 100 millones si se considera que la capacidad de El Fraile se reduce a la mitad) de los cuales más de las tres cuartas partes se hallan localizados en la cuenca del Majes, de suerte que aparentemente sobra capacidad de almacenamiento. Pero antes de pronunciarse sobre el particular, es necesario analizar cada embalse con respecto a su localización. La Laguna Pañe se halla sobre el canal matriz y, por consiguiente, no habrá problemas para el suministro de agua. El Sibayo parece estar fuera del canal y requiere, entonces, un conducto especial de alimentación de 88 metros cúbicos por segundo. Lo mismo ocurre con el Fraile y Aguada Blanca, sobre el río Chili, pero su capacidad de almacenamiento sólo podría aplicarse a proyectos en esa cuenca.

El cuadro 48 presenta el balance hidráulico en el río Chili, que ofrece especial interés. Sólo durante dos meses habrá un exceso de agua, y ese exceso ascenderá a 55 millones de metros cúbicos, o sea a menos del 8 por ciento de las necesidades totales. El resto del año el déficit alcanza a casi 380 millones de metros cúbicos, y se necesita dar salida a 18.5 m^3/s en el mes de máximo déficit. Se comprende que con sólo 55 millones de metros cúbicos de exceso y 145 millones de metros cúbicos de volumen útil de embalse (en la hipótesis de que sólo se aprovechará la mitad del embalse El Fraile), el riego en esa cuenca depende esencialmente del almacenamiento sobre el Majes.

/Se necesitará

Se necesitará hacer transferencias de agua entre las cuencas, incluso durante los dos meses de exceso; el mínimo continuo es de 10.2 m^3/s. Por consiguiente, el almacenamiento en la cuenca del río Chili se convierte en embalses de rerregulación o de pasada, y se necesitan capacidades una vez y media mayores en la cuenca del Majes. Esto acrecienta el área superficial expuesta a la evaporación y puede no ser económico. Con todo, la situación de oferta-demanda de agua en el complejo, es adecuada.

Cuadro 48

PERU: COMPLEJO AREQUIPA - AGUA EN LA CUENCA DEL RIO CHILI

	Necesidades		Disponibilidades		Exceso y déficit				Acumulado
					Exceso		Déficit		
	m3/s	Millones de m3	m3/s	Millones de m3	m3/s	Millones de m3	m3/s	Millones de m3	Millones de m3
Enero	25.2	67.5	24.6	65.9	-	-	0.6	1.6	-321.7
Febrero	27.6	66.6	39.0	94.3	11.4	27.7	-	-	27.7
Marzo	24.0	64.3	34.3	91.9	10.3	27.6	-	-	55.3
Abril	22.8	59.1	15.4	39.9	-	-	7.4	19.2	36.1
Mayo	21.6	57.9	6.6	17.7	-	-	15.0	40.2	-4.1
Junio	20.4	52.9	5.0	13.0	-	-	15.4	39.9	-44.0
Julio	20.4	54.6	5.0	13.4	-	-	15.4	41.2	-85.2
Agosto	20.4	54.6	4.6	12.3	-	-	15.8	42.3	-127.5
Setiembre	22.8	59.1	4.5	11.7	-	-	18.3	47.4	-174.9
Octubre	22.8	61.0	4.5	12.0	-	-	18.3	49.0	-223.9
Noviembre	22.8	59.1	4.3	11.1	-	-	18.5	48.0	-271.9
Diciembre	25.2	67.5	7.2	19.3	-	-	18.0	48.2	-320.1
Año	-	724.2	-	402.5	-	55.3	-	377.0	-

/Como conclusión,

Como conclusión, puede decirse que el suministro de agua dentro del complejo es adecuado, si bien las operaciones de almacenamiento y conducción para la rerregulación provocan pérdidas excesivas por evaporación y filtración.

Es aconsejable que el complejo sea concebido como una unidad, mediante un plan general para toda la región, y que cada uno de los proyectos se considere como elemento o etapa del plan. En el proceso de su aplicación, se recomienda que se preste especial interés a las pérdidas por evaporación y filtración.

En cuanto a los aspectos administrativos y de planeamiento, no cabe duda que es preciso contar con un instrumento adecuado para darle el enfoque de conjunto que se recomienda. La Junta Departamental de Arequipa sería el organismo lógico para asumir la responsabilidad global del planeamiento coordinado y quizás de la ejecución de las etapas sucesivas o proyectos. Ese procedimiento aseguraría un desarrollo ordenado así como una distribución equitativa del agua entre los diferentes proyectos usuarios. De ninguna manera las actividades de la Junta deben entrar en conflicto con las actividades de los diferentes grupos subregionales encargados de la planificación y ejecución de los proyectos, ni disminuir su responsabilidad en cuanto a operación y mantenimiento. A ese efecto se podría formar asociaciones apropiadas, o mejorar las existentes, pero la entrega del agua estará siempre bajo la autoridad técnica supervisora de la Junta.

b) Complejo del Norte

Dos de los proyectos que forman ese complejo hidráulico corresponden a la Sierra y otros dos - de mucho mayor magnitud - a la Costa. Cada uno fue elaborado en forma independiente - aunque compiten por las mismas fuentes de agua - y se encuentran en distintas etapas de ejecución.

Las fuentes hidráulicas están formadas por cuatro ríos de la vertiente amazónica, tres de la del Pacífico y las aguas subterráneas de esta última región. Se proyectó la construcción de dos túneles

/transandinos (de

transandinos (de los cuales uno ya está terminado) y un embalse con una capacidad de 1 260 millones de metros cúbicos. Se espera regar 121 000 hectáreas en la primera etapa y 235 000 hectáreas en la etapa final y suministrar agua para generar energía en centrales con una capacidad de 120 000 kW (todas en Olmos).

Los proyectos son: Tinajones, Pampa de Olmos, Huancabamba y Shumba, y los ríos: Chamaya (formado por el Huancabamba y el Chotano), Llaucano, Manchara y Tabacones, en la vertiente amazónica y los ríos Olmos, Cascajal y Chancay, en el Pacífico. Los pormenores sobre la construcción y otras informaciones afines figuran en la sección 6.

Las demandas consolidadas de agua de riego aparecen en el cuadro siguiente:

	Hectáreas	
	Etapa inicial	Etapa final
Tinajones	69 000	90 000
Olmos	47 000	120 000
Huancabamba	5 000	5 000
Shumba		20 000
Total	121 000 a/	235 000

a/ Ese total se reduce a 116 000 hectáreas cuando se considera que 5 000 hectáreas en Olmos recibirán agua de fuentes subterráneas.

Teniendo en cuenta que por su emplazamiento las centrales hidroeléctricas parecen tener asegurado el caudal necesario para la generación de energía, sólo se consideran los usos consuntivos del agua, o sea, el riego.

Por el método habitual empleado en este informe se calcula que las necesidades de agua ascenderán a más o menos 2 900 millones de metros cúbicos en el año normal, con variaciones mensuales que fluctuarán

/de alrededor

de alrededor de 200 millones a 300 millones, y que corresponden a abastecimientos con un gasto continuo de 74 a 122 m^3/s (columnas 1 y 2 del cuadro 49.)

Entre las fuentes, los ríos que contribuirán más son el Chamaya y el Chancay, puesto que el Olmos y del Cascajal tienen un caudal pequeño, variable e inseguro. Las cantidades de agua disponible para riego son aportadas en sus dos terceras partes por el río Chamaya y el resto es aportado por el río Chancay. Cabe señalar que el Chancay presenta variaciones mensuales extremas, en tanto que las del Chamaya son más regulares. Se dispone pues de alrededor de 2 950 millones de metros cúbicos medios anualmente para satisfacer las necesidades de riego que ascienden a un poco más de 2 900 millones en la etapa inicial (columna 7 y 8 del cuadro 49). Como podrá observarse, el margen de seguridad es mínimo puesto que el embalse no tendrá suficiente capacidad para almacenar el exceso de escurrimiento en los meses de mayores crecidas.

En los meses de marzo a mayo se producirá un exceso hipotético de casi 474 millones de metros cúbicos, por lo que se requerirá una capacidad mínima de embalse de 435 millones. Como la capacidad prevista en la etapa inicial es de 710 millones, ella será más que suficiente, siempre que la localización de los embalses sea adecuada.

El balance hidráulico global muestra que incluso para la etapa inicial, puede ser necesario hallar fuentes suplementarias de agua para satisfacer las necesidades de riego.

Las fuentes de abastecimiento que se consideraron para la etapa final son los ríos Manchara, Tabaconas y Llaucano. No existen mediciones sobre esos ríos, o si las hay, son insuficientes. Haciendo algunas extrapolaciones, es posible suponer que el agua del río Llaucano, aprovechada durante la etapa inicial, pueda aliviar o solucionar el déficit anotado.

/Cuadro 49

Cuadro 49

PERU: COMPLEJO NORTE - BALANCE HIDRAULICO

(Etapa inicial)

	Necesidades		Disponible						Exceso o déficit				Acumulado
			Río Chancay		Río Chamaya		Total		Exceso		Déficit		
	m^3/s	MCM a/	m^3/s	MCM	m^3/s	MCM	m^3/s	MCM	m^3/s	MCM	m^3/s	MCM	MCM
Enero	104.4	279.6	24.7	66.1	62.0	166.1	86.7	232.2	-	-	17.7	47.4	49.1
Febrero	121.8	294.7	44.0	106.4	73.4	177.6	117.4	284.0	-	-	4.4	10.7	38.4
Marzo	108.8	291.4	68.4	183.2	105.4	282.3	173.8	465.5	65.0	174.1	-	-	174.1
Abril	104.4	270.6	89.5	232.0	105.8	274.2	195.3	506.2	90.9	235.6	-	-	409.7
Mayo	95.7	256.3	38.2	102.3	81.4	218.0	119.6	320.3	23.9	64.0	-	-	473.7
Junio	82.7	214.4	20.0	51.8	59.7	154.7	79.7	206.5	-	-	3.0	7.9	465.8
Julio	74.0	198.2	10.8	28.9	49.4	132.3	60.2	161.2	-	-	13.8	37.0	428.8
Agosto	74.0	198.2	7.3	19.6	41.2	110.3	48.5	129.9	-	-	25.5	68.3	360.5
Septiembre	78.3	203.0	8.4	21.8	43.4	112.5	51.8	134.3	-	-	26.5	68.7	291.8
Octubre	78.3	209.7	15.3	41.0	55.9	149.7	71.2	190.7	-	-	7.1	19.0	272.8
Noviembre	87.0	225.5	16.3	42.2	49.2	127.5	65.5	169.7	-	-	21.5	55.8	217.0
Diciembre	100.0	267.8	18.0	48.2	37.0	99.1	55.0	147.3	-	-	45.0	120.5	196.5
Año		2 909.4	-	943.5	-	2 004.3	-	2 947.8	-	473.7	-	435.3	

a/ MCM = Millones de metros cúbicos.

/Se comprueba,

Se comprueba, pues, que ya en la etapa inicial existen déficit de agua que sólo pueden ser remediados recurriendo al aprovechamiento de fuentes que se proyectaba emplear en las etapas más adelantadas de los proyectos. Pero, los ríos que forman parte del complejo no tienen suficiente agua para atender la demanda en las etapas finales y lo que es peor no parece haber otras fuentes superficiales suplementarias en la región, que podrían ser económicamente utilizadas para proveer el agua que se necesita. Si se comprobara que realmente no existen más fuentes que las señaladas, se reduciría radicalmente la capacidad de riego y disminuiría la superficie que se proyecta regar mediante los cuatros proyectos.

Por consiguiente, es imprescindible que las autoridades encargadas consideren cuanto antes las posibilidades y ventajas de los proyectos teniendo en cuenta lo dicho anteriormente. Para ese objeto lo mejor sería crear una comisión conjunta dependiente de CNERN, que después de identificar las fuentes reales de abastecimiento disponibles, proponga la distribución de los recursos de agua entre los proyectos en una forma que asegure la obtención de beneficios máximos con un costo mínimo.

c) El sistema Marcapomacocha

Quizá el complejo más importante para el aprovechamiento y el uso de los recursos hidráulicos sea aquel que, con su centro en Lima, abarca por el este hasta el río Mantaro, afluénte del Amazonas. Los programas y proyectos que corresponden a ese complejo comprenden el aprovechamiento integral de los recursos hidráulicos del "Gran Lima", el esquema de generación, transmisión y distribución hidroeléctrica del Mantaro, el riego en el valle de ese río, y los proyectos del sector privado para la generación y uso de la energía hidroeléctrica (y parcialmente la térmica), principalmente en los núcleos urbano-industriales, pero también en las zonas rurales.

El documento más completo para los fines de planeamiento es el informe de la Comisión Coordinadora del Sistema Marcapomacocha. Además, existen varios informes y documentos relativos al proyecto

/de aprovechamiento

de aprovechamiento hidroeléctrico del Mantaro y sus posibilidades de riego. Este último tema es tratado también en Un millón de hectáreas.

El informe de la Comisión Coordinadora presenta un plan que ofrece varias posibilidades optativas y comprende el riego, abastecimiento de agua potable e industrial y generación hidroeléctrica, para atender las necesidades actuales y las proyectadas para el año 2000. Las fuentes de abastecimiento del agua están localizadas en los ríos Chillón, Rimac y Lurín en la vertiente del Pacífico y en los afluentes del río Mantaro en la Amazónica. El plan incluye varios embalses, tomas y túneles, que permitirían extraer hasta 26 m^3/s del río Mantaro. Se proyecta aumentar la generación hidroeléctrica y desarrollar la extracción del agua subterránea en la costa occidental.

Existe un vasto plan de aprovechamiento hidroeléctrico del Mantaro para lograr una capacidad instalada de 770 MW, que comprende varias etapas, la primera de las cuales - después de ciertas demoras -, ya ha sido iniciada. Ese proyecto depende por entero de las aguas del río Mantaro y sus afluentes y comprende una vasta red de obras, que incluyen embalses en diferentes puntos.

Para realizar el programa de riego habrá que prolongar el canal en la margen izquierda del río Mantaro, para abastecer las necesidades de 4 500 hectáreas adicionales. No se ha podido obtener la información respecto a superficie regada en la actualidad con agua de esa procedencia.

Además de los proyectos mencionados, el sector privado ha hecho instalaciones para el aprovechamiento hidroeléctrico aguas arriba de los puntos en que se proyecta construir centrales hidroeléctricas y hace también uso del agua para fines industriales.

El informe de la Comisión Coordinadora del Sistema Marcapomacocha es excelente, y subraya la necesidad de un planeamiento regional integral; pero, lamentablemente, no considera todos los problemas de competencia por el uso del agua, sino los que surgen en el Gran Lima. Desde el momento en que presenta posibilidades optativas que suponen extraer distintos caudales de los afluentes del Mantaro, las soluciones definitivas tendrán importante efecto sobre otros.

/Para evitar

Para evitar pérdidas graves e irreparables es imprescindible estudiar las posibilidades optativas antes que las obras del conjunto de proyectos se encuentren tan adelantadas que no sea practicable hacerlo.

8. Conclusiones

Los recursos hidráulicos del Perú no se distribuyen en forma uniforme y su importancia en las tres regiones principales del país. El potencial hidráulico de la Costa del Pacífico y su aprovechamiento siguen siendo decisivos para el crecimiento económico de esa región. Es evidente que por la escasez de agua en la región costera, su exceso en la región amazónica y su distribución relativamente más equilibrada en la Sierra, no cabe aplicar un criterio común para la formulación de un plan nacional de aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

Muchos de los planes proyectan desviar las aguas de las zonas en que abundan hacia la árida faja costera en que son escasas. Hasta la fecha los problemas de competencia por el uso del agua que se han presentado han sido pocos y de escasa importancia relativa, pero con el tiempo pueden llegar a ser decisivos. Los conflictos no se presentarán solamente entre los usos consuntivos y los que no lo sean (riego y generación hidroeléctrica por ejemplo), sino también entre diferentes usos consuntivos (riego, agua potable, etc.) abastecidos por una fuente acuífera común. También es probable que se presente conflictos entre el desarrollo hidroeléctrico en la hoya amazónica y los proyectos de uso múltiple en la Costa.

Las cinco regiones más importantes en las cuales esos conflictos pueden agravarse considerablemente si no se encuentran cuanto antes soluciones satisfactorias, son las del complejo de Arequipa, que incluye tres proyectos de riego, dos de abastecimiento municipal de agua y dos de aprovechamiento hidroeléctrico; el complejo del Norte, que comprende dos vastos e importantísimos proyectos de riego en la costa del Pacífico, tres proyectos menores de riego en la Sierra abastecidos con agua de la vertiente amazónica y uno y posiblemente dos proyectos hidroeléctricos en la Costa; el sistema de Marcapomacocha, que comprende los proyectos de aprovechamiento múltiple del agua en el Gran Lima, una serie de centrales hidroeléctricas en la hoya amazónica, los proyectos de riego en la Sierra

/ya mencionados

ya mencionados y otros por definir, y los proyectos de aprovechamiento del sector privado que ya se encuentran en ejecución; el de Aricota-Ite Norte, que comprende proyectos de riego y de generación hidroeléctrica y el del lago Titicaca, de cuya vertiente se derivarían aguas para diversos proyectos de riego que entrarían en conflicto con las necesidades de agua para la navegación.

No existe un programa nacional para el desarrollo integral y coordinado de los recursos hidráulicos del Perú. En cambio existen varios proyectos y programas regionales, no siempre compatibles entre sí, cuyos variados ritmos de avance responden a necesidades reales o presiones derivadas de los intereses regionales y locales.

Los programas analizados no siempre se ajustan a la realidad, y a menudo difieren entre sí en cuanto a metas, inversiones y plazos. La multiplicidad de instituciones encargadas del planeamiento y desarrollo hidráulico crea confusiones y ocasiona pérdidas de tiempo, a la vez que representa una subutilización de los escasos fondos y el personal técnico calificado. Simultáneamente, la excesiva centralización administrativa crea graves obstáculos para el eficaz cumplimiento de los programas regionales de construcción de obras.

Los informes periódicos presentados por las distintas instituciones sobre el progreso de las obras difieren en cuanto a los datos básicos, carecen de uniformidad y suelen dejar bastante que desear. Así ocurre, por ejemplo, que en distintos informes una misma obra aparece en etapas distintas de ejecución, o como terminada, en circunstancias que acaba de iniciarse su construcción o no se ha autorizado la inversión.

Las discrepancias mencionadas subrayan la necesidad de fijar una política nacional de desarrollo de los recursos hidráulicos, establecer sistemas uniformes y seguros para la preparación de los informes y efectuar una sustancial reorganización institucional y administrativa a fin de asegurar la centralización y coordinación de los servicios respectivos, manteniendo una fuerte participación regional en el planeamiento y ejecución.

En suma, es imperioso prestar atención preferente a la forma en que se obtiene y utiliza la información básica y estudiar cuidadosamente las soluciones optativas antes de elegir una de ellas. Ese es el caso, por

/ejemplo, de

ejemplo, de las ampliaciones de superficies regadas que podrían ser innecesarias si se usa en forma más racional el agua o se efectúa una mejora sustancial en la administración, los métodos y las prácticas agrícolas.

Cuando no se ha indicado claramente en el mismo proyecto el uso final que se dará al agua (como suele ocurrir en la Costa), se producen discrepancias tanto en el destino como en los volúmenes utilizados o necesarios para los diferentes usos. Sería aconsejable proceder a una revisión completa de todos los proyectos que presentan esas características, para determinar sobre una base objetiva, las características de construcción de las obras, su forma óptima de explotación y los probables beneficios económicos. Los factores esenciales para asegurar el éxito y la máxima contribución a la economía nacional o regional son un calendario ajustado a la realidad y un programa adecuado de financiamiento.

En su Evaluación del programa de inversiones públicas 1964-65, el Comité de los Nueve de la Alianza para el Progreso formula algunas sugerencias que se consideran muy oportunas.

Una de ellas concierne a la necesidad de estudiar la recuperación de unas 250 000 hectáreas con diversos grados de ensalitramiento, con un costo unitario que se estima muy inferior al necesario para regar nuevas tierras. La experiencia de otros países de América Latina enseña que suelen presentarse problemas de esa índole y que antes de pronunciarse hay que hacer una comparación cuidadosa de las regiones y proyectos concretos a fin de decidir si conviene más recuperar los terrenos impregnados de salitre o ampliar la superficie regada.

La otra se refiere a acordar "alta prioridad a la terminación de proyectos ya en operación, pero que requieren nuevas inversiones para realizar su capacidad máxima de producción con una dotación óptima del agua disponible, o el que se concentre inicialmente la acción en pocos proyectos, pero para los cuales se disponga de estudios de factibilidad".

Finalmente, el Informe menciona los avances de la reforma agraria, señalando que en la primera etapa es aconsejable concentrar la acción en los grandes latifundios y en las tierras adquiridas por las compañías mineras a las comunidades indígenas. Si el gobierno decidiera seguir ese procedimiento, sería muy interesante investigar detenidamente si en esos terrenos pudieran surgir necesidades de agua de riego que no se habían previsto en el plan general.

/Capítulo VII

Capítulo VII

ENERGIA HIDROELECTRICA

1. Características generales

Para apreciar en su verdadera perspectiva el problema de la hidroelectricidad en el Perú será necesario primero considerar brevemente la situación global en materia de electricidad - incluida la generación de hidroelectricidad - y, en forma más general, la de la energía.

Una característica sobresaliente del sector de electricidad del Perú es la desigual distribución de la energía generada con respecto a la población y, sobre todo, a la superficie. Así, los departamentos de Lima, Callao y Pasco concentran cerca del 60 por ciento de esa energía, en tanto que sólo les corresponde el 25 por ciento de la población y menos del 5 por ciento de la superficie. El departamento de Junín, que les sigue en importancia, presenta menos del 10 por ciento y el de Moquegua, menos del 8 por ciento. (Véanse los cuadros 50 y 51.)

En cuanto a las fuentes de abastecimiento de energía eléctrica, ellas son predominantemente (alrededor de 85 por ciento del total) empresas privadas de servicio público, para Lima y Callao, y casi exclusivamente autoproductores para la región minera de Pasco, Junín y Moquegua.

Otra característica de la industria eléctrica peruana, que acentúa más aún esa distribución desigual es la abundancia de pequeñas centrales. De casi 1 000 plantas eléctricas instaladas, casi las dos terceras partes cuentan con menos de 100 kW cada una. (Véase el cuadro 52.) Esa dispersión y el hecho de que esas instalaciones sólo pueden funcionar pocas horas al día (véase el cuadro 53) y a costos elevados, explica la falta de difusión de esos servicios en el país y la ausencia de sistemas integrados.

Como se verá más adelante, la tendencia a establecer sistemas zonales reporta ventajas muy considerables con grandes beneficios de inversión, factor de utilización y costos de funcionamiento. Pero para ello se requiere gran demanda de energía y la posibilidad de intercambio o complementación entre las partes componentes del sistema.

