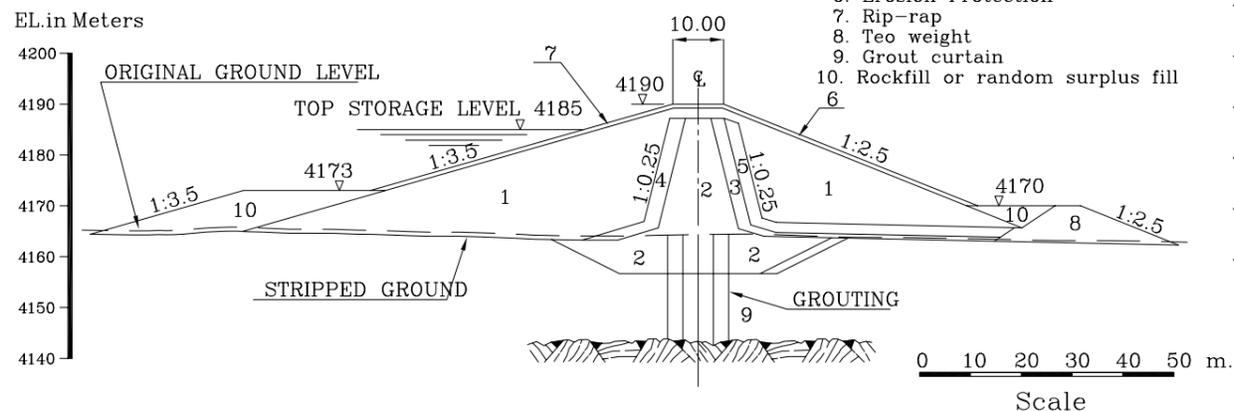


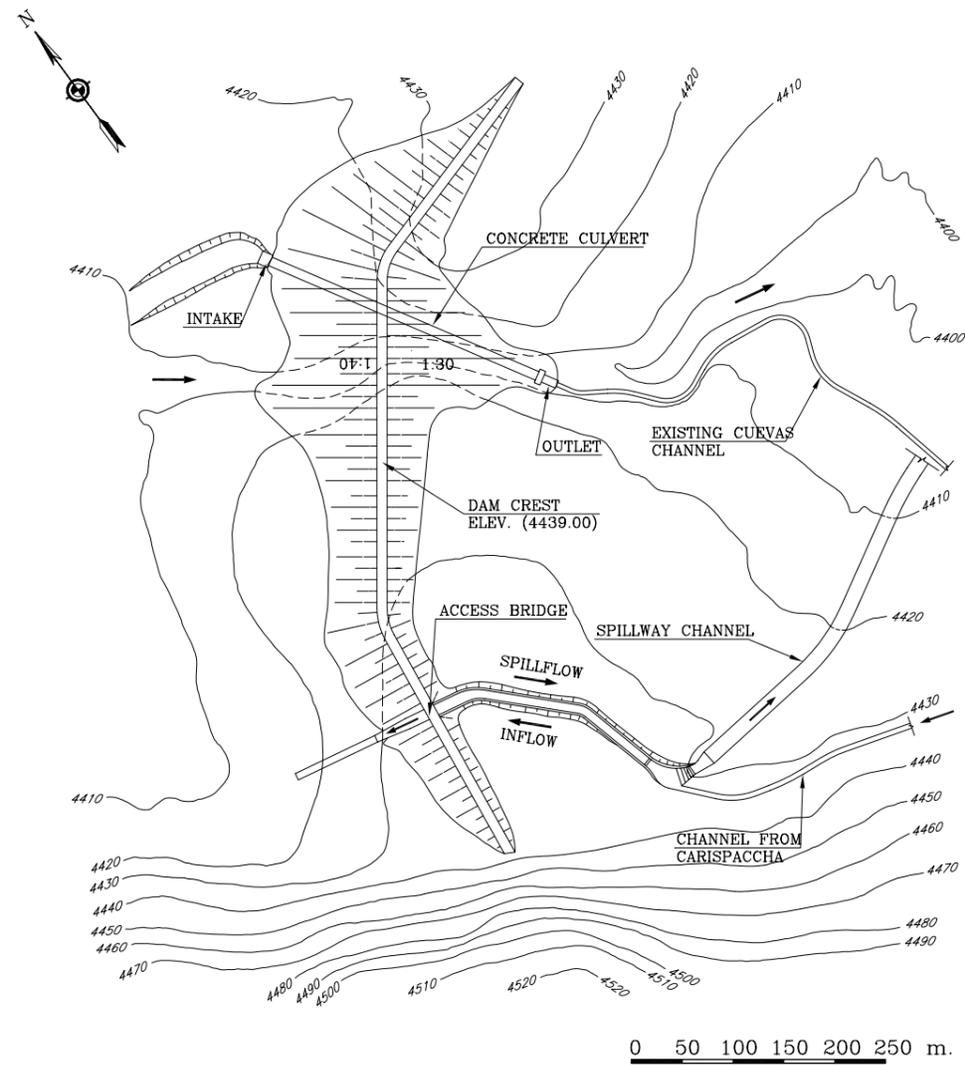
PLAN OF CRISPACCHA DAM ZONES IN DAM

1. Shoulders
2. Core
3. Filter-Processed quarried diorite
4. Filter-Fine sand
5. Drain
6. Erosion Protection
7. Rip-rap
8. Toe weight
9. Grout curtain
10. Rockfill or random surplus fill



TYPICAL SECTION OF CRISPACCHA DAM

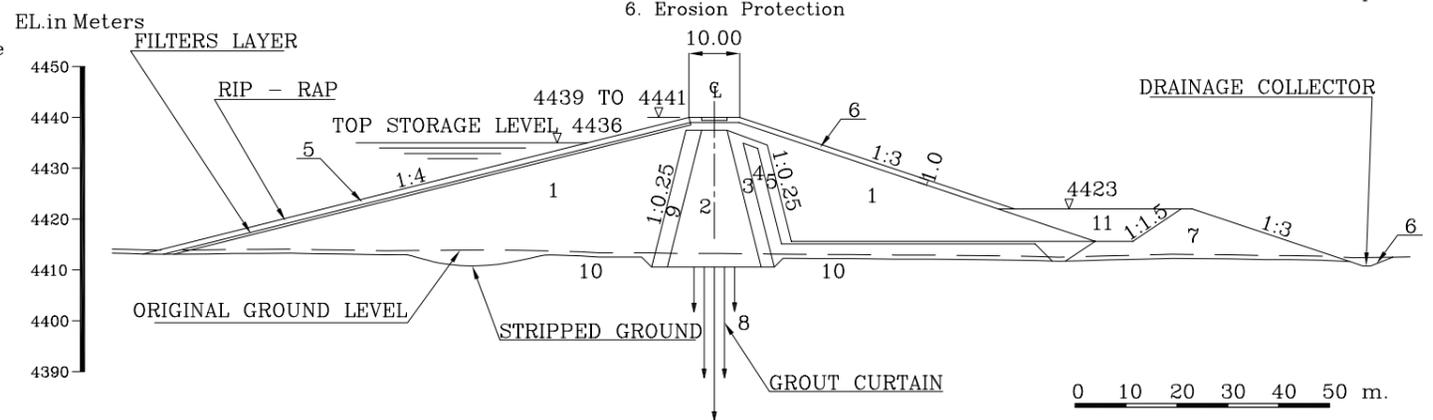
Note:  
 1).For location of Dams, see Figures 5.1.10 and 5.1.11  
 2).Original Design Prepared by BINNIE & PARTNERS, 1981



PLAN OF MARCAPOMACCHA DAM

ZONES IN DAM

1. Fill
2. Core- containing not less than 5% clay
3. Downstream filter
4. Drain
5. Rip rop
6. Erosion Protection
7. Toe Weight-Rockfill
8. Grouted cut-off
9. Upstream filter
10. Foundation Soil
11. Rockfill or random surplus fill



TYPICAL SECTION OF MARCAPOMACCHA

STUDY ON INTEGRATED WATER RESOURCES DEVELOPMENT  
 THE CAJETE RIVER BASIN IN THE REPUBLIC OF PERU  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Figura 5.1.13

Conduccion de Agua del Mantaro, Presa Carispacha y Presa Marcapomacocha

### Implementation Schedule of Water Resources Development Projects

Project	Dimension	Status	Calendar year													Remarks
			2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
<b>D/I Water Supply</b>																
(1) To Lima	5 m3/s	New														F/S suspended
(2) To Cañete basin	0.87 m3/s	New														Start of operation in 2021/2026
(3) To Concón-Topará	0.15 m3/s	New									▼					Schedule by Cementos Lima
<b>Agriculture (Irrigation)</b>																
(1) Cañete Valley	24,000 ha	Rehabili.					▼									On-going
(2) Concón-Topará	27,000 ha	New													▼	Assumed 10 year plan starting 2003
<b>Hydropower</b>																
(1) Morro de Arica	50 MW	New								▼						Schedule by Cementos Lima
(2) El Platanal	220 MW	New								▼						ditto

Legend: Stepwise Implementation  
 Implementation (Design and Construction)  
 Start of Operation

## CAPÍTULO 6: ASPECTOS DEL MEDIO AMBIENTE

### 6.1 Perspectiva General de Asuntos Ambientales

La calidad deficiente del agua se ha tornado en un problema general y dominante. Las principales descargas en las aguas superficiales provienen principalmente de la industria minera en la cuenca alta del Río Cañete y de las aguas residuales domésticas sin tratar de la cuenca baja del Río Cañete y fuentes no puntuales procedentes de agroquímicos y escorrentía urbana.

Las especies de peces más comunes en la cuenca media y alta son “trucha arcoiris” *Onchomichus mikiss* y las especies *Orestias* “pez chalguita”. En la cuenca baja del río existe el “pejerrey de río” *Basilichthys archaicus*, “bagre” *Trychomicterus rivulatus*, “locha espinosa” *Mugil cephalus* y camarones de río, cuya población actualmente es muy escasa. Sin embargo, las aves acuáticas son numerosas y diversas.

Según se informa los peces y camarones de río en el Río Cañete han disminuido considerablemente en los últimos 15 años. Podría existir una relación causal entre la descarga de metales pesados tóxicos procedente de las minas existentes y la débil biodiversidad del Río Cañete. Los principales problemas identificados son la contaminación y la severa erosión tal como se discute más adelante.

#### (1) Contaminación en la Cuenca Alta del Río Cañete (Descargas de Metales Pesados)

En el área de estudio la mina más grande Yauricocha, (Centromin, Perú S.A.) y otros en José Manuel y Satanás llevan a cabo la explotación minera de metales pesados en una escala que varía entre grande y mediana. La mina Yauricocha descarga la mayor parte de material suspendido de color gris en la Cuenca Alta del Río Cañete. Utiliza agua de la laguna Yauricocha que está cerca, consumiendo 706,000 m<sup>3</sup>/año de agua, para producir cobre, plomo y zinc. La planta de procesamiento tiene una capacidad instalada de 1,550 toneladas/día, el promedio tratado diario ha sido de 1,290 toneladas/día. La concentradora de la mina trata minerales de Cu, Pb y Zn. En el proceso de tratamiento utiliza sulfato de sodio, sulfato de cobre y xantatos. Estos últimos y los metales se encuentran presentes en los relaves descargados en el Río Cañete.

Lugar de la Muestra Tomada (Agosto de 1999)	Análisis Fisiológico y de Metales Seleccionado				
	PH	Conductividad Ohms/cm	Nitratos mg/L	Cobre Mg/L	Plomo Mg/L
1) A 500 m de la descarga de la mina Yauricocha en el Río Alis	7.19	711.0	1.191	0.209	0.775
2) Aguas abajo en el Río cerca de Tinco	8.27	454.0	1.325	0.028	0.044
3) Sitio de la presa Auco en la cuenca alta del Río Cañete.	8.36	440.0	1.191	<0.004	0.016
4) Sitio de la presa Zuñiga en la cuenca baja del Río Cañete.	8.62	426.0	1.265	<0.004	0.017
5) Estación de Toma de Agua Socsi, en la cuenca baja del Río Cañete.	8.36	431.0	1.697	<0.004	<0.010

Las muestras se analizaron en el laboratorio de SEDAPAL. Las muestras (1 y 2) tomadas más cerca de la mina presentan un alto contenido de plomo y cobre.

(2) Contaminación en la Cuenca Baja del Río Cañete (Descargas de Fertilizantes y Pesticidas)

Actualmente existe un uso generalizado de agroquímicos en la cuenca del Río Cañete; sin embargo, no hay ningún estudio sistemático sobre el uso y los efectos de los agroquímicos. Según se informa, la incidencia de cáncer está aumentando en el valle. El valle del Río Cañete también se ha contaminado debido a la gran cantidad de uso de pesticidas. Los pesticidas se han detectado río abajo, por ejemplo, a la altura del Puente Clarita, Carretera Panamericana, un estudio de INRENA (1996) ha encontrado niveles más altos a los permitidos de DDT y otros pesticidas.

**Análisis de Pesticidas del Río Cañete en el Puente Clarita**

Marcas de Pesticidas	Límite Mínimo de la OMS (mg/L)	Resultado del Análisis (mg/L)
DDT	0.002	0.2173
Lindano	0.004	0.0347
Malatión	0.008	0.0772

La Organización Panamericana de la Salud (PAHO, en inglés) también ha informado que en el Perú se emplea 329 kg / km<sup>2</sup> / año de pesticidas, más que en cualquier otro lugar de América del Sur. Parte de la explicación para el aumento en el uso de agroquímicos puede deberse a un cambio en la política del Gobierno del Perú. En 1991, el Ministerio de Agricultura redujo las restricciones sobre los pesticidas cuando se eliminó la exigencia de registro junto con la certificación adjunta de los ingredientes activos y sus parámetros físicos y químicos así como toxicidad biológica.

(3) Huaycos (Erosión Severa)

La palabra ‘Huaycos’ se traduce en el idioma quechua como paredes de lodo. Los huaycos causan erosión severa en la cuenca del Río Cañete, particularmente, en la confluencia de quebradas afluentes entre Zúñiga y Magdalena. Hace más de veinte años, se formó un lago en el Río Cañete aguas abajo del distrito de Vitis por los huaycos, que habían producido un deslizamiento de tierra masivo. La erosión también ocurre localmente con procesos de soliflucción (deslizamiento lento de suelo húmedo) y con el desarrollo de surcos y cárcavas, que forman quebradas en el terreno. Las pendientes y la altitud desigual ocasionan movimientos de masas. La acción erosiva de la escorrentía es particularmente intensa. La erosión en los taludes es severa, dado que la acción erosiva elimina la tierra vegetal. Esto se ha debido a condiciones climáticas semiáridas, que no permiten el crecimiento considerable de vegetación. La erosión del agua de escorrentía sobre las laderas de las áreas inferiores es considerable con enormes áreas afectadas, por cárcavas y quebradas activas. Se pueden atribuir a un uso deficiente y/o inapropiado de las tierras, pérdida de recubrimientos forestales, en combinación, con suelos pocos profundos extendidos en pendientes empinadas.

Los patrones de erosión en el Río Cañete se basan en zonas bioclimáticas. En la zona superior, por encima de los 4,700 m de altitud, hay una erosión local muy extendida. Por debajo de los 4,700 m de altitud los pastos protegen el suelo eficazmente. Hasta los 3,800 m el terreno está poco erosionado, salvo en circunstancias locales de gradientes muy empinadas o pastoreo excesivo. En las montañas en la zona media la erosión es variada desde ligera a muy severa de acuerdo con las condiciones locales. Los gradientes y altitudes desiguales provocan movimientos masivos en los taludes del valle relacionadas con humedad climática y la inestabilidad de las formaciones coluviales.

## 6.2 Sistema Legal sobre Medio Ambiente en el Perú

Las principales instituciones responsables del manejo del medio ambiente y los recursos naturales son:

- (i) el *Consejo Nacional del Ambiente* (CONAM), recientemente instalado en 1994, es responsable de la preparación y coordinación de la política sobre medio ambiente.
- (ii) El *Instituto Nacional de Recursos Naturales* (INRENA), una institución autónoma bajo la supervisión del Ministerio de Agricultura (MA), que salvo por la industria pesquera es la principal dependencia pública responsable del manejo y la conservación de los recursos renovables del Perú.
- (iii) El Ministerio de Pesquería, responsable de la pesca fluvial y oceánica.
- (iv) El Ministerio de Energía y Minas (MEM), responsable de la explotación minera y la energía que incluye el petróleo, el gas y la generación de energía hidráulica.
- (v) La *Dirección General de Salud Ambiental* (DIGESA) en el Ministerio de Salud responsable de asuntos de salud ambiental; (vi) *Instituto Nacional de Investigación Agraria* (INIA) responsable de la agricultura y el medio ambiente.
- (vi) *Programa Nacional de Manejo de Cuencas y Conservación de Suelos* (PRONAMACHS) en el Ministerio de Agricultura responsable de la conservación de suelos.

La Constitución de 1993 es el principal documento que constituye la base de la mayor parte de la actual legislación ambiental del país. El Código de Medio Ambiente de 1990 (DL No. 8687), exigió una evaluación de impacto ambiental (EAI) para cualquier proyecto público o privado que pudieran crear impactos ambientales “intolerables”. La ley fue respaldada por una lista de exigencias específicas, que una EAI requería. Desde 1998, el CONAM también ha coordinado una iniciativa legislativa para crear un nuevo sistema de EAI.

## **6.3 Examen Ambiental Inicial (EAI)**

### **6.3.1 Selección y Alcances**

Los criterios de selección y alcances para el EAI se determinaron utilizando las listas de Selección y Alcances de JICA para el Medio Ambiente Social y Natural, tal como se muestra en las Tablas 6.3.1 – 6.3.3. Adicionalmente, se siguieron las Pautas Sectoriales del Banco Mundial y las exigencias de la Evaluación de Impacto Ambiental del Perú para el Examen Inicial Ambiental para efectos de confirmación. Las listas de JICA son más detalladas e incorporan todos los temas planteados por el Banco Mundial y el Perú.

### **6.3.2 Resultados del Examen Ambiental Inicial (EAI)**

#### Medio Ambiente Natural

- (1) Existen gran cantidad de acarreo debido a las condiciones áridas imperantes en varios proyecto del área de estudio. Se recomienda construir presas en SABO y proporcionar instalaciones de desarenado como una de las medidas de control. Este punto se relaciona con el Huayco (erosión severa) que se ha identificado a lo largo del río Cañete en la confluencia con las quebradas tributarias entre Zúñiga y Magdalena.
- (2) Los altos niveles y flujos de contaminación provenientes de la industria minera constituyen el motivo de gran preocupación. Se prepara un monitoreo continuo de metales pesados en la zona de la cuenca alta. Los Términos de Referencia para el programa de monitoreo en el estudio de la FASE II deben se elaborados.
- (3) El impacto sobre el agua subterránea se debe al uso de fertilizantes y pesticidas, que se expanden, sin embargo, no existe un estudio sistemático sobre el uso y efectos de los agroquímicos. Se ha reportado que la incidencia de cáncer en el valle va en aumento. El nivel freático está a 5 metros de profundidad y muchos de los 65,500 agricultores del valle utilizan el agua subterránea. La explotación del agua subterránea para diferentes usos se estima ser aproximadamente 4 MMC/año. Existen cerca de 90 pozos en el área de Estudio y el agua que se obtiene es usada por la población local.

#### Medio Ambiente Social

- (4) Se necesita realizar un inventario de la propiedad de tierras y la evaluación de su valor en el mercado. Por ejemplo, el área en la presa de Auco cuenta con una población de sólo 20 casas (alrededor de 110 habitantes) en el área del proyecto. Existen aproximadamente 11,328 habitantes (2,060 familias) en el área de Estudio, muchos de los cuales necesitan participar en el tema de la conducción de agua del área de la cuenca de Cañete.
- (5) Cerca del 50% de los residentes del pueblo de Catahuasi (población de 1,228 y 220 familias en 1993) podría estar sujeta al reasentamiento en el caso de la construcción de la presa en San Jerónimo. Se requerirán de estudios posteriores

para el reasentamiento relacionado con la construcción de presas y de obras de arte.

- (6) Habrá una pérdida aproximada de 360 a 900 hectáreas de pastizales para ganado debido a las presas de San Jerónimo y Auco en el área de Estudio. Este hecho deberá ser planteado en términos amicales, ofreciendo las compensaciones liberales correspondientes.
- (7) Para muchos de los proyectos antes descritos, será necesario construir carreteras alternativas en lugar de las existentes. Habrá un impacto negativo sobre la vegetación debido a la construcción de nuevas carreteras. La construcción de carreteras debe implementarse cuidadosamente, considerando el daño que se puede causar a la flora y fauna.