/Cuadro 50

Cuadro 50

PERU: GENERACION DE ELECTRICIDAD DE SERVICIO PUBLICO Y DE AUTOPRODUCTORES POR DEPARTAMENTOS, 1965

Departamento	Superficie en km2	Población (miles) (1965)	Servicio público (GWh)		Autoproducción (GWh)		Total	
			Hidráulica	Térmica	Hidráulica	Térmica	GWh	En porcentaje del total (aproximado)
Amazonas	41 297	138.4	(x)	0.6	-	0.1	0.7	0.1
Ancash	36 308	647.2	239.7		8.7	12.7	261.1	6.5
Apurímac	20 654	311.7	0.7	-	0.3	-	1.0	0.1
Arequipa	63 528	440.5	55.2	5.3	4.9	6.4	71.8	1.8
Ayacucho	45 503	442.1	-	-	5.9	1.4	7.3	0.2
Cajamarca	35 418	851.4	1.9	0.1	5.4	7.4	14.8	0.4
Callao	74	Incluida en Lima	-	-	-	63.3	63.3	1.6
Cuzco	84 141	678.5	100.2	0.7	0.5	8.8	110.2	2.8
Huancavélica	22 871	331.1	-	-	14.5	13.9	28.4	0.7
Huánuco	35 315	371.4	1.8	0.7	-	1.7	4.2	0.1
Ica	21 251	291.6	-	19.7	-	141.5	170.6 a/	4.3
Junín	32 354	586.0	7.7	3.8	349.4	2.5	363.4	9.1
La Libertad	23 241	661.8	-	1.8	-	130.3	132.1	3.3
Lemba Yeque	16 586	393.1	-	23.2	-	92.4	115.6	2.9
Lima	33 895	2 666.0	1 339.2	23.2	44.7	228.5	1 635.6	40.9
Loreto	478 336	400.4	-	9.5	-	-	9.5	0.2
Madre de Dios	78 403	18.1	-	0.2	-	-	0.2	0.1
Moquegua	16 175	57.9	-	1.5	-	291.0	292.5	7.3
Pasco	21 854	158.2	-	18.4	572.2	13.6	585.8	14.6
Piura	33 067	761.3	-	18.1	-	83.6	101.7	2.5
Puno	72 382	763.0	-	3.6	-	13.1	16.7	0.4
San Martín	53 064	188.1	-	0.9	-	0.4	1.3	0.1
Tacna	14 767	75.6	-	4.8	-	6.1	10.9	0.3
Tumbes	4 731	65.4	-	2.4	-	0.7	3.1	0.1
Total	1 285 215	11 298.4	1 746.4	120.1	1 006.5	1 119.4	4 001.8 a/	100.0

a/ Incluye la producción por gravedad de la Marcone Mining Co. (9.4 GWh).

/Cuadro 51

Cuadro 51

PERU: CAPACIDAD ELECTRICA INSTALADA POR DEPARTAMENTOS, 1965

(En MW)

Departamento	Servicio público		Autoproductores		Total
	Hidro-electricidad	Termo-electricidad	Hidro-electricidad	Termo-electricidad	
Amazonas	0.28	0.97	-	1.31	2.56
Ancash	51.50	6.26	2.66	3.76	64.18
Apurimac	1.42	0.21	1.33	-	2.96
Arequipa	10.89	14.50	2.92	4.37	32.68
Ayacucho	0.87	0.84	2.05	1.04	4.80
Cajamarca	1.09	1.51	1.83	0.90	5.33
Callao	Incluido en Lima				
Cuzco	20.80	4.04	2.42	0.58	27.84
Huancavélica	0.66	0.14	4.85	-	5.65
Huánuco	0.71	1.20	1.40	-	3.31
Ica	Muy pequeña	11.75	-	30.81	42.56
Junín	4.53	1.48	83.79	8.53	98.33
La Libertad	0.46	4.09	12.67	31.32	48.54
Lambayeque	-	10.86	1.31	18.78	30.95
Lima	400.39	78.29	8.05	45.66	532.39
Loreto	-	3.84	-	8.84	12.68
Madre de Dios	-	0.30	-	1.31	1.61
Mcquehua	0.15	1.07	-	179.69	180.91
Pasco	0.61	0.10	167.05	3.62	171.38
Piura	0.20	10.99	-	19.06	30.25
Puno	0.21	6.12	1.47	6.20	14.00
San Martín	-	0.91	-	1.31	2.22
Tacna	-	2.11	-	7.78	9.89
Tumbes	-	0.12	-	1.51	1.63
Total	494.77	161.70	293.80	376.38	1 326.65

/Cuadro 52

Cuadro 52

PERU: CLASIFICACION DE PLANTAS ELECTRICAS,[a] 1962

	Plantas hidroeléctricas		Plantas termoeléctricas		Total
	Servicio público	Auto-productores	Servicio público	Auto-productores	
Total de plantas	178	109	273	388	948
Plantas con potencia de 100 kW o menos a/	147	53	221	207	628
Plantas con una sola unidad	159	60	212	197	628
Total de generadores	214	204	416	801	1 635

Fuente: Estadística de los servicios eléctricos del Perú, boletín No. VII, 1962.

a/ Se excluyen las unidades con menos de 8 kW.

/Cuadro 53

Cuadro 53

PERU: FACTORES DE PLANTA DE GENERADOR, 1962 Y 1965

	1962		1965	
	Servicio público	Auto-productores	Servicio público	Auto-productores
A. Plantas hidroeléctricas				
Capacidad de generación instalada MW	247.6	196.2	494.8	293.8
Energía eléctrica generada, GWh	1 197.5	745.5	1 746.4	1 006.5
Factor anual de planta en kWh generados por kW de capacidad instalada	4 840.0	3 800.0	3 530.0	3 426.0
B. Plantas termoeléctricas				
Capacidad de generación instalada (MW)	147.8	274.5	161.7	376.4
Energía eléctrica generada (GWh)	202.6	910.2	120.1	1 119.4
Factor anual de planta en kWh generados por kW de capacidad instalada	1 370.0	3 310.0	743.0	2 974.0
C. Factor de planta para el conjunto en kWh por kW de capacidad instalada	3 540.0	3 520.0	2 843.0	3 172.0
D. Factor combinado de planta anual	3 530.0		3 009.0	

/Con el

Con el propósito de comparar, sobre una base uniforme, la situación de la electricidad con respecto a la de la energía, se asignó a la generación hidroeléctrica su valor equivalente en combustible necesario para haberla producido en centrales térmicas peruanas. (Véase el cuadro 54.) Se observa que la energía eléctrica desempeña un papel secundario - aunque importante - dentro de la energía total, que su importancia va creciendo y que predomina la hidroelectricidad. Se observa, además, que el sector industrial (incluido el minero) absorbe la mayor proporción de la energía total y también de la electricidad.

Así, pues, la hidroelectricidad representa la parte principal del abastecimiento eléctrico del Perú, lo que no es de extrañar en vista de su considerable potencial hidroeléctrico. Sin embargo, ese aprovechamiento constituye sólo una ínfima proporción del potencial (véase la sección 3) y hasta fecha muy reciente, la casi totalidad de las obras hidroeléctricas se construían para utilizar apenas el Q mínimo. La gran irregularidad de los cursos superficiales de agua en el Perú (véase el capítulo III) determina una gran subutilización de las posibilidades naturales de la energía hidráulica.

Sería erróneo considerar los sectores de energía o electricidad en forma aislada del resto de la economía. Sólo al vincular el comportamiento de ese servicio básico indispensable para el progreso económico y social con los requerimientos que del mismo se hacen, podrá juzgarse su capacidad para establecer la necesaria infraestructura. Al hacer esa conexión se advierte que la utilización de la capacidad eléctrica ha sido en general deficiente, dejando un importante margen de reserva. De ese modo, no debe culparse a ese servicio por su menguada importancia numérica, aunque, de todos modos, el progreso ha sido rápido (11 por ciento anual en la última década). La razón de ello está en que el desarrollo económico general no ha sido capaz de generar la demanda necesaria.

/Cuadro 54

Cuadro 54

PERU: EVOLUCION DE LA ENERGIA Y DE ALGUNOS INDICES BASICOS EN ALGUNOS AÑOS

		1952	1956	1960	1964	1970	1974
Energía total	Miles de toneladas de petróleo equivalente	2 340.0	2 700.0	3 570.0	4 530.0	7 300.0	9 900.0
Petróleo y derivados / Energía total	Porcentajes	72.6	70.4	70.0	72.8	71.1	70.7
Energía eléctrica total	Miles de toneladas de petróleo equivalente	380.0	610.0	990.0	1 450.0	2 600.0	3 700.0
Energía eléctrica / Energía total	Porcentajes	16.3	22.6	27.8	32.0	36.0	37.0
Energía eléctrica total	GWh	1 050.0	1 620.0	2 650.0	3 880.0	6 950.0	9 900.0
Capacidad instalada total	MW	323.0	460.0	779.0	1 108.0	1 800.0	2 400.0
Demanda máxima en servicio público	MW	82.0	120.0	155.0	221.0	390.0	600.0
Generación eléctrica Gran Lima	GWh	315.0	478.0	619.0	1 080.0	2 100.0	3 100.0
Uso industrial y minero	GWh	770.0	1 220.0	2 040.0	2 900.0	...	...
Horas de utilización de la capacidad instalada							
Total	Horas	3 260.0	3 530.0	3 400.0	3 600.0	3 900.0	4 100.0
Servicio público	Horas	2 900.0	3 300.0	3 380.0	3 500.0	3 800.0	4 000.0
Centrales hidroeléctricas	Horas	4 400.0	4 700.0	4 300.0	4 800.0	...	...
Tasas de crecimiento							
Generación total	Porcentajes	-	11.6	13.0	10.0	10.2	9.5
Capacidad total	Porcentajes	-	9.2	14.0	9.4	13.4	6.8

/Para ubicar

Para ubicar mejor el problema y proyectar las necesidades de energía hidroeléctrica deberá comenzarse por dar una visión de conjunto en materias de energía y electricidad. Del cuadro 54 se desprende que en el balance integral de energía corresponde la parte preponderante a los derivados del petróleo. La electricidad abarca 30 por ciento y, dentro de ella, la hidroeléctricidad representa el 70 por ciento.

Debe notarse que la energía provista por el carbón mineral representa sólo de 2 a 3 por ciento de la energía comercial y se estima que en 1965-66 la leña y el bagazo aumentan en más de la cuarta parte los totales indicados en el cuadro 54.

Sin embargo, y pese a que el Perú es productor y exportador de petróleo, esa creciente demanda ha motivado que proporciones cada vez más importantes de petróleo crudo y derivados nacionales se destinen al mercado interno. Simultáneamente han crecido las importaciones con los consiguientes efectos sobre el déficit del balance de pagos. (Véase el cuadro 55.)

Cuadro 55

PERU: EXPORTACION E IMPORTACION DE COMBUSTIBLES EN ALGUNOS AÑOS

Año	Exportación	Importación	Balance neto aproximado (millones de dólares)
	Porcentaje del total		
1950	14.0	1.5	+20
1955	8.5	3.0	+10
1958	5.5	2.5	+5
1960	4.0	4.5	0
1963	2.0	3.0	-10
1964	2.0	3.5	-10
1965	0.9	2.9	-15
1966	0.6	3.2	-21

/El consumo

El consumo de electricidad no alcanza altos niveles en el Perú. De apenas 1 000 millones de kWh en 1950, aumenta a una tasa superior a 12 por ciento hasta 1959-60 y de 10 a 11 por ciento desde entonces hasta 1965. Los ritmos son elevados, particularmente en el decenio reciente, y la generación alcanza ahora un nivel anual de 4 000 millones de kWh. Pese a esa circunstancia, el consumo por habitante (350 kWh) es todavía relativamente bajo en comparación con el promedio de toda América Latina (430 kWh por habitante).

Descontando el elevado consumo de electricidad de las faenas minero-metalúrgicas quedaría un coeficiente por habitante de sólo 200 kWh. Por otro lado, hay gran disparidad entre las diversas zonas del país, y muy en particular entre Lima y las demás localidades. Mientras para Lima-Callao se registra un consumo medio de 600 kWh por habitante, para el resto del país este consumo es apenas del orden de 100 a 120 kWh por habitante. Las cifras anteriores no incluyen el consumo de la minería que se satisface casi todo mediante la autogeneración; si lo incluyeran el coeficiente para el interior del país se elevaría a 250 kWh por habitante. Si además se excluyen las poblaciones de la costa, se observa que el interior del país posee una mínima proporción de la energía eléctrica, quedando vastas comarcas sin este servicio.

El abastecimiento público de electricidad (sin considerar la autogeneración) proviene de un grupo de centrales relativamente grandes (concentradas prácticamente para el servicio de Gran Lima), de plantas medianas y pequeñas (ubicadas en centros poblados de alguna importancia) y de unas 500 plantas muy pequeñas cuya potencia media es de unos 30 kW.

La relación entre la potencia eléctrica instalada de origen técnico e hidráulico, queda indicada en los cuadros 56 y 57. En todos los casos predomina la hidroelectricidad por un margen que aunque no muy grande tiende a aumentar, si bien está sujeto a oscilaciones. En generación el porcentaje es casi siempre algo mayor.

/Cuadro 56

Cuadro 56

PERU: EVOLUCION EN ALGUNOS AÑOS INDICES DE GENERACION Y POTENCIA

	Total a/ (GWh y MW)	Porcentajes				Porcentaje de Hidráulica	
		Servicio		Fuente			
		Público	Privado	Hidroeléctrica	Térmica	Público	Privado
1940							
Generación	640	50	50				
Potencia	215	50	50	68	32	72	64
1950-52							
Generación	1 000	45	55	80	20		
Potencia	300	50	50	60	40	72	51
1954-56							
Generación	1 500	42	58	74	26		
Potencia	430	45	55	56	44	66	47
1958							
Generación	2 000	45	55	70	30		
Potencia	650	45	55	61	39	73	72
1960							
Generación	2 700	45	55	67	33		
Potencia	780	45	55	53	47	64	45
1962							
Generación	3 200	43	57				
Potencia	930	43	57				
1964							
Generación	3 700	48	52	64	36	85	47
Potencia	1 050	48	52	69	31	75	58
1965							
Generación	4 000	47	53	69	31	94	48
Potencia	1 330	49	51	59	41	75	44

/Cuadro 57

Cuadro 57

PERU: PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA POR FUENTE, 1965

Fuente	Servicio público		Autoproductores		Total	
	GWh	Porcentaje	GWh	Porcentaje	GWh	Porcentaje
Hidráulica	1 507.0	93.3	1 247.0	52.2	2 754.0	68.8
Diesel	75.0	4.6	314.5	13.2	389.5	9.7
Vapor	19.5	1.2	815.4 a/	34.2	834.9	20.9
Turbina a gas	14.0	0.9	-	0.0	14.0	0.4
Por gravedad	-		9.4 b/	0.4	0.4	0.2
Total	1 615.5	100.0	2 386.3	100.0	4 001.8	100.0

a/ Aproximadamente las dos terceras partes son derivados de petróleo, 20 por ciento con bagazo y 15 por ciento con gases de hornos.

b/ Con el agua que se bombea de las minas.

En cuanto al destino final del total de energía eléctrica generada en años recientes, 70 por ciento del total (unas dos terceras partes se generan en plantas propias) se consume en la industria fabril, agroindustrial y minera. El consumo absorbe menos del 25 por ciento del total, pero casi el 50 por ciento de la energía generada en servicio público. De este total público, Lima-Callao absorbe 80 por ciento.

De tal manera, y en forma similar a otros países latinoamericanos y también de Africa y el Asia, las actividades de transformación primaria vinculadas con la exportación (minería y metalurgia de metales no ferrosos y del hierro, el azúcar y parte del algodón) absorben proporciones muy elevadas de la generación de electricidad, no menos del 40 por ciento de la energía de servicio público y la casi totalidad de la autogeneración.

/En parte

En parte debido a esa misma causa - y pese al elevado potencial hidroeléctrico disponible - la proporción de energía de ese origen no supera en mucho a la termoeléctrica y muestra considerables oscilaciones entre períodos. Otra causa reside en la desigual distribución del potencial hidroeléctrico a que se hizo referencia. Así, la región Norte (donde se hallan las principales explotaciones agroindustriales y el petróleo) posee un potencial muy reducido y tanto en autoproducción como servicio público deben recurrir a los combustibles para la generación de electricidad (casos de Piura, Chiclayo, Trujillo). (Véase nuevamente el cuadro 56.)

El cuadro 57 detalla la generación de electricidad por fuente. Se observa que cerca del 65 por ciento es de origen hidráulico, siguiéndole las turbinas a vapor y los motores diesel. Más del 40 por ciento lo generan y distribuyen las empresas de servicio público y el resto corresponde a los autoproductores.

Para tener una idea del consumo relativo de electricidad en el Perú, conviene referirse a los "coeficientes de electrificación". Estos índices resultan de dividir el consumo eléctrico total en kWh por el consumo total de energía expresado en kg de petróleo equivalente de 10 700 ca/kg. Ese coeficiente pasa de 0.81 en 1954 a 1.18 en 1965, lo que indica que el consumo de energía eléctrica aumenta a ritmos mucho más elevados que el correspondiente a otras formas de energía principalmente las derivadas de los combustibles. En el período considerado el consumo bruto de los derivados de petróleo casi se duplica, mientras se triplica el de energía eléctrica.

De los 1 564 distritos que componen el país casi 600 poseen servicios eléctricos mientras que cerca de 1 000 carecen de ellos. Súmese a lo anterior el hecho de que 57 por ciento de la población vive en zonas rurales y se tendrá una idea de la magnitud del problema que implica abastecer de ese servicio esencial a grandes masas de población diseminadas en vastas extensiones territoriales.

Las horas de utilización de la capacidad instalada han ido aumentando, si bien con áltibajos, debido a que anticipándose a la demanda se han incorporado bloques de potencia cuya utilización es incompleta en los primeros años. Esto explica en parte por qué el coeficiente de utilización ha

/sido inferior

sido inferior en servicios públicos aunque ha ido mejorando hasta llegar aproximadamente a 45 por ciento, frente al 40 por ciento de la autogeneración, para luego volver a bajar en 1965 por la causa señalada.

Tanto ese bajo coeficiente de utilización como el exceso de potencia instalada con respecto a la potencia garantizada se debe, en no escasa medida, a la falta de regulación (embalses) de los cursos de agua. Se aprovecha en la mayoría de los casos sólo el 0.95, con el resultado de que la potencia instalada supera en 35 por ciento a la demanda máxima. En algunas obras ya terminadas y en otras en curso o en proyecto para los principales aprovechamientos hidroeléctricos, se irá corrigiendo parcialmente esa situación. La interconexión de zonas y más adelante de regiones más vastas con diferentes características eléctricas, permitirá mejorar también el aprovechamiento de ese gran capital instalado en equipos de generación.

Si se compara ese coeficiente (potencia instalada/potencia garantizada) hacia 1962-64 en los sistemas (plantas en las redes) y centros aislados de producción, se comprueba que para los primeros es de 1.25 y para los otros de 1.65 (dando 1.35 para el conjunto). Se ve claramente la ventaja que reportan los sistemas.

La generación de energía eléctrica de servicio público ha crecido a un ritmo medio de casi 11 por ciento desde 1958, si bien éste se ha desacelerado un tanto en el último trienio. Los cuadros 58 a 61 indican la participación y evolución de los principales abastecedores, por regiones.

/Cuadro 58

Cuadro 58

PERU: POTENCIA INSTALADA Y GENERACION, TOTAL Y POR HABITANTE, 1965

	Potencia total 1965 MW	Potencia autoproducción en porcentaje de la total	Potencia instalada por habitante Watt/habitante		Generación (1964) GWh		Generación por habitante KWh/habitante	
			Total	Servicio público	Total	Servicio público	Total	Servicio público
Lima y Callao	400	20	180	150	1 520	1 250	690	570
Región costera central a/	80	80	270	55	204	45	680	150
Región minera central a/	200	90	170	15	913	15	790	13
Región norte a/	190	50	80	40	620	280	260	117
Región sur a/	60	80	50	10	340	10	310	9
Región Cuzco	30	10	50	45	31	20	50	33
Región Arequipa	30	25	80	55	75	60	190	150
Región Puno	<10	50	<10	10	7	2	10	3
Región Tacna	10	60	170	65	9	4	150	67
Resto	190	40	120	70	161	134	100	85
Total	1 200	47	115	61	3 880	1 820	370	175

a/ En estas regiones la autogeneración predomina o bien alcanza elevados porcentajes.

/Cuadro 59

Cuadro 59

PERU: POTENCIA INSTALADA Y GENERACION POR REGIONES, 1965

Región		Potencia instalada (MW)	Generación (GWh)	Porcentajes del total		Generación por habitante (kWh)
				Potencia instalada	Generación	
Norte	Tumbes Piura Lambayeque	62.8	220.4	4.7	5.5	180.8
Norte medio	Libertad Ancash Cajamarca Amazonas San Martín	122.8	410.0	9.3	10.2	164.8
Nororiente	Loreto (no incluye la provincia de Coronel Portillo)	10.5	(7.0)	0.8	0.2	21.5
Metropolitana	Provincia de Lima (Callao)	360.7	(1 666.8)	27.2	41.6	760.2
Central	Lima (no incluye la provincia de Lima) Huánuco Pasco Junín Loreto (sólo la provincia de Coronel Portillo)	446.9	(988.0)	33.7	24.7	593.3
Sur medio	Ica Huancavélica Ayacucho	53.0	206.3	4.0	5.2	231.1
Suroriente	Apurimac Cuzco Madre de Dios	32.4	111.4	2.4	2.8	110.7
Sur	Arequipa Moquegua Tacna Puno	237.5	391.9	17.9	9.8	293.1
	Total	1 326.6	4 001.8	100.0	100.0	354.2

/Cuadro 60

Cuadro 60

PERU: GENERACION Y POTENCIA DE AUTOPRODUCCION, POR DEPARTAMENTOS, 1960 Y 1965

	1960		1965	
	Generación (GHW)	Potencia (MW)	Generación (GWH)	Potencia (MW)
Ancash	16	7	21	6
Arequipa	20	7	11	7
Ayacucho	13	3	6	3
Cajamarca	12	4	13	3
Cuzco	7	2	9	3
Huancavélica	21	5	28	5
Ica	30	12	142	31
Junín	246	96	352	92
La Libertad	141	38	130	44
Lambayeque	85	25	92	20
Lima y Callao	208	65	273	54
Loreto	5	3	...	9
Moquegua	225	39	291	180
Pasco	357	87	586	171
Piura	85	24	84	19
Puno	7	3	13	8
Tacna	3	6	6	8
Total	1 485	430	2 126	670

Nota: El consumo de Lima y Callao corresponde principalmente a la industria transformadora; el de Ancash, Ica, Moquegua, Junín y Pasco, a la industria minera o metalúrgica y el de La Libertad, Lambayeque y Piura, a la actividad agroindustrial.

/Cuadro 61

Cuadro 61

PERU: GENERACION DE ELECTRICIDAD EN ALGUNOS AÑOS

(Millones de kWh y porcentajes)

	1958	1960	1962	1964	1965	1965/1950
Empresas Eléctricas Asociadas e Hidraidina	654.4	808.4	995.6	1 173.0	1 273	1.9
Arequipa	28.8	34.8	48.6	53.4	56	1.9
SS.EE.	19.8	26.6	32.2	39.8	44	2.2
Chimbote	4.0	6.2	9.8	17.3	26	6.5
Trujillo	4.5	6.0	8.0	13.2	18	4.0
Piura	0.9	4.5	7.6	11.4	17	18.9
Otras	11.8	13.8	16.8	22.3	30	2.5
Total	724.2	900.4	1 118.6	1 330.4	1 404	2.0

Se notarán los avances rápidos en Piura, Chimbote y Trujillo, acompañando al auge de las actividades económicas en esas localidades.

2. La demanda futura

Para estudiar el crecimiento de la demanda de energía eléctrica será preciso tomar en consideración varios factores, entre los que se destacan:

a) El crecimiento en un período inmediatamente anterior (por ejemplo un decenio);

b) Las metas establecidas en la planificación general y en especial para las industrias manufactureras;

c) La posible sustitución de la fuerza motriz mecánica por la eléctrica;

d) El crecimiento del riego y del bombeo del agua;

e) El aumento de la urbanización y de los niveles de vida; y

f) La posible extensión de los servicios públicos de electricidad y su interconexión con los centros de generación de los autoproductores.

/El estudio

El estudio debería hacerse en escala regional, por zonas definidas atendiendo a factores económicos y sociales y luego integradas en un conjunto nacional.

Como base de referencia se tomará el crecimiento ocurrido en 1954-65 en todo el país y que se traduce en las siguientes cifras:

Capacidad instalada:	de 390 MW a 1 330 MW;
	tasa de aumento 11.8 por ciento;
Generación:	de 1 360 GWh a 4 000 GWh;
	tasa de aumento 10.3 por ciento.

En 1956 el Gobierno del Perú invitó a Electricité de France a estudiar los problemas de la electrificación en el país y preparar un plan de desarrollo para veinte años. El informe, que fue revisado y actualizado en 1962 en consulta con SOFRELEC, se basa en la consideración de los factores mencionados. Los resultados que corresponden al llamado Segundo Plan de Electrificación se anotan en el cuadro 62.

Las metas fijadas en el Plan no se cumplieron en el trienio 1962-65, en el cual la tasa de crecimiento real de la demanda fue de 10 por ciento en tanto que se esperaba un crecimiento de 13 por ciento anual acumulado. Sin embargo, es probable que ese atraso no tenga gran significación en vista de que para los quinquenios subsiguientes se postulaban tasas variables entre 9.5 y 11.5 por ciento anual.

De acuerdo con las previsiones del Segundo Plan se esperaba contar con una demanda de 710 MW en 1965 y de 1 750 en 1975. La capacidad instalada necesaria para satisfacer esa demanda debería superarla en 30 por ciento, para compensar las pérdidas en generación y transmisión y tener el necesario margen de reservas. No cabe duda que un adecuado sistema de interconexión permitiría disminuir considerablemente ese margen, con las economías consiguientes.

El Plan señalado estima una inversión necesaria en generación y transmisión cercana a 10 000 millones de soles. A ella se suma un 25 por ciento para la distribución. Esas cifras estarían subestimadas ya que en un país tan extenso como el Perú y con relativamente baja densidad de consumo eléctrico, los servicios de transmisión y distribución requerirían proporciones mucho más altas. Podría estimarse a título muy general que las inversiones correspondientes podrían acercarse al 75 por ciento de las que se necesitan para crear la capacidad de generación eléctrica.

/Cuadro 62

Cuadro 62

PERU: POTENCIA ELECTRICA E INVERSIONES PREVISTAS EN EL SEGUNDO PLAN DE ELECTRIFICACION, 1962

Región (1)	Estado al 1/1/1963: Potencia instalada (MW) (2)	Estado al 1/1/1963: Potencia garantizada (MW) (3)	Adiciones: Potencia instalada (MW) (4)	Adiciones: Potencia garantizada (MW) (5)	Inversiones a/ proyectadas (millones de soles) (6)	Proyectos hidráulicos y térmicos más importantes propuestos (7)	Incremento correspondiente a la columna 5 para ciertos años (MW) (8)	
Lima	277	220.2	262	222	1 889	Huinco-Marca-Poma Cocha I (2x60 MW) y II etapa (2x60MW) +22 MW termal	1963- 23.8 1964- 80.2 1965-118.0	
Zona costera central norte	27.5	24.75	53.7	40.3	506.8	Pativilca I etapa (2x10 MW) II etapa (2x10 MW) Unidad Diesel 13.7 MW	1963- 3.3 1964- 3.3 1965- 3.3 1966- 9.8	1967- 0.5 1968- 0.5 1969- 19.1 1970- 0.5
Zona costera central sur	27.8	25.1	48.9	43.8	496.1	Cañete Imperial 2 x 1.5 MW Los demás son Diesel y a vapor	1963- 16.8 1964- 24.5 1965- 2.5	Minas Marcona tendrá (16+20 MW)
Zona minera central	173.8	112.8	32.6	29.8	176.3	Paucartambo II etapa (1x21.6 MW) (3 x 21.6 MW ya encargadas)	1963- 0.5 1964- 0.5 1965- 0.5 1966- 1.5	1967- 21.3 1968- 1.5 1969- 1.5 1970- 2.5
Mantaro			672.0	571.9	2 926.1	Mantaro, I 4 x 96 MW II 3 x 96 MW	1967-311.8 1972-260.1	
Total para red central	506.1	382.85	1 069.2	907.8	5 994.3			
Santa-Trujillo	62.3	30.3	194.0	174.1	1 272.6	Cañón del Pato 2 x 26 MW encargadas y 2 x 28 MW agregado Los Pancitos I etapa 1 x 30 MW III etapa 1 x 30 MW (Chimbote 30 MW termal)	1963- 30.4 1965- 24.3 1967- 19.2	1970-72.8 1973-27.4

/Cuadro 62 (Concl.)

Cuadro 62 (Concl.)

Región	Estado al 1/1/1963		Adiciones		Inversiones a/ proyectadas (millones de soles)	Proyectos hidráulicos y térmicos más importantes propuestos	Incremento correspondiente a la columna 5 para ciertos años (MW)	
	Potencia instalada (MW)	Potencia garantizada (MW)	Potencia instalada (MW)	Potencia garantizada (MW)				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
Norte incluyendo Norte-Chiclayo Piura y Tumbes	11.15	7.14	54.55	41.94	448.2	Proyecto del canal Culqui 2 x 4.4 MW 2 x 8.8 MW	1963- 1.51 1964- 4.0 1965- 3.3 1966- 6.7	1967- 7.15 1969- 0.3 1970- 11.7 1972- 7.28
Sur incluyendo Toquepala y Tacna	52.22	20.07	96.5	80.48	775.4	Curibaya 1 x 11 MW 1 x 10.5 MW (Toquepala 2 x 22 MW termal)	1963- 0.76 1965- 28.67 1969- 8.96 1970- 20.90 1973- 21.19	
Cuzco	5.0	1.1	120.0	76.7	576.7	Macchu Picchu I etapa 20 MW II etapa 20 MW III etapa 40 MW IV etapa 40 MW	1963- 2.3 1964- 18.6 1966- 18.0	1971- 37.8
Arequipa	17.0	11.95	30.0	25.93	197.3	Charcani IV y V 2 x 5 MW y 2 x 10 MW	1963- 2.82 1965- 4.51 1968- 4.43 1970- 4.87	1972- 9.30
Capitales de Departamentos	12.76	7.54	26.02	19.02	373.1		1963- 5.78 1964- 6.037 1966- 1.05 1967- 1.43	1968- 0.66 1970- 0.84 1971- 2.55 1972- 0.67
Total	666.5	468.95	1 590.27	1 325.97	9 637.6		1963- 57.57 1964-187.54 1965-185.08 1966- 37.05 1967-361.38	1968- 7.09 1969- 29.86 1970-114.11 1971- 40.35 1972-277.35 1973- 48.59

a/ Incluye 979.2 millones de soles invertidos antes de 1963.

/En las

En las secciones precedentes se dio una idea de la evolución de la demanda de energía eléctrica en el Perú y la forma en que se ha satisfecho. En las siguientes se presentará un cuadro global de la demanda previsible en el próximo decenio para luego en las secciones subsiguientes mostrarla en forma más detallada por principales regiones. En vista de la importancia que ya tienen las fuentes hidroeléctricas y de que ésta irá en aumento en el futuro, se les dedicará un análisis especial. Se omite aquí la discusión más completa sobre integración de sistemas y tipo de centrales por haber sido objeto de un informe separado. (Véase el cuadro 63.)

Para calcular la demanda de electricidad es necesario establecer algunas hipótesis básicas respecto al comportamiento futuro de los factores que ejercen mayor influencia sobre ella. Estos son, principalmente, el desarrollo minero e industrial, la transformación primaria de los principales productos agrícolas de exportación (algodón y azúcar) y el proceso de concentración urbana.

La ampliación previsible de la capacidad de explotación minera y metalúrgica del país se conoce bastante bien a través de los programas de las principales empresas y de los proyectos de racionalización y mejoramiento de la pequeña minería. Ella se tuvo en cuenta al distribuir la demanda por zonas pero subsisten algunas incógnitas, particularmente en el caso de la industria petrolera.

El desarrollo agroindustrial - claramente localizado en las zonas central y norte - también puede cuantificarse en forma aproximada. El de la industria manufacturera propiamente dicha está sujeto a varios factores que no permiten determinarlo, pero es susceptible de un tratamiento general que tenga en cuenta la expansión de las actividades ya existentes, su relativa mecanización y la instalación de ciertas ramas nuevas o casi nuevas de gran consumo de electricidad (como por ejemplo la siderurgia en Chimbote, la planta de zinc electrolítico cerca de Lima). Aquí surge de nuevo la necesidad de clasificar la demanda por regiones.

Un aspecto de particular interés concerniente a la estimación de la demanda industrial, es la medida en que ésta ha de satisfacerse en el futuro con plantas autogeneradoras y la medida en que se irán integrando a una red o sistema central de abastecimiento, en el que la generación

/pública podría

pública podría ir adquiriendo proporciones más grandes. Actualmente las centrales propias de las principales empresas mineras y agroindustriales proveen la totalidad o una parte preponderante de su consumo. Ello se debe al alejamiento de esos centros de los de generación pública, a la magnitud de la demanda de ese tipo y a las características intrínsecas de los procesos que emplean. En el próximo decenio, la demanda de ese tipo industrial seguirá predominando en la demanda total en el Perú. Pero, como se verá en las secciones correspondientes, habrá una relativa unificación de sistemas aislados en conjuntos más amplios. Tal es, especialmente, el caso de la región Central, donde no es aventurado prever conexiones de la red de servicios públicos con la de Cerro de Pasco y de Marcona, en el campo minero y de los importantes establecimientos agroindustriales en un radio de hasta unos 200 kilómetros, para no mencionar sino los ejemplos más descollantes.

Es posible que en el futuro disminuya la incidencia de la generación propia para dar lugar a un mayor abastecimiento con fuentes públicas. Esa tendencia, claramente perfilada ya en varios países latinoamericanos y en pleno auge en los países europeos más industrializados, redunda en beneficio del conjunto eléctrico del país, y debería propenderse a que su materialización adquiera un ritmo más acelerado dentro de los límites lógicos fijados por la técnica de los procesos industriales y la economicidad de la operación.

Queda por señalar el consumo urbano. Caben aquí tres aspectos bien diferenciados. El primero se refiere al mero aumento del número de consumidores mediante la extensión física de los servicios a la creciente población de los principales centros demográficos. Es probable que se incorporen así núcleos relativamente marginales en cuanto a su capacidad de consumo y de baja demanda unitaria para atender a los menesteres más corrientes. El segundo abarca más bien el agregado de nuevos usos de la electricidad, vale decir, el aumento de la demanda por sobre el nivel unitario ya logrado, mediante la ampliación del campo a nuevos artefactos o usos. En este sentido debe señalarse que no todo será, posiblemente, ganancias netas. En el caso concreto de la utilización de la corriente eléctrica como fuente de calor doméstico se plantea, sobre todo en centros

/como Lima-Callao,

como Lima-Callao, la posibilidad de competencia por parte de la distribución de gases de hidrocarburos - el gas licuado en primera instancia - y más adelante de la distribución de gas por cañería, en el caso de que se haga realidad el proyecto de transportar y distribuir el gas natural de los campos de Aguaytía.

El tercer aspecto tiene características especiales. Concierne éste a la introducción del uso de la energía eléctrica en pequeños centros urbanos, diseminados en todo el país, como forma de crear hábitos de consumo de electricidad. Aunque en este sector las tasas de aumento serán impresionantes en los primeros años, no representarán valores grandes en kWh por basarse en consumos absolutos muy pequeños.

Cuadro 63

PERU: CAPACIDAD TERMICA E HIDRAULICA INSTALADA EN 1950 Y 1965 Y PROGRAMADA PARA 1970

(MW)

Año	Capacidad instalada en servicio público y autoproducción		
	Hidráulica	Térmica	Total
1950	198	123	321
1965	789	538	1 327
1970	1 250	550	1 800

Los cuadros y curvas de aumentos previsibles de la demanda de electricidad en los próximos diez años resultan de la aplicación de estos criterios. Debe observarse, sin embargo, que en esta etapa preliminar se ha tendido principalmente a dar órdenes de magnitud más que gran precisión, llevándose el análisis un poco más a fondo para las regiones o casos de mayor significado dentro del país.

A base de lo expuesto pueden distinguirse las siguientes divisiones geográficas y casos de demanda de energía eléctrica:

1. La región central, con sus zonas adyacentes centro sur cercano y norte cercano.

/2. Otras

2. Otras zonas de demanda relativamente considerable (como Piura-Chiclayo y zonas cercanas; Chimbote-Trujillo y zonas cercanas; Arequipa; la zona de influencia de las centrales de Macchu Picchu sobre el río Urubamba).
3. Centrales locales aisladas muy pequeñas, algunas de las cuales podrán en los próximos cinco a quince años conectarse a algunos sistemas locales para lograr abastecimientos más económicos.

El cuadro 64 presenta la situación actual de las principales divisiones y su posible demanda futura. Nótese que en algunos casos de demanda es de carácter netamente industrial y a veces no admite demora (debiendo satisfacerse mediante la ejecución de obras separadas), o bien por sus características se presta poco para ser integrada en una red (la planta siderúrgica en Chimbote, o una central adicional para las minas de hierro de Marcona).

En los párrafos que siguen se analizan brevemente diversas soluciones para asegurar el abastecimiento oportuno y al menor costo social (acompañado de beneficios máximos para la comunidad) de esos diversos centros o sistemas. Sería deseable que en el futuro ese análisis se hiciera extensivo a un balance hidráulico integral, agregando en los casos que corresponda, la demanda de agua para otros usos, como abastecimiento de la población, uso industrial y para el riego.

Por lo que toca a las pequeñas centrales eléctricas locales, en vista de lo accidentado del terreno y de la desigual distribución de la población y de las actividades económicas en el Perú, además de los grandes centros urbanoindustriales y de las empresas mineras o agroindustriales, hay lugar para la electrificación de regiones más alejadas de esos centros. La entrega de energía eléctrica a sus pobladores reúne todas las características de una "electrificación rural". Entre esas características figuran la muy baja densidad eléctrica por consumidor, la falta de demanda no domiciliaria, las pocas horas de utilización por día, las grandes distancias entre consumidores, etc. Todo ello contribuye a hacer onerosa la inversión unitaria y el costo del servicio, pero por otra parte abre amplio campo para crear paulatinamente hábitos de consumo de electricidad entre los pobladores.

/Cuadro 64

Cuadro 64

PERU: POTENCIA TOTAL (SERVICIO PUBLICO Y AUTOGENERACION) INSTALADA

(MW)

	1965		1975	
	Pi	Pg	Pi	Pg
Central				
Lima	400	300	700 a/	570
Centro sur	60	50	80	70
Centro norte	20	15	80	70
Minera central	200	150	280	200
Mantaro	-	-	550 a/	400
Norte				
Chiclayo-Piura	55	40	100	80
Santa-Trujillo	100	80	270	240
Sur				
Tacna	10	7	50	40
Toquepala	50	30	100	70
Cuzco	30	20	125	100
Arequipa	25	20	50	40
Autogeneración no incluida	230	200	275	220
Pequeñas plantas aisladas de servicio público	20	15	40	30
Total	1 200		2 700	
Porcentaje de la zona central (futura red) respecto de la total	56		62	

Nota: Aproximadamente se mantiene la importancia de la zona central.

a/ Estas cifras podrían cambiarse de acuerdo con los proyectos definitivos.

/Esta situación

Esta situación ha tenido su expresión en el Perú en el hecho de que existen al presente más de 500 centrales locales de servicio público muy pequeñas que totalizan unos 15 000 a 18 000 kW. Se estima que es necesario aumentar esa potencia en unos 20 000 kW más, distribuidos en aproximadamente un millar de centrales. Aproximadamente el 45 por ciento de ellas serían hidráulicas y el 55 por ciento térmicas, si bien la potencia se distribuye igualmente entre las dos fuentes.

Se prevé que las inversiones necesarias en generación ascienden a unos 250 millones de soles (las dos terceras partes para centrales hidráulicas y un tercio para las térmicas), y a 50 millones tratándose de la distribución.

Algunas de esas centrales podrían conectarse a redes que están por inaugurarse, o que ya existen y que son alimentadas por grandes núcleos eléctricos. En otros casos podría incluso prescindirse de algunas de ellas, sustituyéndolas directamente por una línea de distribución rural que partiera de las troncales mencionadas. Se trata de un cálculo técnico-económico que daría la óptima solución. Pero en la mayoría de los casos es necesario reconocer que son obras de dudosa economicidad y que se justifican por la imperiosa necesidad de proveer obras de infraestructura para tender a igualar las condiciones de vida en el país.

Los costos de inversión y operación, como en toda obra de infraestructura social, resultan excesivos (superiores a 500 dólares por kW). El siguiente cuadro ilustra la situación actual y la que se proyecta alcanzar en 1970.

	Potencia en MW	
	1965	Adición programada
Hidráulica	10	10
Térmica	8	10
Total	18	20

La proporción de la capacidad eléctrica total instalada en el país en centrales de ese tipo minúsculo, es sumamente baja; pero su efecto en la creación de mercados y satisfacción de ciertas necesidades básicas actuales, supera en mucho el exiguo coeficiente de 1.7 por ciento.

/3. El

3. El potencial hidroeléctrico y su utilización

Se ha visto que el total de la potencia hidroeléctrica instalada en el Perú en 1965 alcanza aproximadamente a 790 MW, cifra muy baja si se la compara con el potencial teórico y aún con el económico del cual representa menos del 2.5 por ciento.

Sin embargo, ese enfoque nacional del problema no es el más adecuado para determinar las posibilidades de desarrollo futuro. En efecto, aunque los coeficientes globales de aprovechamiento del potencial disponible son sumamente bajos, la situación cambia cuando se trata del aprovechamiento de ciertas cuencas ubicadas en lugares estratégicos con respecto al desarrollo urbano e industrial. Tal es el caso de la cuenca del Rímac cuyo aprovechamiento es ya casi completo y ha hecho necesaria la transferencia de caudales desde cuencas que desaguan al Atlántico (principalmente a expensas de los tributarios del Mantaro).

En el cuadro 65 se indica la distribución de la capacidad hidráulica por principales cuencas. Comparándola con las cifras que se dan más adelante, se observará que mientras el potencial propio del Rímac estaría totalmente agotado (ya los aumentos recientes sólo fueron posibles gracias a la transferencia de agua desde el Mantaro), en Santa y Mantaro queda un amplio margen de desarrollo.

Cuadro 65

PERU: DISTRIBUCION DE LA CAPACIDAD HIDRAULICA INSTALADA EN ALGUNAS CUENCAS EN 1950 Y 1964 Y DE LA PROGRAMADA PARA 1970

(MW)

Cuenca	Año		
	1950	1965	1970
Rímac	99	367	450
Santa	1	58	160
Mantaro	69	96	350a/
Sihuas (Arequipa)	8	13	23
Otras	21	216	277
Total	198	750	1 260

a/ Estas cifras corresponden a un enfoque realista; según otros planes, ellas subirían a 770 MW.

/Se observa

Se observa que el potencial teórico bruto superficial total del Perú alcanza a unos 3 500 10^9 kWh. Habría que reducir ese potencial teórico a niveles aprovechables económicamente, deduciendo primero las pérdidas por infiltración, evaporación y evapotranspiración y en seguida definir con mayor grado de precisión práctica, los desniveles realmente aprovechables. Esos cálculos requieren una abundancia de datos, de los que no se dispone en el Perú. Por consiguiente, las cifras que se darán a continuación deben interpretarse como mera aproximación a los valores reales, aunque se consideran suficientemente indicativas.

Para reducir el potencial bruto superficial al potencial técnico-económico se tienen en cuenta dos factores: el escurrimiento real y los desniveles y caudales aprovechables. Para calcular el primero deberá disponerse de los datos que miden las pérdidas de agua a que se aludió antes. Los coeficientes de escurrimiento medio por cuencas, regiones o para todo el Perú se indican a continuación. Se notará la gran diversidad entre diferentes casos debido a las tan variadas condiciones climáticas y geográficas del país, con el resultado de que el coeficiente variará entre no mucho más de 0.20 hasta cerca de 0.80 en algunos casos. De ese modo el potencial bruto lineal se acercará a la cuarta parte o a las tres cuartas partes del potencial bruto superficial, según los casos, y en promedio para el Perú sería apenas de una tercera parte (en vista de que los potenciales son mayores en la cuenca amazónica porque los coeficientes de escurrimiento son muy bajos).

La obtención del segundo coeficiente de reducción supone operaciones y cálculos aún más detallados que el primero. En efecto, para ello sería preciso contar con levantamientos topográficos pormenorizados y evaluar los caudales aprovechables, llegándose así a estimar el potencial técnico. Para pasar de allí al potencial económico (o técnicoeconómico), en el estado actual del conocimiento, deberá efectuarse la evaluación a base de algunos datos bastante incompletos y sujetos a revisión periódica.

/Este segundo

Este segundo coeficiente global para todo el Perú seguramente llegaría a un valor aproximado de 0.20, con variaciones muy considerables por regiones y, sobre todo, por cuencas y tramos de ríos. Aunque el valor global no se alteraría en forma significativa con la transferencia de agua entre cuencas - muchas de ellas transandinas - ese procedimiento, que se está empleando cada vez más en el Perú, afectaría fundamentalmente los potenciales económicos de las cuencas beneficiadas. Tal es, en particular, el caso de la cuenca del Rímac-Santa Eulalia que aparece en la mayor parte de los proyectos de uso múltiple que hemos discutido en otro capítulo (véase el capítulo VI, sección 6).

De tal modo, globalmente y en promedio, sólo menos del 10 por ciento del potencial bruto superficial del Perú sería susceptible de convertirse en energía útil económica.

El cálculo de los coeficientes de escurrimiento se hizo como sigue. En la vertiente del Pacífico, a base de los datos sobre el caudal de los ríos y el agua caída, se estimó un coeficiente de escurrimiento medio muy cercano a 0.55, para lo cual se consideró que la mayor parte de las áreas no bañadas por los ríos pertenecen a zonas costeras de baja precipitación y que parte del caudal del río Tumbes se origina en el Ecuador. Naturalmente, el coeficiente de escurrimiento de cuencas individuales difiere del coeficiente medio. Un cálculo detallado indica que para el Rímac, cuyo escurrimiento natural está muy alterado, posiblemente éste alcance a 0.76, y a más de 0.70 para el Santa.

En la cuenca del Titicaca, siguiendo un procedimiento similar, se obtuvo en forma aproximada un coeficiente medio de 0.2.

En la vertiente amazónica el problema es más complejo por la magnitud de ésta y por la variedad de las condiciones topográficas, geológicas y de vegetación. En las cuencas superiores puede estimarse que los coeficientes medios de escurrimiento son altos, dadas las grandes pendientes, tipos de suelo y área desaguada. En las partes

/bajas, por

bajas, por el contrario, la escasa pendiente, los tipos de suelo, la vegetación abundante y los cursos de agua con infinidad de meandros deben dar lugar a coeficientes de escurrimiento muy bajos.

Por su importancia, se calculó el escurrimiento en el río Mantaro, obteniéndose en su parte alta un coeficiente medio de 0.5. Para el río Vilcanota es de 0.7.