Las tablas que se incluyen a continuación contienen el resumen del EAI para los proyectos del Estudio del Desarrollo Integral de los Recursos Hídricos, la presa de Auco, presa de San Jerónimo, toma de derivación de Zúñiga, el proyecto de derivación de Agua para Lima, y los proyectos de Cementos Lima (presa Paucarcocha, presa Morro de Arica, toma de derivación Capillucas). Los detalles del EAI para todos estos proyectos se presentarán en el Informe del Sector que se preparará durante el estudio de la FASE II.

## Resumen de los Resultados del EAI para Sitios de Presa Identificados Por el Grupo de Estudio

Lista de Verificación	Presas Auco	Presas San Jerónimo	Toma Zuñiga	Conducción de agua a Lima
<b>A) Problemas por la Ubicación</b>				
1. Reasentamiento/ compensación	-/C	-/A	-/C	-/C
2. Cambios en la evaluación de las tierras	+/A	+/A	+/A	+/A
3. Invasión de tierras agrícolas	-/B	-/B	o /C	o /C
4. Depreciación de la forestería	-/B	-/B	o /C	o /C
5. Inundación de los Recursos Naturales	o	o	o	o
6. Pérdida de sitios históricos y culturales	o	o	o	o
7. Erosión de la Cuenca Hidrográfica / escurrimientos de sólidos	-/C	-/C	o	o
8. Efectos en la hidrología de la napa freática	=	=	o	o
9. Deterioro de la Navegación	o	o	o	o
10. Usurpación de la preciada ecología	=	=	o	o
11. Migración de peces en el tramo superior	-/B	-/B	o	o
<b>B) Problemas relacionados con el Diseño</b>				
1. Pérdida de caminos	-/B	-/B	o	o
2. Conflictos con el derecho de aguas	-/C	-/C	o	o
3. Pérdidas de área para poblaciones y recreación	=	=	o	o
4. Intensificación de la congestión del tráfico	-/C	-/C	=	=
5. Pérdida de la estética y paisaje	o	o		
6. Prevención de la accesibilidad	-/C	-/C		
Lista de Verificación	Presas Auco	Presas San Jerónimo	Toma Zuñiga	Conducción de agua a Lima
<b>C) Problemas por la Ubicación</b>				
1. Erosión de suelos y escurrimientos sólidos.	-/C	-/C	o	O
2. Peligros para los trabajadores y residentes de la zona.	+/C	+/C	/C	-/C
3. Expansión de enfermedades transmisibles	o	o	o	o
4. Deterioro de la calidad del agua	o	o	o	o
<b>D) Problemas en la Etapa de Operación</b>				
1. Erosión de aguas abajo/degradación.	-/C	-/C	o	O
2. Deterioro de la calidad de agua.	o	o	o	O
3. Intrusión de agua de mar	o	o	o	O
4. Eutrofización	o	o	o	O
5. Usurpación de la preciada ecología	=	=	=	=
6. Depreciación del criadero de peces	+/C	+/C	o	o
7. Peligros de enfermedades vectoras	o	o	o	o
8. pérdidas de la estética y paisajes	o	o	o	o

Observación: (1)/ : El efecto esperado se dará en el tramo superior y será insignificante en el tramo inferior.

(2)o : No se prevé efecto alguno.

+ : Se prevé un efecto positivo.

- : Se prevé un efecto negativo.

= : Efecto natural, es decir, el cambio no será ni beneficioso ni peligroso.

(3)A : Efecto que tendrá un nivel relativamente alto e importancia.

B : Efecto que tendrá un nivel relativamente mediano de importancia.

C : Efecto que tendrá un nivel relativamente bajo de importancia.

## Resumen de los Resultados del EAI para el Proyecto Cementos Lima

Lista de Verificación	Presa Paucarcocha	Presa Morro de Arica	Conducción de Agua a Capillucas
<b>A) Problemas por la Ubicación</b>			
1. Reasentamiento/ compensación	O/C	-/C	o/C
2. Cambios en la evaluación de las tierras	+/A	+/A	+/A
3. Invasión de tierras agrícolas	o/C	o/C	-/B
4. Depreciación de la forestería	-/B	-/B	-/B
5. Inundación de los Recursos Naturales	o	o	o
6. Pérdida de sitios históricos y culturales	-/C	-/B	-/C
7. Erosión de la Cuenca Hidrográfica / escurrimientos de sólidos	o/C	o/C	o/C
8. Efectos en la hidrología de la napa freática	o	o	o
9. Deterioro de la Navegación	o	o	o
10. Usurpación de la preciada ecología	-/B	-/B	-/B
11. Migración de peces en el tramo superior	o/C	-/B	-/B
<b>B) Problemas relacionados con el Diseño</b>		-/C	-/C
1. Pérdida de caminos	o	o	o
2. Conflictos con el derecho de aguas	o	-/C	-/B
3. Pérdidas de área para poblaciones y recreación	o	-/C	-/C
4. Intensificación de la congestión del tráfico	-/B	-/B	-/B
5. Pérdida de la estética y paisaje	o/C	o	o
6. Prevención de la accesibilidad	o		
<b>C) Problemas con la etapa de construcción</b>			
1. Erosión de suelos y escurrimientos sólidos.	-/C	-/C	-/C
2. Peligros para los trabajadores y residentes de la zona.	o	o	-/C
3. Expansión de enfermedades transmisibles	o	o	o
4. Deterioro de la calidad del agua	-/B	-/B	-/B
<b>D) Problemas en la Etapa de Operación</b>			
1. Erosión de aguas abajo/degradación.	o	o	+o
2. Deterioro de la calidad de agua.	o	o	O
3. Intrusión de agua de mar	o	o	O
4. Eutrofización	o	o	O
5. Usurpación de la preciada ecología	-/C	-/C	-/C
6. Depreciación del criadero de peces	+/A	+/A	+/B
7. Peligros de enfermedades vectoras	o	o	O
8. pérdidas de la estética y paisajes	-/B	-/C	-/C

Observación: (1)/ : El efecto esperado se dará en el tramo superior y será insignificante en el tramo inferior.

(2)o : No se prevé efecto alguno.

+ : Se prevé un efecto positivo.

- : Se prevé un efecto negativo.

= : Efecto natural, es decir, el cambio no será ni beneficioso ni peligroso.

(3)A: Efecto que tendrá un nivel relativamente alto e importancia.

B : Efecto que tendrá un nivel relativamente mediano de importancia.

C : Efecto que tendrá un nivel relativamente bajo de importancia.

**Tabla 6.3.1 Lista de Selección para toda la Cuenca del Río Cañete**

	Items de Verificación	Evaluación	Motivos	
Estilo de vida	1	Cambio en la población Distribución dentro de la región	Sí	Aumento de la población debido a presas y proyecto de irrigación.
	2	Reasentamiento	Sí	Hay aproximadamente 200 viviendas en todos los sitios de presas incluyendo San Jerónimo.
	3	Cambio en el estilo de vida	Sí	El cambio del estilo de vida tendrá lugar en la cuenca debido a la construcción múltiple de presas.
	4	Conflicto entre residentes locales	N/A	Si la distribución de beneficios es equitativa no habrá conflicto.
	5	Indígenas, grupos minoritarios, nómades	N/A	La cuenca alta del Río Cañete se tratará con cuidado.
Actividades Económicas	6	Impacto sobre el sector agrícola y forestal	Sí	La repoblación forestal y la irrigación tendrán un impacto positivo.
	7	Impacto sobre el sector pesquero	Sí	Impacto menor debido a presas múltiples.
	8	Industria secundaria (incluyendo minería)	No	Ningún impacto significativo en toda la cuenca del Río Cañete.
	9	Industria terciaria (incluyendo turismo)	No	Ningún impacto negativo; se acumularán beneficios a largo plazo.
	10	Amplias disparidades de ingresos.	N/A	Mayormente dependerá de la distribución de beneficios.
Comunicación	11	Descontrol regional (incluyendo problema de minorías).	No	Las presas no tendrán efectos negativos para las áreas más pobladas.
Transporte	12	Impacto sobre el transporte terrestre.	Sí	Sólo temporal durante el período de construcción.
	13	Impacto sobre el transporte de agua.	No	No particularmente reconocido.
Área de agua y su aprovechamiento	14	Derechos de agua, derechos de pesca y derechos relacionados con el uso común de árboles.	Sí	Sólo durante la construcción, posteriormente más oportunidades para pesca, agua y repoblación forestal.
Salud Pública y Condición Sanitaria	15	Ocurrencia y propagación de enfermedades hídricas.	No	No particularmente reconocido.
	16	Uso adicional de agroquímicos y su acumulación.	Sí	Política para implementación de agricultura sostenible.
	17	Aumento de la producción de basura y descargas.	Sí	Implementación de proyectos para promover métodos más adecuados.
	18	Deterioro de la condición sanitaria durante el período de construcción.	Sí	Implementación de un mejor manejo ambiental.
Propiedades Históricas y Culturales	19	Deterioro o destrucción de patrimonios históricos y culturales.	N/A	No se han identificado sitios cerca de los proyectos propuestos.
	20	Afectación del Paisaje.	No	Se prestará especial cuidado para no afectar el paisaje.

Items de Verificación				Evaluación	Motivos
Suelo y Terreno	Características del terreno	21	Impacto sobre terremoto inducido.	N/A	Es posible cuando el volumen de agua es muy grande.
	Topografía	22	Falla de talud	No	Plantación de árboles para mitigar y fortalecer los taludes.
		23	Sedimentación en el tramo de agua estancada	Sí	Transporte de acarreo de fondo y flujo de lodo al Río Cañete.
		24	Impacto sobre las variaciones de flujo aguas abajo	Sí	Se proporcionará flujo mínimo de mantenimiento aguas abajo.
	Geología	25	Erosión del suelo	No	Suministro de un mecanismo desarenador.
		26	Contaminación de la sal	N/A	No existe ningún suelo salino soluble.
		27	Contaminación de suelos	Sí	Minas dañinas en la cuenca alta; problema a ser mitigado.
Agua	Hidrología	28	Derivación de agua	Sí	Conducción hacia Lima y Concón-Topará.
		29	Impacto sobre agua subterránea	No	Hay poco impacto.
		30	Cambio en el régimen de flujo	Sí	Relacionado con las descargas de las presas.
	Calidad del agua	31	Cambios perniciosos en la temperatura del agua	Sí	Debido a la descarga de agua a temperaturas inferiores.
		32	Eutrofización	No	Hay poco impacto.
		33	Contaminación del agua	Sí	Transporte de acarreo de fondo y flujo de lodos desde Río Alis y Tomás.
Sedimentos	34	Cambio en la composición del sedimentos	Sí	Transporte de acarreo de fondo y flujo de lodos al Río Cañete.	
Biología	Flora y Fauna	35	Impacto sobre especies preciosas e indígenas.	No	Hábitat de camarones y otra flora amenazada.
Aire	Aire	36	Contaminación del aire.	No	Hay poco impacto.
	Olor	37	Gases del escape / olores ofensivos	Sí	Debido a los vehículos de construcción temporalmente.
	Ruido/Vibración	38	Ruido y vibración	Sí	Debido a los vehículos de construcción temporalmente.
Evaluación Global: Ya sea que sea necesario un EAI o una EIA				Necesaria	Es necesario considerar otros ítems.

Nota: N/A significa no aplicable

**Tabla 6.3.2 Lista de Alcances para Toda la Cuenca del Río Cañete**

Item de Verificación		Evaluación	Motivos
1	Cambio en la población Distribución dentro de la región	B	Afluencia de población debido a la construcción múltiple de presas y proyectos de irrigación.
2	Reasentamiento	B	Menos de 100 viviendas por reasentarse debido a las presas San Jerónimo y Auco.
3	Cambio en el estilo de vida	B	Después del cambio ambiental debido a la construcción múltiple de presas
4	Conflicto entre residentes locales	C	Depende de la distribución de beneficios.
5	Indígenas, grupos minoritarios, nómades	C	Atención necesaria sólo en la cuenca alta del Río Cañete.
6	Impacto sobre la agricultura y silvicultura	B	Se prevé ampliación del área agrícola debido a área de irrigación adicional.
7	Impacto sobre la pesquería	A	La pesca tal como existe ahora debe cambiar. Se debe estudiar y observar a peces migratorios tal como la trucha.
8	Industria secundaria (incluyendo la minería)	B	Yacimientos mineros se encuentran en el área de la cuenca alta del Río Cañete, se requiere un mejor manejo ambiental.
9	Industria terciaria (incluyendo turismo)	D	No se prevé ningún impacto negativo, el turismo aumentará.
10	Amplias disparidades de ingresos	C	Depende de la distribución de beneficios en la región.
11	Trastorno regional (incluyendo el tema de grupos minoritarios)	D	No particularmente reconocido.
12	Impacto sobre el transporte terrestre	D/B	No identificado en el largo plazo, sólo temporalmente durante la construcción de presas.
13	Impacto sobre el transporte acuático	D	No particularmente reconocido; el canotaje en Lunahuana aún estará disponible y será mejor administrado después del proyecto.
14	Derechos de agua, derechos de pesca y derechos relacionados con el uso común de árboles	B	Se establecen derechos y costumbres legales en la mayoría de casos y se proponen mejores prácticas después del proyecto.
15	Ocurrencia y propagación de enfermedades hídricas.	D	No particularmente reconocido.
16	Uso adicional de agroquímicos y su acumulación	B	Como tal en la cuenca de Cañete ya se usa pesticidas en forma excesiva. Se requieren mejores prácticas en el área.
17	Aumento de producción de basura/desechos y descargas	B/D	Aumento durante el período de construcción de presas; el mejor manejo de asuntos ambientales se implementará a largo plazo.
18	Deterioro de la condición sanitaria durante el período de construcción	B	Predicción general de acuerdo con el proyecto.
19	Deterioro o destrucción de patrimonios históricos y culturales	C	Algunos monumentos y ruinas de la época de los Incas se encuentran en la cuenca del Río Cañete, pero lejos del área del proyecto.
20	Afectación del paisaje	D	No particularmente reconocido; se llevará a cabo esfuerzos para la plantación masiva de árboles a largo plazo.

Item de Verificación		Evaluación	Motivos
21	Impacto sobre terremoto inducido	C1	Los riesgos son mayores únicamente en el caso de reservorios muy grandes que se extiende en zonas de fallas.
22	Falla de talud	A	La calidad del suelo de las áreas montañosas es propensa a los 'huaycos'; la plantación de árboles podría mitigar este problema.
23	Sedimentación en el canal de aguas estancadas	B	Influencia del transporte de acarreos de fondo desde los ríos Alis y Tomás.
24	Impacto sobre las variaciones de flujo aguas abajo	B	Una descarga mínima durante la estación seca mantendrá la calidad ecológica del Río Cañete.
25	Erosión del suelo	A	Se reconoce la erosión masiva en el sitio, la plantación de árboles mitigará el problema.
26	Contaminación de la sal	C	No existe ningún suelo salino soluble; los nitratos y pesticidas se deben a la escorrentía agrícola.
27	Contaminación del suelo	B	Hay minas activas y abandonadas en esta área y son peligrosas para la calidad del agua.
28	Derivación de la cuenca (transvase)	B	Las aguas de la cuenca del Río Cañete se derivarán a Lima y a Concón-Topará.
29	Impacto sobre agua subterránea	A	Hay impacto negativo debido a la existencia de nitratos y pesticidas en el agua subterránea.
30	Cambio en el régimen de flujo	A	Relacionado con el patrón de descarga de presas; sin embargo, cumplirá con la calidad ecológica del río.
31	Cambios perniciosos en la temperatura del agua	B	Debido a la captación de agua desde embalses profundos.
32	Eutrofización	D	Existe actividad que podría inducir a la eutrofización.
33	Contaminación del agua	B	La influencia del transporte de acarreos de fondo que lleva la contaminación de la industria minera.
34	Cambio en la composición del sedimento	B	La influencia del transporte de acarreos de fondo y de flujo de lodos se verá mitigado por instalaciones de desarenadores (descarga de fondo).
35	Impacto sobre especies preciosas e indígenas	C	Hábitat de fauna de montaña por estudiar. Los peces y la flora se administrarán mejor después de implementar el proyecto.
36	Contaminación del aire	B/D	No se prevé ningún impacto después de la construcción.
37	Gases del escape / olores ofensivos	B	Debido a los vehículos de construcción.
38	Ruido y vibración	B	Debido a los vehículos de construcción.

Nota : El sistema de puntuación en el rubro de "Evaluación" se refiere al grado de impacto ambiental tal como se indica a continuación;

A : Serio

B : En cierta medida

C : Desconocido (Es necesario evaluar y hay posibilidades de que resulte más claro a medida que el estudio prosiga).

D : No (Dado que hay poco impacto no está en el ámbito de EAI o EIA).

**Tabla 6.3.3 Evaluación Global para Selección y Alcances**

Items de Verificación	Evaluación	Plan de Estudio Futuro	Observaciones
Impacto sobre la industria pesquera	A	La situación de la pesca y las especies de peces, es decir, trucha y camarones.	La trucha no es endémica.
Cambio en el régimen de flujo	A	El patrón de descarga de agua.	Monitoreo del flujo mínimo ecológico.
Cambio en distribución de la población en la región	C	Uso de la tierra, planes de irrigación y planes de desarrollo económico en el área de la cuenca del Río Cañete.	¡Más trabajos!
Cambio en el estilo de vida	C	Esquema sociológico del estilo de vida de los residentes cerca de Auco, San Jerónimo y Zuñiga.	
Impacto sobre la agricultura y la silvicultura	D	Los planes de irrigación y desarrollo económico en toda el área de la cuenca del Río Cañete.	
Uso adicional de agroquímicos y su acumulación	B	Cómo reducir el uso predominante de pesticidas y fertilizantes.	Práctica de agricultura sostenible
Aumento de la producción de basura y descargas	B	Planes de desarrollo económico e incorporación de éstos en el plan de manejo ambiental.	
Deterioro de la condición sanitaria durante el período de construcción	B	La condición sanitaria en el área del proyecto.	
Crecimiento del área de drenaje	B	La influencia del flujo de lodos de la cuenca alta del Río Cañete y los afluentes.	
Impacto sobre las variaciones de flujo aguas abajo	D	Predicción del impacto del patrón de descarga de agua.	
Cambios perniciosos en la temperatura del agua	B	Predicción del impacto.	
Contaminación del agua	B	La influencia del flujo de lodos en la cuenca baja del Río Cañete.	
Cambio en la composición del sedimento	B	La influencia del flujo de lodos en la cuenca inferior del Río Cañete.	
Gases del escape / olores ofensivos	B	Predicción del impacto (durante el período de construcción).	
Ruido y vibración	B	Predicción del impacto (durante el período de construcción).	
Derechos de agua, derechos de pesca y derechos relacionados con el uso común de árboles	D	Los derechos y las costumbres conferidos.	
Reasentamiento	B	Plan de compensación y reasentamiento para 200 viviendas en toda la cuenca del Río Cañete.	

Items de Verificación	Evaluación	Plan de Estudio Futuro	Observaciones
Conflicto entre residentes locales	C	Los planes de desarrollo en el área del proyecto deberán incluir disposiciones para la participación pública.	
Indígenas, grupos minoritarios, nómades	C	Las zonas de asentamiento en la cuenca alta del Río Cañete de estos grupos.	
Amplias disparidades de ingresos	C	Los planes de desarrollo en el área del proyecto.	
Deterioro o destrucción de patrimonios históricos y culturales	D	La distribución del patrimonio cultural.	
Impacto sobre terremoto inducido	C	Riesgos geológicos.	
Falla de talud	C	Observación de la meteorización de la montaña y estudio sobre la calidad de suelos e historia de los 'Huaycos' en el área.	
Contaminación de la sal	C	La acumulación de sal y los planes de irrigación.	
Impacto sobre especies preciosas	C	Estudio de biodiversidad.	

## **CAPITULO 7      MANEJO DE LOS RECURSOS HIDRICOS**

### **7.1      Manejo Integral de los Recursos Hídricos**

#### **7.1.1      Concepto del Manejo Integral**

El manejo holístico del agua dulce como un recurso finito y vulnerable y la integración de planes y programas sectoriales dentro del marco de la política nacional económica y social es una acción importante para lograr el objetivo del desarrollo sostenible de los recursos hídricos definidos en la Sección 2.3 del Informe Inicial (Abril de 1999).