En la cuenca amazónica, en las partes más planas, extensas y de mayor precipitación, se pueden esperar coeficientes medios del orden de 0.40.

Para hacer una estimación global de esa vertiente se supuso un coeficiente de escurrimiento medio de 0.50, teniendo en cuenta las condiciones arriba citadas y coeficientes de ríos de características similares. Esos coeficientes aplicados al potencial bruto superficial de precipitación permiten estimar el potencial bruto superficial de escurrimiento. A su vez, la relación entre este último y el potencial económico podría considerarse en forma aproximada y provisional en 0.2. Para el caso especial del aprovechamiento de las aguas de la cuenca del Titicaca derivándolas hacia el Pacífico esa relación se estimó en 0.35.[1/]

A base de los coeficientes calculados, estimados o adoptados se obtuvo el potencial económico aprovechable. Para todo el país este sería de 37.2 millones de kW, que se incrementaría a 40.2 millones si se considerara el aprovechamiento de las aguas del Titicaca hasta el nivel del océano Pacífico.

Ese potencial se distribuye por grandes vertientes de la siguiente manera: Pacífico 5.94 millones de kW; Amazonas casi 31.0 millones; Titicaca de unos 200 000 a algo más de 3 millones con su derivación hacia el Pacífico. Se observan las ventajas de esta última solución, y también la diferencia entre la distribución regional de los potenciales económicos con respecto a los superficiales (véase el capítulo III, sección 4).

1/ La Comisión Económica para Europa estudió esa relación para ocho países europeos encontrando que ella variaba de 0.17 a 0.20. Por no existir en la región estudios sobre el porcentaje del potencial bruto superficial de escurrimiento que puede lograrse como potencial económico, se adoptó el coeficiente anterior.

/Por la

Por la naturaleza de estas estimaciones, el cálculo se efectuó para unas pocas cuencas que tienen interés nacional. En el Rímac el potencial económico aprovechable alcanzaría a 171 000 kW, en el Mantaro a 2 730 000 kW y en el Santa a 822 000.

Conviene destacar que no se trata de potencia instalable, y que el coeficiente de 0.2 utilizado con carácter general para convertir el potencial bruto superficial de escurrimiento a potencial económico puede tener valores individuales en cada río, superiores o inferiores al adoptado.

Por ejemplo para el Rímac, aunque no se dispuso de datos suficientes, se estima que ese coeficiente podría ser del orden de 0.3.

Conviene dejar constancia de los resultados obtenidos en 1965 por la Dirección de Industrias y Electricidad en colaboración con la agencia japonesa "Overseas Technical Corporation Agency" (OTCA). El potencial hidráulico teórico determinado por ellos alcanza a 125 x 10^6 kW, pero lamentablemente no se ha podido conocer el procedimiento usado.

En el mismo estudio se estima el potencial hidroeléctrico aprovechable en 34.15 x 10^6 kW a base de datos topográficos e hidrológicos parciales. Esta estimación no tiene en cuenta el posible aprovechamiento del lago Titicaca que se calcula en 2.5 10^6 kW. Como en el caso anterior no se tiene la definición del potencial hidroeléctrico aprovechable.

Como hecho significativo cabe destacar la proximidad de los valores obtenidos por la CEPAL para el potencial hidroeléctrico económico aprovechable (37.2 x 10^6 kW) y por la OTCA para el potencial hidroeléctrico aprovechable (34.15 x 10^6 kW). Sin embargo, la distribución por grandes vertientes de los potenciales anteriores muestra algunas diferencias que se aprecian en el siguiente cuadro. En él se dan también los valores para el Santa, único río para el cual se disponen de ambas estimaciones.

/CEPAL

	CEPAL Potencial económico aprovechable (kW x 10^6)	OTCA Potencial aprovechable
Total del país	37.20	34.15
Vertiente amazónica	31.00	31.50
Vertiente del Pacífico	5.94	2.59
Vertiente del Titicaca	0.20	0.06
Río Santa	0.82	0.58

De lo anterior se desprende que la magnitud del potencial técnico-económico es también muy considerable y que él se halla distribuido en forma irregular por regiones y cuencas dentro del país.

La distribución de esos potenciales con respecto a los actuales y posibles centros futuros de demanda es también bastante variada. Así, mientras en la Costa se concentra la casi totalidad (63 por ciento) de la demanda de electricidad y riego, no le corresponde más de un tercio del potencial económico disponible. Para los próximos cinco a diez años no se prevén cambios fundamentales en la distribución de la población urbana ni industrial de modo que los actuales núcleos de demanda mantendrán su importancia.

En lo que respecta a los potenciales por cuencas, una parte considerable de los escurrimientos y desniveles aprovechables de la Costa se hallan aprovechados o en estudio (como son los casos del Huaura, de las posibles centrales eléctricas sobre el Cañete, los nuevos proyectos en el Santa inferior, etc.). Los mayores caudales se encuentran en la vertiente del Atlántico, aunque oportunas transferencias de agua de aquélla a las cuencas cercanas del Pacífico (donde se hallan localizadas las mayores caídas) permitirían obtener más energía eléctrica que si no se efectuaran esos traspasos.

Para analizar los potenciales hidroeléctricos del Perú no basta la lectura mecánica de los datos hidrológicos y topográficos sino que es necesario relacionarlos con posibles obras más económicas de aprovechamiento hidroeléctrico.

/Lo anterior

Lo anterior lleva, también, a considerar las zonas eléctricas. Estas zonas quedarían definidas por la actual demanda y posible oferta de electricidad y su previsible expansión en el futuro. Actualmente, el Perú se caracteriza por contar - como ya se señaló - con centros de abastecimiento aislados y sistemas sin conexión entre ellos, generalmente basados en centrales que aprovechan los escurrimientos de una misma cuenca (como en el caso de Gran Lima-Santa Eulalia y Rímac con obras de desviación adicional en la zona de Marcapomacocha, o el de la compañía minera y metalúrgica Cerro de Pasco con dos cuencas relativamente cercanas: Mantaro y Paucartambo).

Una vez definidas esas zonas habría que agrupar algunos de esos centros o sistemas aislados en sistemas interconectados regionales, para ir luego a la extensión e interconexión de los sistemas vecinos, hasta llegar a constituir un gran sistema nacional en la Costa y zonas aledañas.

Se verá en seguida que la ejecución de grandes centrales sobre el Mantaro ofrece la posibilidad de formar un sistema en la zona central, que en pocos años podrá abarcar el centro sur y norte cercanos. Cálculos económicos preliminares apuntan a esa solución como la más razonable y conveniente, siempre que se estudie más a fondo cuáles son las obras más apropiadas y su inclusión oportuna en el sistema.

Siguiendo la metodología más aconsejable en la práctica internacional, ello deberá hacerse analizando el óptimo funcionamiento del sistema con la introducción en él de las diversas soluciones posibles, teniendo en cuenta la magnitud y distribución de la demanda, sus características, los costos y beneficios del conjunto tanto desde el punto de vista de las finanzas nacionales como del balance de pagos.

En los cuadros 58 y 59 se distribuyó la dotación eléctrica de 1965 y la proyectada, por grandes regiones y zonas. Las cifras son sólo aproximadas y su único objeto es presentar las diversas tendencias por agrupaciones regionales, que permitan proceder a una planificación ordenada en el próximo período.

/4. La

4. La región central y las posibilidades de un sistema eléctrico único

Esta región abarca más de una tercera parte de la población peruana, una proporción considerable de su producción minera, el grueso de su capacidad industrial e importantes segmentos del producto agrícola. Como se indicó anteriormente le corresponde alrededor de dos tercios del consumo total de electricidad del país. Merece, por lo tanto, un análisis detenido especial.

La región central ofrece, además, diversas posibilidades de abastecimiento que vale la pena estudiar con detenimiento. Particularmente el desarrollo hidroeléctrico del Mantaro, por la magnitud de las inversiones que demanda, por su gran volumen, por la zona que atendería y por la complejidad de sus aspectos financieros y administrativos se destaca del conjunto de problemas que surgen a corto plazo y que subsistirán a mediano, y en parte, a largo plazo. El problema del Mantaro presenta muchos aspectos que interesan directamente a la formulación de una política en materia de energía.

No ha sido posible analizar a fondo los estudios de mercado elaborados para el conjunto de la región central, pero según algunas comprobaciones parciales ellos serían un tanto optimistas, aunque se apoya la hipótesis de que el ritmo de aumento será intenso. Con todo, y dentro del margen aceptable para ese tipo de proyecciones, ellos darían el orden de magnitud de la posible demanda de energía eléctrica hasta mediados del decenio de 1970.

Esos pronósticos, se basan en las siguientes observaciones:

a) Las necesidades de Cerro de Pasco [2/] se satisfarían por completo por más de 10 años con el aumento en el próximo quinquenio, de la

---

2/ El precio de la energía es factor decisivo; Cerro de Pasco habría decidido obtenerla de sus propias fuentes y confía en que ello sea a un costo muy inferior al que tendría que pagar a CORMAN. Se afirma, también, que el proyecto original de Cerro de Pasco para aprovechar más de 600 MW en el Mantaro para la electrometalurgia de aluminio (que no prosperó porque no fue posible asegurar el abastecimiento de bauxita desde Australia), habría requerido inversiones por KW muy inferiores a las que ahora resultan. Pero debe tenerse en cuenta que un proyecto definitivo de ingeniería - al que no se llegó - seguramente habría incrementado esos costos por las dificultades en el terreno y que, además, se malograría la posibilidad de un desarrollo de mayor potencia (unos 3 000 MW que se proyectan para la primera y segunda curvas completas del Mantaro). Está también en estudio la posibilidad de interconectar los sistemas de Empresas Eléctricas Asociadas y Cerro de Pasco hacia 1969

capacidad de autogeneración de la compañía, en alrededor de 100 MW, que se efectuaría en dos etapas: ampliación de Paucartambo y una central nueva en zona cercana a esa planta.

b) Es posible que Marcona Mining Co. se vea obligada a aumentar rápidamente su capacidad actual de autogeneración térmica, debido a impostergables necesidades de operación.

c) Otro grupo potencialmente consumidor de cierta magnitud - derivado de la electrificación del bombeo individual de los pozos de agua subterránea para el riego en la Costa - resulta un poco incierto; para mayor fundamento será imprescindible realizar estudios adicionales que determinen la potencialidad de las napas y el máximo de extracción permisible. Cabe señalar que esas napas subterráneas se están consumiendo por excesivo bombeo. También sería aconsejable adoptar las medidas necesarias para asegurar que los pozos se electrifiquen efectivamente (trazado de las líneas, equipamiento, tarifas, etc.).

d) En cuanto a la Gran Lima-Callao y zonas adyacentes (que concentra el mayor consumo), hay que distinguir dos tipos principales de demanda. La demanda industrial dentro de la cual habría cesado la expansión de un posible consumidor importante (fábricas de harina de pescado), aunque puede esperarse un cierto desarrollo fabril en general y la demanda urbanoresidencial en la cual influye, como factor positivo, el proceso de crecimiento y el considerable porcentaje de la población aún no conectada a las redes y, como factor negativo, el hecho de que en el futuro podría disminuir un tanto el aporte de las migraciones internas 3/ a la concentración urbana. Mientras no se mejore la distribución del ingreso ella entorpecerá una vigorosa demanda efectiva de artefactos eléctricos para el hogar. Además, la capacidad de absorción de estos bienes en los niveles medio y alto de ingreso se hallaría relativamente saturada.

3/ Aunque, seguramente, no se notaría todavía, en el próximo decenio.

/El siguiente

El siguiente cuadro proporciona la posible distribución porcentual aproximada de los principales consumidores en la región central atendiendo al consumo de energía (KWh) y demanda máxima (MW), en porcentaje del total regional.[4]

	1965		1970		1975	
	Energía	Potencia	Energía	Potencia	Energía	Potencia
Empresas Eléctricas Asociadas	45	45	< 45	45	45	40
Cerro de Pasco	25	20	> 25	15	> 20	15
Marcona Mining Co.	5	5	5	< 5	5	< 5
Bombeo para riego	1	2	1	> 2	3	5

El total de horas que se aprovecha en la capacidad instalada da un coeficiente de utilización del orden del 45 por ciento, factor que seguramente se mantendrá en el próximo decenio, aunque podría mejorarse bastante mediante algunos trabajos de regulación en las subcuencas claves del Mantaro. Ello redundaría en el funcionamiento más económico del sistema.[5]

Partiendo de la demanda de energía así corregida, faltaría ajustar los cálculos de la potencia que es necesario instalar de modo que ella responda simultáneamente a la necesidad de proveer la energía en KWh, asegurar la demanda de punta en KW y minimizar la inversión fija. Ese ajuste proporcionaría las posibles combinaciones óptimas de diversos tipos de centrales hidráulicas y térmicas en el sistema integral interconectado pero requiere mucho tiempo y, además, rebasa un tanto los propósitos inmediatos de la misión y debe comprender la comparación de las soluciones posibles tanto desde el punto de vista eléctrico como económico y financiero.

4/ Valores estimados a base de diversas informaciones; la participación de Cerro de Pasco estaría subestimada en la segunda mitad del período, si se cumplen sus planes de expansión minerometalúrgica.

5/ Podría llegarse, posiblemente, a 50 por ciento, lo que daría 60 por ciento (5 300 horas/año) respecto a la potencia garantizada (demanda de punta). En 1964 esos coeficientes fueron: para Gran Lima 4 700 horas; Costa Central Norte 6 000 horas; Costa Central Sur 5 500 horas; Minera Central 6 500 horas. Con relación a la potencia instalada esos valores disminuyen en alrededor de 25 a 30 por ciento.

/Se recomienda

Se recomienda la confección de ese trabajo a la brevedad posible. Entre tanto, los cálculos provisionales sólo se refieren a la misma base utilizada hasta ahora y que se considera insuficiente.

Como antecedente inmediato consulténse las cifras del cuadro 66 que muestran el sistema eléctrico de la zona central costera hacia mediados de 1966. Se observa que éste se acerca a la potencia de 500 MW y que las grandes centrales corresponden a las recientemente concluidas que reciben el aporte de las derivaciones de la cuenca amazónica. Más adelante se volverá sobre esos problemas. Por ahora convendrá señalar que, según algunos programas en consideración y el informe de la Comisión Coordinadora del sistema de Marcapomacocha, se procederá en el futuro más o menos cercano a aumentar la desviación de aguas de aquella vertiente, mediante túneles subandinos, para alimentar el río Rímac y las centrales localizadas sobre su curso.

Cuadro 66

PERU: SISTEMA ELECTRICO DE LA PROVINCIA DE LIMA Y CALLAO, 1966

Nombre de la central	Río	Altura (m)	Q max m^3/s	Potencia instalada (MW)
Callahuanca	Santa Eulalia	425	10.2	36.0
Callahuanca	Derivando aguas del Rímac	425	9.0	31.0
Moyopampa	Santa Eulalia	461	16.5	64.0
Huampani	Rímac	165	21.6	30.0
Marcapomacocha-Huinco (I etapa)	Santa Eulalia	1 290	6 + 6	60 + 60
Marcapomacocha-Huinco (II etapa)	Santa Eulalia	1 290	12.0	120.0
Tuberías térmicas en Santa Rosa (Lima)				67.6

/El complejo

El complejo minero industrial de la Corporación del Cerro de Pasco, se alimenta mediante un grupo de centrales hidroeléctricas como sigue: Malpaso: 4 x 13.5 MW; La Oroya: 3 x 3 MW; Pachachaca: 4 x 3 MW y Paucartambo: 3 x 21.6 MW.

Todas estas centrales se hallan interconectadas y se prevé la ampliación de Paucartambo, además de eventuales adiciones que dependerían del curso que tomen las negociaciones para establecer un sistema integral con la región de Lima, y en el futuro próximo, con el Mantaro.

Con este punto de partida, la situación futura podría expresarse aproximadamente de la siguiente manera para el sistema interconectado de la región central, sin incluir a Cerro de Pasco:[6/] en (MW):

	1965	1970	1975
Demanda máxima	400	750	< 1 250
Capacidad instalada total	650	< 1 000	> 1 350
(Capacidad instalada de EE.EE.AA.	480	> 600?	?)

Y para la región central integrada totalmente:[a/]

	1964		1970		1975	
	Demanda de punta (potencia garantizada) MW b/	Consumo GWH	Demanda	Consumo GWH	Demanda	Consumo GWH
Gran Lima-Callao y alrededores	300	1 400	500	2 400	800	3 500
Costa Central Norte Cercano	30	180	70	350	110	700
Costa Central Sur Cercano	40	200	110	600	250	1 400
Minera Central	100	650	150	1 000	200	1 300
Total	470	~ 2 400	830	4 350	1 360	6 900

a/ Sólo lo que esté ahora servido por subsistemas (excluye por ejemplo bombeo, electrificación rural, etc.).

b/ En el futuro, gracias a la interconexión, bastaría quizá un 20 por ciento de seguridad, con lo que la potencia instalada sería mayor en esa proporción que la potencia garantizada.

6/ Ello no excluye la conveniencia de establecer una interconexión con el futuro sistema de la región central, cuya oportunidad debe ser objeto de un estudio.

/Si se

Si se traza la variación previsible de la curva de demanda en la década 1964-75 se determinarán las nuevas instalaciones necesarias para satisfacerla. De allí surge un programa realista de posibles opciones que deberá tener en cuenta la necesidad de completar estudios en algunos casos y en otros de preparar los proyectos técnicos y de financiación, etc.

Se observa que hacia 1970-71 debe contarse con aportes de nuevas centrales.[7] La incorporación en el sistema de la primera etapa de 330 MW del Mantaro, cumpliría con los requisitos exigidos, pero convendría considerar otras soluciones transitorias para el caso de que se produzcan atrasos. Faltará, pues, decidir cuál es la fuente más conveniente desde el punto de vista económico y financiero, teniendo en cuenta:

a) el plazo de ejecución;

b) las características del suministro eléctrico (central de base o para la demanda de punta);

c) el grado de utilización de la maquinaria instalada, (evitando la existencia de capacidad ociosa, por encima de un cierto nivel razonable, por largos plazos, con su carga de capital no rentado;

d) las cargas financieras, tanto las internas como la presión sobre el balance de pagos; y el

e) costo unitario del KW y del KWh.

Entre las centrales mencionadas (no todas mutuamente excluyentes) figuran las siguientes:

a) Algunos posibles proyectos en la cuenca alta del Rímac, aprovechando las obras ya efectuadas para la transferencia de agua de otras cuencas, o nuevas captaciones y túneles. EE.EE.AA. está considerando proyectos como en Milloc de 120 MW o más y otros, mientras el informe de la Comisión Coordinadora del Sistema Marcapomacocha ha señalado un considerable número de posibilidades que habría que analizar y concretar.[8]

7/ Nótese que hay que considerar de todos modos, asegurada la entrada de Matucana de 100 MW, cuya construcción se habría iniciado en 1966 para entrar en servicio hacia 1969-70, y Pativilca de 40 MW hacia 1968, aunque esta última central abastecería principalmente el norte cercano, por ahora sin interconexión con el centro.

8/ En todos estos casos el problema principal (no siempre resuelto) consiste en asegurar un adecuado caudal de agua.

/Se desconoce

Se desconoce el plazo necesario para preparar proyectos definitivos y para ejecutarlos, pero es probable que algunos de ellos caerían dentro del período 1970-71.

b) Huaura, de más de 300 MW en dos etapas. Parece difícil que la primera mitad de esa central esté lista antes de 1971-72 ya que deberán terminarse estudios en el terreno, hacer el proyecto, etc. Parece que ese aprovechamiento se prestaría para uso múltiple sobre el río Huacho, donde funciona un proyecto del Fondo Especial de las Naciones Unidas por intermedio de la FAO.

c) Proyectos sobre el río Cañete (Platanal, Yauyos). La principal dificultad reside en el escaso conocimiento hidrológico del río y la falta de prospecciones de terreno, estudios, etc. Se ignora el plazo requerido, pero posiblemente sea largo.

d) Planta térmica, de preferencia en el centro de las cargas (Lima).[9] Debido al grave problema de divisas que implica la importación del fuel-oil residual, esa planta - de construirse - deberá usar gas de Aguaytía. Su construcción estaría, pues, supeditada a la posibilidad económica de transportar ese gas a la costa, y a su precio. Las consultas realizadas permiten deducir que si se asegura una demanda adecuada, del orden de 2 millones m^3 de petróleo equivalente por año, podría contarse con el gas de Aguaytía en los centros de consumo hacia 1970 y que la plata térmica correspondiente (de unos 100 MW)[10] estaría en funcionamiento en dos años a contar de esa fecha.

Hasta aquí se han mencionado las posibles plantas conocidas en la zona central-sur cercano, que es la de mayor densidad de demanda de electricidad en la región de influencia del Mantaro. Sin embargo, tanto por su importancia económica como por las fuentes de abastecimiento de electricidad que posee, no debe dejarse completamente de lado la

---

9/ Quizá se necesite además una, de mucho menor potencia, en la zona de bombeo (Ica y otras).

10/ Nótese que de ninguna manera podría aconsejarse la instalación de esa planta térmica si tuviera que quemar fuel-oil (residual), ya que eso significaría un gasto en divisas de unos 2 millones de dólares por un año en importaciones de combustible (se calcula una generación de unos 300 millones de kWh por año y un consumo de 100 000 toneladas de petróleo residual). En 1966 el déficit neto en ese renglón fue de unos veinte millones de dólares.

/zona que

zona que corresponde al norte relativamente cercano, hasta el Santa. Su centro de gravedad está en la planta hidroeléctrica sobre ese río, con posibilidades de algunas obras en vertientes superiores y aprovechamientos adicionales sobre el Santa más abajo del Cañón del Pato (se menciona la cifra de 300 MW, pero todavía no hay estudios firmes de terreno, ni económicos), circunstancia que permitiría el desarrollo hidroeléctrico racional en serie del río. En el mismo valle podría encararse el estudio de la utilización de los yacimientos antracíticos (sea en Chimbote o en bocamina) para una planta térmica. Con relación a este punto deberá evitarse la contaminación de las aguas que implicaría esa intensa actividad minera. Las perspectivas parecen muy interesantes, pero difícilmente podrán encararse hasta 1975. Además, la distancia es relativamente grande (aunque es probable que el norte cercano ya estaría interconectado a través de Pativilca-Paramonga) y los planos de ampliación de la siderúrgica en Chimbote requieren la instalación temprana de una central térmica.

En cuanto a una planta de energía atómica, se considera que, aun suponiendo que se la destinara también en buena parte a desalinizar el agua, no tendría capacidad de competencia en ninguna de sus dos funciones. Además se requiere un plazo mucho más largo que el disponible para decidir acerca del tipo de reactor, entrenar el personal, etc. Con todo, convendría verificar la propuesta de Westinghouse, que, según se dice, es económicamente comparable, o superior, al aprovechamiento del Mantaro.

Respecto a los aspectos financieros, debe recordarse que las estimaciones del costo de las obras del Mantaro han variado considerablemente desde la concepción de la idea hasta la fecha. A principios de 1962 se estimó que la inversión necesaria se elevaría a 2 400 millones de soles (Consorcio English Electric-Siemens Schuckert); en mayo de 1963, sobre la base de algunos trabajos en el terreno, la firma consultora Electroconsult estimó inicialmente la cifra de 3 800 millones de soles, en tanto que en febrero de 1964, al disponer de datos más firmes proporcionados por la CORMAN, la reestimó en casi 5 300 millones, de los cuales más del 60 por ciento correspondían a divisas.

/Las cifras

Las cifras más recientes, con el necesario ajuste de precios, fluctuarían entre más de 6 000 y 7 000 o más millones de soles, según las fuentes de financiamiento que se eligieran finalmente. Esa inversión corresponde a las dos etapas de 330 MW cada una y no menos del 80 por ciento de ella deberá efectuarse durante la primera etapa por la necesidad de ejecutar las obras civiles para el conjunto del proyecto.

El costo del túnel se elevaría a no menos de 450 millones de soles, 75 por ciento de los cuales corresponderían a divisas. El túnel, por la complejidad de la obra, constituye el elemento crucial de todo el proyecto, y es allí donde podrían ocurrir demoras por las dificultades de ejecución. Sin embargo, los trabajos preparatorios ya bastante adelantados por la CORMAN, permitirían ser optimistas.

Conviene observar, también, que la oportuna revisión de los planes que incluya cierta regulación en algunas fuentes, permitiría mejorar las descargas y la potencia instalada y aprovechada, con considerable ventaja para los costos unitarios.

En diciembre de 1965 el Ministro de Fomento del Perú, presentó al Senado el oficio 3872-65 M, en que señaló las considerables ventajas que representaba la oferta del Grupo CIE-IMPREGILO con respecto a la del Consorcio Angloalemán. La suma total ascendería a 4 820 millones de soles, o sea 1 050 menos que en el contrato anterior, con condiciones contractuales más favorables y la misma tasa de interés de 6.5 por ciento y por un período de 20 años (en lugar de los quince que figuraban antes). Además ofrecía financiar una parte de los gastos en moneda local que se elevan a unos 860 millones de soles.

A raíz de la discusión de este problema, por decreto supremo 276-H de agosto 1966, se aprobó un contrato con aquel grupo italiano, por valor de 2 900 a 3 200 millones de soles, para llevar adelante la primera etapa del proyecto del Mantaro, con una potencia de 342 MW y las correspondientes obras de transmisión, subestaciones, etc. De tal manera quedó ya en condiciones de integrarse al sistema interconectado en la región central.

/Las condiciones

Las condiciones financieras estipuladas sólo dejan de 10 a 20 por ciento de las inversiones requeridas a cargo directo del Gobierno del Perú.

El cronograma de las obras preveía la puesta en marcha del primer grupo generador a fines de 1971 y la terminación de la instalación de la totalidad de la potencia programada a mediados de 1974.

Simultáneamente debían construirse las líneas de transmisión previstas para el sistema, que se esperaba terminar a fines de 1971 para poder transmitir la energía generada por el primer grupo. Entretanto, se adelantaría la construcción de la línea de 220 kW de Lima y Marcona, que podría estar terminada a mediados de 1969. Paralelamente se estudiarían los sistemas de distribución rural en los valles de Chincha, Pisco e Ica y organizaciones correspondientes para hacerlos efectivos.

Con los datos actuales, la inversión por kW sería, en la primera etapa de no menos de 550 dólares y al completarse los 660 000 kW, de más de 300 dólares. Ello daría un costo por kWh en subestación de unos 15 centavos de sol (6 millones) y un precio de venta en el mismo lugar de 21 centavos de sol (8 millones). Estas cifras serían similares a las que registra actualmente la red de servicio público, pero podrían mejorarse con un plan integral que aumente la potencia instalada sin grandes desembolsos adicionales y utilice el financiamiento más favorable. Este, posiblemente se logre recurriendo a una licitación internacional, a financiamientos a largo plazo (unos 30 años), con un interés medio (inferior al 6 por ciento) y un período de gracia que cubra el tiempo de construcción de la obra.

Entre tanto, en vista de que con el actual plan de ampliaciones, Empresas Eléctricas Asociadas tendría hasta 1969-70 un sobrante del orden de los 100 MW con respecto a la demanda en su zona de influencia, sería conveniente construir la línea hacia Ica-Marcona para iniciar el abastecimiento de esas localidades. Existen estudios previos y sería una obra fácil y rápida, que se terminaría en uno o dos años, con un costo de siete a nueve millones de dólares. En este caso, como en la línea a Cerro de Pasco que se mencionó antes, el trazado y características deberían ajustarse a un plan integral como el diseñado por la CORMAN.

/Se ha

Se ha visto que la necesidad del aprovechamiento hidroeléctrico en el Mantaro parece inobjetable y responde a las exigencias del desarrollo económico a largo plazo de la región más importante del país. Este aprovechamiento tendrá como consecuencia la estructuración de un sistema eléctrico, con una interesante demanda complementaria en parte que ahora no existe.

El problema radica ahora simplemente en la viabilidad física y económica de un plan de construcción, así como en un programa financiero realista - tanto en el aspecto interno como de endeudamiento exterior - sin olvidar, los costos de inversión ni los precios de la energía entregada al consumo en los lugares en que ella se necesita.

Los poderes públicos necesitan una guía explícita que les ayude a tomar decisiones racionales. Para ello se recomienda que el Instituto Nacional de Planificación aborde inmediatamente la elaboración de un programa que tenga en cuenta los siguientes aspectos:

a) La capacidad financiera del Gobierno para sufragar anualmente la financiación del Mantaro (quizá unos 160 millones de soles por año) y la proporción de esa suma en divisas sin afectar el balance de pagos;

b) La financiación óptima aconsejable, que considere las limitaciones derivadas de a) y evalúe críticamente las diversas soluciones propuestas. A ese respecto adquiere especial importancia el período de gracia, ya que si los pagos comenzaran a partir del momento en que la central entra en funcionamiento, la percepción de ingresos por la venta de energía aliviaría la presión financiera;

c) En vista de que no puede garantizarse que el Mantaro suministre energía hacia 1970-71, se impone preparar una lista de soluciones posibles para el período transitorio a que se hace referencia más arriba. Esa tarea consistiría en lo siguiente:

i) Decidir rápidamente, con los muchos antecedentes disponibles, sobre el suministro de energía mediante una línea de transmisión de Lima a Ica, ulteriormente hasta Marcona;

ii) definir las posibles plantas térmicas, su capacidad, localización y plazos de incorporación en la red;

/iii) confeccionar

iii) confeccionar un cronograma detallado, del que se desprenda claramente la calificación de la obra hidroeléctrica respecto al avance en su proyecto definitivo, tiempo necesario para cubrir las etapas faltantes hasta su ejecución y puesta en marcha, tipos de financiamiento, etc., incluso evaluación y costos de inversión y de generación de la energía; (véase el cuadro 67)

iv) preparar una lista definitiva de las obras hidroeléctricas posibles de mayor importancia en la zona centro-sur.

d) A base de esa lista se establecería un orden de prelación para las obras, atendiendo a la preparación del proyecto, su licitación, ejecución, etc. La falta de un ordenamiento de ese tipo y el no cumplimiento del calendario que de allí surja, puede comprometer el éxito de todo el plan y crear situaciones críticas hacia 1970-71;

e) El próximo paso consiste en asegurar el financiamiento adecuado y proceder a la ejecución de las obras de más alta prioridad, preocupándose al mismo tiempo de avanzar en la preparación de las que le siguen en importancia.

A ese respecto debe tenerse muy en cuenta que en cualquier obra hidráulica, pero muy especialmente en la del Mantaro por su magnitud y características estratégicas, coexisten tres aspectos diferentes:

- la gran obra civil, la más lenta e indeterminada por las características del terreno, generalmente también la más costosa; salvo la maquinaria de trabajo el principal costo es de origen nacional;
- el equipamiento de la central de generación y sus partes accesorias, la instalación es relativamente rápida pero la maquinaria debe encargarse con bastante anticipación, proviene casi todo del exterior y las
- líneas de transmisión y su equipamiento; similar al anterior aunque hay también considerable insumo de mano de obra.

Cada una de estas fases requiere su propio proyecto, cronograma, etc. y se tratará de que coincidan en sus etapas finales a fin de evitarse estrangulamientos en la puesta en servicio de la central eléctrica y la interconexión.

/Cuadro 67

ıdro 67

PERU: MODELO DE CUADRO BASICO PARA UN INVENTARIO DEL ESTADO DE ADELANTO DE LAS OBRAS HIDROELECTRICAS a/ IMPORTANTES

A. Características técnicas y eléctricas

Nombre	Ubicación	Número de referencia	Tipo de obra b/	Capacidad del embalse	Caudal		Altura de caída	Volúmenes de los principales insumos c/	Potencia en kW		Producción anual de energía (kWh)
					Medio	Mínimo			Instalada	Garantizada	

B. Características financieras

Número de referencia	Costo estimado o real total		Costo estimado obra civil		Costo estimado equipamiento electromecánico		Aportes públicos		Préstamos					Costo	
	En soles	Equivalente divisas	En soles	Equivalente divisas	En soles	Equivalente divisas	Total	Asignación anual	Internacional	Privado	Período de gracia	Plazo de amortización	Tipo de interés	Por kW instalado	Por kW entregado en subestación

C. Grado de adelanto

Número de referencia	Concepción de la idea	Estudio preliminar	Evaluación proyecto	Estudio de factibilidad	Anteproyecto técnico	Proyecto de ingeniería	Estudio financiación	Estado de ejecución d/		
								Comienzos	Avanzado	Próximo a inaugurar

a/ Se acompañará un mapa indicando la ubicación de los sitios correspondientes.

b/ Con embalse, de pasada, longitud túneles.

c/ Cemento, hierros, piedra.

d/ Se indicará el avance relativo de las tres partes principales de un proyecto: obra civil, equipamiento de la central eléctrica y línea de transmisión.

/Adelante cada

Además cada una de ellas, o por lo menos sus componentes en moneda nacional y en divisas, admite diferentes tipos de financiamiento que se aconseja estudiar con todo cuidado. En todo caso deberá obtenerse un período de gracia no inferior al tiempo que dure la construcción y puesta en funcionamiento de la obra, con plazos para la amortización no inferiores a veinte años y un tipo de interés del 5 a 6 por ciento.

De otra parte conviene revisar los pronósticos de la demanda de energía y las necesidades de potencia, de acuerdo con las observaciones que se han hecho más arriba. Es de particular interés definir la curva de cargas del sistema hacia 1970 y 1975, a fin de determinar con respecto a ella las necesidades de los diversos tipos de centrales y el régimen de explotación del sistema combinado hidráulico-térmico.

5. Algunas otras regiones importantes

Además del abastecimiento de electricidad de la región central, con sus aledañas norte y sur cercanos - que se ha discutido en sus líneas generales en la sección precedente - interesa analizar la situación en algunas otras zonas de interés estratégico para el desarrollo económico del Perú. Entre esas zonas se cuentan las de: Santa-Chimbote-Trujillo; Piura-Chiclayo; Cuzco y Arequipa; Puno-Juliaca y la de Tacna.

a) Región del Santa (incluye Chimbote y Trujillo)

La planta hidroeléctrica de Huallanca, sobre el río Santa cuenta con una potencia de 52 MW en cuatro unidades, potencia que se duplicará mediante la instalación de dos turbinas de 25 MW cada una. De esa manera se ampliaría el suministro de energía eléctrica a la acerería de Chimbote, también propiedad de la Corporación del Santa, lo que permitiría sustentar las ampliaciones proyectadas. Independientemente de ello se está considerando la instalación de una planta térmica en Chimbote para asegurar el cumplimiento del calendario de operaciones.

Además, en el informe emitido recientemente por una Misión Carbonífera Francesa que estudió en detalle la posibilidad de aprovechar el carbón de la región, se recomienda instalar una planta termoeléctrica con ese combustible en bocamina e interconectarla con el sistema hidroeléctrico y la planta de Chimbote.

/Una línea

Una línea de 138 kW une Huallanca con Chimbote y éste con Trujillo, estableciendo la espina dorsal de la electrificación interconectada de la importante región norteña. Por otra parte, la línea de 69 kW conduce la energía eléctrica del Cañón del Pato hacia Huaraz, permitiendo la electrificación rural en el Callejón de Huaylas.

Esta región presenta las interesantes características de poseer diversas fuentes probables de generación eléctrica (la hidráulica y la de carbón) y un mercado de fuerte carga industrial, incluso electro-siderúrgica. Además, ofrece la inmediata posibilidad de sustituir abastecimientos locales antieconómicos en una zona de pequeña agricultura y minería (Callejón de Huaylas).

El río Santa se encuentra ya equipado en el Cañón del Pato con 80 MW (?) habiéndose completado la segunda etapa. Existe ahora la posibilidad de instalar otro grupo en el mismo lugar, para cuyo objeto sería necesario realizar ciertas obras de regulación en las cuencas altas dotadas de lagunas a gran altura y proceder a nuevos aprovechamientos del caudal ya disponible sobre tramos inferiores del río. Además, se plantea la posibilidad de un aprovechamiento hidroeléctrico en conjunción con las obras de riego de Chao-Virú, en el caso de que esas obras se llevaran a efecto.

En la zona limítrofe del Cañón del Pato se encuentran las minas de carbón más explotadas del Perú. En ellas se registró hace algún tiempo, cierta actividad extractiva, financiada en parte por el Banco Minero. Mientras se realizaba el presente estudio la paralización de faenas era prácticamente total. Se plantea la necesidad de estudiar cuidadosamente el aprovechamiento de esos mantos carboníferos para la generación termoeléctrica, ya sea <u>in situ</u> o mediante su transporte a Chimbote. En este último caso debe resolverse el problema de un camino carretero para llevar las cargas, o la dedicación del ferrocarril existente exclusivamente a ese fin. Se presenta también la urgente tarea de establecer rígidos controles para evitar la contaminación de las aguas del río a raíz de la intensificación de las labores mineras. De lo contrario las consecuencias pueden ser nefastas tanto para la agricultura como para el uso urbano e industrial en el curso inferior donde se concentran esas actividades.

/En cuanto

En cuanto a la demanda, se caracteriza por el predominio del uso industrial, especialmente del electrometalúrgico. Incluso el consumo urbano no es otra cosa que la proyección de esas actividades en los necesarios conglomerados de población, excepto en el Callejón de Huaylas. La industria de harina de pescado ha tenido un auge muy considerable por lo tanto es probable que se mantenga a su nivel actual, o sólo experimiente aumentos muy pequeños. Algo similar podría quizá decirse del azúcar (región de Trujillo). En cambio, la industria siderúrgica se halla en franco y acelerado aumento, si bien la demanda de la electrosiderurgia propiamente dicha disminuirá con la instalación de los altos hornos tradicionales. Sin embargo, respecto a esa industria básica, se plantea un problema esencial de tiempo: pues los planes de expansión siderúrgica no pueden quedar supeditados a posibles atrasos en la construcción de centrales eléctricas que demandan largos plazos. De esa manera puede suceder que resulte imprescindible instalar una planta térmica especial para ese objeto. Si ese fuera el caso, no estaría demás investigar más de cerca la conveniencia de ampliarla para servir a otros fines más generales e integrar una red con abastecimiento térmico e hidráulico cuidadosamente definido para que su eficiencia sea óptima.

Así, pues, es aconsejable proceder a un estudio integral del abastecimiento eléctrico e hidráulico en la región Santa-Trujillo. Ese estudio comprendería al sector eléctrico en su totalidad (y no sólo el correspondiente a la demanda de la industria siderúrgica, como el estudio que está llevando a cabo la Corporación del Santa), el riego y el abastecimiento de agua potable e industrial. De allí podrían desprenderse recomendaciones concretas relacionadas con proyectos de envergadura, como el riego en Chao-Virú con su posible importante aprovechamiento hidroeléctrico en un emplazamiento todavía por fijarse, la selección de proyectos eléctricos y sus respectivos plazos, el control de la calidad del agua, etc.

/b) <u>Región</u>

b) Región de Piura-Chiclayo

Esta es una zona eminentemente agrícola y agroindustrial, con florecientes centros urbanos basados en esas actividades y en los planes de colonización en marcha. Hasta el presente el abastecimiento de electricidad es principalmente de origen térmico, pero se prevé instalar varias centrales hidroeléctricas en relación con las grandes obras de riego que se proyectan para la región, como las de Olmos y Tinajones. Debe mencionarse también que la Corporación Minera de Bayonar se propone explotar fosfatos y potasio en Sechura, cuya central se ampliará dentro de poco en 25 MW.

Hasta el presente el procedimiento más generalizado ha sido estudiar cada obra por separado, sin un enfoque integral de la demanda y posible oferta de energía eléctrica. Ese procedimiento conduce a resultados menos eficientes que si se aplicara un criterio integral. En consecuencia, se aconseja realizar cuanto antes un estudio regional del sector en referencia. En vista de los considerables bloques de potencia eléctrica de que podría disponerse como resultado del aprovechamiento hidroeléctrico del Santa, se sugiere la conveniencia de considerar también la posibilidad de conectar este sistema con el correspondiente a Trujillo-Santa.

Tanto en esta región como en la anterior, existen importantes instalaciones de autogeneración industrial y agroindustrial, prácticamente todas térmicas. (Véase el cuadro 9.) Sería deseable que en el estudio sugerido se tenga también en cuenta la posibilidad de integrar una red central con las más grandes de esas autogeneradoras, a fin de eliminar las instalaciones pequeñas e ineficientes. El resultado sería una considerable economía de electricidad y combustible.

c) Cuzco

Este es un ejemplo ilustrativo de la discordancia entre las fuentes de abastecimiento existentes y la demanda de electricidad en muchas regiones del Perú (véase la sección 1 de este mismo capítulo). La planta, que ya se encuentra habilitada, tiene una capacidad muy superior a la

/demanda normal

demanda normal de la región (40 MW) y presenta problemas de funcionamiento que afectan a su rentabilidad. Así, pues, las futuras ampliaciones - que desde el punto de vista hidroeléctrico son aconsejables y parecen ser económicas - deberán relacionarse muy cuidadosamente con las ampliaciones de los mercados de electricidad. Por ahora no parecen existir buenas perspectivas para esa expansión a menos que se la estimule artificialmente mediante la creación de nuevas industrias cuyo empleo de electricidad sea intensivo.

Este problema escapa a los propósitos del presente informe. Bastará sólo señalar, a título general, que antes de emprender ese tipo de desarrollo industrial, deberá hacerse una evaluación cuidadosa de las diversas posibilidades de inversión, en otros proyectos industriales o en otros sectores.

Actualmente existen en esta zona dos unidades de 20 MW cada una y se está procediendo a la ampliación de otra turbina de 40 MW. Una línea de 138 kW une la central de Macchu Picchu a Cuzco. Se estima que el costo de la ampliación referida se elevará a 100 millones de soles.

El proyecto de Chisiccata, sobre el río Ramis prevé aprovechamientos hidroeléctricos que algunos estiman en varios miles de kW.

d) Arequipa

El abastecimiento eléctrico de Arequipa se ha efectuado mediante el aprovechamiento sucesivo del río Chili y de acuerdo con un plan muy racional. Con las nuevas plantas Charcani III a V, en construcción o estudio y que agregarían 30 MW, la demanda quedará satisfecha sin dificultades en el próximo período.

A plazo relativamente largo, las sucesivas regularizaciones del caudal del Chili mediante varias obras de derivación que acrecentarían considerablemente su caudal (a más de 25 m^3/seg.), permitiendo importantes proyectos de riego, aumentarían también la potencia eléctrica disponible. Quedaría siempre por resolver el enojoso problema del embalse El Fraile y la conversión del sistema a la frecuencia de 60 ciclos, operación esta última que podría llevarse a cabo conforme a las indicaciones contenidas en el Segundo Plan de Electrificación Nacional.

/Sin embargo,

Sin embargo, el problema que se plantea para Arequipa en el futuro más lejano es de otro orden. Se trata de estudiar la economicidad de las posibles desviaciones de cuencas que desaguan en el lago Titicaca o el Atlántico y evaluar el conjunto de los beneficios derivados del riego y de la posible generación de energía eléctrica. Se prevé que esta última resultará excesiva para la demanda a mediano plazo de la región, con lo cual surgen problemas de conjunto que es necesario estudiar con sumo cuidado.

Existen diversas posibilidades del tipo que se acaba de señalar, pero en el campo de la electricidad ellas se encuentran enteramente supeditadas al aspecto del riego. (Véase el capítulo VI.)

Lo que interesa destacar en este momento es la necesidad de efectuar estudios definitivos sobre el particular, optando por los aprovechamientos más promisorios, con su calendario bien establecido en cuanto a las diversas fases de estudios previos, evaluaciones, comparaciones, decisión final, etc.

e) Tacna-Aricota (con posible abastecimiento a Toquepala-Ilo)

Se trata aquí de una interesante y posible combinación de una región altamente industrial y minera (minería y fundición de cobre en Toquepala-Ilo) con zonas agrícolas, más alejadas. El abastecimiento de electricidad de la zona minera, se efectúa mediante grupos térmicos, pero la habilitación de las centrales de Aricota y, más adelante, de la quebrada de Placota, permitirá interconectar las dos zonas, con evidente provecho para ambas. Entretanto conviene aumentar la potencia térmica en la zona minera y definir rápidamente las características del plan hidráulico en Aricota-Curibaya-Mauri (véase el capítulo VI, sección 6).

La potencia hidroeléctrica de que se dispondrá al concluir las obras mencionadas, será excesiva para el consumo de las zonas aledañas, aun con la electrificación del bombeo y cierto desarrollo de la industria liviana. De allí el interés de interconectar las dos zonas, de dispares características.

/A raíz

A raíz de la ampliación de las labores minerometalúrgicas de la Corporación del Cobre del Sur del Perú en Toquepala se ha instalado una turbina de gas adicional de 66 MW, elevando la potencia total instalada a 110 MW. En el futuro Toquepala recibiría energía de la central de Aricota mientras la central de Ilo suministraría electricidad para el consumo público del puerto del mismo nombre.

Mucho depende, como se ha dicho, de la forma como piensa operarse la central de Aricota. Las últimas informaciones indican que se proyecta utilizar 830 millones de metros cúbicos almacenados en la laguna mediante su aprovechamiento en dos etapas, utilizándose en la primera una caída de 617 metros hasta las márgenes del río Curibaya (23.5 MW) y la segunda de 312 metros (11.8 MW). Teniendo en cuenta que la alimentación de la laguna es de cerca de 2 metros cúbicos por segundo y la capacidad máxima de las bombas se eleva a 4.6 metros cúbicos por segundo se calcula que en veinte años el nivel del lago bajaría en 100 metros, con un uso consuntivo de 700 millones de metros cúbicos. A partir de ese momento se espera usar las plantas para carga de punta, con un factor del 35 por ciento y un gasto de agua del orden de 1.5 metros cúbicos por segundo. Ya se mencionó (véase el capítulo VI) el uso del agua para el riego en Ilo Norte y en Yarada y en otro lugar se hará referencia a la posibilidad de una combinación de planta nuclear-desalinización del agua.

f) Puno

Se cuenta ahora con apenas 2 MW de potencia térmica instalada y se halla en construcción la central hidroeléctrica de Maravillas, con una potencia aproximadamente igual a la térmica ya instalada. Esta nueva planta permitiría pasar a reserva parte de la potencia térmica poco económica.

Para más detalles véase el capítulo VI, sección 6-j).

/Capítulo VIII

Capítulo VIII

ESTRUCTURA INSTITUCIONAL

1. Algunos aspectos institucionales

La complejidad del sector junto a los variados usos a que se presta el agua, hace que en todos los países, cualquiera que sea su grado de adelanto tecnológico y económico, funcionen entidades relacionadas con el agua en diferentes sectores, departamentos y estratos de la administración pública. Sectorialmente, se las encuentra ubicadas en oficinas que tienen que ver con saneamiento, agricultura, energía eléctrica, etc. Geográficamente, se dividen por cuencas o departamentos. Funcionalmente dependen del gobierno central, departamental o municipal. Las fuentes de financiamiento son más diversificadas aún, ya que intervienen también las instituciones internacionales y de asistencia bilateral.