El manejo integral de los recursos hídricos, incluyendo la integración de aspectos relacionados con la tierra y el agua, debería llevarse a cabo al nivel de la cuenca o subcuenca colectora. Los cuatro objetivos principales que se deben perseguir son los siguientes:

- 1) Promover un enfoque dinámico, interactivo, y multisectorial en el manejo de los recursos hídricos;
- 2) Planificar el uso, protección, conservación y manejo sostenible y racional de los recursos hídricos;
- 3) Diseñar, implementar y evaluar proyectos y programas que sean económicamente eficientes y socialmente adecuados dentro de estrategias claramente definidas;
- 4) Identificar y fortalecer el desarrollo, según se requiera, de mecanismos institucionales, legales y financieros adecuados para asegurar que la política de aguas y su implementación sean un catalizador para el progreso social y crecimiento económico sostenibles.

#### **7.1.2      Alcance del Estudio**

El estudio se ocupa de los siguientes puntos como parte de un manejo integrado de los recursos hídricos:

- 1) Manejo de la cuenca hidrográfica con respecto a la protección contra desastres naturales, en particular, inundaciones, flujo de lodos y control de sedimentos;
- 2) Control en áreas vulnerables a inundaciones,
- 3) Manejo del uso del agua con respecto a la supervisión del uso multisectorial, incluyendo disposiciones legales e institucionales;
- 4) Conservación del medio ambiente, en particular, mantenimiento de una cantidad y calidad de agua saludable para los ribereños y el ecosistema;
- 5) Sistema de monitoreo.

### **7.2      Manejo de la Cuenca Hidrográfica y Control de Inundaciones**

#### **7.2.1      Manejo de la Cuenca**

- (1) Condiciones de la cuenca y desastres naturales

La cuenca del río Cañete está cubierta por poca vegetación de la parte baja hasta la parte alta, excepto el área del delta y las áreas planas aluviales en la parte baja, en donde predominan las aguas superficiales y subterráneas. Sólo pequeñas franjas de

vegetación están dispersas dentro del lecho mayor del río. Esto se debe a las pocas lluvias en los tramos medio e inferior y a la baja temperatura en los tramos superiores a los 3,000 m.s.n.m.

Las formaciones geológicas predominantes son las rocas volcánico-sedimentarias y plutónicas y rocas carbonatadas aguas arriba. La inestabilidad del talud es una característica resaltante, en particular en la subcuenca seca ubicada debajo de una altitud de alrededor de 2,500 m.s.n.m.. Las precipitaciones pluviales copiosas originan de inmediato la descarga de flujos sobre las pendientes montañosas, descendiendo por los lechos de ríos escarpados sin control de la vegetación natural. Esto induce los derrumbes y fallas, con una gran producción de materiales y sedimentos aluviales. El flujo de lodos y abanicos aluviales originados por estos flujos, se denominan “huaycos” en quechua.

## (2) Daños

De acuerdo con el registro de INDECI tomados en la cuenca del río Cañete, los daños causados por desastres naturales como inundaciones, flujo de lodos y deslizamientos se han considerado menores en comparación con las otras cuencas fluviales. Los daños personales y el colapso de viviendas y carreteras fueron característicos. Se informó pocos casos de fallecimiento.

## (3) Medidas estructurales y no estructurales

Las presas para el control del flujo de lodos y sedimentos, conocidas como Sabo, se estudian como una de las medidas de ingeniería para el manejo de la cuenca hidrográfica del río Cañete. La inclusión de presas Sabo o bolsas de regulación de arena corresponde a una de estas medidas, pero esto no será económicamente factible debido a la escasa población en las áreas vulnerables en los tramos medio y superior. La reforestación o forestación como medidas no estructurales serán sumamente difíciles debido a la ausencia de lluvias durante la estación seca y las condiciones topográficas y geológicas predominantes en la cuenca.

La inclusión de un sistema de prevención y alerta de inundaciones y flujo de lodos será una de las medidas prácticas no estructurales.

### **7.2.2 Control de Inundaciones**

Únicamente en los tramos inferiores de la Cuenca del Río Cañete el control de flujo está sujeto al manejo de excedentes de agua. No existe excedentes pluviales urbanos debido a la escasa incidencia de lluvias en el tramo inferior y las inundaciones se producen con precipitaciones en una altitud mayor a los 1,000 m.s.n.m.

Se reportaron daños por inundaciones en el área aguas abajo de la estación de aforos de Chavín, en particular, en el área de la costa. La mayor avenida que causó inundaciones fue registrada en 1971 en la estación Socsi. Las áreas vulnerables a

las inundaciones en la cuenca del Río Cañete se identifican principalmente en el área delta y áreas de cauces antiguos dentro del lecho mayor del río. Por lo general, la profundidad hidráulica del río es inferior en varios metros a las riberas en donde se encuentra la población. Las probabilidades de inundaciones de estas áreas es muy pequeña a causa de una alta gradiente del lecho del río (alrededor de 1/50) y valles angostos en forma de V.

La inclusión de un sistema de prevención y alerta de inundaciones será una de las medidas no estructurales en el área debido a los daños menores por inundación y la menor frecuencia de inundaciones.

### **7.3 Manejo del Uso de Agua**

#### **7.3.1 Aspectos del Uso del Agua**

##### (1) Uso del agua para fines de trasvase y uso multisectorial

El rápido desarrollo socioeconómico en el área de Lima metropolitana ha ejercido presión sobre los recursos de agua dulce en sus áreas cercanas, sobrepasando el nivel recomendable. En la cuenca del río Cañete va a predominar la misma condición. El agua para fines de riego y el agua para uso doméstico e industrial del Valle de Cañete han sido las que se han usado mayormente en la cuenca. Sin embargo, se espera que el uso del agua existente compita con la demanda de agua fuera de la cuenca como la conducción de agua a Lima y el proyecto de irrigación de Concón-Topará en un futuro cercano. En resumen, el manejo integral de los recursos hídricos para fines de trasvase y su uso multisectorial tienen gran importancia para las regiones, provincias, distritos ribereños, así como para las organizaciones.

##### (2) Uso del agua para fines de riego

El sector agrícola consume alrededor del 90% del agua existente en la cuenca del río Cañete en la actualidad (1999). Se ha informado que la eficiencia total del uso del agua en combinación con la eficiencia de conducción y riego del sistema de irrigación existente en el Valle Cañete es alrededor de 30-45%. El ahorro en el uso de agua para fines de riego y la mejora del sistema de irrigación existente será un componente clave del manejo de uso del agua en la cuenca del río Cañete.

El manejo del agua del sector agrícola se ocupará principalmente de la operación y mantenimiento y organización institucional de los sistemas de irrigación para el uso y distribución de agua en forma eficiente y racional.

#### **7.3.2 Organización Necesaria para el Valle del Cañete**

Tal como se explica en el Capítulo 8, el Ministerio de Agricultura (MAG) tiene como responsabilidad primordial el planeamiento y regulación del sector agua. Dentro del MAG, la Dirección General de Agua y Suelos (DGAS) es el órgano principal responsable de ese sector. La Administración Técnica para el Distrito de

Riego (ATDR), bajo el control de la DGAS, es responsable de las funciones de planeamiento y regulación a nivel local.

En la actualidad, existen 63 ATDR implementadas en el país. Las Juntas de Usuarios (JU) están integradas por los usuarios de agua exclusivamente para fines agrícolas, mientras que agencias a pequeña escala están formadas por Comisiones de Regantes. Normalmente, existe una Junta de Usuarios por valle y ya que una ATDR puede abarcar más de un valle, puede existir más de una Junta de Usuarios en una ATDR (Véase la Figura 7.3.1).

En el Valle de Cañete, existen siete Comisiones de Regantes bajo los Sub-sectores de Riego respectivos, organizados de acuerdo al mismo número de canales principales:

- Canal Nuevo Imperial
- Canal Viejo Imperial
- Canal Huanca
- Canal Palo Herbay
- Canal Maria Angola
- Canal San Miguel
- Canal Pachacamilla

De acuerdo con información reciente proporcionada por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) del Ministerio de Agricultura, la DGAS y la ATDR han instalado este año 105 canales medidores y aforadores en el sistema de irrigación Nuevo Imperial. Además, se están ejecutando proyectos para implementar 200 dispositivos de medición de agua en los sistemas de irrigación de Huanca, Palo Herbay, Maria Angola y San Miguel. El Proyecto Sub-sectorial de Irrigación (PSI) también ha planeado llevar a cabo obras de mejoras en los sistemas de irrigación.

Después de establecer los sistemas de distribución así como el manejo y operación de estos sistemas, debería llevarse a cabo el monitoreo en forma permanente tanto para los proyectos de irrigación existentes como para los nuevos (tales como las Pampas de Concón-Topará). Esto incluye la evaluación del método de suministro y programación de agua para riego así como el estudio de la eficiencia en el uso de agua a través de mediciones directas de los componentes respectivos. Asimismo, se requiere de estudios en las parcelas de los agricultores. Debería prestarse especial atención a los métodos y prácticas de riego para los nuevos y tradicionales patrones de cultivos. Deberían revisarse en forma periódica el manejo del esquema organizativo, que incluyan aspectos institucionales, de personal, instalaciones para comunicaciones y un cronograma de mantenimiento y mejoras.

Es importante establecer un sistema de demandas con una programación avanzada utilizando los procedimientos mencionados. En otras palabras, las solicitudes para uso de agua tendrán que ser hechas con 2 ó 3 días de anticipación y programarse correspondientemente la distribución del agua. Personal bien capacitado tendría

que estar disponible para operar el sistema que requiere de un control completo de nivel de agua y caudales en la toma y en cada parte del sistema de distribución.

### **7.3.3 Ciclo Hidrológico y Calidad de Agua en el Valle de Cañete**

#### **(1) Relación entre el agua superficial y el agua subterránea**

El agua subterránea en el Valle Cañete se recarga por dos componentes. Uno de ellos es el abastecimiento del agua superficial y agua subterránea del tramo superior del río Cañete. El otro es el flujo de retorno del sistema de irrigación existente. Se reportó el aprovechamiento forestal del agua al norte del San Vicente de Cañete. La cantidad de agua subterránea recargable total en el Valle Cañete fue de aproximadamente 4 m<sup>3</sup>/seg (promedio anual).

#### **(2) Ciclo hidrológico y monitoreo de la calidad de agua**

El agua subterránea en el Valle Cañete podría estar contaminada por fertilizantes y pesticidas usados para la agricultura y por metales pesados provenientes de las industrias mineras en la zona aguas arriba.

El manejo del ciclo hidrológico del valle junto con el monitoreo de la calidad del agua es de suma necesidad.

## **7.4 Sistema de Monitoreo**

### **7.4.1 Función y Objetivo del Sistema de Monitoreo**

#### **(1) Función del sistema de monitoreo**

La función de los sistemas de monitoreo es proporcionar la información y los datos necesarios para lograr el objetivo del manejo integral de los recursos hídricos. La información y datos necesarios se clasifican en tres grupos:

- 1) datos para planificación e implementación del proyecto, incluyendo modelos de prevención, uso multisectorial del agua y proyectos de mejoramiento, lineamientos y normas.
- 2) datos para la operación y supervisión, incluyendo sistemas legales, marco institucional e información para los ciudadanos; y
- 3) datos para la operación y monitoreo, incluyendo la operación y mantenimiento de estructuras hidráulicas como presas, tomas de agua y estaciones de bombeo.

#### **(2) Objetivos del sistema de monitoreo**

Se han determinado tentativamente los siguientes objetivos recomendables para el sistema de monitoreo:

- 1) establecer la densidad regional apropiada de las estaciones de monitoreo;
- 2) establecer un monitoreo dinámico y multisectorial entre las organizaciones gubernamentales y privadas y entre los ciudadanos;

- 3) establecer normas y procedimientos de monitoreo y registro unificados entre las estaciones de monitoreo establecidas por distintas organizaciones;
- 4) establecer el monitoreo simultáneo de la calidad y cantidad de agua;
- 5) establecer el monitoreo del ciclo hidrológico con relación al agua superficial y al agua subterránea; y
- 6) establecer la dirección integral de los sistemas de operación y mantenimiento y de los sistemas de monitoreo.

#### **7.4.2 Componente del Sistema de Monitoreo**

Un sistema de monitoreo recomendable deberá integrar las estaciones pluviométricas, estaciones de medición de caudales en ríos y embalses, estaciones de monitoreo de calidad de agua, estaciones de medición de agua subterránea y sistemas de registro, transferencia y almacenamiento de datos.

El componente de un sistema de monitoreo integral conveniente incluirá las siguientes funciones:

- 1) monitoreo del ciclo hidrológico y monitoreo simultáneo de la calidad y cantidad de agua;
- 2) monitoreo de ecosistemas;
- 3) prevención y alerta de inundaciones y flujo de lodos;
- 4) información para los ciudadanos.

#### **7.4.3 Parámetros Ambientales**

El sistema de monitoreo para el control de los parámetros ambientales en la Cuenca del Río Cañete implicará la medición y registro de las variables económicas, sociales y ambientales asociadas al Desarrollo Integral de los Recursos Hídricos (DIRH). Este sistema debería proporcionar información referente a las características y funcionamiento de las variables en tiempo y espacio; y en particular, referente a la ocurrencia y magnitud de los impactos ambientales, en términos de ecosistema, calidad de agua y conocimiento público. Esta propuesta es parte de un sistema global de monitoreo del proyecto y contribuirá a mejorar el manejo del mismo en su conjunto. Asimismo, podrá ser usado como un sistema de alerta temprana para identificar tendencias perjudiciales en la cuenca del río Cañete antes que sea demasiado tarde para tomar las medidas correctivas. Ayuda a la identificación de impactos anticipadamente. El monitoreo de los parámetros ambientales también proporcionarán una base de datos aceptable que será utilizada para negociar con terceros. Como resultado del monitoreo de los orígenes, rutas y efecto final sobre el medio ambiente se puede identificar donde recaen las responsabilidades. El monitoreo de los parámetros ambientales será una de las medidas que más garanticen a SEDAPAL el cumplimiento de su cometido de calidad ambiental. Este sistema constará de lo siguiente:

- 1) Monitoreo continuo de la calidad del agua
- 2) Monitoreo de la ecología terrestre

- 3) Monitoreo de biodiversidad acuática y pesca
- 4) Monitoreo del Reasentamiento y Compensación
- 5) Mecanismo de Participación Pública y Asistencia Social

(1) Monitoreo de la Calidad del Agua

Se requerirá de un monitoreo continuo de la calidad de agua para establecer una base de datos referencial de metales pesados, nitratos, fosfatos y pesticidas. Asimismo, se necesitarán mediciones para establecer los parámetros básicos, BOD, COD, y contaminación bacteriológica. (Detalles en el Informe Sectorial).

(2) Monitoreo de la Ecología Terrestre

Se llevará a cabo el monitoreo del inventario básico de flora y fauna. El sistema de monitoreo también significa recolectar información sobre suelos, vegetación, pastoreo, corte de árboles maderables y actividades agrícolas en la cuenca del río Cañete. También esta información deberá incluir degradación de hábitats y caza en la cuenca alta.

(3) Monitoreo de Biodiversidad Acuática y Pesca

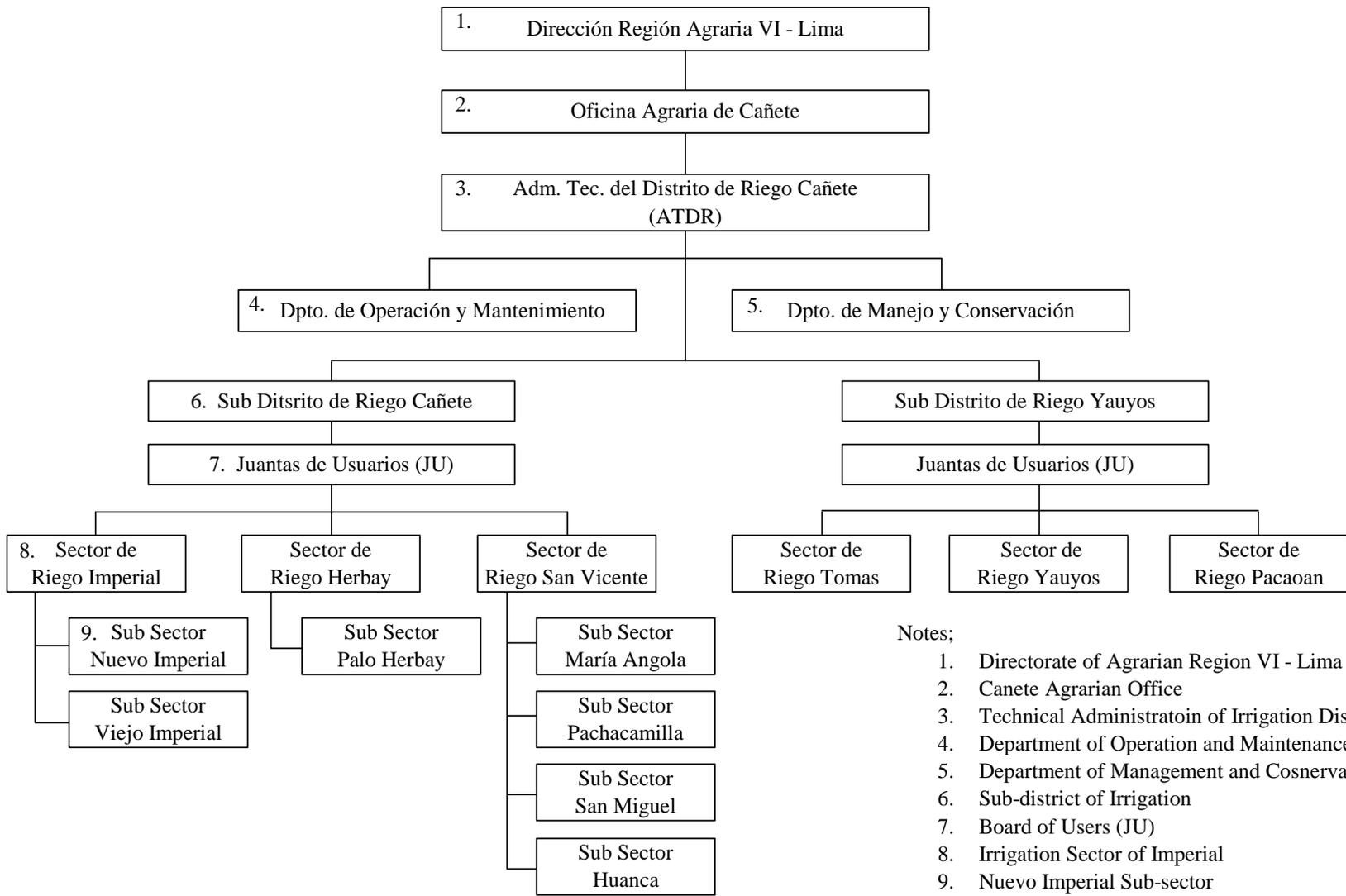
Se informó que el número de especies es menor en el Río Cañete debido a descargas tóxicas provenientes de las minas, introducción de truchas y los “huaycos”. El monitoreo deberá comprobar la veracidad de estas afirmaciones. Se recomienda un programa de monitoreo que recolecte muestras de peces y plactón cada cuatro meses en cuatro lugares.

(4) Monitoreo de Reasentamiento y Compensación

La aprobación de la comunidad de proyectos de envergadura que incluyan presas está supeditada a los procedimientos para una justa compensación y reasentamiento. De igual forma, en el caso de Auco y San Jerónimo, no sólo será decisivo los montos que percibirán las personas afectadas, sino también si el trámite a seguir por SEDAPAL se hace en forma expeditiva y aceptable para la gente ligada a las tierras ubicadas en los alrededores del reservorio y sitio de presa. Tal vez grupos de Organismos No Gubernamentales con actividad en la región podrían interceder imparcialmente entre SEDAPAL y los lugareños.

(5) Mecanismo de Participación Pública y Asistencia Social

Un programa para el conocimiento de la comunidad y asistencia pública diseñado cuidadosamente será de mucho beneficio para asesorar y dar tranquilidad a la comunidad local. A través de los lugareños y ONG confiables se incentivará y facilitará el nivel de participación básico.



Notes;

1. Directorate of Agrarian Region VI - Lima
2. Canete Agrarian Office
3. Technical Administratoin of Irrigation District (ATDR)
4. Department of Operation and Maintenance
5. Department of Management and Cosnervation
6. Sub-district of Irrigation
7. Board of Users (JU)
8. Irrigation Sector of Imperial
9. Nuevo Imperial Sub-sector

## CAPITULO 8 ASPECTOS INSTITUCIONALES

### 8.1 Aspectos Institucionales Actuales

#### 8.1.1 Marco Legal y Regulador para el Manejo y Desarrollo de los Recursos Hídricos

El uso de agua en el Perú se definió en 1969 con la Ley General de Aguas. Esta ley derogó la Ley de 1902 en la cual se establecía que los derechos de agua eran propiedad privada pero otorgados junto con los derechos sobre las tierras. La Ley actual estipula que todos los recursos hídricos pertenecen al Estado. La Ley General de Servicios de Saneamiento promulgada en 1994 proporcionó el marco para brindar el servicio de saneamiento. A continuación se establecen las principales disposiciones respecto al desarrollo de los recursos hídricos.