En el Perú esa situación se ve agravada a menudo por la tradicional división de funciones entre departamentos y aun entre ministerios. Tal es, en particular, el caso de las obras de riego que dependían tanto del Ministerio de Fomento como del de Agricultura y que sólo muy recientemente volvieron a reunirse en el mismo centro administrativo.

Es indudable que frente a esa diversidad se impone una reorganización funcional (con mínimos cambios que no provoquen desajustes o distorsiones) que incluya la coordinación de funciones que por su propia naturaleza no permiten un reagrupamiento más centralizado. Esa coordinación podría cumplirse a través de los órganos de planificación.

Por esa complejidad y diversidad de funciones el sector hidráulico no se presta para una centralización institucional acabada, salvo al nivel de la planificación global y regional. Ello se debe a que, contrariamente a las actividades productivas bien diferenciadas, como la minería, agricultura, industria, el agua cumple una serie de funciones que trascienden a agrupamientos de ese tipo. Tiene relación con los servicios de infraestructura social, mediante su aporte a los abastecimientos de agua y al saneamiento; participa activamente en el suministro de energía, a través de su componente hidroeléctrico; su participación

/en la

en la agricultura a través de riego es evidente; se incluye en el vasto campo de los transportes mediante la posibilidad de navegación fluvial; ejerce marcada influencia en otras actividades, como podrían ser la pesca o el turismo; constituye a menudo, el eje central de proyectos de desarrollo regional o de zonas.

En suma, es imposible construir un solo y único Ministerio o Departamento Ejecutivo, que abarcare, con exclusión de todas las demás, las funciones correspondientes al desarrollo hidráulico. Por consiguiente, se recomienda la máxima concentración viable de funciones en ciertos organismos, sin aspirar a la centralización total. Queda, pues planteada la imprescindible necesidad de crear organismos para coordinar las funciones de los distintos departamentos en el campo hidráulico, las que a veces correponden a etapas sucesivas de su desarrollo y, a menudo, a usos que están en competencia o se complementan.

De allí que las sugerencias para reforzar las funciones de algunos Ministerios o desdoblar y redistribuir las de otros no excluyen a las que se refieren a una mejor coordinación entre organismos ya saneados, sino que más bien las complementan.

2. Organización actual

a) Medición y evaluación

Se analiza en el capítulo III sección F, "Los organismos dedicados a la observación meteorológica e hidrológica".

b) Programación del desarrollo de los recursos hidráulicos

El Instituto Nacional de Planificación (INP), creado por decreto ley 14220 del 19 de octubre de 1962, tiene a su cargo la programación nacional tanto global y sectorial como regional. Los recursos hidráulicos no se tratan como un sector especial, pero son objeto de atención preferente por parte de la Dirección de Planificación Regional y Estudios de Recursos Naturales del Instituto.

Esta Dirección se organizó en 1961 - aún antes de la creación del Instituto - como parte del Servicio Cooperativo Interamericano de Fomento (SCIF), con la cooperación del Gobierno de los Estados Unidos. Dicho Servicio consideró necesario que la Dirección emprendiera un programa de

/evaluación de

evaluación de los recursos naturales del Perú. Al cesar sus operaciones esa Dirección, el programa se mantuvo como oficina del Ministerio de Fomento (Decreto 12-F del 27 de abril de 1962) para luego ser anexado al INP cuando éste se creó en 1962. Uno de sus departamentos es el de Hidrología y Meteorología el cual inició la recopilación de la información disponible sobre recursos hidráulicos, trabajo preparatorio de la Misión de la CEPAL.

El decreto 14220 crea en realidad un Sistema Nacional de Planificación, del cual el INP es el órgano técnico central permanente y ejecutivo. Por sobre él está el Consejo Nacional de Desarrollo Económico y Social, integrado por siete ministros, el presidente del Banco Central de Reserva y el Jefe del INP, que tiene rango ministerial. El Consejo se limita a aprobar los planes y fijar los lineamientos generales de la política de desarrollo. El INP elabora los planes nacionales a base de los sectoriales y regionales que deben preparar - con arreglo a sus instrucciones técnicas - las oficinas de planificación de los Ministerios y de los organismos regionales semifiscales (integrantes del "sector público independiente" como se le llama en el Perú).

Tres Ministerios - Agricultura, Fomento y Salud Pública - comparten el manejo de los recursos hidráulicos y como cada uno de ellos atiende únicamente a sus propias funciones la programación del sector se resiente por falta de coordinación. Además, algunos usos escapan al control de todo organismo, como se verá más adelante. Agrava la situación el hecho de que el Fondo Nacional de Desarrollo Económico se ocupa también de programar en el sector hidráulico - construir obras - por su cuenta, sin coordinación con los ministerios aludidos, ya que dicho Fondo es administrado por un Consejo que goza de autonomía.

También algunas corporaciones regionales (organismos semifiscales autónomos) planean y construyen obras hidráulicas (vg. las de Cuzco, Mantaro, o las de Saneamiento de Lima y Arequipa) sin examinar si sus programas encuadran o compiten con los relativos a otros usos ya sean potenciales o actuales de las mismas fuentes hidráulicas utilizadas por ella.

Por lo tanto, aunque la programación está muy bien organizada en el plano nacional, no puede ser eficiente, en relación con los recursos

/hidráulicos a

hidráulicos a causa de las fallas de que adolece en el plano regional o sectorial. Es urgente subsanar esas fallas, como se propone más adelante, asignando al INP, a través de su Dirección de Recursos Naturales, una clara responsabilidad en la coordinación de los programas hidráulicos de los diferentes organismos que los formulan en contacto con el Comité o Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos, o a través del mismo, y la facultad de dictar normas que permitan comparar los proyectos y evaluarlos sobre bases uniformes. Esa obligación debería hacerse extensiva incluso a las corporaciones y otras entidades independientes, sin perjuicio de que conserven su autonomía financiera o ejecutiva.

La programación en el sector hidráulico debe ser integrada para lograr el uso múltiple de sus recursos; pero ello no es posible cuando el organismo programador se ocupa de un solo uso y se desentiende de los demás. De allí que sea tan necesaria la coordinación. Ella permitirá establecer, al más alto nivel, un orden de prelación para los usos de un mismo recurso hidráulico que compitan entre sí o para los diversos usos posibles de otros recursos (vg. energía hidroeléctrica vs. térmica).

Las oficinas encargadas de la programación y preparación de proyectos son varias y dependen de distintos ministerios o agencias autónomas. Si se logra concentrar en un solo ministerio, todas las oficinas que manejan recursos hidráulicos, se podrá asimismo concentrar en una sola de ellas la tarea de preparar estudios y proyectos, con economía en los gastos y eliminando las duplicaciones hoy existentes.

c) Aprovechamiento del agua para fines doméstico y municipal

Tres autoridades distintas ejercen control en este campo. El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través de su Subdirección de Ingeniería Sanitaria, se ocupa de planear y construir obras para el suministro de agua potable y eliminación de las aguas de albañal en las poblaciones de 2 000 habitantes o menos, esto es, en las pequeñas comunidades rurales.

El Ministerio de Fomento, a través de su Dirección de Obras Sanitarias, atiende en este aspecto a las poblaciones y ciudades de más de 2 000 habitantes, excepto a aquellas como Lima y Arequipa que cuentan con Corporaciones de Saneamiento propias y autónomas.

/La tercera

La tercera autoridad la constituyen esas corporaciones además de algunas corporaciones departamentales y el Fondo Nacional de Desarrollo Económico que puede planear obras de esta clase, y licitar su construcción, confiándola a las Juntas Departamentales de Obras Públicas. Además, varias municipalidades construyen y manejan sus propios servicios de agua potable, en competencia, a veces, con los del Ministerio de Fomento.

Todo este cuadro configura una completa anarquía en la administración de esos servicios que representan un aprovechamiento tan importante del agua. Las tarifas varían, según la agencia administradora y los equipos empleados, lo que encarece los costos, desde el punto de vista nacional, a más de aumentar innecesariamente los gastos de administración. La competencia entre el agua potable y otros aprovechamientos (especialmente el riego) no se tiene en cuenta, particularmente en su proyección futura, lo que es grave en la región de la Costa, cuya disponibilidad de agua es crítica y donde están las más grandes ciudades, en constante crecimiento. El agua para atender a la expansión de esas poblaciones debe tomarse sacrificando el riego, lo que exige establecer un orden de prelación en la materia. Las aguas subterráneas para abastecimiento doméstico y municipal se utilizan sin considerar la influencia presente y futura del aprovechamiento de las mismas napas para otros usos ni la que ejercen las aguas superficiales sobre la disponibilidad y calidad de las subterráneas. Esto último obedece a que ninguna autoridad se ocupa orgánica ni sistemáticamente del reconocimiento y manejo de las cuencas subterráneas y a que las autoridades sanitarias se preocupan solamente de evitar su contaminación olvidando su conservación cuantitativa. Sólo en los alrededores de Lima se están iniciando estudios al respecto con la asistencia técnica de las Naciones Unidas.

La crítica precedente no se refiere a la eficiencia individual de las oficinas aludidas, que cumplen satisfactoriamente sus funciones dentro de los medios de que disponen, sino a la desconexión entre sus diferentes servicios. Por ello se sugirió reunir en una entidad, la actual Dirección de Obras Sanitarias, a todos los que dependen de la administración central. La parte puramente médico-social y preventiva de la labor hoy realizada por el Ministerio de Salud Pública debe, naturalmente, quedar a cargo de éste. Pero los Comités de Cuencas, cuya creación se recomienda más adelante, permitirán mantener la coordinación con las tareas de ingeniería.

/d) <u>Aprovechamiento</u>

d) Aprovechamiento del agua en la industria y la minería

Del aprovechamiento industrial del agua se ocupan los mismos organismos que del abastecimiento municipal pues la mayoría de las industrias están ubicadas en centros urbanos y se abastecen de los servicios generales de agua potable.

Sin embargo, el aprovechamiento industrial es de suyo distinto al doméstico y municipal, lo que no sólo debe reflejarse en las tarifas, sino también en la programación del aprovechamiento hidráulico. Los nuevos procesos industriales, (acero, plásticos, etc.) necesitan crecientes cantidades de agua y algunos, como la refrigeración, no necesariamente para uso consuntivo.

En la minería y la extracción petrolera, por la ubicación de los yacimientos, las empresas explotadoras deben abastecerse de agua por sí mismas. Los artículos 37 y 38 del Código de Minería reconocen prioridad sobre otros a este aprovechamiento, autorizando la expropiación de las aguas requeridas y la imposición de servidumbres. Según los artículos 159 a 163 del mismo Código compete a la autoridad minera y no a la de aguas resolver en cuanto al otorgamiento de derechos e imposición de servidumbres vinculadas al aprovechamiento del agua en las minas.

e) Aprovechamiento del agua en la agricultura

Con respecto al riego existía hasta hace poco una inconveniente división de responsabilidades: la Dirección de Aguas de Regadío del Ministerio de Agricultura ejercía el control de las mercedes de aguas y administraba las aguas de las obras hidráulicas construidas por el Estado, encargándose también de conservar las obras y sistemas. Para ello actúa, en la Costa, a través de las Administraciones Técnicas de Valles, de las que hay, salvo unos

/pocos casos,

pocos casos, una para cada río y sus jurisdicciones comienzan en cada valle donde termina la Sierra y empieza la Costa. Las porciones serranas de los mismos valles están a cargo de Administradores Honorarios, no técnicos, que en la práctica casi no actúan. En algunos valles serranos se mantiene la antigua costumbre de subastar el río entregando su manejo al mejor postor en un remate público anual. Este adquiere el derecho a percibir impuestos por el uso de las aguas y la obligación de hacer los trabajos de distribución.

El estudio, proyecto y construcción de las obras de riego estaba a cargo de la Dirección de Irrigación dependiente del Ministerio de Fomento y Obras Públicas. Esta división era altamente inconveniente, pues las obras, concebidas y ejecutadas por una dependencia, eran luego administradas por otra. Además, la información sobre el derecho a usar las aguas e incluso la hidrológica, está más en manos de quienes operan las obras que en las de quienes las proyectan y construyen. Esta división llevaba a duplicar - con recargo en los costos - no sólo las tareas de medición y evaluación de los recursos sino también las referentes al uso del agua en la agricultura, pues la Dirección de Irrigación debió crear su propia oficina de agronomía, siendo que la Dirección de Aguas de Regadío, por pertenecer al Ministerio de Agricultura, tenía a su disposición los servicios especializados y amplios de este Ministerio.

Agrava esa situación de anarquía el hecho de que el Fondo Nacional de Desarrollo Económico y algunas corporaciones departamentales, también proyectan y construyen obras de riego por su cuenta, sin ninguna coordinación con los demás organismos mencionados.

Con fecha 1 de enero de 1967 se dispuso que la Dirección de Aguas de Regadío pase al Ministerio de Fomento donde, junto a la Dirección de Irrigación integra la Dirección General de Recursos Hidráulicos, pero aún no se le ha dado una estructura unificada. Se propone reunir en ella los diversos organismos y dependencias gubernamentales relacionados con el uso y desarrollo de los recursos hidráulicos con lo que adquiriría la categoría de una entidad centralizadora de gran importancia.

/En vista

En vista de que en el Perú el agua se aprovecha primordialmente para el riego, existe una corriente de opinión en el sentido de centralizar esas funciones en el Ministerio de Agricultura, donde se coordinarían mejor con los servicios agronómicos. Este criterio prevaleció, por ejemplo, en el Ecuador donde en noviembre de 1966 se creó el Instituto de Recursos Hidráulicos, adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería, cuyas funciones, si bien se concentran en el riego, trascienden ese campo en virtud de varias medidas importantes.

De otro lado, no hay colaboración entre los servicios de agronomía y los de ingeniería hidráulica, ni siquiera entre los dependientes de un mismo Ministerio, como el de Agricultura, pues no se atribuye la debida importancia a los estudios para determinar las tasas óptimas de consumo de agua en cada región y para cada tipo de cultivo, ni a las tareas de extensión para enseñar a los agricultores mejores técnicas y prácticas de riego.

Parece indispensable fusionar algunas funciones, y coordinar los aspectos que se refieren al uso del agua en la agricultura, lo que se espera lograr a través de los Comités de Cuencas, cuya creación se propone.

Quedarían siempre fuera de la sugerida concentración ciertas obras de riego, como la de San Lorenzo en el Quiroz y otras, dependientes de corporaciones departamentales, que son administradas por organismos autónomos. La reforma agraria en curso va a acentuar esa falta de coordinación si al manejo de las aguas que afecten a la ejecución de la reforma se asigna a organismos distintos de los que de ordinario las administran. Aunque ello no parece necesario, es recomendable que los aspectos sociales, económicos y de tenencia de la tierra se confíen a entidades especiales.

Avenamiento. La Dirección de Aguas de Regadío del Ministerio de Agricultura se ocupa esporádicamente de este problema, que debería estar bajo su total responsabilidad, pues la falta de avenamiento merma la producción agrícola tanto como la escasez de riego.

/La distinción

La distinción entre las obras hidráulicas destinadas a regar nuevas áreas incorporadas al cultivo (tarea asignada a la Dirección de Irrigación) y los trabajos destinados a mejorar riegos prexistentes (de responsabilidad de la Dirección de Aguas de Regadío) no se justifica. Tampoco se justificaría restringir las funciones de los ingenieros administradores técnicos de valles a la distribución de aguas para riego, descuidando otros usos del agua u otros problemas (avenamiento, etc.) vinculados a su aprovechamiento, ni desligar a esos funcionarios de responsabilidades generales y permanentes con respecto a las aguas subterráneas.

f) Aprovechamiento del agua para producir energía

La concesión de las aguas para producir electricidad y su catastro están a cargo de la Dirección de Aguas de Regadío del Ministerio de Agricultura, autoridad que controla también los demás usos del agua.

La concesión del servicio eléctrico está a cargo de la Dirección de Electricidad del Ministerio de Fomento y Obras Públicas. Ello es también satisfactorio, y no hay recomendaciones que formular al respecto, habida cuenta de que quienquiera usar agua para producir electricidad debe gestionar y obtener dos concesiones, de las dos distintas autoridades mencionadas: una sobre el agua y otra para el servicio eléctrico mismo.

Sin embargo los organismos que proyectan el desarrollo de la energía cuando lo hacen a base de recursos hidráulicos, deberían tener en cuenta los demás usos posibles de esos recursos y coordinarse con las entidades que los tienen a su cargo. A ello tiende la recomendación que se formula para ampliar las facultades que el Instituto Nacional de Planificación tiene en esta materia.

En virtud de una disposición de marzo de 1966, se reorganizó el esquema administrativo en esa materia, al crear una Dirección General de la Energía, que consta de una Dirección de Petróleo (con dos subdirecciones) y una Dirección de Electricidad, a la que compete

/la evaluación

la evaluación y el desarrollo eléctrico. Esta última cuenta con una Subdirección de Fomento Eléctrico, encargada de las tarifas, control de obras eléctricas y costos, y de una Subdirección de Obras Eléctricas cuyas funciones abarcan los estudios, las obras electromecánicas, las obras civiles y la electrificación rural.

Además, en abril de 1966, basándose en la ley 13979 de febrero de 1962, se establecieron los Servicios Eléctricos Nacionales (SEN). Esta entidad recibe y explota los sistemas eléctricos (generalmente pequeñas plantas aisladas) de propiedad del gobierno central que se le transfieran, incluso las que se hallan en construcción. SEN proyecta, construye e instala sistemas de producción, transmisión y distribución de energía eléctrica, que explota por sí o a través de entidades concesionarias y cooperativas, cuya organización fomenta.

g) Transporte (navegación y flotación)

La navegación y flotación sólo son posibles en la vertiente oriental de los Andes, en la región de la Selva. Allí, por la abundancia de agua, la navegación y flotación no compite con ningún otro uso. Las capitanías de puertos, dependientes del Ministerio de Marina (incluso las fluviales y lacustres) están a cargo de la policía fluvial, de la seguridad de las embarcaciones y pasajeros y de su tránsito. La Administración Portuaria, dependiente del Ministerio de Hacienda, está encargada no sólo del funcionamiento de las instalaciones portuarias, sino también de construir las obras necesarias. No hay ningún organismo encargado de promover la navegación en sí misma fomentando el establecimiento de líneas o servicios de transporte fluvial o lacustre, ni de ejecutar en los ríos las obras y trabajos necesarios para mejorar sus condiciones de navegación. Sin embargo, no parece indispensable sugerir ahora cambios en la actual estructura administrativa en esta materia. Quizá los organismos a los que se confíe el desarrollo regional amazónico podrían atender también este problema.

/Como tanto

Como tanto los tributarios peruanos del Amazonas, como la parte peruana del Lago Titicaca, pertenecen a cuencas internacionales, sería conveniente que el Ministerio de Relaciones Exteriores tuviera mayor participación en las tareas tendientes a desarrollar los recursos hidráulicos del área, lo que contribuiría a suprimir los obstáculos institucionales que puedan entorpecerlo.

h) Recreación

El uso del agua para fines de recreación cobra cada vez mayor importancia como factor de progreso social, sobre todo a medida que crecen los conglomerados urbanos y empeoran las condiciones de esparcimiento de la población trabajadora. Este uso puede, en ciertas circunstancias, llegar a competir con otros, sobre todo en la Costa donde la disponibilidad de agua es cada vez más crítica.

Este rubro comprende no sólo el empleo de los recursos hidráulicos para el descanso y esparcimiento de la población estable, sino también como elemento de turismo, que en el Perú tiene importancia considerable.

i) Pesca

El aprovechamiento de aguas dulces para la pesca está a cargo del Ministerio de Agricultura, que actúa con eficiencia.

j) Control de las inundaciones

La Dirección de Aguas de Regadío se ocupa, dentro de la limitación de sus medios, de la construcción de defensas ribereñas. Sin embargo, sobre todo en el curso superior de los ríos no bastan estas obras, sino que es preciso tomar medidas de mayor alcance que dicen relación con el manejo de la tierra y la flora. Por ello se recomienda encomendar todos estos trabajos al organismo cuya organización se auspicia.

k) Control de la contaminación

El Ministerio de Salud Pública está facultado - y actúa con eficiencia - para controlar la contaminación de las aguas de consumo doméstico y municipal. Pero hay algunos tipos de infección que no le competen, como el que ocasionan los relaves mineros en las aguas empleadas en la agricultua, río abajo de las minas, y que afectan a ésta o a los animales y no a los seres humanos; o el que causan las

/industrias en

industrias en las aguas de riego o de consumo humano, por vaciar sus desperdicios en cursos de agua. Más adelante se recomienda que todos estos aspectos sean responsabilidad expresa de la autoridad de aguas.

l) Aguas subterráneas

La prospección, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas subterráneas requieren técnicas muy especiales de hidrología y geofísica.

La Dirección de Irrigación del Ministerio de Fomento tiene un Departamento de Geotécnica; la Dirección de Aguas de Regadío también tiene una pequeña dependencia que se ocupa de las aguas subterráneas.

Otros organismos del gobierno peruano, como el Instituto Nacional de Investigación y Fomento Mineros y las Direcciones de Minería y de Petróleo, se ocupan también de la hidrología.

Sin embargo, ninguna entidad es directamente responsable del problema global de las aguas subterráneas, ni posee equipos adecuados de perforación, investigación y aprovechamiento. Tampoco hay un censo completo de las explotaciones, ni autoridad que controle la conservación de las aguas subterráneas y se ocupe de la recíproca influencia que tienen con las aguas superficiales. Todo lo apuntado se trata de remediar con la recomendación de organizar una Dirección de Hidrología y Aguas Subterráneas en el nuevo organismo propuesto, en la que deberían concentrarse todos los medios humanos y materiales actualmente dispersos en muchas oficinas. Las Naciones Unidas están prestando asistencia técnica en esta materia.

m) Comisión Coordinadora del Sistema Marcapomacocha

La Comisión Coordinadora creada con carácter permanente a fines de 1965, se ocupa de la coordinación y estudio de los proyectos de aprovechamiento de agua y suelos en la Gran Lima, incluyendo recomendaciones sobre su financiamiento y ejecución. Los acuerdos a que llega por unanimidad tienen carácter obligatorio y son ejecutados por las instituciones técnicas correspondientes.

/3. Sugerencias

3. Sugerencias y recomendaciones

a) Criterios generales

Para lograr una mayor eficiencia, tanto en la programación del desarrollo de los recursos hidráulicos del Perú, como en su administración o manejo, se han formulado una serie de recomendaciones, basadas en la posibilidad objetiva de realización inmediata; un mínimo de cambios en la estructura institucional; el uso múltiple, coordinado e integrado de los recursos hidráulicos; la programación ajustada al programa global de desarrollo del país, y la centralización en un solo Ministerio de la mayor cantidad posible de funciones. Esta concentración debe basarse no en especialidades técnicas, sino en sectores de actividad económica o en los recursos naturales que se trata de aprovechar. En la administración de los recursos hidráulicos, la construcción de obras es sólo una parte de la labor y quizá el hecho de haber atendido en el pasado sólo a los aspectos de ingeniería civil haya sido la causa de que algunas obras hidráulicas no se utilicen todavía plenamente. La concentración sugerida permitirá que la concepción, construcción y operación de cada obra esté a cargo de un mismo organismo, lo que supone que un mismo criterio técnico-económico y quizá también las mismas personas presidan las diferentes etapas, en beneficio de la eficiencia. Hoy ocurre que las obras principales son proyectadas y construidas por un departamento y luego manejadas por otro, lo que produce una desconexión evitable. Para solucionar el problema suelen usarse modelos de otros países, cuya realidad no corresponde a la del país, sobre todo cuando han logrado el pleno aprovechamiento de sus recursos hidráulicos.