##### (1) Prioridades del uso del agua

El uso del agua está sujeto a las necesidades de desarrollo sociales y económicas. Las prioridades de uso se establecen en el siguiente orden:

- 1) Para consumo humano y necesidades básicas;
- 2) Para crianza de animales y explotación;
- 3) Para agricultura;
- 4) Para los sectores de energía, industria y minería; y
- 5) Otros usos

##### (2) Derecho de Agua

El Ministerio de Agricultura es el ente responsable de la asignación de los recursos hídricos tanto para el agua superficial como para el agua subterránea. Esta asignación se realiza por medio de concesiones 1) licencias para usos permanentes, 2) permisos para usos temporales del excedente y en agricultura para cultivos anuales, y 3) autorización especial para la realización de estudios específicos y obras. Las inversiones para la explotación de aguas subterráneas como la construcción de pozos no requieren de permisos por parte del Estado. Las licencias y los permisos quedan suspendidos o son declarados nulos y sin valor cuando: a) el uso del agua es transferido a terceras personas o es utilizado para fines distintos a los solicitados originalmente, b) la tarifa de agua no ha sido pagada durante dos años consecutivos, y c) el agua no es utilizada de conformidad a los planes de riego y cultivos.

##### (3) Tarifa del Agua

El Ministerio de Agricultura establece la tarifa del agua. Existen dos tipos de tarifas de agua, una para uso agrícola y otra para uso no agrícola. En cuanto al uso agrícola, la tarifa cuenta con tres componentes:

- El componente “Ingresos de la Junta de Usuarios” para los gastos de Operación y Mantenimiento y para financiar el presupuesto de operaciones del Administrador Técnico;

- El componente Canon del Agua que representa el 10% del componente de ingresos de la junta de usuarios.
- El componente de amortización (obras de regulación) para cubrir el costo de la inversión pública en estructuras de almacenamiento. Equivaldrá sólo al 10% del componente de ingresos de la junta de usuarios, a menos que dicho monto haya sido fijado por otro proyecto hidráulico especial.

Las tarifas de agua para uso agrícola son propuestas por el Administrador Técnico a la Junta de Usuarios de Agua (JUA). Además, la Junta de Usuarios a través de la Comisión de Regantes cobrará una cuota especial a los usuarios para obras o actividades específicas a realizarse en los sistemas y sub-sistemas de riego.

La tarifa de uso de agua para fines no agrícolas consta de dos componentes:

- Ingresos a la Dirección General que se destinan a las actividades correspondientes a cargo de la Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS) y el Programa Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHS) del Ministerio de Agricultura; y
- Canon de Agua que es pagado al Tesoro Público como ingresos para el Estado.

#### (4) Suministro de Agua y Servicio de Saneamiento

La Constitución de 1993 estipula que los servicios de suministro de agua y saneamiento son responsabilidad del gobierno local. La Ley General de Servicios de Saneamiento delineó las responsabilidades para la prestación del servicio. Asimismo se sentaron los principios básicos de igualdad social y financiera para el establecimiento de las tarifas. En el caso que SEDAPAL contemple un incremento de las tarifas, se requiere de la aprobación de SUNASS. Asimismo, la Ley General de Servicios de Saneamiento estableció el marco legal para la participación del sector privado en el suministro de agua y en los servicios de saneamiento.

#### (5) Anteproyecto de Ley de los Recursos Hídricos

Aunque el marco institucional establecido en la Ley General de Aguas de 1969 parece razonable, el Ministerio de Agricultura ha llegado a comprender que se necesitan algunas reformas debido a los cambios en la situación económica y política. Debido a la política de austeridad fiscal, se restringió el gasto público al inicio de la década del 90. El abastecimiento del agua se volvió irregular y la calidad del agua se deterioró. Los conflictos relacionados con el uso de agua aumentaron entre los agricultores y los distintos usuarios. El gobierno peruano solicitó la asistencia del Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para entender y tomar la experiencia de otros países respecto del manejo de los recursos hídricos. El gobierno peruano estaba interesado en la Ley de Aguas de Chile de 1981. El Ministerio de Agricultura preparó el anteproyecto de esta nueva ley de aguas hace varios años. Algunos se opusieron a este anteproyecto debido a la insuficiente participación de algunos importantes accionistas en la etapa de preparación, falta de difusión en la primera etapa. La oposición mayormente es de quienes no están de

acuerdo con las reformas de la administración actual orientadas al mercado. Las características principales del anteproyecto de ley se describen a continuación.

### 1) Alcance de la ley y los derechos de uso de aguas

La ley se ocupa del uso, preservación y conservación del agua ya sea se trate de agua superficial o subterránea. Aunque el agua es un activo nacional, el derecho a usarla contempla el derecho conservarla de manera exclusiva, destinándola para ciertos propósitos, según lo estipulado en la ley. No existen prioridades entre los derechos de uso del agua para los distintos derechos. Los derechos de agua se otorgan para uso consuntivo y para uso no consuntivo, temporal o permanente. Los titulares del derecho de uso consuntivo no necesitan devolver las aguas al sistema fluvial. Los titulares del derecho de aguas para uso no consuntivo deben devolver la misma cantidad de agua al sistema. Los derechos de uso del agua son otorgados por el Director de la Cuenca. El derecho de uso del agua se inscribe en un registro público especial (Registro Público de Derechos de Agua). El derecho de uso del agua está separado del derecho de tierras tanto para el agua superficial como el agua subterránea.

### 2) Administración del Sector Agua

Los distintos tipos de Organizaciones de Usuarios de Agua (OUAs) deben efectuar la distribución del agua de conformidad con los derechos establecidos para su uso. Las OUAs incluye la junta de usuarios que tiene jurisdicción sobre la cuenca del río y la comisión de canales que tiene jurisdicción sobre los canales y otras obras hidráulicas. Las OUAs deben realizar mediciones hidrológicas y proteger los lechos y las riberas de los ríos.

Debe constituirse el Consejo Nacional de Aguas. Este Consejo es un organismo descentralizado del Ministerio de Agricultura, y tiene autonomía técnica, económica, presupuestal y administrativa. Está compuesto por representantes de los Ministerios de Agricultura, la Presidencia, Energía y Minas, Industria, Turismo, Integración y Negocios, Salud y Economía y Finanzas.

### 3) Oficina de Cuencas Hidrográficas

Se han creado cinco Oficinas de Cuenca con jurisdicción sobre las siguientes hoyas y cuencas hidrográficas:

- Dirección de la Cuenca Hidrográfica del río Amazonas (base en Iquitos);
- Dirección de la Cuenca Hidrográfica del lago Titicaca (base en Puno);
- Dirección de las Cuencas de la Sierra y Costa Norte, ubicada entre los ríos Zarumilla y Culebras (base en Chiclayo);
- Dirección de las Cuencas de la Sierra y Costa Central, ubicada entre los ríos Huarmey e Ica (sede en Lima);
- Dirección de las Cuencas de la Sierra y Costa Sur, ubicada entre los ríos Grande y Caplina.

El Director de la Cuenca es responsable de: 1) establecer los derechos originales de uso del agua, 2) autorizar la derivación del agua de una cuenca a otra, y 3) autorizar la construcción o modificación de las obras de toma, presas o cualquier otra obra en el lecho de los ríos.

#### 4) Derechos Negociables del uso de aguas

Después de que se ha otorgado el derecho de uso de aguas a varios usuarios (agricultores, empresas abastecedoras de agua y de saneamiento, usuarios industriales y empresas generadoras de energía hidroeléctrica), éstos pueden comprar y vender los derechos del uso de agua en el mercado al precio determinado por la oferta y demanda. También pueden arrendar los derechos. Además de los derechos, los compradores tendrán que pagar el gasto de cualquier modificación en la infraestructura a fin de efectuar la derivación de agua así como cualquier compensación a alguna de las partes afectadas. El precio de la venta no tiene que ser igual que la tarifa del agua para asegurar la operación y mantenimiento del sistema. Si los agricultores pudieran vender sus derechos de uso de agua a precios negociados en el mercado libre, algunos agricultores decidirían generar ingresos adicionales vendiendo los derechos de cualquier excedente. También podrían cultivar otros productos de alto valor.

El organigrama de la administración de ríos de acuerdo con el anteproyecto de la Ley de Recursos Hídricos puede estructurarse como se muestra en la figura 8-1.

### **8.1.2 Organizaciones para el Desarrollo y Manejo de los Recursos Hídricos.**

Existen varias entidades involucradas en el desarrollo y manejo de los recursos hídricos en el Perú. Las tareas asignadas a estas organizaciones, tanto gubernamentales como privadas, se describen brevemente en la Tabla 8.1 “Resumen de las funciones de las organizaciones relacionadas con el manejo y desarrollo de los recursos hídricos”. La Tabla muestra las diferentes funciones relacionadas con el manejo y desarrollo de los recursos hídricos que se han clasificado tal como sigue:

- Dc: Recolección de datos
- Pl: Planeamiento
- OM: Operación y Mantenimiento
- Mo: Monitoreo
- Re: Regulación
- Co: Coordinación
- I: Implementación

Las funciones de una organización cambian de acuerdo a las tareas u obligaciones del trabajo. Por lo tanto, una organización podría actuar como entidad ejecutora para cumplir cierta función, mientras que para otras funciones esta misma organización

podría hacer las veces de órgano coordinador. Esta Tabla fue elaborada después de reuniones sostenidas con el Ministerio de Agricultura y SEDAPAL.

#### (1) Desarrollo de los Recursos Hídricos (Superficiales y Subterráneos)

El Ministerio de Agricultura (MAG) tiene como principal responsabilidad el planeamiento del sector del agua y las tareas de regulación. En el MAG, la Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS) es el órgano responsable del sector agua. El Administrador Técnico del Distrito de Riego (ATDR) bajo la supervisión del MAG es responsable de las tareas de planeamiento y regulación a nivel local.

El Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) es responsable de la planificación y ejecución de proyectos específicos y cuenta con 10 proyectos en ejecución en la Costa

El abastecimiento del agua para uso doméstico e industrial es realizado por las empresas de servicio de saneamiento.

Las empresas de electricidad llevan a cabo proyectos de generación hidroeléctrica. Algunas industrias y compañías comerciales suelen usar sus propios recursos de aguas subterráneas. En todos los casos, los derechos de uso de agua deberán obtenerse del Ministerio de Agricultura.

#### (2) Manejo de los Recursos Hídricos (Asignación y Balance Hídrico)

El manejo de recursos hídricos ha sido responsabilidad de la Dirección General de Aguas y Suelos (DGAS), Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) a nivel nacional.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) es el organismo designado para recolectar y procesar los datos hidrológicos (Recolección de Datos) en todo el país.

La Ley de Inversión y Promoción Agrícola de 1991 constituyó entidades regionales para las cuencas entre los organismos. Se nombraron Autoridades Autónomas de las Cuencas Hidrográficas (AACH) de las siguientes cinco cuencas: Jequetepeque, Chancay-Lambayeque, Chira-Piura, Chillón-Rímac-Lurín, Santa-Lacramarca.

AACH se establecen en cuencas donde exista un uso del agua intensivo y multisectorial. Se supone que actúa como instrumento en la toma de decisiones respecto al uso y conservación del recurso agua.

La AACH es responsable de formular planes maestros para el manejo de los recursos naturales e implementar los sistemas de irrigación y conservación en la cuenca. La AACH está conformada por el Administrador Técnico, los representantes de los gobiernos locales, el Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Vivienda y Construcción, Instituto de Desarrollo (INADE) y cinco representantes de los grupos productores. La AACH se ha constituido en las cuencas fluviales más grandes con múltiples usuarios de agua.

A nivel local, la responsabilidad de la irrigación y otros usos del agua recae sobre un Administrador Técnico (ATDR) nombrado por el Ministerio de Agricultura. El Administrador Técnico tiene las siguientes funciones:

- asegurar el uso racional y eficiente de los recursos hídricos;
- aprobar los planes de cultivo e irrigación y supervisar su ejecución;
- autorizar y aprobar los estudios y la construcción de infraestructura relacionados con las solicitudes de licencias y permisos para uso de agua;
- emitir permisos y licencias;
- aprobar y mantener actualizados los registros de uso de agua;
- establecer, modificar o cancelar los derechos de uso de agua;
- imponer restricciones sobre el uso del agua para fines de conservación;
- resolver conflictos entre los usuarios del agua;
- apoyar y aprobar la creación de juntas de usuarios de agua;
- proponer y determinar niveles de tarifas de agua; y
- autorizar planes para la Operación y Mantenimiento (O/M) de los sistemas de irrigación.

### (3) Abastecimiento de Agua para Fines Agrícolas

El Administrador Técnico supervisa los distritos de riego y la Junta de Usuarios (JUA). Existen 64 distritos de riego en el Perú. La Junta de usuarios está compuesta por usuarios de agua para fines agrícolas. Sólo existe un JUA en cada distrito de riego. Además de JUA, hay comisiones y comités organizados en cada distrito de riego.

### (4) Abastecimiento de Agua para Uso Doméstico e Industrial

El Servicio Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (SENAPA) proporcionó los servicios de saneamiento y abastecimiento de agua a las áreas urbanas hasta 1989. El Ministerio de Salud prestaba estos servicios en las áreas rurales. En 1989 se descentralizaron los servicios de saneamiento y abastecimiento de agua. Las responsabilidades para la disposición de los servicios fueron transferidas a los gobiernos locales. SENAPA fue entonces disuelto en 1992. El Ministerio de la Presidencia asumió el rol de la supervisión de estos servicios. En la actualidad existen 45 empresas de abastecimiento de agua y alcantarillado en el Perú incluyendo SEDAPAL, para Lima y Callao. En las áreas en donde no existen empresas de abastecimiento de agua y alcantarillado, dichos servicios son proporcionados directamente por el gobierno provincial. *La Superintendencia de Servicios de Saneamiento* (SUNASS) se constituyó en 1994 para la supervisión del sector de aguas y saneamiento. La SUNASS cumple una función reguladora y está financiada por el 2% de los ingresos de las empresas de servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado.

La mayoría de empresas de abastecimiento de agua y alcantarillado que no son SEDAPAL, aquellas que operan bajo el control de los gobiernos provinciales, no han

generado ingresos netos. Existe un anteproyecto de ley que propone varios planes para el mejoramiento administrativo de estas 44 empresas no rentables de abastecimiento de agua y alcantarillado. Esta nueva ley está en discusión a Noviembre de 1999.

El organigrama de SEDAPAL que se muestra en la Figura 8.2, incluye los siguientes departamentos: Recursos Humanos, Finanzas, Logística y Servicios, Desarrollo y Estudio, Proyectos y Obras, Producción y tres áreas regionales administrativas: Servicios Norte que incluye Callao, Servicio Centro y Servicio Sur. SEDAPAL tiene un personal aproximado de 1,600 personas. En los últimos años SEDAPAL ha tomado varias medidas de reestructuración dentro de las que se incluyen: tarifas de agua, rehabilitación de su sistema de servicios y reducción de personal. La gestión de SEDAPAL ha mejorado en los últimos años como consecuencia de las medidas adoptadas. A Diciembre de 1997, SEDAPAL contaba con 1.87 obreros por 1,000 conexiones. En el caso de Japón esta proporción está alrededor de 1.7 por 1,000 conexiones.

En cuanto al uso industrial y comercial del agua, la tarifa es mayor que aquella para los usuarios de agua para uso doméstico y social. De ese modo, la tarifa del agua subsidia dichos usos. Estos subsidios cruzados no contribuyen a la eficiente asignación de los recursos. Las empresas industriales y comerciales con frecuencia usan sus propios recursos de agua subterránea para evitar el pago de tarifas altas. Por ejemplo, en la tarifa de SEDAPAL, mientras que la tarifa por uso industrial y comercial es de 2.60 Soles/m<sup>3</sup> (US\$0.8<sup>1</sup>), la tarifa por uso doméstico es 0.935 Soles/m<sup>3</sup> (US\$0.3), y la tarifa por uso social es 0.72 Soles/m<sup>3</sup> (US\$0.2).

#### (5) Generación de Energía Hidroeléctrica

La Dirección General de Electricidad del Ministerio de Energía y Minas (MEM) es responsable del sector de generación hidroeléctrica en el Perú.

Después de 1990, se redefinió el papel del estado en cuanto a la electricidad. Antes de 1990, el Estado era responsable de la promoción, inversión, administración, regulación y control del servicio de electricidad. En la actualidad, el Ministerio de Energía y Minas (MEM) promueve la política de que el sector privado se encargue de la generación y transmisión de energía eléctrica. La electricidad es uno de los sectores líderes en la privatización de entidades públicas. En 1992 se promulgó la Ley de Concesión de Electricidad. El sector privado ya está operando algunos proyectos. Sin embargo, el Ministerio de Energía y Minas suspendió el proceso de la aplicación de concesión de electricidad a partir de setiembre de 1998. No se ha determinado cuándo se reanudará este proceso.

---

<sup>1</sup> Se aplica el tipo de cambio de US\$1 = S/.3.3

#### (6) Control de Inundaciones

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) es el organismo responsable de la operación de manejo de desastres. Dicha operación se describe en el ciclo de manejo de desastres: prevención, preparación, operación de emergencia, rehabilitación y reconstrucción. INDECI es responsable desde antes de la fase de desastre hasta la operación de emergencia y, en cierta medida, la rehabilitación. INDECI ha implementado algunas obras de protección de ríos en el pasado. Su atención actualmente se centra en el sismo y está desarrollando un sistema de alerta contra ellos. Sus funciones mayormente son el rescate de emergencia y la atención después del desastre.

El Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) ha realizado algunos estudios en el sistema de prevención de inundaciones para algunas cuencas fluviales, y ha implementado ciertas medidas de protección de ríos en las siguientes cuencas: Tumbes, Chira-Piura, Olmos-Tinajones, Jequetepeque-Zana, Chavimochic, Chinecas, Majes-Siguas, Pasto Grande y Tacna. Estos proyectos de INADE son conocidos como “proyectos especiales”.

#### (7) Manejo de Cuencas Hidrográficas

*El Proyecto Nacional de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos (PRONAMACHS)* del Ministerio de Agricultura ha estado en actividad proporcionando apoyo a los agricultores en la Cuenca Alta del río Cañete. PRONAMACHS brinda asistencia a los agricultores en la forestación y conservación de suelos. El Ministerio de Agricultura ha otorgado a PRONAMACHS gran prioridad dentro del marco de sus programas de estrategia para el alivio de la pobreza.

Se observa una severa erosión del suelo (*huayco*) en la Cuenca Alta del río Cañete. Sin embargo, debido a que esta área no se encuentra densamente poblada, se le ha prestado poca atención.

El *Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social (FONCODES)*, una organización que pertenece al Ministerio de la Presidencia, proporciona ayuda a las comunidades afectadas por la pobreza para llevar a cabo construcciones de infraestructura de pequeña escala. FONCODES desarrolla sus actividades tanto en la provincia de Cañete como de Yauyos. Hay muchos proyectos implementados en las comunidades pobres relacionados con el agua potable y desagüe y construcción de canales.

#### (8) Calidad de Agua

La *Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)* del Ministerio de Salud tiene una función supervisora de la calidad del agua potable y los servicios de saneamiento.

#### (9) Turismo

El Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negocios Comerciales Internacionales (MITINCI) es el ministerio responsable del sector turismo. El Ministerio emitió una Resolución Ministerial para designar el área de la Cuenca Alta del río Cañete como Área de Reserva Turística. El ecoturismo se promueve en el área reservada. Cualquier actividad que puede contaminar el ecosistema está prohibida.

Además del área turística de la Cuenca Alta, el canotaje es popular en la época de lluvias en el tramo inferior del río Cañete. Quienes deseen usar el río para realizar actividades comerciales turísticas deben obtener el derecho de uso del agua del Ministerio de Agricultura

#### (10) Medio Ambiente

Hay varias unidades relacionadas con los asuntos ambientales en los ministerios involucrados. Entre éstas se incluyen: *Dirección General de Asuntos Ambientales* (DGAA) en el Ministerio de Energía y Minas principalmente para las descargas mineras, *Sub Dirección de Fiscalización y Evaluación Ambiental* en el Ministerio de Industria, Turismo e Integración y Negocios Comerciales Internacionales (MITINCI) para el sector industrial, y *Dirección General de Salud Ambiental* (DGSA) en el Ministerio de Salud para el agua potable y el saneamiento. El Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) del Ministerio de Agricultura debe ser el principal organismo responsable de la conservación del medio ambiente en los ríos.