La navegación y flotación podrían quedar excluidas de la concentración de funciones, porque únicamente los ríos que desaguan al Atlántico son navegables o flotables, una vez que han entrado a la llanura amazónica. En estos lugares es tanta la abundancia de agua que la navegación no compite con otros usos ni siquiera los más consuntivos. Por consiguiente, no cabría transferir las funciones relativas a la navegación a organismos distintos de los que hoy las ejercen.

Correspondería, sin embargo, señalar la inadecuada ubicación de la Administración Portuaria en el Ministerio de Hacienda, dado que ella no se ocupa sólo de recaudar tributos, sino, principalmente de

/construir y

construir y administrar obras portuarias, incluso fluviales y lacustres. De otro lado, se sugiere la conveniencia de coordinar las actividades de las capitanías de puertos fluviales y lacustres (Puno, Iquitos y Maldonado dependientes del Ministerio de Marina) con las de la Administración Portuaria, mientras sea ésta la encargada de mantener o mejorar la navegabilidad de los ríos y lagos. Además, se nota la ausencia de un organismo que se ocupe de promover la navegación fluvial y lacustre, en cuanto concierne a las embarcaciones que deberían prestar tales servicios. Seguramente una corporación de desarrollo de la Amazonía peruana sería la más indicada para ese fin.

El agua subterránea merece un tratamiento especial en vista de las técnicas particulares necesarias para su prospección, alumbramiento y explotación. Se recomienda ponerlas bajo la misma autoridad que las aguas superficiales, ya que la integración del manejo y aprovechamiento del agua subterránea con los del agua superficial es el factor primordial para aconsejar que se administren conjuntamente.

b) Esquemas básicos de organización

i) El sector hidráulico en general

En primer lugar, se recomienda crear un consejo o comité nacional de recursos hidráulicos, de muy alto nivel, para formular la política nacional en ese campo. Sus miembros serían ministros o subsecretarios y sus funciones serían:

- formular una política nacional de desarrollo hidráulico y revisarla periódicamente;
- formular planes de desarrollo hidráulico integral;
- emitir un juicio económico definitivo sobre los proyectos de desarrollo de los recursos hidráulicos que deben serles sometidos;
- coordinar los proyectos de uso múltiple, para cuyo efecto deberá mantener estrecha y permanente vinculación con el Instituto Nacional de Planeamiento, por intermedio del cual se ocuparía también de que los programas hidráulicos se ajusten al programa nacional de desarrollo, en todos sus aspectos y etapas, y
- resolver en los casos en que existan conflictos en el uso del agua.

/Con el

Con el objeto de atender a los detalles técnicos de la revisión y evaluación de los proyectos, el Consejo será asistido por un pequeño grupo técnico, de alta calificación. El personal será dirigido por un secretario ejecutivo, designado por el presidente, y se compondrá de técnicos en ingeniería, economía, asuntos jurídicos y administrativos. Un organograma simplificado sería el siguiente:

Poder Legislativo			Poder ejecutivo
	Consejo nacional de recursos hidráulicos ↓ Secretario ejecutivo		
↓	↓	↓	↓
Jefe ingeniería	Jefe asuntos económicos	Jefe asuntos jurídicos	Jefe administrativo
Grupo técnico	Grupo técnico	Grupo técnico	Grupo técnico

El órgano ejecutivo del Consejo Nacional de Recursos Hidráulicos sería una Dirección General (o Nacional) de Recursos Hidráulicos, que se establecería dentro de algún ministerio (por ejemplo el de Fomento y Obras Públicas) con vistas a ser elevado en su oportunidad al rango de ministerio.

La misma ley que establezca esa Dirección General deberá prever los cambios institucionales necesarios en las estructuras existentes. Uno de ellos sería la reunión de todos los organismos y departamentos gubernamentales, incluidos los autónomos o semiautónomos, que se vinculen con el desarrollo, uso y control de los recursos naturales. En los casos en que la fusión no fuese deseable deberá preverse un mecanismo de coordinación y consultas.

La ley básica establecería también la necesaria descentralización de funciones, creando oficinas regionales basadas en unidades o cuencas hidráulicas, sin la limitación de las divisiones políticas. Cada oficina regional sería responsable ante el ministerio correspondiente, a través del director general.

/Se establecería

Se establecería así una línea directa de comunicación, responsabilidad y autoridad entre el ministro y el director regional, a través del director general y, eventualmente, el administrador o supervisor del proyecto. La situación se ilustra esquemáticamente como sigue:

Dirección General de Recursos Hidráulicos
(Director General)

Oficina regional central
(Director regional)

Oficinas regionales
específicas

Oficina de proyectos
(Supervisor)

La Dirección General, o la Oficina Central en Lima, tendría a su cargo la dirección general de la política establecida por el Consejo o Comité Nacional, y prestaría asistencia técnica y administrativa a las oficinas regionales. Deberá contar con personal de alta calificación, aunque poco numerosos y encomendaría sus tareas principales a la Oficina Regional Central, relacionada a su vez con las Oficinas Regionales, sobre las que recaería la responsabilidad principal de los proyectos en su región. El planeamiento general, diseño, supervisión de la construcción y del mantenimiento de las obras terminadas, recaería sobre esa Dirección, con el apoyo de la Oficina Regional Central.

Las oficinas regionales estarían en permanente contacto con los respectivos Comités de Cuencas.

ii) <u>El sector de electricidad</u>

En materia de energía en general, y sobre todo en el subsector de electricidad, se plantea el grave problema de que no existe una política definida en cuanto a los aspectos institucionales. En la actualidad predomina la gestión privada, tanto para el servicio público como la autogeneración; la labor del sector público se halla dividida entre el

/Ministerio de

Ministerio de Fomento, las corporaciones de función específica (como las del Santa y del Mantaro) y las corporaciones regionales (sobre todo las del Cuzco, Tacna y Moquegua), además de otras instituciones de menor importancia. En el futuro tendrá cada vez mayor importancia someter a cuidadoso examen y dedicar atención preferente a las centrales hidroeléctricas dentro de un esquema de desarrollo hidráulico múltiple y es de gran importancia planear sistemas de interconexión regionales o nacionales a fin de obtener el máximo beneficio de todos los programas en curso.

Uno de los principales problemas de la planificación de la electricidad en el Perú es la manera de establecer, evaluar e integrar los esquemas regionales o locales de electrificación. Actualmente, cada entidad regional prepara sus propios planes y, aunque los somete a la consideración de algún órgano centralizador (como el Instituto de Planificación o la Dirección de Electricidad) éstos no evalúan sus méritos económicos relativos ni los integran en un plan nacional.

Además, pese a los avances de los últimos años, subsisten fallas en la recolección y análisis de estadísticas nacionales en las oficinas públicas. Esa tarea la cumple en parte y en forma satisfactoria la Asociación de Empresarios Eléctricos del Perú.

Actualmente, el Perú es el único país de América Latina (junto a Haití) que carece de una empresa centralizada de servicios públicos eléctricos. Estas empresas suelen encargarse también de formular una política y un plan de desarrollo sectorial. Esa situación ha sido reconocida por diversos funcionarios peruanos quienes están promoviendo la creación de un Servicio Eléctrico Nacional, cuyo objetivo sería ordenar el establecimiento y financiamiento de centenares de pequeñas plantas eléctricas de variado origen y financiamiento, muchas de ellas costosas y poco eficientes, distribuidas en todo el país.

/Se está,

Se está, pues, en el Perú en presencia de una estructura institucional en el sector de servicios eléctricos que comprende una importante empresa de capital privado de gran dinamismo, varias pequeñas del mismo tipo, entidades autárquicas desconectadas y una muy endeble organización estatal centralizada. Con esos antecedentes, sería ilusorio - y contraproducente - aplicar fórmulas rígidas. Como se prevé que en el futuro la racionalización del aparato administrativo gubernamental evolucionará en forma relativamente lenta, para que en la práctica predomine la orientación que va en interés nacional, se cree que debe procederse con criterio eminentemente realista y flexible. Para ello podría pensarse en el siguiente esquema:

Centro de Planificación de la Electricidad. A modo de núcleo para formular y mantener una política orientadora y preparar un plan de desarrollo de la electricidad, el centro debe ser de muy alto nivel y vincularse o integrarse a un Centro de Planificación de la Energía. Al mismo tiempo deberá mantener relaciones con el organismo encargado de la planificación hidráulica integral.

Oficina encargada del control de la ejecución del plan, de las regulaciones, inspecciones, etc. Podría ser la actual Dirección de Electricidad, cuyas funciones son las de aprobar las obras, asesorar en la fijación o revisión de las tarifas, controles reglamentarios, etc. (aplicación de la Ley de Servicios Eléctricos), además de fijar un Plan de Electrificación Nacional. Podría también encargársele el funcionamiento del sistema eléctrico nacional o de sus segmentos interconectados (despacho de cargas, etc.), aunque esa función eminentemente técnica podría encomendarse a una oficina especial.

Organismo central, para administrar y coordinar las diversas empresas públicas en su conjunto aunque, naturalmente, cada una de ellas gozaría de la autonomía administrativa que le conceden sus estatutos, desarrollaría el programa que se le fije, ejecutaría las obras, etc. La gestión correspondiente debe ser precedida de la racionalización de la estructura financiera de esas empresas, de manera que les acuerde estabilidad y continuidad.

/Las empresas

Las empresas del sector público, (como el SEN, la Corporación de Energía Eléctrica del Mantaro y la Corporación Peruana del Santa, funcionarían en forma totalmente separada vinculándose sólo a través del organismo central mencionado y seguirían la política fijada por el Centro de Planificación de la Electricidad.

Con ese sistema flexible se lograrían los mejores resultados prácticos, respetando a la vez los diversos orígenes, funciones y la competencia de cada organismo y combinando los aspectos más favorables de la centralización y descentralización a los niveles que más interesa.

Para evitar un centralismo excesivo, conviene pensar en las formas que podría tomar la participación local (sobre todo dentro del sistema del SEN), en particular para financiar las obras locales (incluida la electrificación de áreas rurales). Sin embargo, se procurará que la administración en ese plano prescinda de las presiones también locales.

En cuanto a los aspectos jurídicos, cabe recordar que en el Perú existe la ley de Servicios Eléctricos de 1955, que en su esencia fomenta esas actividades emprendidas por el capital privado.

e) Transferencia de funciones y oficinas

Para cumplir los objetivos expuestos en los incisos a) y b) sería recomendable:

i) Transferir todas las responsabilidades que actualmente tiene la Subdirección de Ingeniería Sanitaria en virtud de la ley 13997 de Saneamiento Básico Rural y de su Reglamento, relativas al estudio, proyecto y construcción de obras, pozos, o sistemas de suministro de agua potable y al tratamiento de aguas servidas para poblaciones rurales de menos de 2 000 habitantes del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social al Ministerio, a la Subsecretaría o a la Dirección General de Recursos Hidráulicos. El personal, bienes, créditos presupuestarios y obligaciones contractuales de dicha Subdirección deben incorporarse a la Dirección de Obras Sanitarias, que se propone transferir a la nueva dependencia.

/ii) Agrupar

ii) Agrupar en una Dirección General de Recursos Hidráulicos, la Dirección de Aguas de Regadío, el Servicio de Agrometeorología e Hidrología del Ministerio de Agricultura y las Direcciones de Irrigación y de Obras Sanitarias del Ministerio de Fomento y Obras Públicas, transfiriendo a la nueva Dirección General todo el personal, bienes, créditos presupuestarios y obligaciones contractuales de las dependencias tranferidas. Conviene que dichas Direcciones y Servicio conserven su jerarquía actual, de manera que el Director General de Recursos Hidráulicos tenga un rango entre el de Secretario General y el de Director del Ministerio. Su título podría ser el de Subsecretario (del Ministerio) para Asuntos Hidráulicos, Secretario General para Asuntos Hidráulicos o Director General de Recursos Hidráulicos, y los actuales Directores y Jefe del Servicio transferidos deberían quedar bajo su inmediata autoridad, pero conservando su actual jerarquía de Directores.

La Dirección General de Recursos Hidráulicos debería estar integrada por las siguientes Direcciones sustantivas:

- Control de derechos y aprovechamientos y administración del riego (a base de la actual Dirección de Aguas de Regadío);
- Obras sanitarias (a base de la actual Dirección homónima y de la Subdirección de Ingeniería Sanitaria del Ministerio de Salud Pública);
- Hidrología y agrometeorología;
- Estudios, proyectos y construcciones de obras hidráulicas (a base de la actual Dirección de Irrigación);
- Hidrogeología y aguas subterráneas (a base del Departamento de Geotécnica de la Dirección de Irrigación, y de la Sección Aguas del Subsuelo de la Dirección de Aguas de Regadío).

La recomendación i) permitiría reducir los gastos de administración del sector, hoy innecesariamente duplicados, y estandarizar las normas y equipos de manera que al hacer intercambiables las partes y repuestos y permitir las compras masivas y uniformes, disminuirían los gastos y aumentaría la eficiencia. Por otra parte, al poner esta actividad bajo la dependencia no sólo de un mismo Ministro, sino de un mismo Director General, podrá atenderse el problema de la infición de las aguas de consumo humano y de la influencia de las aguas superficial, es sobre las subterráneas.

/En la

En la recomendación está implícita la introducción de un nuevo grado o escala jerárquica en la administración pública (Dirección General, o Subsecretaría General), necesaria porque se recomienda agrupar seis Direcciones bajo una sola autoridad. Por otra parte, se ha sugerido ya la institución de viceministerios en el Perú; el organismo recomendado podría identificarse con uno de ellos.

La Dirección General propuesta debería mantener estrecha relación - incluso sobre las bases jurídicas vigentes - con otros organismos públicos. Así, la propuesta Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas debería cooperar con el Servicio de la Carta Geológica, el Instituto Nacional de Investigación y Fomento Minero (INIFM) y las Direcciones de Minería y Petróleo, sobre todo en el intercambio de información geológica. La actividad hidrogeológica del INIFM podría transferirse a la nueva Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas.

El proyecto y construcción de obras hidroeléctricas (o de uso múltiple incluida la producción de energía) debería ser de responsabilidad de la Dirección General propuesta, a través de su Dirección de Estudios, Proyectos y Construcciones de Obras Hidráulicas (actual Dirección de Irrigación), debiendo coordinar el planeamiento y los proyectos con la Dirección de Energía y Electricidad del Ministerio de Fomento, a través de la Dirección de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Planificación. La Administración de las obras, salvo que éstas atañan exclusivamente a la energía, debería estar a cargo de la Dirección General de Recursos Hidráulicos. Las instalaciones de energía y las redes derivadas de ellas deberían ser administradas por la Dirección de Industrias y Electricidad.

No parecería justificable que el Fondo Nacional de Desarrollo Económico continúe planeando obras hidráulicas, ni licitando su construcción, una vez que la propuesta Dirección General de Recursos Hidráulicos estuviese funcionando. En tales circunstancias las funciones del Fondo en esta materia deberían limitarse a asignar partidas globales

/de fondos

de fondos para que la citada Dirección Nacional las invierta y administre por sí misma. También deberían cesar las funciones que las Juntas Departamentales de Obras Públicas ejercen en este campo.

d) Asignaciones de nuevas funciones

En el sector hidráulico hay varios campos o subsectores en que no existe ningún organismo encargado del planeamiento, ejecución y administración de los proyectos. Para salvar ese vacío se recomienda:

i) Asignar a la Dirección de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Planificación la tarea de:

- centralizar, archivando y tabulando duplicados, las informaciones meteorológicas, hidrométricas, hidrológicas e hidrográficas que recojan la nueva Dirección General de Recursos Hidráulicos, las dependencias de los Ministerios de Marina y Aeronáutica y las corporaciones, municipalidades y demás entidades públicas centralizadas o independientes;
- dictar normas uniformes para la preparación de proyectos, de manera de facilitar su comparación y evaluación. Esas normas deberán aplicarlas todos los organismos centralizados o independientes que hagan estudios o proyectos de aprovechamiento de recursos hidráulicos. Se dictará, asimismo, una disposición para que una copia de esos estudios y proyectos se remita a la mencionada Dirección de Recursos Naturales, para que los evalúe y les asigne un orden de prelación. Además, esa disposición debe llegar hasta prohibir la asignación de recursos del presupuesto nacional, o la inversión de fondos propios o especialmente asignados, mientras el Instituto Nacional de Planificación no reconozca prioridad a los proyectos. Este principio debe extenderse tanto a los gastos en construcción de obras, como en la preparación de estudios y proyectos.
- convocar a reunión a representantes de los organismos públicos o paraestatales encargados del manejo de recursos hidráulicos, cuando estime que hay duplicación de tareas o ausencia de actividad en determinados campos, con el objeto de coordinar la acción, y

/- remediar

- remediar esas deficiencias y lograr que se cumplan los programas nacionales o regionales de desarrollo hidráulico o conexos, e informar al Presidente de la República cuando no se logre esa coordinación

ii) Encomendar a la Dirección General de Recursos Hidráulicos la tarea de:

- preparar y ejecutar un programa de aprovechamiento del agua para fines de recreación destinado a servir a la población - sobre todo a la urbana - y a la industria turística, asignándole la correspondiente prelación;
- participar en la programación y promoción del uso industrial - consuntivo o no - de las aguas, proyectando la demanda de agua derivada del desarrollo industrial, especialmente en la Costa donde escasea ese elemento y dando preferencia a ese uso cuando las industrias por establecerse ofrecen mayores beneficios económicos desde el punto de vista social;
- lograr una efectiva complementación y coordinación, principalmente con el SIPA, en lo que toca al uso del agua en la agricultura, en particular, mediante la investigación y la labor de extensión sobre el riego, a fin de mejorar el rendimiento de los caudales y disminuir el consumo;
- evitar que se preparen estudios o proyectos de uso único del agua cuando sea recomendable su uso múltiple; y coordinar, a través de la Dirección de Recursos Naturales del Instituto Nacional de Planificación, los programas de aprovechamiento de los recursos hidráulicos con los de energía, transporte y crecimiento urbano;
- proyectar y ejecutar obras de defensa ribereña y de prevención de inundaciones tanto para las poblaciones urbanas como rurales;
- prevenir y controlar la infición de las aguas superficiales y subterráneas, sean de uso urbano o rural, debiendo actuar en coordinación con las Direcciones de Industrias y de Minería del Ministerio de Fomento cuando la contaminación provenga de actividades industriales o mineras;

/- programar

- programar obras de avenamiento, desagüe y control de la salinización y ejecutarlas cuando convenga que estén a cargo del sector público;
- establecer y mantener actualizado, a través de su Dirección de Hidrogeología y Aguas Subterráneas, un catastro de los alumbramientos de agua subterránea actuales o futuros, del uso y comportamiento de las diferentes napas, con miras a mantener al día un balance del agua de cada cuenca subterránea que localice, y restringir o condicionar las perforaciones o su uso cuando así lo aconseje el interés público. Además se le darán los medios materiales para hacer perforaciones para prospección y también para alumbrar aguas en los lugares y circunstancias, en que sea recomendable, por razones de fomento, sustituir a a la actividad privada;
- crear comités de cuencas o valles a fin de coordinar la actividad regional. La organización y funcionamiento de esos comités estará a cargo de ingenieros que se desempeñarán como administradores técnicos de valles y que actuarán también como secretarios técnicos y ejecutivos permanentes de los comités.

e) Coordinación para el planeamiento y manejo integrados

i) Primera etapa:

Comité interministerial de recursos hidráulicos. Aun antes de ejecutar las medidas sugeridas podría por Decreto Supremo lograrse una primera forma de coordinación constituyéndose en forma permanente un Comité Interministerial de Recursos Hidráulicos.

Comités de cuencas o valles. Cada cuenca o valle, particularmente en la Costa, constituye una unidad fisicoeconómica, cuyos recursos naturales muestran una marcada interdependencia. Los límites territoriales los define el divorcio de las aguas. En el curso superior de los ríos, comprendidos el nacimiento y las partes que bañan las Sierras, las aguas no tienen los mismos usos que en la Costa, pero como el uso que se haga de ellas suele influir en la región de la cuenca situada en el curso inferior, supone una planificación racional y la construcción de obras de defensa ribereña.

/Esas cuencas

Esas cuencas o valles cuentan cada una con una Administración Técnica dependiente de la actual Dirección de Aguas de Regadío. Algunos valles son tan pequeños y se hallan tan cerca unos de otros, que resulta más barato agruparlos bajo una administración común. Pero las actuales administraciones se limitan, principalmente, a distribuir las aguas de riego, y a mantener en funcionamiento y conservar las obras hidráulicas existentes.

Se recomienda dictar un Decreto Supremo que regule en general la organización y funcionamiento de comités de cuencas, y encomiende tanto a los Administradores Técnicos, como a los Administradores Honorarios de la Sierra, que establezcan, pongan en marcha, y mantengan en actividad permanente a esos Comités, sobre las siguientes bases:

- Los comités de cuencas estarán integrados por los funcionarios superiores con jurisdicción en el respectivo valle, cualquiera que sea el ministerio u organismo del "sector público independiente" de que dependan, cuyas funciones tengan relación con cualquier uso del agua o que puedan influir en cualquiera de sus usos o efectos nocivos. Con respecto al sector público independiente, el decreto debe contener una invitación a integrar tales comités;
- Representantes de los diversos sectores de usuarios (regantes, consumidores de agua potable o hidroelectricidad, etc.) designados por las entidades gremiales representativas de los diferentes grupos de interés (grande, mediana y pequeña agricultura, por ejemplo) deben también ser invitados a integrar los Comités;
- Los Comités deben sesionar mensualmente, o con mayor frecuencia cuando las circunstancias así lo requieran, y el Administrador Técnico respectivo debe preparar el temario y los documentos de trabajo y enviar las citaciones y presidir las reuniones;
- Las reuniones tendrán por objeto el intercambio de información en cuanto al mejor uso y conservación de los recursos hidráulicos y otros sectores naturales conexos (aguas superficiales y subterráneas, tierras, bosques y praderas, fauna y

/flora acuática,

flora acuática, etc.) y la coordinación - en el valle - de la actividad pública y privada que se relacione con el uso de tales recursos. Cuando se produzcan desacuerdos sobre asuntos de importancia, el Administrador respectivo debe informar a sus superiores para que el Ministro plantee el asunto al Presidente de la República.

Esta recomendación se inspira tanto en los buenos resultados del Plan Chillán, ejecutado en Chile en condiciones institucionales similares, como en los Comités de Cuencas de Ríos, instituidos en los Estados Unidos en 1955, como comités de coordinación (federales y estaduales) y, particularmente, en la desconexión con que actúan en el Perú los diversos funcionarios encargados del manejo de los recursos hidráulicos en cada valle, incluso los que dependen de diferentes Direcciones de un mismo ministerio.

ii) Segunda etapa:

Dirección General de Recursos Hidráulicos. Sólo cabe remitirse a lo recomendado anteriormente, para cuyo cumplimiento se requiere, en varios casos, la sanción legislativa. La oportunidad de ésta podría aprovecharse para dar mayor respaldo a las normas orgánicas de los Comités de Cuencas o Valles.

iii) Tercera etapa:

Creación del Ministerio del Agua o de Recursos Hidráulicos. En un país como el Perú, donde el uso del agua tiene tanta influencia en la economía y también en la evolución social, la creación de un Ministerio especial - recomendada ya en reuniones internacionales - parece ser la solución óptima y a ella debe tenderse en etapas aceleradas.