### **8.2 Plan de Mejoramiento Institucional para la Cuenca del Río Cañete**

El Capítulo 7 Manejo de los Recursos Hídricos presentó el alcance del estudio para un manejo integral de los recursos hídricos. Entre los puntos tratados, los siguientes tres aspectos han sido identificados como claves para el fortalecimiento institucional.

#### (1) Manejo del Uso de Agua

En vista del uso de agua intensivo que se espera tener en la Cuenca del Río Cañete, las tres siguientes opciones son consideradas como medidas de fortalecimiento institucional.

##### 1) Establecimiento de AACH

La Constitución de 1993 señala que todos los recursos naturales pertenecen al Estado (la Nación). El sector del agua ha sido administrado por varias organizaciones bajo el liderazgo del Ministerio de Agricultura. Como el desarrollo de los recursos hídricos se ha vuelto intensivo y los usos del agua se han vuelto complejos se requiere la coordinación entre los organismos gubernamentales involucrados y los usuarios del agua. La Ley de Inversión y Promoción Agrícola de 1991 dispuso el establecimiento de entidades

intersectoriales regionales para el manejo del agua: Autoridades Autónomas de las Cuencas Hidrográficas (AACH).

Sin embargo, aún se tiene que constituir la AACH en la Cuenca del río Cañete ya que el uso del agua se ha vuelto más intenso: agricultura, agua potable, industria, generación hidroeléctrica y turismo. En la actualidad, el Administrador Técnico en la Cuenca de Cañete (distrito de Mala-Omas-Cañete) opera con recursos limitados. Por este motivo, los recursos hidrológicos parecen estar administrados de modo ineficiente, por ejemplo, los registros no actualizados de usuarios del agua no corresponden con el uso real de ésta. Nuevas licencias y permisos se emiten sin considerar debidamente los recursos hídricos disponibles, lo cual quizá origine una severa escasez durante el período de sequía.

Además, los usuarios del agua fuera de los agricultores tienen poca participación en las Organizaciones de Usuarios de Agua. Este hecho puede conllevar a una situación de toma de decisiones sin la adecuada coordinación en cuanto al manejo de los recursos hídricos. Aunque la Junta de Usuarios de Agua es responsable del desarrollo de la Operación y Mantenimiento (O/M) de las instalaciones, sus actividades son limitadas.

## 2) Arreglo Institucional incluido en el Anteproyecto de Ley de los Recursos Hídricos

El anteproyecto de Ley contempla el establecimiento de tres mecanismos: Registro Público de Derechos de Agua, Consejo Nacional de Aguas, Oficinas de Cuencas Hidrográficas y Derechos de Aguas Negociables tal como se describió anteriormente (8.1 (5) Anteproyecto de Ley de los Recursos Hídricos y la Figura 8.1 Administración de Ríos concebido en este mismo anteproyecto de ley).

## 3) Corporación Pública de Desarrollo de los Recursos Hídricos – el caso de Japón

Los ríos considerados particularmente importantes para la seguridad nacional y la economía se clasifican como ríos de Grado A. El Ministro de Construcción actúa como el administrador para el caso de los ríos comprendidos en el Grado A. Los ríos de Grado B, que son considerados importantes para el interés público, son administrados por el prefecto gobernador. Los administradores de ríos tienen la responsabilidad y la facultad de instalar estructuras que sean requeridas para su manejo.

Siete son los sistemas pluviales que han sido designados como sistemas de ríos importantes para el Japón. Para cada uno de estos sistemas se establece un Plan Básico para el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Se presenta el pronóstico de la demanda de agua, se fijan objetivos para el suministro de agua y la construcción de la infraestructura necesaria.

Estos siete sistemas fluviales cubren el área de mayor actividad económica y social. En tanto representa sólo el 15% del territorio nacional, abarca aproximadamente el 50% del total de la población y el 48% de los embarques industriales.

- Corporación Pública de Desarrollo de los Recursos Hídricos (WARDEC, en inglés)

Los proyectos de desarrollo de los recursos hídricos necesitan de un largo período para su conclusión. Estos deben estar basados en planeamientos e implementación a largo plazo. Esto exige una organización que ponga en marcha proyectos de desarrollo de los recursos en forma exhaustiva y aumente y distribuya fondos y se asignen expertos e ingenieros.

El gobierno creó la Corporación Pública de Desarrollo de Recursos Hídricos (WARDEC)<sup>2</sup>, una empresa pública sin fines de lucro con el objetivo de mejorar el uso del agua y el control de inundaciones en 1962. WARDEC pone en marcha proyectos en los sistemas de ríos para el desarrollo y uso de los recursos hídricos que son requeridos con carácter de urgencia para el desarrollo industrial y el crecimiento de la población urbana.

Construye presas de gran tamaño, presas de derivación en estuarios, estructuras para el control del nivel de aguas en lagos y pantanos y canales para múltiples propósitos.

- Actividades de WARDEC
  - Construcción y reconstrucción de estructuras según los planes básicos;
  - Mantenimiento de estructuras hasta su conclusión;
  - Estudio, investigación y diseño relativos al desarrollo del uso de los recursos hídricos, así como la construcción y mantenimiento de la generación de energía encargados a la Corporación.;
  - Proyectos de uso del agua: proyectos para el suministro de agua cruda para fines domésticos, industriales y agrícolas;
  - Proyectos sobre control de inundaciones: proyectos para el control de inundaciones y mantenimiento de las funciones normales del río.
- Recursos Financieros

Los Proyectos de la Corporación Pública de Desarrollo de los Recursos Hídricos son financiados de las siguientes fuentes:

- El Estado otorga ayuda económica (Ko-fu kin): para control de inundaciones y obras de protección contra oleajes y mantenimiento y mejora de los cursos del río;

---

<sup>2</sup> “Outline of the Corporation” Japón, Corporación Pública del Desarrollo de los Recursos Hídricos

- Subsidios (Hojokin): para obras de suministro de agua para fines domésticos, industriales y agrícolas.
- Contribución del beneficiario: costos provenientes de los beneficiarios durante los gastos de instalación y construcción de obras hidráulicas para fines industriales y agrícolas.
- Préstamos de capital (incluye los Bonos de Desarrollo de Recursos Hídricos):
- Otros ingresos: Ingresos provenientes del estudio e investigación, sobre la construcción de infraestructura conexas que incluye estructuras hidroeléctricas y caminos.

#### 4) Resumen de opciones

Opciones	Descripción (fortalezas & debilidades)
AACH	Existen ya 5 ejemplos. Fácil de implementar con algunas mejoras en el aspecto financiero a través de una mejora en el registro de derecho de agua y en el cobro de la tarifa.
Nueva Ley de Recursos Hídricos	Asignación eficiente y eficaz del agua, pero fuerte oposición al anteproyecto.
Corporación de Desarrollo de los Recursos Hídricos	Eficaz por aplicar al beneficiario para el pago del capital y manejo de estructuras multipropósito.

Tal como se puede observar, las tres opciones pretenden contribuir a un manejo del recurso agua. En términos de implementación a corto plazo, se recomienda el establecimiento de AACH, el mismo que no presenta oposición alguna según las disposiciones establecidas en la nueva Ley de Recursos Hídricos. La creación de una nueva entidad como el WARDEC podría requerir de discusiones entre las entidades del gobierno involucradas. Por lo tanto, en este punto se procede a explicar el fortalecimiento del manejo del uso del agua a través de la AACH. El estudio detallado de la operación de la AACH en la Cuenca del Río Cañete se llevará a cabo en la siguiente fase del Estudio.

El establecimiento de AACH con la participación de varios usuarios en la Cuenca del río Cañete contribuiría al manejo de los recursos hídricos. La AACH será financiada con la tarifa del agua. Por lo tanto, tiene que mejorar su capacidad para establecer y cobrar una tarifa adecuada. De este modo se cortará el círculo vicioso de “percepción del gobierno como abastecedor de agua - baja cobertura de tarifas de agua - deficiente servicio de Operación y Mantenimiento del río - incertidumbre acerca del abastecimiento del agua - baja cobertura de tarifa de agua ”

La Figura 8.3 muestra el organigrama anterior, actual y el propuesto para la administración de la Cuenca del Río Cañete. No obstante, la estructura de AACH requiere de un análisis y estudio más profundos. La organización de las autoridades locales y nacionales para la administración del río será modificada de acuerdo con la nueva Ley.

## (2) Medio Ambiente y Desarrollo

En la Cuenca del Río Cañete se han observado aguas residuales altamente contaminadas provenientes de la industria minera. Un fenómeno de erosión (*Huayco*) de importancia ocurrió en el área aguas arriba del Río Cañete. Estas dos observaciones pertenecen al estudio de impacto ambiental llevado a cabo por el Grupo de Estudio.

El *Consejo Nacional del Ambiente* (CONAM) tiene funciones de formulación y coordinación de políticas. Hay varias unidades relacionadas con los asuntos ambientales en los ministerios involucrados. A pesar de que existen varias unidades ambientales en los distintos ministerios, el objetivo de lograr un desarrollo sostenible y una conservación del medio ambiente parece difícil de cumplir. Las unidades ambientales en los ministerios involucrados no pueden integrar la conservación ambiental con las actividades de desarrollo. Esto se atribuye a que los ministerios involucrados actúan como promotores de las respectivas industrias, incluyendo la minería y la industria. Sería más adecuado si CONAM tuviera un contacto directo con los Vice-ministros (tanto de Construcción como de Desarrollo Regional) del Ministerio de la Presidencia. Además de CONAM, el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) deberá asumir roles importantes con miras al uso adecuado de los recursos naturales. Se recomienda fortalecer la capacidad institucional del CONAM e INRENA, tal como se muestra en la Figura 8.4.

Además del fortalecimiento institucional de CONAM, existen otras áreas para el mejoramiento. Algunos de los aspectos a ser considerados con carácter de urgencia pueden ser los siguientes:

- 1) Aplicación estricta en cuanto a la prohibición de arrojar aguas residuales, conjuntamente con el establecimiento de un sistema de monitoreo; y
- 2) Disposición de apoyo técnico y financiero a las compañías industriales para la aplicación de una tecnología más limpia.

## (3) Recolección de Datos Hidrológicos

El *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología* (SENAMHI) es la entidad responsable de la recolección y compilación de datos meteorológicos. Existen aproximadamente 1,700 estaciones meteorológicas en el Perú; no obstante, sólo 700 están funcionando en la actualidad. Sólo existe una estación de aforos (Socsi) operada por SENAMHI en la cuenca del río Cañete. Además de esta estación existe otra estación de aforo instalada y operada por Electroperú. Debe definirse una política para recolección de datos hidrológicos. Existen dos opciones: 1) fortalecer la capacidad institucional del SENAMHI asignando un mayor presupuesto y más recursos humanos, ó 2) transferir la tarea de recolección de datos a otra institución.

**Tabla 8.1 Resumen de Tareas de las Organizaciones Relacionadas al Desarrollo y Manejo de Recursos Hídricos**

Dc : Data Collection Pl : Planning OM : Operation/Maintenance Mo: Monitoring  
 Re : Regulatory Coo : Coordination I: Implementation

**N.B. 1. Contractors are not counted. 2. "Planning" role is to be assumed by the Government.**

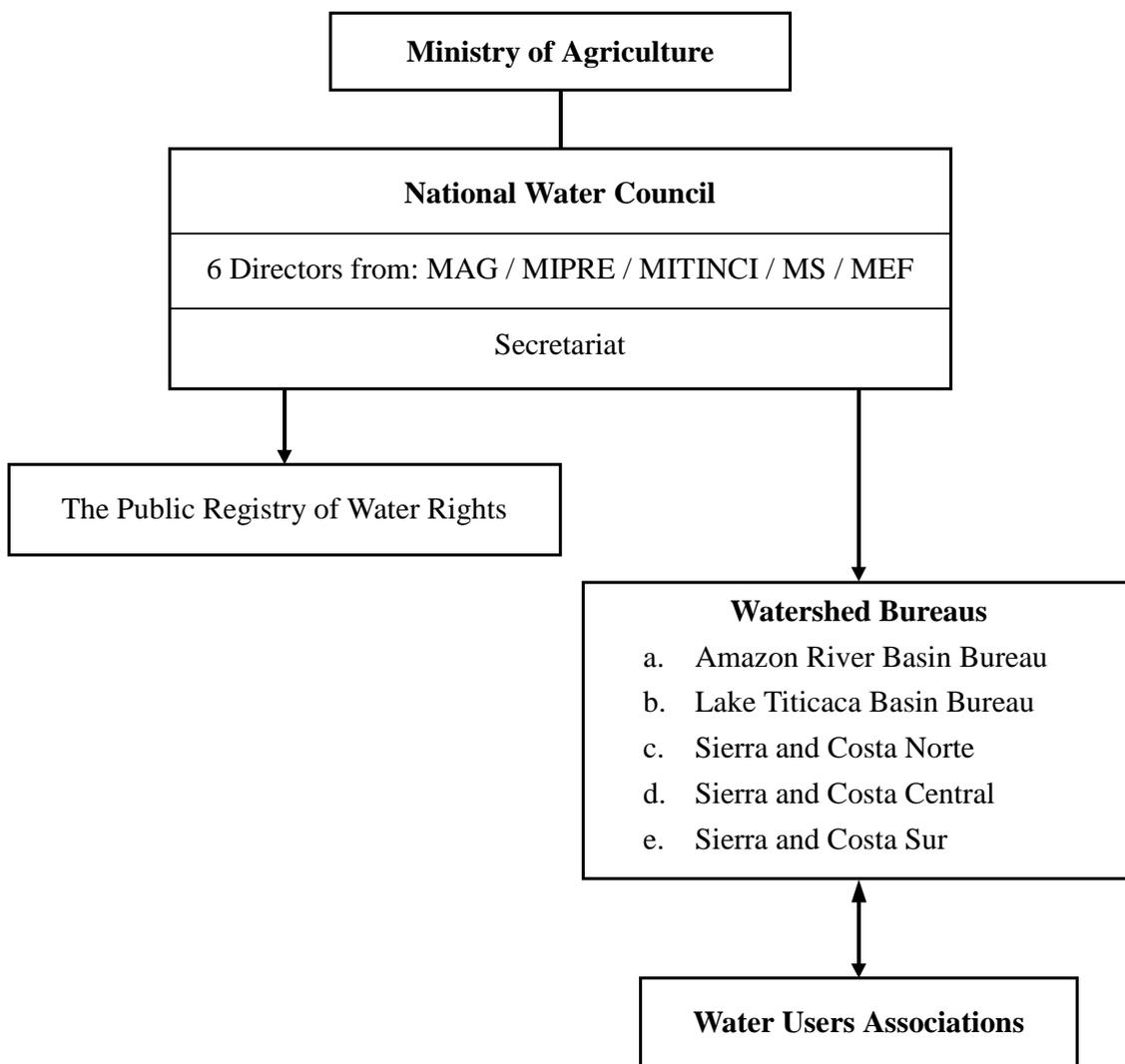
**3.Though AACH does not exist in the Canete River Basin, included in the Table for reference.**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
	MIPRE			CONSEJO DE MINISTROS		MAG				MEM	MITINCI	MEF	MS	MD	LOCAL GOVERNMENT		PRIVATE SECTOR								
Organizations	SEDAPAL	INADE	FONCODES	CONAMI	INDECI	ATDR	INRENA	PRONAMACHS	PSI	AACH	DGE	DGAA	MITINCI	SDFEA	SUNASS	DIGESA	SENAMHI	LOCAL GOVERNMENT	EMAPA CANETE S.A.	OJA	ELECTROPERU	INDUSTRIAL ENTERPRISES	CEMENTOS LIMA		
<b>TASKS</b>																									
<b>I. Water Resources Development</b>																									
1. Surface Water	I	DCI				Pl, Re	Pl, Re	Pl, Re	I	Pl, Re	Coo	Coo	Coo	Coo											
2. Groundwater	I					Pl, Re	Pl, Re	Pl, Re		Pl, Re													I		
3. Forest management								Pl, Re	Pl, Re																
4. Sediment Control					Pl, I	I	I			I										I	Mo, I			Mo, I	
5. Debris control					Coo	Pl, I											Mo	I							
<b>. Water Resources Management</b>																									
1. Water balance	Mo					Dc, Pl	Pl			Pl, Re							Mo							Dc, Pl	
2. Water allocation	Mo					Re	Pl, Re	Pl, Re		Pl, Re															
3. Water supply																									
3.1 Agricultural water		Pl, I	I			Pl, Re	Re	I	I	Pl, Pe											OM	OM	I		
3.2 Domestic water	I		I			Re	Re			Pl, Pe					Mo, Re	Re				I					
3.3 Industrial water	I					Re	Re			Pl, Pe													I		
3.4 River maintenance flow						Coo	Coo			Coo															
3.5 Hydro power generation						Re	Re			Re	Pl, Re	Coo												I	
4. Flood control																									
4.1 Flood and disaster control		Pl			Pl, I			Coo, I		Coo														Dc, OM	
4.2 Flood forecasting		Pl			Pl, I																				Dc, OM
5. Water quality					Pl			Re		I															
5.1 River water	Mo				Co				Re	I	Re						Mo	Mo							
5.2 Waste water discharge	Mo				Co															Mo					
6. River environment and Tourism																									
6.1 River and surrounding areas					Co				Re	Re			Pl												
6.2 Recreation around river areas					Co				Re	Re			Pl												
6.3 Biota in the river area					Co				Re	Re															

**Abbreviations :**

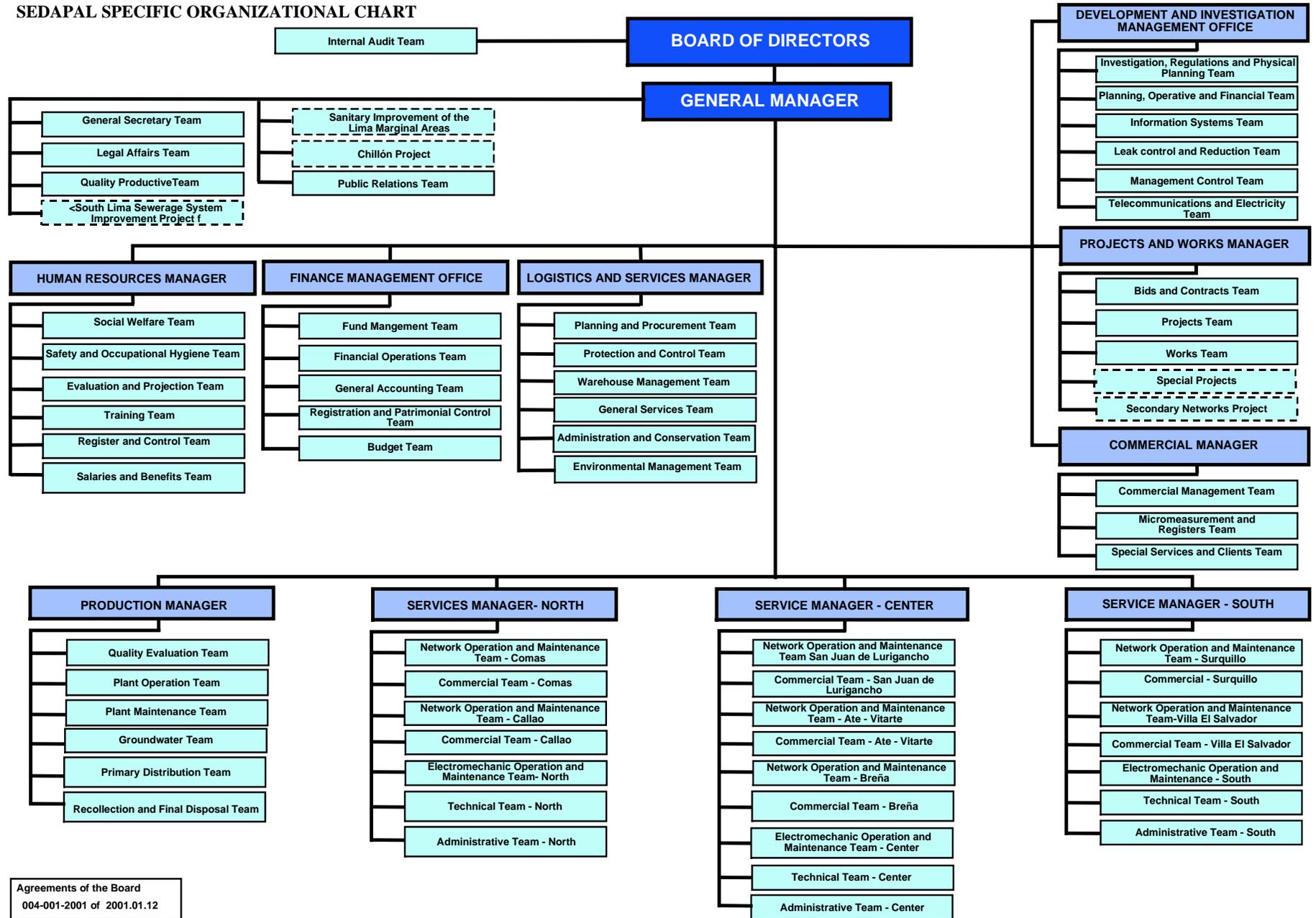
AACH : Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica  
 ATDR : Administración Técnica de Distrito de Riego  
 CONAM : Consejo Nacional del Ambiente  
 DGAA : Dirección General Asuntos Ambientales  
 DIGESA : Dirección General de Salud Ambiental  
 DGE : Dirección General de Electricidad  
 DGM : Dirección General de Minas  
 ELECTROPERU : Empresa de Electricidad del Perú  
 FONCODES : Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo  
 INADE : Instituto Nacional de Desarrollo  
 INDECI : Instituto Nacional de Defensa Civil  
 INRENA : Instituto Nacional de Recursos Naturales  
 MAG : Ministerio de Agricultura  
 MD : Ministerio de Defensa  
 MEM : Ministerio de Energía y Minas  
 MIPRE : Ministerio de la Presidencia  
 MITINCI : Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales  
 MS : Ministerio de Salud  
 OJA : Asociación de Usuarios de Aguas  
 PRONAMACHS : Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos  
 PSI : Proyecto Subsectoral de Irrigación  
 SDFEA : Sub Dirección de Fiscalización y Evaluación Ambiental  
 SEDAPAL : Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima  
 SENAMHI : Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología  
 SUNASS : Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

Autonomous Hydrographic Basin Authority  
 Technical Administration for Irrigation District  
 National Environment Council  
 Directorate General for Environmental Affairs  
 Directorate General for Environmental Health  
 Directorate General for Electricity  
 Directorate General for Mining  
 Peru Electricity Enterprise  
 National Fund for Compensation and Social Development  
 National Institute of Development  
 National Institute of Civil Defense  
 National Institute of Natural Resources  
 Ministry of Agriculture  
 Ministry of Defense  
 Ministry of Energy and Mining  
 Ministry of Presidency  
 Ministry of Industry, Tourism, Integration and International Trade  
 Ministry of Health  
 Water Users' Association  
 National Program for River Basin Management and Soil Conservation  
 Irrigation Subsector Project  
 Sub-Directorate for Supervision and Evaluation of Environmental Affairs  
 Potable Water and Sewage Service of Lima  
 National Service for Meteorology and Hydrology  
 National Superintendence of Sanitary Service



MEF: Ministerio de Economía y Finanzas  
(Ministry of Economy and Finance)

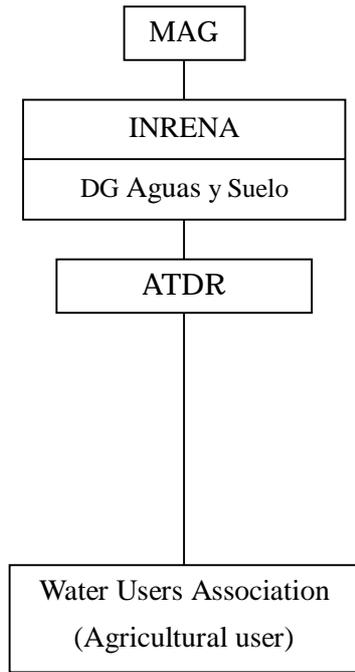
**SEDAPAL SPECIFIC ORGANIZATIONAL CHART**



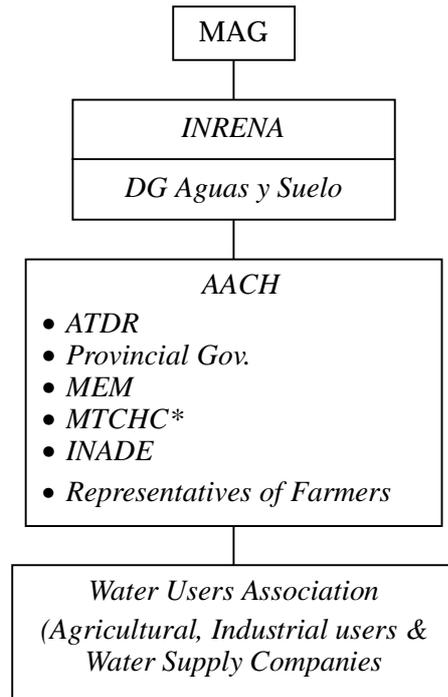
Agreements of the Board  
 004-001-2001 of 2001.01.12

Figura 8.2  
 Organigrama de SEDAPAL

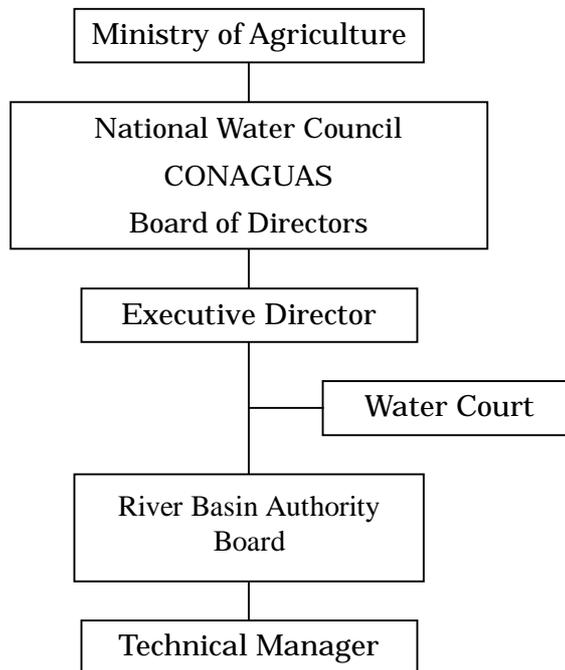
**River administration in 1999**



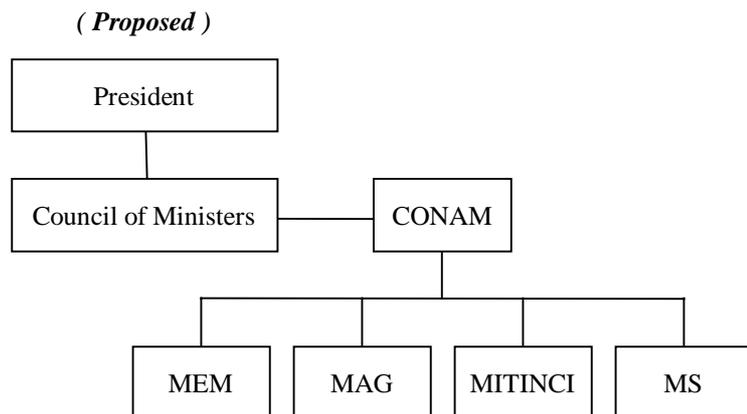
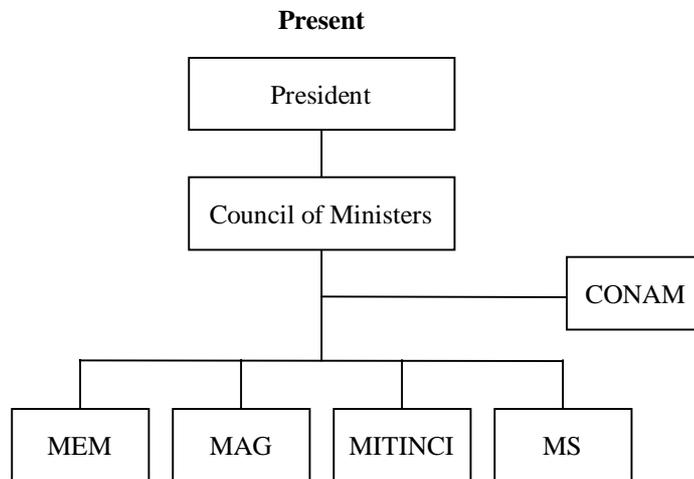
**( Proposed in 1999)**



**River administration after July 2001**



\*MTCHC = Ministry of Transportation,  
Communication, Housing and Construction



## **CHAPTER 9 : INVESTIGACIÓN SUPLEMENTARIA SOBRE EL USO Y PERDIDAS DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC**

### **9.1 Introducción**

#### **(1) Propósito de la Investigación Suplementaria**

El grupo de Estudio comenzó la Investigación Suplementaria el 7 de Agosto del 2001 en base a los procedimientos de implementación de la FASE II descritos en el Item 2 del Acta de la Reunión firmada el 1 de Marzo del 2001.

El propósito de la Investigación Suplementaria es:

- 1) Obtener los datos e información necesarias del uso y calidad del agua en la corriente principal del Río Rímac, y de los ríos tributarios, Santa Eulalia y San Mateo.
- 2) Identificar y confirmar los problemas en el uso, calidad y demanda de agua.
- 3) Evaluar si las pérdidas de agua en el curso principal del Río Rimac durante la estación seca, son mayores o iguales a las estimadas en el Plan Maestro de Abastecimiento de Agua para el Área de Lima Metropolitana de SEDAPAL (Diciembre de 1998).
- 4) Aclarar la ejecución del estudio de factibilidad para la Fase II.

Los alcances del Estudio para la Investigación Suplementaria sobre el uso y pérdidas de Agua en la Cuenca del Río Rimac se estipula en el anexo del Acta de la Reunión del 27 de Agosto del 2001.

#### **(2) Area de Estudio**

El área de Estudio es la cuenca del Río Rímac, uno de los ríos más importantes del Perú, donde la ciudad capital, Lima, ocupa la zona costera y central del mismo. El río provee las necesidades básicas de recursos hídricos para mantener su medio ambiente natural y la más grande actividad socio-económica del país, donde se concentran más del 30% de la población nacional, aproximadamente 7.5 millones en el 2001, y más del 60% de las industrias.

### **9.2 Condiciones Existentes en la Cuenca del Río Rímac**

#### **9.2.1 Topografía y Geología**

El área de captación del Río Rímac es de aproximadamente 3,583 km<sup>2</sup>, cuya altitud varía desde el nivel del mar hasta los 4,850 m.s.n.m. La longitud del curso principal es de 143 km y su gradiente fluvial promedio es 1/29.5 (0.0339). El río principal se divide aguas arriba de Chosica en dos tributarios, el Río Santa Eulalia y el Río

Rímac. (El tramo cuya altura es superior a los 2,500 m.s.n.m. produce los recursos hídricos.)

En general, la cuenca está cubierta por formaciones sedimentarias y volcánicas elásticas de las eras del Jurásico al Terciario, rocas intrusivas de las eras del Cretáceo al Terciario y también depósitos del Cuaternario. Las formaciones del Jurásico están expuestas en la parte norte de Lima, y se extienden en dirección NO-SE a lo largo de la costa del Pacífico. Las formaciones consisten principalmente en intrusivos andesíticos asociados con horsteno, esquisto, etc.

Diversos frentes de rocas intrusivas se encuentran en la zona occidental de la Cordillera Occidental. Estas intrusivas consisten en granito, granodiorita, y tonalita, etc. de las eras del Cretáceo y Terciaria, y andesita del Cretáceo. En el área terciaria se encuentran pequeños cuerpos intrusivos tales como andesita, riocacita, y traquiandesita.

Hay muchas minas metálicas en el área investigada. La mineralización principal ha estado asociada con actividad ígnea en la etapa de deformación del Mioceno durante el proceso geotectónico de los Andes. Los mineros excavan diversos tipos de minerales que consisten en galena, esferlita, calcopirita, barita y piritita, etc.

Los depósitos del Cuaternario, divididos en Pleistoceno y Holoceno, consisten en terrazas de niveles variados, glaciares, y recientes depósitos fluviales y detríticos. Los depósitos que forman el suelo de Lima son los de más grande escala entre ellos. Se encuentran pilas gruesas de arena y grava con arcilla. La mayoría de los depósitos son presumiblemente de la era del Pleistoceno y están cubiertos por el abanico de depósitos del Río Rímac.

La cuenca está situada en la zona de clima árido o semi-árido con menor vegetación. Además, las montañas de la cuenca (los Andes) que se levantaron durante el Terciario están acompañadas de diversas fallas y fracturas. En tal virtud, la cuenca está severamente expuesta al intemperismo, haciéndola vulnerable a diversos desastres.

Las terrazas fluviales formadas en el Pleistoceno se encuentran en varios lugares a lo largo de los ríos Rímac y Santa Eulalia. Existe una distribución de depósitos de terrazas de dos o tres capas, con una altura de 10 a 50 m en las cercanías de Chosica. También existen depósitos de terraza aguas arriba de Chosica. Estos depósitos consisten en cantos rodados, grava, arena, y arcilla con un espesor que va de 30 a 50 m. Las gravas y cantos rodados que ocupan gran parte del depósito varían en tamaño desde un puño a bloques de más de 1 m. Tienen forma redondeada.

Existen también depósitos antiguos que tienen una altura de alrededor de 120 m en la parte alta del río Santa Eulalia. Se presume que estos depósitos se formaron durante la era glacial y se componen de tamaños diversos de materiales rocosos angulares. Los depósitos de tipos similares también están extensamente distribuidos en muchos tributarios de la cuenca. Estos son los llamados “Huaycos antiguos” en el Perú.

## 9.2.2 Meteorología e Hidrología

### (1) Meteorología

#### 1) Generalidades

La cuenca del Río Rímac se compone de las sub-cuencas de los ríos Santa Eulalia y San Mateo. Estos dos ríos se unen para formar el Río Rímac inmediatamente aguas arriba de Chosica. La altitud de la cuenca del Río Rímac va desde la costa hasta los 4,818 m.s.n.m. en Anticona, Ticlio. El sistema de clima oceánico genera dos estaciones diferenciadas, esto es la estación húmeda de Noviembre a Abril y la estación seca de Abril a Octubre. En la zona costera se ha observado menor precipitación pluvial debido al efecto de la corriente de Humboldt, que provee una masa de aire frío e impide una corriente ascendente de aire.

#### 2) Precipitación

Las cuencas fluviales para fuente de suministro de agua a la ciudad de Lima, consisten en las cuencas fluviales del Rímac, Chillón, Lurín y la zona más alta del Mantaro. En la Figura 2.2.1 y la Tabla 2.2.1 del Volumen IV del Informe de Sustentación se muestran la ubicación de las estaciones de observación de precipitación pluvial y la precipitación promedio mensual, respectivamente. La cantidad de precipitación en el área costera es muy poca durante el año, o sea menos de 50 mm. La cantidad de precipitación aumenta gradualmente con la altura, por ejemplo: unos 250 mm a 2,000 m.s.n.m., 400 mm a 3,000 m.s.n.m. y 600 a 900 mm a 4,000 m.s.n.m. o más.

La mayoría de las estaciones de observación de precipitación pluvial en la cuenca del río Mantaro, están situadas a una altura entre 3,700 a 4,600 m. La precipitación promedio anual varía de 550 mm a 900 mm. Los máximos valores de precipitación promedio y máxima anuales se observaron en Marcapomacocha (4,600 m.s.n.m.), con aproximadamente 1,308 mm y 2,209 mm durante 27 años (1969 - 1995). En las tres décadas recientes, han ocurrido fenómenos mayores de El Niño en 1972-73, 1982-83 y 1991-92 y 1997.

#### 3) Datos Meteorológicos

Existen 12 estaciones climatológicas en la cuenca del Río Rímac y cuencas contiguas, como se muestra en la Figura 2.2.3. del volumen IV del Informe de Sustentación. Los datos meteorológicos observados en estas estaciones se presentan en las tablas 2.2.2-2.2.6 del Volumen IV mencionado.

(2) Hidrología

1) Sistema fluvial

(a) Sistemas fluviales en la cuenca del Río Rímac e inmediaciones

Existen dos (2) cuencas fluviales principales contiguas a la cuenca del Río Rímac, que son las cuencas del río Chillón al norte y del río Lurín al sur. Adicionalmente está la cuenca alta del Río Mantaro, la cual suministra agua a la ciudad de Lima. La cuenca alta del Río Mantaro se encuentra situada en las altas montañas a elevaciones que fluctúan entre 3,800 m a 5,000 ó más. Las áreas de captación de las cuencas fluviales son como sigue:

**Áreas de Captación de Cuencas Fluviales**

Cuencas Fluviales	Área de Captación (km <sup>2</sup> )	Observaciones
Río Chillón	2,237	
Río Rímac	3,583	
Río Lurín	1,642	
Cuenca del Mantaro	827.5	Marca I : 147.0km <sup>2</sup> Marca II : 335.0km <sup>2</sup> Marca III : 116.5km <sup>2</sup> Carispacocha : 229.0km <sup>2</sup>

Fuente: Plan Maestro (SEDAPAL, 1998)

(b) Sistemas fluviales en la cuenca del Río Rímac

Los principales ríos de la cuenca del Río Rímac son el Rímac (conocido como San Mateo en la parte alta) y el Santa Eulalia. El Río Santa Eulalia se une al Río Rímac en Chosica, a 55 km del estuario. Las áreas de captación de los ríos Rímac y Santa Eulalia en la confluencia tienen 1,228 km<sup>2</sup> y 1,085 km<sup>2</sup>, respectivamente. Las pendientes longitudinales de los ríos Rímac y Santa Eulalia son de 1:23 y 1:17 aguas arriba de la confluencia respectivamente, y 1/65 en el tramo inferior después de la confluencia.

(c) Sistemas fluviales en la cuenca del Mantaro

El área superior de la cuenca del río Mantaro contribuye al suministro de agua para Lima y el área circundante, con fines de agua potable, generación de energía hidroeléctrica, industriales, suministro de agua de riego, etc. Hay varias lagunas en la parte más alta aguas arriba de la cuenca del río Mantaro. Los diversos lagos glaciales están rodeados de pequeños torrentes, y los tributarios que nacen de estas lagunas se unen al río Mantaro.

(2) Escorrentía del Sistema Fluvial

1) Estaciones hidrológicas

La ubicación de las estaciones de medición del nivel de agua en la cuenca del Río Rímac y alrededores se presenta en la Figura 2.2.5 del Volumen IV.

## 2) Escorrentía de la cuenca del Río Rímac

La descarga promedio anual observada en la estación de Chosica (SENAMHI) se ha estimado en aproximadamente 25.8 m<sup>3</sup>/seg, 814 MMC para un período de 31 años, 1965 a 1994, después de que en 1965 culminaron las obras del proyecto Marca I y la rehabilitación de lagunas aguas arriba del río Santa Eulalia. Los reservorios y lagunas principales se indican en la Tabla 2.2.7 del Volumen IV. El volumen total de almacenamiento efectivo de 125 MMC en la cuenca del Río Rímac, contribuye a mantener el caudal del río en aproximadamente 6.9 m<sup>3</sup>/seg durante el período de Mayo a Noviembre, salvo en años de sequía.

## 3) Reservorios y lagunas en la cuenca del río Mantaro

Los planes de desarrollo de fuentes hídricas en la cuenca del río Mantaro se han ejecutado desde 1962, correspondiendo a un incremento en la demanda de agua en Lima y áreas aledañas, incluyendo la generación de energía hidroeléctrica. Las características principales de estos proyectos, desde el punto de vista del potencial hidrológico, son:

### Descripción de los Proyectos Marca y otros Proyectos Relacionados

Título del Proyecto	Reservorio y Lagunas	Capacidad de Derivación	Observaciones
Marca I+III	Marcapomacocha, Marcacocha : 25.50 MMC Antacoto : 120.00 MMC	7.0 m <sup>3</sup> /seg	
Marca II	Huacracocha : 7.50 MMC Huascacocha : 9.30 MMC Huallacocha Alto : 0.74 MMC Huallacocha Bajo : 18.00 MMC Pomacocha : 70.00 MMC Total : 105.54 MMC	6.5 m <sup>3</sup> /seg	
Huascacocha	52.50 MMC	2.5 m <sup>3</sup> /seg	
Mantaro-Carispacha	Carispacha : 22.50 MMC Marcapomacocha : 100-140 MMC (*) Antacoto : 120.00 MMC	5.0 m <sup>3</sup> /seg	

Nota: (\*) La capacidad existente es de 14.8 MMC.

## 9.2.3 Uso Existente del Agua y Derechos de Agua

### (1) Infraestructura de Riego

El valle del Río Rimac tiene una infraestructura de riego deficiente, la cual en su mayoría es muy primitiva, sin compuertas de control en las tomas y en los canales. La principal razón de estos problemas es la rápida reducción de las áreas dedicadas a la agricultura así como también la falta de planes de expansión de cultivo y riego, los sistemas inapropiados de distribución del agua, etc.