Ello supone una reforma administrativa global, que quizá deba incluir la restructuración y redistribución de funciones entre todos los ministerios y que permitiría introducir los viceministerios o subsecretarías de Estado en el cuadro orgánico de la administración pública peruana. El ministerio especial dedicado exclusivamente al agua, podría inspirarse en el modelo mexicano, mejorado en lo que concierne a ciertos aspectos del uso múltiple (sobre todo el hidráulico).

/Capítulo IX

Capítulo IX

CONCLUSIONES GENERALES

Los ríos de la Costa están relativamente bien estudiados, aunque queda amplio margen para mejorar la información,,sobre todo, en cuanto a su análisis y elaboración.

En general las obras para aprovechar los caudales de la vertiente del Pacífico no redundarían en un gran aumento del caudal regulado, salvo en el río Santa. Allí, sin embargo, sería preciso definir prioridades.

En cambio, los ríos de la vertiente Atlántica están, en general, mal estudiados, las series de observaciones son cortas y muchos cursos no se incluyen en ellos. Allí debe realizarse un gran esfuerzo de recolección y análisis de las informaciones.

Para el porvenir son precisamente los caudales de la vertiente del Atlántico los que mayor importancia tienen. Habrá que construir obras para regular, almacenar, derivar y aprovechar esos volúmenes incluso mediante transferencias de cuadales entre cuencas en casi todas las zonas del país, desde Piura hasta Puno, Arequipa y Tacna.

Tratándose de desvíos de caudales no muy pequeños (aunque tampoco muy grandes, porque se trata de captar partes de cuencas superiores para evitar obras de imposible ingeniería y costo prohibitivos) será necesario realizar obras de transvasamiento con túneles largos y costosos. Serán, pues, en general, grandes obras que requieren cuidadosos estudios de preinversión. Muchas necesitarán prolongadas prospecciones de terreno y ciertamente estudios económicos y financieros.

El conocimiento de las aguas subterráneas es también muy incompleto. El inventario queda aún por hacer siendo muy parcial la información sobre el agua extraída (volúmenes, calidad y comportamiento de las napas), y sus usos. Prácticamente nada se sabe sobre la relación de las aguas subterráneas con las cuencas superficiales de la misma región y con las precipitaciones. De tal modo resulta imposible, hasta que se hagan esos balances más completos y científicamente orientados, sentar juicios acerca de la existencia, origen, reposición, recarga de aguas subterráneas, las tasas de extracción aconsejables, relación con el aprovechamiento de aguas superficiales, etc. tan fundamental para una buena economía de la explotación hidráulica.

Los datos sobre el uso del agua en el riego indican un gran despilfarro. Las cantidades consumidas parecen excesivas; al mejorar las prácticas agrícolas y de riego, podrían conseguirse importantes economías en el uso del agua, que redundarían en grandes economías de inversión, pues podrían regarse mayores superficies con el agua disponible y racionalizar o postergar la ejecución de algunas obras costosas.

Los inventarios de suelos llevados a cabo en varias regiones indican que, en casi todos los casos, el factor crítico no es el suelo sino el agua. Sin embargo, en el proceso de dar un abastecimiento adecuado de agua para riego, debe tenerse muy presente que el costo del agua es de vital importancia. Por ello mismo, es indispensable racionalizar las inversiones y los costos y aplicar tarifas que permitan recuperar los costos del servicio, incluso los de capital.

Para la producción de hidroelectricidad, el Perú cuenta con grandes y económicos recursos potenciales. Unos dos tercios de la potencia instalada es de ese origen y seguramente esa proporción se mantendrá en lo futuro. Debe propenderse desde ya a la creación de sistemas eléctricos, primero zonales, luego regionales y, a la postre, uno nacional, mediante la interconexión de plantas grandes y pequeños sistemas. Para ello, acaso sea conveniente también abordar la instalación de ciertas plantas térmicas.

En la decisión respecto a esas plantas térmicas deberá tenerse en cuenta el aprovechamiento máximo de los recursos disponibles (carbón y gas natural), evitando las importaciones de fuel-oil, ya que hay un déficit creciente en el balance comercial del petróleo, que alcanza a unos 20 millones de dólares anuales recientemente. Al mismo tiempo, para decidir acerca de las ampliaciones de potencia, sea ella térmica o hidráulica, habrá que estudiar el sistema en el cual se insertará la planta y no la planta aisladamente.

Los servicios de abastecimiento de agua potable en las ciudades deben mejorarse considerablemente y extenderse a poblaciones que aún los tienen. El programa rural se encuentra apenas en sus comienzos, y deberá recibir un fuerte impulso.

/Mucho más

Mucho más deficiente aún es la situación en cuanto a la eliminación de aguas servidas. En lo que toca a la eliminación de estas aguas - tanto domésticas como industriales - es importante evitar la contaminación de los cursos de agua, para evitar graves perjuicios a la salud y la agricultura. Esos problemas no han sido, en general, encarados en su integridad y ya se han hecho sentir las consecuencias perniciosas. La solución requiere medidas legales adecuadas.

Hasta el momento no había muchos casos en que se planteara la necesidad de estudiar el uso múltiple del agua en una misma cuenca, pero en las grandes obras proyectadas, como el aprovechamiento y reordenamiento del uso en el sistema hidráulico del Rimac y Marcapomacocha, etc., se plantea como de máxima prioridad la necesidad de abordar el problema del uso múltiple en conjunto, como base para las decisiones sobre los usos para diversos fines (abastecimiento a población e industrias, riego, hidroelectricidad).

También preocupa a las autoridades peruanas el conflicto entre el uso de las mismas aguas para diferentes proyectos. Por estudiar cada proyecto aisladamente se ha llegado a sobrecargar las fuentes superficiales más allá de su capacidad hidrológica. En el presente informe se identifican situaciones de ese tipo, como el Complejo de Arequipa (Majes, La Joya, etc.) y el Complejo Olmos-Tinajones-Sierra. Es urgente que esos proyectos sean considerados como una unidad indivisible para el planeamiento general aunque en su fase ejecutiva y sobre todo de uso puedan hacerse en forma independiente.

En ciertos casos apremia aclarar las posibilidades concretas para usar las aguas de ríos internacionales (por ejemplo, el Mauri).

Al estudiar con criterio objetivo los costos y beneficios de las diversas obras hidráulicas, será imprescindible analizar también a fondo las remuneraciones de los servicios, es decir, las tarifas para agua potable y riego. En todos los casos debe predominar el criterio de que esos servicios sean costeables, pagando los usuarios tanto los gastos corrientes como de amortización de las inversiones. Ello no obsta, naturalmente, a que se aplique un sistema de subsidios en los casos en que la política gubernamental lo juzgue conveniente, pero sin afectar la rentabilidad de los servicios en su conjunto.

/Existen en

Existen en el Perú en materia hidráulica y afines, abundantes estudios, pero muy pocos que contengan evaluaciones bien hechas de beneficio costo que puedan servir de pauta homogénea para juzgar acerca de cada proyecto y para compararlo con otros que cumplirían fines similares. En general, no hay comparaciones entre proyectos, ni de carácter económico ni estrictamente en función del tiempo para concluir la ejecución y llegar a la puesta en servicio.

Falta un verdadero plan de desarrollo hidráulico, en el que se combinen las necesidades y posibilidades (físicas, técnicas y financieras), los costos (incluyendo los planes de financiamiento que sean viables para el Perú en relación con su capacidad de endeudamiento interno y externo, compatibilidad con otras inversiones públicas y con las privadas que deben complementar las obras hidráulicas del sector público) y los beneficios que pueden derivarse de las obras y su repartición entre los factores de la producción.

El monto de las inversiones públicas que requiere un programa de desarrollo hidráulico del tipo que se esboza en este informe es considerable, y representaría elevadas proporciones del presupuesto de capitales en los próximos diez años. Por consiguiente, será preciso estudiar cuidadosamente sus posibilidades de financiamiento y ejecución con el objeto de lograr el máximo beneficio.

En ese mismo orden de ideas es de todo punto imprescindible coordinar la acción pública con los proyectos y obras en el sector privado (sobre todo agricultura e industrias) para evitar que se mantenga ociosa por largos períodos una capacidad de producción hidráulica, cuyo costo es tan elevado.

Es obvia la necesidad de reformar la administración actual, para tener en cuenta las funciones que deben cumplirse mejor o no se han abordado del todo hasta el presente, y asegurar una adecuada coordinación entre los subsectores hidráulicos y la planificación central. A ese respecto, conviene someter a cuidadoso análisis las diversas opciones que se presentan, tendiendo a concentrar en un mismo organismo el máximo de funciones que fuese aconsejable, sin perjuicio de mantener algunas en organismos separados pero coordinados convenientemente.

/Con ese

Con ese objeto sería aconsejable establecer un Consejo o Comité Nacional de Recursos Hidráulicos, que al nivel ministerial, acuerde una política hidráulica y un programa de realizaciones, en tanto una Dirección General de Recursos Hidráulicos (eventualmente un Ministerio del ramo) concentra la labor técnica, que se descentraliza mediante una efectiva delegación de responsabilidades al nivel regional o de cuencas.

En materia eléctrica, es imprescindible coordinar más la acción de las múltiples organizaciones que actúan en ese campo, procurando un vínculo flexible pero eficaz con el organismo encargado de la planificación hidráulica integral.

/Anexo I

Existen en el Perú en materia hidráulica y afines, abundantes estudios, pero muy pocos que contengan evaluaciones bien hechas de beneficio costo que puedan servir de pauta homogénea para juzgar acerca de cada proyecto y para compararlo con otros que cumplirían fines similares. En general, no hay comparaciones entre proyectos, ni de carácter económico ni estrictamente en función del tiempo para concluir la ejecución y llegar a la puesta en servicio.

Falta un verdadero plan de desarrollo hidráulico, en el que se combinen las necesidades y posibilidades (físicas, técnicas y financieras), los costos (incluyendo los planes de financiamiento que sean viables para el Perú en relación con su capacidad de endeudamiento interno y externo, compatibilidad con otras inversiones públicas y con las privadas que deben complementar las obras hidráulicas del sector público) y los beneficios que pueden derivarse de las obras y su repartición entre los factores de la producción.

El monto de las inversiones públicas que requiere un programa de desarrollo hidráulico del tipo que se esboza en este informe es considerable, y representaría elevadas proporciones del presupuesto de capitales en los próximos diez años. Por consiguiente, será preciso estudiar cuidadosamente sus posibilidades de financiamiento y ejecución con el objeto de lograr el máximo beneficio.

En ese mismo orden de ideas es de todo punto imprescindible coordinar la acción pública con los proyectos y obras en el sector privado (sobre todo agricultura e industrias) para evitar que se mantenga ociosa por largos períodos una capacidad de producción hidráulica, cuyo costo es tan elevado.

Es obvia la necesidad de reformar la administración actual, para tener en cuenta las funciones que deben cumplirse mejor o no se han abordado del todo hasta el presente, y asegurar una adecuada coordinación entre los subsectores hidráulicos y la planificación central. A ese respecto, conviene someter a cuidadoso análisis las diversas opciones que se presentan, tendiendo a concentrar en un mismo organismo el máximo de funciones que fuese aconsejable, sin perjuicio de mantener algunas en organismos separados pero coordinados convenientemente.

/Con ese

Con ese objeto sería aconsejable establecer un Consejo o Comité Nacional de Recursos Hidráulicos, que al nivel ministerial, acuerde una política hidráulica y un programa de realizaciones, en tanto una Dirección General de Recursos Hidráulicos (eventualmente un Ministerio del ramo) concentra la labor técnica, que se descentraliza mediante una efectiva delegación de responsabilidades al nivel regional o de cuencas.

En materia eléctrica, es imprescindible coordinar más la acción de las múltiples organizaciones que actúan en ese campo, procurando un vínculo flexible pero eficaz con el organismo encargado de la planificación hidráulica integral.

/Anexo I

Anexo I

CUESTIONARIO

CLASIFICACION DE ABASTECIMIENTOS

A. Datos censales o estimados (año ....)

1. Número de localidades rurales [a] (en total) ..... (mínimo considerado: ..... habitantes)
2. Número de localidades " entre el mínimo y 500 habitantes .....
3. Número de " " entre 500 habitantes y el límite considerado rural .....
4. Número de localidades entre el límite considerado rural y 5 000 habitantes .....
5. Número de " " 5 000 y 20 000 habitantes .....
6. Número de " " 20 000 y 100 000 habitantes .....
7. Número de " mayores que 100 000 habitantes .....
8. Población total de 1. .....
9. " " " 2. .....
10. " " " 3. .....
11. " " " 4. .....
12. " " " 5. .....
13. " " " 6. .....
14. " " " 7. .....
15. Mismos datos anteriores tomados de censos o estimaciones anteriores, indicando fecha.

B. Demanda y consumo

1. Número de localidades con abastecimiento de agua en cada uno de los apartados A-1 hasta A-7 inclusive.
2. Conexiones domiciliarias en los mismos apartados.
3. Porcentaje de medidores instalados en las conexiones de los mismos apartados.
4. Estimación o dato censal del número de habitantes por conexión domiciliaria en cada uno de los mismos apartados.

---

a/ De acuerdo con la definición censal o la adoptada en el país. Indicar límite de población que se considera rural.

/C. Producción

C. Producción de agua

1. Porcentaje de localidades abastecidas con agua subterránea y caudales totales diarios [b/] en cada uno de los apartados anteriormente citados.
2. Porcentaje de localidades abastecidas con manantiales o galerías subsuperficiales y caudales totales diarios [b/] en los mismos apartados.
3. Porcentaje de localidades servidas con agua superficial y caudales totales diarios [b/] en los mismos apartados.
4. Estimación del número de habitantes totales [c/] en cada uno de los apartados C-1, C-2 y C-3.
5. Número de plantas de tratamiento en apartado C-3, de acuerdo a la siguiente clasificación:
   a) con coagulación, sedimentación, filtración rápida y cloración;
   b) con coagulación, sedimentación y cloración;
   c) con filtración lenta, con o sin cloración;
   d) con cloración solamente.
6. Sistemas con cloración en apartados C-1 y C-2;
7. Estimación de las poblaciones totales que reciben agua de las plantas del tipo a), b), c) y d) que aparecen en el apartado C-5.
8. Número de localidades en 5 A, 6 A y 7 A en que la producción actual de agua es insuficiente para satisfacer las necesidades actuales (por deficiencias de las fuentes, de las plantas o de las líneas de conducción).

---

b/ Promedios anuales estimados.

c/ No es preciso efectuar el cálculo de habitantes servidos, sino que basta sumar los totales de habitantes de cada población abastecida.

/D. Distribución

D. Distribución de agua

1. Estimación porcentual de las zonas pobladas que abarca la red en A.6. y A.7.
2. Mediante muestreo adecuado, estimar el mismo porcentaje para el resto de las localidades abastecidas en A.2, A.3, A.4 y A.5.
3. Mediante muestreo adecuado, establecer el porcentaje de la red que acusa presiones menores a 7 m de columna de agua durante 2 o más horas diarias en los días de máximo consumo, en los apartados A.2. hasta A.7.
4. Mediante muestreo o selección adecuada, establecer el porcentaje de capacidad de depósitos de distribución respecto al volumen consumido el día de máxima demanda, en cada uno de los mismos apartados.[d/]

E. Agua industrial

1. Establecer la ubicación de las principales industrias consumidoras de agua de acuerdo con la siguiente clasificación (considerar sólo aquellas que por el volumen consuman más de 10 por ciento del abastecimiento de la localidad, ya sea que tomen agua del sistema público o no).
   a) Industrias de alimentos (incluye las industrias enlatadoras, lácteas y de bebidas alcohólicas y analcohólicas).
   b) Industrias textiles, lanas y cueros.
   c) Industrias del petróleo, carbón y gomas.
   d) Industrias mineras y metalúrgicas.
   e) Industrias químicas (incluidas las de fertilizantes, cemento, cerámicas y vidrio).
   f) Industrias de generación de energía.
   g) Industria del papel y la celulosa.

   Cuando las industrias, consideradas separadamente, consuman menos del 10 por ciento del abastecimiento público, su consumo se considerará en total.
2. Determinar las industrias de cada tipo conectadas al abastecimiento público de la localidad donde se encuentran.

---

d/ Señalar los casos en que la reserva está en la misma planta.

/F. Alcantarillado

F. Alcantarillado

1. Número de localidades con sistema de alcantarillado, en cada uno de los apartados A.4, A.5, A.6 y A.7.
2. Conexiones de desagües domiciliarios en los mismos apartados.
3. Conexiones de desagües de industrias con esos alcantarillados, en número y señalando las de mayor importancia.
4. Descargas industriales de importancia que van directamente a cursos de agua, señalando su localización.
5. Clasificar los alcantarillados dentro de cada apartado en la siguiente forma:[e/]
   a) Con tratamiento primario y secundario.
   b) Con tratamiento primario.
   c) Con reja o conminutor.
   d) Sin tratamiento.
6. Clasificar en la misma forma los alcantarillados de industrias importantes.

G. Datos diversos

1. Reunir el mayor número posible de análisis físico-químicos y biológicos de aguas superficiales y subterráneas, para examinarlos.
2. Reunir el mayor número de datos sobre acuíferos subterráneos que se pueda conseguir.
3. Obtener las estructuras de tarifas aplicadas y su fundamento.
4. Compilar la legislación de aguas vigente y los problemas que hayan surgido de su aplicación.

---

e/ Indicar si en algunos se practica la cloración y en qué períodos.

/MODELO HIPOTETICO

MODELO HIPOTETICO DE RESPUESTA

A (1960)

A.1)	564	(50 habitantes)
A.2)	489	
A.3)	75	
A.4)	35	
A.5)	10	
A.6)	3	
A.7)	1	
A.8)	420 500	
A.9)	352 300	
A.10)	68 200	
A.11)	76 400	
A.12)	89 100	
A.13)	81 300	
A.14)	235 000	
A.15) a/	A.1)	530
	A.2)	426
	A.3)	104
	A.4)	21
	A.5)	10
	A.6)	3
	A.7)	1
	A.8)	351 000
	A.9)	315 500
	A.10)	35 500
	A.11)	52 100
	A.12)	50 600
	A.13)	60 100
	A.14)	165 400

Si no existen valores censales, aproximar los habitantes a los 5 000 y el número de localidades al múltiplo de 5 más cercano. Con datos censales, aproximar sólo hasta la centena de habitantes. Si hay más de un censo anterior del cual se puedan extraer los datos, se ruega hacerlo.

a/ Censo de 1950.

/B

B

	B.1	B.2	B.3 Porcentajes	B.4
Ap. A.1)	120	1 850	8	7
Ap. A.2)	88	150	1	6
Ap. A.3)	32	1 700	6	7
Ap. A.4)	15	980	15	6
Ap. A.5)	5	2 120	12	5
Ap. A.6)	3	2 560	7	5
Ap. A.7)	1	12 300	35	6

C

	C.1 Porcentajes	C.1 Caudal (m3/día)	C.2 Porcentajes	C.2 Caudal (m3/día)	C.3 Porcentajes	C.3 Caudal (m3/día)
Ap. A.1)	85	2 200	15	500	-	-
Ap. A.2)	90	300	10	100	-	-
Ap. A.3)	71	1 900	29	400	-	-
Ap. A.4)	67	1 500	25	400	7	100
Ap. A.5)	80	5 200	-	-	20	1 500
Ap. A.6)	33	2 300	-	-	66	7 700
Ap. A.7)	-	-	-	-	100	27 000

C.4

Ap. A.1)	65 000	11 500	-
Ap. A.2)	36 100	4 000	-
Ap. A.3)	25 800	10 600	-
Ap. A.4)	21 200	7 900	2 500
Ap. A.5)	32 900	-	8 300
Ap. A.6)	27 700	-	53 600
Ap. A.7)	-	-	235 000

/C.5

C.5		C.6		C.7
-	.... Ap. A.1).....	10	.....	-
-	.... " A.2).....	2	.....	-
-	.... " A.3).....	8	.....	-
1.c)	.... " A.4).....	7	.....	2 500
1.a)	.... " A.5).....	-	.....	8 300
1.a) - 1.d)	.... " A.6).....	-	.....	a) 30 000 d) 23 500
1.a)	.... " A.7).....	-	.....	235 000

C.8

Ap. A.5) ..... 4 (Fuentes y líneas)

Ap. A.6) ..... 2 (Fuentes y plantas)

Ap. A.7) ..... 1 (Fuentes, plantas, líneas)

D

		Porcentajes
D.1	Ap. A.6)	60
	Ap. A.7)	65
D.2	Ap. A.2)	40
	Ap. A.3)	45
	Ap. A.4)	55
	Ap. A.5)	55
D.3	Ap. A.2)	100
	Ap. A.3)	100
	Ap. A.4)	75
	Ap. A.5)	75
	Ap. A.6)	50
	Ap. A.7)	80

/Porcentajes

		Porcentajes
D.4	Ap. A.2	15
	Ap. A.3	20
	Ap. A.4	25
	Ap. A.5	30 (reserva en planta en 1 caso)
	Ap. A.6	15
	Ap. A.7	10

E

			Producción Unidades/día
E.1	a)	Enlatadora - Ciudad C_1	.....
"	a)	Planta pasteurizadora - Ciudad C_2	.....
"	a)	Cervecería - Ciudad C_2	.....
"	b)	Manufactura Rayón - Ciudad C_3	.....
"	c)	Refinería Petróleo cerca ciudad C_2	.....
"	e)	Fábrica cemento - Ciudad C_2	.....
"	e)	Fábrica detergentes - Ciudad C_4	.....
"	f)	Planta térmica - Ciudad C_2	.....
		Planta térmica - Ciudad C_3	.....
"	g)	Fábrica papel y pulpa celulosa - Ciudad C_3	.....

E.2	Ciudad C_1	100 por ciento conectada
	Ciudad C_2	Conectada planta pasteurizadora y cervecería
	Ciudad C_3	Conectada fábrica rayón
	Ciudad C_4	100 por ciento conectada

/F

F

	F.1	F.2	F.3
Ap. A.4)	5	270	5
Ap. A.5)	3	510	10 a/
Ap. A.6)	2	425	15 b/
Ap. A.7)	1	5 500	30 c/

a/ Está la ciudad C_1

b/ Están las ciudades C_3 y C_4

c/ Es la ciudad C_2

F.4 En la ciudad C_2 la refinería de petróleo, la planta térmica y la fábrica de cemento descargan en el río R_2.

En la ciudad C_3 descargan el el río R_3 la fábrica de papel y celulosa y la planta térmica.

F.5

Ap. A.4)	1.c)
Ap. A.5)	1.b)*/
Ap. A.6)	1.d) - 1.b)
Ap. A.7)	1.d)

*/ Se practica la postcloración en los meses de estiaje.

F.6 Existe una planta única de tratamiento (de la enlatadora, ciudad C_1) con tratamiento secundario (tipo a).

G

G.1 Adjuntos un total de 238 análisis de agua de diversas fuentes de agua.

G.2 Adjunto estudio de cuenca subterránea de la región de ....., incluyendo datos geológicos, hidrológicos y geofísicos.

G.3 y G.4 Datos compilados adjuntos.

Personal que intervino y cargos que desempeña

.....

.....

.....