En el sistema de riego del Río Rimac, entre Chosica y el Callao, existen 18 obras de toma para riego y uso industrial, además de la toma para agua potable en La Atarjea

y el canal de derivación de la Central Hidroeléctrica de Huampaní. La localización de esta infraestructura se presenta en la Figura 9.2.1.

Durante la sequía del año 1999, la Administración Técnica del Distrito de Riego de los ríos Chillón-Rímac-Lurín, conjuntamente con la Junta de Usuarios y SEDAPAL estuvieron a punto de firmar un acuerdo para un mejor manejo y distribución del agua. Aunque este acuerdo nunca se firmó, la cláusula quinta de dicho acuerdo fijaba los porcentajes del caudal para los diferentes usos, así:

#### **Porcentajes del Caudal para los Diferentes Usos**

Uso del Agua	% del Caudal
(a) Población	80%
(b) Agricultura (Carapongo, La Estrella, Nevería, Huachipa, Ate y Surco)	13%
(c) Industria Minera (Cajamarquilla)	1%
(d) Infiltración	6%

Adicionalmente, se establecía el caudal mínimo del Río Rimac en 9.88 m<sup>3</sup>/s considerando una persistencia del 90% para el período 1921-1997.

#### (2) Evaluación del Uso Actual del Agua para Riego y sus Problemas

Existen varios problemas en el uso de agua para riego tal como se enumera a continuación. Esta situación no permite la implementación de un control apropiado ni tampoco las estructuras de mediciones.

- 1) Inconsistencia estacional en la demanda de agua y la descarga del río.
- 2) Alta contaminación
- 3) Deterioro de las obras de captación y canales de riego
- 4) Manejo inadecuado del recurso agua
- 5) Bajas eficiencias de riego
- 6) Deficiente actuación de la Junta de Usuarios

Los agricultores no cumplen con sus tarifas o cuotas de agua.

#### (3) Derechos de Agua

- 1) Jurisdicción y Competencia Administrativa

El Distrito de Riego es la demarcación geográfica sobre la que ejerce competencia el Administrador Técnico del Distrito de Riego correspondiente. El Ministerio de Agricultura determinará el ámbito de cada distrito de riego, en base a la realidad de la cuenca hidrográfica y las necesidades de la eficiente administración del recurso.

En la cuenca hidrográfica del Río Rímac que dispone de riego regulado y un uso intensivo multisectorial de agua, existe la Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica, que se encarga de formular los planes de aprovechamiento de los recursos hídricos en el ámbito de su jurisdicción SEDAPAL forma parte de su directorio como el principal usuario con fines poblacionales.

La Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica es la encargada de formular los planes maestros de aprovechamiento de los recursos hídricos, supervisa las acciones en materia de aguas y manejo de Cuencas, resuelve en última instancia las apelaciones que se interpongan contra las resoluciones expedidas por el Administrador Técnico del Distrito de Riego.

## 2) Junta de Usuarios

Es la organización representativa de todos los usuarios de agua del Distrito de Riego y está constituido por uno o más representantes de cada Junta Directiva de las Comisiones de Regantes que lo integran, por un delegado de las Entidades Prestadoras de los Servicios de Saneamiento a la cual pertenece SEDAPAL y un delegado elegido por los usuarios de agua del sector Energético, otro por el sector minero y uno por otros usos, cuando corresponda. SEDAPAL, como el principal usuario en el aprovechamiento de los recursos hídricos para fines domésticos y poblacionales de la cuenca del Río Rímac tiene preferencia antes que los usos agrícolas, de acuerdo a la ley General de Aguas.

## 3) Órganos de Gobierno

Constituyen órganos de gobierno la Junta de Usuarios, la Asamblea General y la Junta Directiva, siendo la Asamblea General el Órgano Supremo de la Institución y está constituido por todos los usuarios del agua.

## 4) Competencia Administrativa de SEDAPAL

SEDAPAL, como usuario de agua del Distrito de Riego Rímac, forma parte de la Junta de Usuarios y como tal tiene una asignación mensual de una dotación de agua para fines de uso poblacional, cumpliendo con el pago de sus tarifas.

La organización funcional de la administración y uso del agua y su interrelación con SEDAPAL en la cuenca del río Rímac se indica en la Figura N° 9.2.2.

## 9.2.4 Calidad del Agua y el Medio Ambiente

### (1) Descripción General de la Calidad del Agua y el Medio Ambiente

Se ha informado desde los años 60 que la calidad del agua del Río Rímac está contaminada significativamente desde su origen en Ticlio hasta la desembocadura del río en el Callao, debido a sustancias químicas tóxicas (ácidos, pesticidas, fertilizantes, nitratos, sulfatos, metales pesados, etc.), materiales no degradables (plásticos, caucho, metal, etc.), y microorganismos (coliformes, virus, patógenos en general, etc.). Dichas sustancias son descargadas por más de 107 entidades (domésticas, industriales, mineras y agrícolas). Se informa que la calidad del agua del río tributario Santa Eulalia es bastante buena.

Se ha informado que los recursos biológicos, la vida silvestre, vida vegetal, y los ecosistemas terrestres, se han transformado totalmente desde la década de 1960, especialmente los ecosistemas relacionados a los campos de cultivo, los bosques ribereños, y los parques urbanos. Entre aquellos que fueron transformados se incluye una gran diversidad de aves, roedores, insectos y reptiles. Los recursos hidrobiológicos también están prácticamente extinguidos. El camarón de río y un pez endémico, el pejerrey, se han extinguido desde los años 60. Sin embargo, muchos manantiales naturales en el valle entre Chosica y La Atarjea, todavía mantienen peces muy pequeños y ornamentales.

La Ley General de Aguas, D.L. No. 17752, entró en vigencia el 24 de Julio de 1969. Bajo la Ley General de Aguas y sus normas, la oficina de saneamiento ambiental del Ministerio de Salud es la entidad encargada de hacer cumplir estas normas. El Decreto Legislativo No. 613, Código Ambiental y de Recursos Naturales, fue emitido el 8 de Setiembre de 1990.

### (2) Método y Resultados del Monitoreo de Calidad del Agua

SEDAPAL ha establecido su programa de monitoreo de calidad del agua, que incluye la instalación de estaciones de muestreo con el fin de evaluar y determinar la calidad del agua en toda la cuenca del Río Rímac. Los análisis físicos y químicos de las muestras de agua del programa, comenzaron desde 1993 en el laboratorio de SEDAPAL para los siguientes parámetros:

Fisicoquímicos: pH, temperatura, turbidez, conductividad específica, oxígeno disuelto, sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, cianuro, carbono total, carbono inorgánico, carbono orgánico, trihalometanos, hierro, manganeso, plomo, cadmio, cromo, cobre, zinc, aluminio, bario, arsénico.

Metales: hierro, manganeso, plomo, cadmio, cromo, cobre, zinc, aluminio, bario, arsénico.

Estos parámetros principalmente son metales totales y disueltos en el agua. Todos los metales de la lista son considerados tóxicos. Se requieren estos parámetros para evaluar el nivel de contaminación. Algunos parámetros se usan también para evaluar el impacto ambiental o el nivel de toxicidad del agua, ya sea por razones de salud humana, recursos acuáticos, agricultura o irrigación.

El laboratorio de SEDAPAL utiliza el análisis físico-químico, análisis de metales, análisis de cianuro, análisis de carbono orgánico, y análisis de trihalometano. El método analítico para los parámetros respectivos se muestra en la Tabla 2.4.1. del Volumen IV. Los resultados promedio anuales de los análisis de calidad del agua durante el período 1993-1996, se resumen en la Tabla 9.2.1. Se ha informado que las condiciones durante el período 1999-2000 fueron más o menos las mismas. En la Figura 9.2.3 se muestra la ubicación y estado de la estación de muestreo. Estos valores se comparan con los límites permisibles para cursos de agua, Clase I de la Ley General de Aguas, D.L. No. 17752, y con el nivel de las normas de la OMS. El estado de la calidad del agua se resume a continuación.

Parámetros	Límites de la Ley General de Aguas	Normas de la OSM	Nivel de Calidad
<b>Análisis fisicoquímico</b>			
PH	5 – 9	< 8	Dentro de límites permisibles para las Clases I y III
Sólidos suspendidos (turbidez)	0 mg/l	5	Valor bastante alto (34.5 mg/l) en La Atarjea, aumentando del Túnel Graton a la toma de Tamboraque; es más bajo en el tramo Huampani-La Atarjea que en las alturas (21-61 mg/l)
Oxígeno disuelto (OD)	> 3.0 mg/l		Dentro de límites permisibles para todas las Clases
<b>Análisis de metales</b>			
Aluminio, Al		0.2 mg/l	Se han identificado concentraciones altas en el complejo de Tamboraque (0.5-6.0 mg/l), río Aruri (0.9-1.5 mg/l), toma de La Atarjea (0.6-2.1 mg/l), el resto está debajo de (2.0 mg/l)
Arsénico, As	0.1 mg/l	0.01 mg/l	Se ha identificado por encima del límite permisible para la Clase I y Clase III (0.2 mg/l): complejo de Tamboraque (0.04-2.1 mg/l), río Aruri (0.31-0.63), toma de La Atarjea (0.02-0.07 mg/l), el resto por debajo del límite permisible.
Bario, Ba	0.1 mg/l	0.7 mg/l	Identificado por encima del límite permisible para la Clase I en todas las estaciones, toma de La Atarjea (max. 0.14 mg/l)
Cadmio, Cd	0.01 mg/l	0.003 mg/l	Identificado por encima del límite permisible para la Clase I en varias estaciones (0.01-0.03 mg/l), toma de La Atarjea (0.004-0.005 mg/l)
Zinc, Zn	5.0 mg/l	3.0 mg/l	Mayormente por debajo del límite permisible para consumo humano de la Clase I (5.0 mg/l) y la Clase III (25.0 mg/l). El máximo identificado en Tamboraque (6.3 mg/l) y el río Aruri (5.1 mg/l)
Cobre, Cu	1.0 mg/l	2.0 mg/l	Por debajo del límite permisible para la Clase I (0.05 mg/l) en todas las estaciones. El complejo de Tamboraque (1.1-0.29 mg/l), toma de La Atarjea (0.006-0.09 mg/l)
Cromo, Cr	0.05 mg/l	0.05 mg/l	Por debajo del límite permisible para la Clase I (0.05 mg/l) en todas las estaciones. El complejo de Tamboraque (0.0007-0.01 mg/l), toma de La Atarjea (max. 0.013 mg/l)
Hierro, Fe	1.5 mg/l	0.3 mg/l	Identificado por encima del límite permisible para la Clase I en todas las estaciones: toma de La Atarjea (2.7-5.3 mg/l), río Santa Eulalia (0.58-1.55 mg/l), puente Tamboraque II (max. 9.36 mg/l)
Manganeso, Mn	0.1 mg/l	0.5 mg/l	Por encima del límite permisible para la Clase I en la mayoría de estaciones, salvo el río Santa Eulalia (0.04-0.12 mg/l), toma de La Atarjea (max. 0.13-0.22 mg/l)

Parámetros	Límites de la Ley General de Aguas	Normas de la OSM	Nivel de Calidad
Plomo, Pb	0.05 mg/l	0.01 mg/l	Por encima del límite permisible para la Clase I en todas las estaciones, siendo el más bajo en el río Santa Eulalia, en la toma de La Atarjea (max. 0.17-0.26 mg/l)
Cianuro	0.2 mg/l	0.07 mg/l	Por debajo del límite permisible para la Clase I en todas las estaciones. Complejo de Tamboraque (0.005-0.01 mg/l), toma de La Atarjea (max. 0.0011 mg/l)
<b>Análisis de trihalometano</b>			1.88-13.93µg/l (de otros datos 1993-1996)

Se ha identificado que las concentraciones de la mayoría de sustancias tóxicas son significativamente más altas que los límites máximos permisibles, especialmente el plomo y arsénico en la Estación No. 6 aguas abajo del complejo minero de Tamboraque.

El agua residual doméstica contiene líquidos y sólidos fecales. La contaminación bacteriológica es causada principalmente por esta fuente. Este problema fue confirmado por un estudio de macro invertebrados hecho por la FAO (1993). Se han reportado altas concentraciones de coliformes fecales aguas abajo de Chosica todo el año, especialmente en la zona entre Ricardo Palma y Chaclacayo (30,000-160,000 NMP/100ml en 1993-2000). Variaba de 1,000 a 240,000 NMP/100ml en la toma de La Atarjea en 1993-2000). Las fuentes principales de contaminación orgánica provienen de las industrias situadas a lo largo del río, principalmente entre Ricardo Palma y Ñaña, con una pequeña contribución de fuentes agrícolas y domésticas (CEPIS 1992). La DBO se registró en el rango de 1.2-7.3 mg/l en 1993-2000.

La evaluación de estos valores se presenta en la Sección 9.3.3.

### 9.2.5 Hidrogeología y Aguas Subterráneas

El acuífero de Lima está constituido por formaciones fluvio aluviales complejas, entrecruzadas con niveles de estratificación y de espesores variables desde unos 100 m en la zona de Vitarte (Puente Huachipa) hasta los 400 a 600 metros en la Costa, según los estudios geofísicos realizados. Existen afloramientos aislados en el valle a manera de colinas que aparecen en diversos puntos de la planicie fluvio aluvial, y la presencia de las estribaciones de los andes occidentales; entre los cuales discurren los ríos Rímac y Chillón atravesando el valle.

Ha sido posible chequear los perfiles litológicos y las condiciones geofísicas de la parte alta de la planicie aluvial de la cuenca baja del Río Rimac. La planicie está compuesta de sedimentos granulares, y éstos tienen la tendencia de acumular grandes cantidades de sedimentos finos en sus partes más profundas, llegando así ser menos útil como acuífero. En el valle, el basamento rocoso se encuentra a profundidades que varían de 100 m en Ate-Vitarte hasta 400-600 m hacia el litoral.

El acuífero del valle del río Rímac se recarga básicamente con los flujos subterráneos de la parte alta del valle (7.20 m<sup>3</sup>/s), de los aportes de infiltración de canales riego y de fugas de la red sanitaria en la zona urbana (1.60 m<sup>3</sup>/s), del intercambio entre los ríos Chillón, Rímac y el acuífero (3.90 m<sup>3</sup>/s) y del intercambio entre el acuífero y el océano (entrada de agua salada o salida de agua dulce) (1.30 m<sup>3</sup>/s). Estos cálculos fueron efectuados en 1998 por la Asociación Amsa - Antea.

El agua subterránea en el valle ha sufrido un desbalance en los últimos treinta años por la sobre explotación de la napa a través de pozos tubulares. Este desbalance traducido en descensos permanentes de la napa ha provocado un descenso de los niveles del agua subterránea a un ritmo de 1.5 metros por año, encontrándose lugares marginales del acuífero con descensos de hasta 4.0 metros por año. Estos descensos han provocado la entrada de agua salada proveniente del océano en el acuífero, contaminándolo. Los sectores perjudicados son los distritos que se ubican en zonas costaneras.

En 1997 el acuífero explotaba unos 12 m<sup>3</sup>/s a través de 1,100 pozos tubulares, de los cuales 400 se usaban para uso poblacional con caudales de 8.3 m<sup>3</sup>/s; 700 pozos para uso industrial con caudal de 2.45 m<sup>3</sup>/s y 50 pozos particulares de uso agrícola con caudal de 1 m<sup>3</sup>/s.

Actualmente la explotación de las aguas subterráneas a nivel del valle es de 12 m<sup>3</sup>/s (6 m<sup>3</sup>/s por SEDAPAL y 6 m<sup>3</sup>/s por particulares) que incluye los acuíferos de los ríos Rimac y Chillón, y para mantener el balance de los flujos de entrada y salida en el acuífero de Lima, la explotación de las aguas subterráneas no debe excederse de 8.0 m<sup>3</sup>/s, expresado en caudal constante o su equivalente a 240 MMC (Amsa-Antea, 1999), Sedapal por su parte como política conservacionista espera limitar el uso del Agua Subterránea para abastecimiento poblacional en 5 m<sup>3</sup>/s.

La evolución de los valores de la conductividad eléctrica que mide la concentración global de sales disueltas en el agua, ha sufrido variaciones; la información de los valores de la conductividad eléctrica en los años 1971 obtenidas de la carta hidrogeológica de Lima, se situaban entre 0.6 y 3.0 mmhos/cm a + 25 °C. Mientras que los valores de conductividad registrados para el año 1994 se ubican entre 0.4 a 6.0 mmhos/cm a + 25 °C.

Este incremento de la conductividad denota el deterioro al que esta sometido químicamente el acuífero del valle del río Rímac debido a la sobre explotación de las aguas subterráneas, sin tomar en cuenta la salinidad de las aguas subterráneas por la intrusión marina. Las aguas en general al nivel del valle, químicamente se clasifican el aguas Bicarbonatadas cálcicas y sulfatadas cálcicas

Se ha puesto en operación el proyecto piloto de la recarga inducida en una longitud de 6 Km en el valle medio del río Rímac aguas arriba de la planta de tratamiento de La Atarjea, a través de la perforación de 30 pozos distribuidos cerca de las márgenes del río Rímac; 18 en su margen derecha y 12 en su margen izquierda, con una capacidad de producción de 1.5 m<sup>3</sup>/s. En función a los resultados del proyecto piloto de recarga inducida, se contempla proseguir con el proyecto y ampliarlo hasta llegar a los 22 Km hasta la localidad de Chaclacayo. Se espera captar 5m<sup>3</sup>/s de la masa de agua superficial; en la actualidad se pierde en el mar unos 400 m<sup>3</sup>/s en épocas de avenida.

## 9.3 Evaluación de la Cantidad y la Calidad del Agua

### 9.3.1 Caudales

El SENAMHI, EDEGEL y SEDAPAL son responsables de la recolección y procesamiento de datos en la mayoría de las estaciones. Se ha efectuado el análisis de los datos de descarga en forma mensual y anual.

Se estima que la escorrentía anual en la cuenca del río Rimac (1965-1994) es de aproximadamente  $21.3 \text{ m}^3/\text{seg}$  (672 MMC) en promedio refiriéndose al balance de caudales observado en la estación de Chosica (EDEGEL,  $25.8 \text{ m}^3/\text{seg}$ , 814 MMC) y en la estación de Milloc ( $4.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ , 142 MMC) que ha sido derivado de la cuenca del río Mantaro. La curva de duración de caudales del río Rimac observada en la estación de Chosica, se muestra en la Figura 9.3.1. Los caudales con 50% y 90% de probabilidad de ocurrencia son  $22.1 \text{ m}^3/\text{s}$  y  $14.7 \text{ m}^3/\text{s}$  respectivamente. Estos caudales incluyen las derivaciones desde la cuenca del Mantaro y la regulación del reservorio Yuracmayo.

Los registros históricos de caudales indican bien el desarrollo de los recursos hídricos en ambas cuencas fluviales durante cuatro décadas. Sin embargo, las plantas hidroeléctricas han disminuido y variado los caudales a fin de satisfacer las demandas de energía diaria y estacional. Además, los reservorios así como las lagunas naturales y artificiales regulan la escorrentía durante la estación seca. Por lo tanto, la operación compleja de los reservorios y plantas hidroeléctricas no permite un cálculo preciso de la escorrentía.

El coeficiente de escorrentía es un importante indicador a fin de estimar la cantidad de escorrentía existente. Un coeficiente de escorrentía de 0.56 se observó en la cuenca del Río Yauli (Pomacocha) del Proyecto Marca II en la cuenca del Río Mantaro. Para la cuenca del Río Rimac se ha estimado un coeficiente de escorrentía de 0.42 basándose en la escorrentía media anual y en registros de lluvias. Se asume que el mayor coeficiente de escorrentía de la cuenca del Río Mantaro se debe a la menor permeabilidad de los estratos superficiales del suelo y a la menor cobertura vegetal.

Aparte de los registros de descarga mensual, se han recogido datos de descarga horaria observados en la estación de Chosica (SENAMHI) y toma de La Atarjea (SEDAPAL), para estimar la pérdida de caudal de corriente en un tramo inferior del río Rimac con una longitud de 30 km, donde un depósito fluvial ancho y profundo origina pérdidas por infiltración. Además, se han recogido datos de descarga mensual en las estaciones de Sheque y Tamboraque bajo EDEGEL, para el cálculo de la pérdida de caudal de corriente en los tramos medio y superior. No es probable que se usen otros datos de descarga observados en las plantas hidroeléctricas aguas arriba de la estación de Chosica para calcular las pérdidas, pues sus mediciones del caudal se limitan a la generación de energía hidroeléctrica, y la descarga se controla regulando las pozas en respuesta a la demanda de energía de vez en cuando.

### 9.3.2 Cantidad y Pérdida de Agua Superficial

#### (1) Medición de los Caudales

##### 1) Hallazgos en la medición de caudales

Es de anotar que los registros de caudales usados por varios estudios, tienen discrepancias notables en los valores de las cantidades, en especial el cálculo de la pérdida de agua asumida por el Plan Maestro de SEDAPAL de 1998; esta pérdida se asumió como el 5% del caudal promedio de estiaje, esto es,  $0.67 \text{ m}^3/\text{s}$ . En este sentido, se ha efectuado una medición de la descarga para examinar la pérdida física de agua en el cauce del río, confirmando también la exactitud de los registros de descarga medidos en diferentes estaciones de medición.

La investigación de campo y el análisis de los datos de descarga han identificado las siguientes condiciones:

- (a) Cinco (5) centrales hidroeléctricas controlan los caudales mediante reservorios de regulación para satisfacer la demanda de energía de Lima y alrededores. La variación del caudal de las centrales hidroeléctricas dificulta la estimación de las pérdidas.
- (b) Tal como se describió anteriormente en el acápite (a) los caudales en el río fluctúan en períodos cortos de tiempo debido a la operación de las centrales hidroeléctricas. SEDAPAL estima los caudales a tomar en La Atarjea mediante la substracción de  $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$  a la sumatoria de los caudales observados en las centrales hidroeléctricas de Huinco y Matucana sobre los ríos Santa Eulalia y Rimac respectivamente. Estos  $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$  son equivalentes a las pérdidas de agua que se produce en el río.
- (c) Existen varios vertederos de derivación a lo largo del Río Rímac, para uso con fines industriales y de irrigación. La pérdida antes mencionada incluye esos usos del agua.
- (d) Las obras de encauzamiento del Río Rímac, ensanchando el cauce de unos 20 m a 180-200 m para mejorar la recarga del agua subterránea a través de los depósitos fluviales permeables, en el tramo de 6.0 km inmediatamente aguas arriba de la toma de La Atarjea.
- (e) Se considera que los registros de descarga en la estación de Chosica del SENAMHI, son muy confiables para el análisis de la escorrentía debido a que no hay derivación ni rebose en la estación.
- (f) Los caudales de derivación por las tomas de irrigación existentes, varía con el tiempo según sea el nivel de agua del Río Rímac.

Después de revisar los anteriores hallazgos, se han seleccionado varios lugares para la medición directa de la descarga por parte del Grupo de Estudio, según se indica en la Figura 9.3.2. La medición en las secciones 1B a 5B pretende

medir la tasa de infiltración en el sector de 6.0 km en donde actualmente se encuentra en operación el proyecto de recarga del agua subterránea. Los tramos 1A a 4A tienen el propósito de comprobar la exactitud de los registros de descarga existentes en SENAMHI y EDEGEL.

(2) Volumen de Pérdida de Agua

1) Pérdida en el tramo inferior del río Rímac

Con respecto a la pérdida de agua en el cauce principal de la cuenca del río Rímac, los hallazgos son los siguientes:

- (a) La mayor parte de las pérdidas de agua en el cauce principal de la cuenca del río Rímac ocurren en el tramo bajo del río Rímac, en particular en el sector entre Chosica y La Atarjea.
- (b) La pérdida media total de agua en el tramo de 30 km entre Chosica y La Atarjea estará en el rango de 6.0 a 10.0 m<sup>3</sup>/seg, y por lo menos 6.0 m<sup>3</sup>/seg durante la estación seca. Esto se debe al hecho de que la mínima diferencia entre los caudales medidos en Chosica y la Atarjea es alrededor de 6.0 m<sup>3</sup>/s, tal como se muestra en la Figura 9.3.3. La pérdida se compone del uso ribereño del agua (irrigación e industria) y de la pérdida por infiltración incluyendo la evaporación. El componente de agua de irrigación y uso industrial parece ser predominante. No se ha identificado un área o punto de infiltración evidente. Se asume que las pérdidas por uso del agua para irrigación e industria y por infiltración son 4.0 m<sup>3</sup>/seg (70 %) y 2.0 m<sup>3</sup>/seg (30 %), respectivamente.
- (c) La descarga total de 17 tomas de irrigación situadas aguas arriba de La Atarjea es de 6.8 m<sup>3</sup>/seg; esta descarga fue medida por el Grupo de Estudio y parece ser el caudal máximo que se deriva (véase la Figura 9.2.1). La extracción diaria promedio para irrigación y uso industrial se asume en 4.0 m<sup>3</sup>/seg considerando un área de irrigación existente de cerca de 4,750 Ha.
- (d) Se asume que la pérdida por infiltración en el tramo de 7 km entre el puente Huachipa (3B, 5B) y la toma de La Atarjea (1B) incluyendo los 6 km de obras de encauzamiento del río, es alrededor de 2.0 m<sup>3</sup>/seg.

El balance de caudales del río Rimac se muestra en la Tabla 9.3.1. La infiltración de 2.0 m<sup>3</sup>/s que se presenta en la Tabla 9.3.1 es cuantitativamente razonable comparándola con las pérdidas de agua de 3.5-3.6 m<sup>3</sup>/s que ocurrió entre Chosica y La Atarjea durante la sequía de los años 1991-1992. Los registros de caudales en las bocatomas de Sheque y Tamboraque de EDEGEL se utilizaron para calcular las pérdidas de agua entre la parte alta de la cuenca del río Rimac y la Estación Chosica. Es muy difícil estimar las pérdidas de agua en una forma precisa debido a que la escorrentía superficial y el flujo sub-superficial de la intercuenca de 1,180 km<sup>2</sup> se incluyen en los registros de caudales de Chosica.

## 2) Precisión de los Registros y Mediciones de descarga

El rango de error de los registros de caudales de SENAMHI, EDEGEL y SEDAPAL parece ser del 10 al 20 %. La medición de caudal realizada directamente por el Grupo de Estudio parece incluir un error del 10 al 20 %. Los detalles se muestran a continuación:

### Errores en las Mediciones de los Caudales

No.	Localización	Propósito de las Mediciones (Comparación con el Grupo de Estudios de JICA)
1A 2A, 3A	Chosica (SENAMHI) Sheque (EDEGEL)	Mediciones de SENAMHI son alrededor de 6% mayores. (*1) Mediciones de EDEGEL y del Grupo de Estudios JICA son casi iguales.
4A	Tamboraque (EDEGEL)	Mediciones de EDEGEL son alrededor del 13 % menores. (*2)
1B-5B	Caudales entre Chosica y La Atarjea	Errores de las mediciones varían entre 10 - 20 %.

(\*1) Errores en las mediciones. Este error de medición del 6%, no se aplica a los registros de caudales de SENAMHI para periodos largos, debido a que las mediciones efectuadas por el Grupo de Estudios de JICA fueron en un período muy corto.

(\*2) EDEGEL convierte los niveles de agua en el túnel en caudales. Los niveles de agua se miden con sensores, los cuales deben estar calibrados. El error del 13% tampoco es aplicable a los registros de EDEGEL para el caso de periodos largos, debido a las mismas razones argumentadas en (\*1)

Adicionalmente, en la Figura 3.2.3 del Volumen IV, se presentan los datos de caudales observados en Chosica por SENAMHI y EDEGEL (Bocatoma de la Central Hidroeléctrica Huampaní), ambas estaciones de medición de caudales están muy cercas una de la otra. Los registros de caudales correspondientes a estas dos estaciones son casi los mismos para el período de aguas bajas ( período de sequía), mientras que para el período de aguas altas (período de avenidas), en varios años se presentan discrepancias en el registro de caudales para ambas estaciones especialmente en los meses de Enero a Marzo, esto debido al alto valor del coeficiente de escorrentía en esa época y a la condición del flujo inestable que se presenta por la alta velocidad. Considerando este hecho, se recomienda entonces, que los balances hídricos se efectúen en base mensual o menos, con el fin de minimizar el error que se comete en las mediciones de los caudales durante el período de avenidas.

### 9.3.3 Calidad de Agua

#### (1) Evaluación Preliminar de la Calidad del Agua

La calidad del agua del Río Rímac se ha contaminado significativamente desde los años 60, debido a las sustancias químicas tóxicas, los materiales no degradables y los microorganismos. Sin bien se ha reportado cierta mejoría, en la actualidad esta situación permanece básicamente sin cambios, a pesar de los grandes esfuerzos de las entidades concernientes, tales como la Oficina de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud, SEDAPAL, etc.

En la Tabla 2.4.3 del Volumen IV, se muestra la norma actual de calidad de agua cruda, así como los límites permisibles para los cursos de agua, Clases I a IV según

la Ley General de Aguas, D.L. No. 17752. Las Clases I y II se fundamentan básicamente en el mismo concepto de las normas de la OMS para el agua potable, calidad bacteriológica del agua potable, sustancias químicas de relevancia para la salud en el agua potable (a. componentes inorgánicos, b. componentes orgánicos, c. pesticidas, d. desinfectantes y sub-productos desinfectantes), sustancias químicas sin relevancia para la salud a concentraciones normalmente encontradas en el agua potable, etc. La norma de calidad ambiental para cursos de agua en general del Japón y la norma de calidad ambiental del agua de río respecto a la conservación del medio ambiente vivo en Japón respectivamente se presentan en las Tablas 2.4.4 y 2.4.5 del Volumen IV. La combinación de la Tabla 2.4.4 con la Tabla 2.4.5 corresponde a las Clases I y II del Perú.

La alta concentración actual de coliformes fecales y metales pesados (cadmio, cromo, plomo, arsénico, etc.) es materia de controversia pública en la cuenca del Río Rímac. A continuación se hace una evaluación de los resultados del análisis de calidad del agua indicados en la Sección 9.2.4, comparados con la norma japonesa:

- 1) Si en el agua cruda de una fuente de agua propuesta, se encuentra cualquier concentración de plomo, cadmio, cromo, arsénico y cianuro, en el Japón dicha fuente de agua no se acepta para beber.
- 2) Bajo la norma japonesa de calidad de agua ambiental de río con respecto a la conservación del medio ambiente vivo, el agua cruda que contiene más de 30 ó 60 mg/l de sólidos suspendidos no es apropiada para el suministro de agua doméstica.
- 3) Cualquier clase de sustancias tóxicas en el agua cruda puede removerse técnica y teóricamente utilizando el método de intercambio iónico. Sin embargo, el método de intercambio iónico ha sido desarrollado para producir agua industrial altamente purificada, tal como la industria IC, y por tanto no es económicamente factible para producir agua potable. Por otra parte, el agua cruda que contiene metales pesados o sustancias químicas tóxicas, tiene el alto riesgo de que esa agua contaminada podría suministrarse repentinamente a las casas, si es que se malogran las instalaciones de purificación de agua.
- 4) Se recomienda efectuar una investigación de calidad del agua, con la finalidad de rastrear la variación del contenido de materias tóxicas en el proceso de tratamiento de agua, incluyendo el proceso de sedimentación (SS).
- 5) Se recomienda incluir al mercurio en el monitoreo de calidad del agua.
- 6) El cromo trivalente en el agua cruda puede removerse por el método convencional de coagulación-sedimentación. Por otro lado, dicho proceso no puede remover el cromo hexavalente, el cual puede ser removido técnicamente por un método especial con un proceso de reducción. Sin embargo, requiere de un proceso complejo de control del

pH (subirlo/bajarlo) durante la reducción. Por lo tanto, el control del pH no es recomendable desde el punto de vista de control de seguridad.

- 7) La remoción del cianuro es también técnicamente posible mediante un método especial con un proceso de oxidación que incluye control del pH, pero también es peligroso y no recomendable.
- 8) La DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), que por lo general es menor de 5 mg/l aguas arriba de La Atarjea, está dentro del rango aceptable a pesar del desagüe industrial y doméstico.

Para desinfectar el suministro de agua se ha utilizado una cloración intensa, con costo adicional de cloro. Los metales pesados, que podrían causar deterioro de la salud pública a largo plazo, no podrán eliminarse a un costo razonable con una planta normal de tratamiento de agua. La dosificación excesiva de cloro origina subproductos como el trihalometano, y también podría causar deterioro de la salud pública.

## (2) Estudio de Medidas Alternas

Basado en los problemas identificados de calidad del agua, el Grupo de Estudio sugiere que SEDAPAL estudie las siguientes medidas como una ayuda para resolver los problemas actuales:

- (a) Monitoreo de Calidad del Agua y de la Ecología Acuática
  - Efectuar un inventario de especies acuáticas y población de peces
  - Evaluar la fauna ictiológica y la dinámica de la población de peces
  - Introducir la reproducción artificial de peces endémicos de interés económico y/o ecológico
  - Evaluar el medio ambiente acuático mediante el uso de bio-indicadores: enfoque de monitoreo integral usando organismos bénticos, pruebas de toxicidad del zooplakton, y tejidos de hígado de peces para evaluar los efectos de la contaminación, y correlacionarlos con los análisis químicos y de metales en áreas específicas.
  - Realizar pruebas de calidad del agua para pesticidas y sustancias químicas tóxicas seleccionadas
  - Realizar pruebas de calidad del agua para mercurio (no está incluido en la lista de SEDAPAL)
- (b) Ordenamiento Institucional
  - Ordenamiento institucional para regular el control de fuentes puntuales de descarga de agua residual industrial, especialmente de la industria minera
  - Mejoras para una producción más limpia en las industrias: el objetivo es mejorar la tecnología para reducir el contenido de materias químicas tóxicas en

el desagüe y desechos sólidos del proceso de producción, y para reducir la cantidad de materias químicas tóxicas utilizadas incluyendo tecnología de reciclaje y reutilización.

- Cumplimiento del principio de que el que contamina paga.

(c) Medidas Estructurales Alternas

- Instalación de plantas de tratamiento específico para sustancias químicas y metales tóxicos (costoso)
- Reubicación de las instalaciones de toma existentes de SEDAPAL, de La Atarjea a un emplazamiento adecuado aguas arriba, incluyendo la tubería de evitamiento.

(3) Manejo Integral del Agua Superficial y el Agua Subterráneo

Un manejo amplio y cuantitativo de cuenca del Río Rímac bajo el concepto de manejo del ciclo hidrológico, será necesario en el futuro. Dicho manejo tendrá la finalidad de establecer el desarrollo y el medio ambiente sostenibles de la cuenca, por medio del mejoramiento de:

- 1) el marco institucional nacional o regional para el desarrollo y manejo de los recursos hídricos;
- 2) el marco orgánico y financiera para el manejo de la cuenca;
- 3) las entidades reguladoras e implementación regional de administración de la calidad del agua;
- 4) la política, entidades y reglamentos de gestión de irrigaciones.

A continuación se proporciona un ejemplo.

Ordenamiento Legal e Institucional: marco legal e institucional que posibilite la organización de una administración anticipada,

Sistema de Monitoreo: monitoreo y manejo integral del agua superficial y subterránea, de la cantidad y calidad del agua, y

Participación Pública: establecimiento de una entidad autónoma (pública-privada) para monitorear y mejorar el medio ambiente del río mediante un enfoque participativo.

### **9.3.4 Pérdida de Agua debido a las Condiciones Hidrogeológicas**

(1) Infiltración estimada por SEDAPAL

Con la información obtenida de la variación de los niveles máximos y mínimos de la napa registrados en los 19 pozos de observación (piezómetros) y los 30 pozos de

extracción y recarga del proyecto piloto de la recarga artificial inducida en el valle del río Rímac, SEDAPAL obtuvo la respuesta de la recuperación de la napa producida entre el periodo de Octubre de 1998 y Marzo de 1999 por efecto de la recarga

Los resultados obtenidos determinaron que el volumen de agua que se ha infiltrado en el área de influencia del proyecto piloto, en este periodo, y entre puente Huachipa y La Atarjea, fue de 4.12 MMC equivalente a  $0.317 \text{ m}^3/\text{s}$  durante los 5 meses de observaciones ó  $0.130 \text{ m}^3/\text{s}$  para un año.

(2) Cálculo teórico de la infiltración por la ecuación de Moritz

Para cuantificar la infiltración de manera teórica y considerando constantes las condiciones de permeabilidad en el tramo comprendido, se ha usado la ecuación de Moritz (ver Anexo III del Volumen IV).

Empleando esta ecuación obtenemos una infiltración promedio de  $1.49 \text{ m}^3/\text{s}$  para los 6 Km comprendidos entre el Puente Huachipa y La Atarjea. Los valores de la velocidad promedio ( $1.11 \text{ m/s}$ ) y el caudal promedio ( $26.93 \text{ m}^3/\text{s}$ ) provienen de las mediciones realizadas por el Grupo de Estudio JICA en el punto 1B, a 200 m aguas arriba de la toma de La Atarjea.

(3) Otros Valores de Infiltración de investigaciones realizadas

De las investigaciones realizadas en el acuífero del valle del río Rímac en distintas épocas por distintos Consultores se observa que los valores de infiltración no presentan un mismo orden de magnitud.

(4) Mediciones ejecutadas por JICA

Basados en las mediciones de caudales con correntómetro en los sitios 1B y 3B durante el período del 27 de Agosto al 19 de Septiembre del 2001, el Grupo de Estudios de JICA estimó aproximadamente que la infiltración en dicho tramo era del orden de los  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

(5) Binnie & Partners (1980)

Un balance efectuado por B.& P considera que las infiltraciones entre Chosica y el Callao corresponden a  $4.72 \text{ m}^3/\text{s}$  Las infiltraciones aguas abajo de La Atarjea son del orden de  $1/3$  de la infiltración total entre Chosica y el Callao, y los caudales de La Atarjea han sido determinados a partir del caudal en Chosica menos los  $2/3$  de perdidas por infiltración producidas entre Chosica y Callao,

En el cuadro siguiente se muestran las infiltraciones por Km consideradas en las diferentes investigaciones sobre el río Rímac.

	Fecha	Distancias Km. aprox.	Infiltración m <sup>3</sup> /s	Infiltración m <sup>3</sup> /s por Km	Ámbito -
SEDAPAL	1,999	6	0.130	0.02	Huachipa- Atarjea
Ecuación de Moritz	2,001	6	1.49	0.25	Huachipa-Atarjea
JICA	1,981	6	2.00	0.33	Vitarte -Atarjea
B&P	1,980	22	3.15	0.14	Chosica -La Atarjea

#### (6) Conclusiones

- 1) En base a la información obtenida no se ha podido llegar a una conclusión definitiva sobre la infiltración producida entre el puente Huachipa y la Atarjea, además los aforos realizados por el Grupo de Estudios JICA entre Agosto y Setiembre del año 2,001 entre le Puente Huachipa y la Atarjea no reportan infiltraciones importantes en este tramo.
- 2) Las discrepancias encontradas entre SEDAPAL y los consultores referidos ameritan una investigación detallada en el futuro.

### 9.4 Revisión del Plan Maestro de Suministro de Agua 1998

#### 9.4.1 Demanda de Agua

##### (1) Demanda de Agua Doméstica y No Doméstica

##### 1) Proyección de la Población Futura de Lima Metropolitana

Lima Metropolitana está conformada por 43 distritos de la Provincia de Lima y 6 distritos de la Provincia del Callao. En la Figura 4.1.1 del Volumen IV se presentan todos los distritos así como las áreas abastecidas por SEDAPAL. De acuerdo al censo realizado en 1993, la población total de Lima Metropolitana ascendía a 6,434,323 habitantes, que representa el 28.4% de la población total del Perú. La Tabla 4.1.1 del Volumen IV presenta la población futura de Lima Metropolitana calculada por el Plan Maestro de SEDAPAL, BLASA y el INEI. Para el horizonte de planeamiento del 2030, dicha población proyectada varía entre 11.5 y 11.75 millones de habitantes.

## Población de Lima Metropolitana

	1993	1998	2000	2005	2010	2020	2030
PLAN MAESTRO	6,434,323	7,130,008	7,505,802	8,233,031	8,934,224	10,266,351	11,751,197
Tasa Anual de Crecimiento (%)		2.07	2.60	1.87	1.65	1.40	1.36
BLASA			7,400,352	8,083,627	8,768,901	10,133,451	11,500,000
Tasa Anual de Crecimiento (%)				1.78	1.64	1.46	1.27
INEI			7,500,542	8,187,398	8,881,228	10,267,751	11,713,832
Tasa Anual de Crecimiento (%)				1.77	1.64	1.46	1.33

### 2) Demanda de Agua

La demanda de agua doméstica y no doméstica del área de Lima Metropolitana, conformada por 49 distritos, ha sido calculada mediante cuatro (4) métodos, a saber:

- El Plan Maestro de SEDAPAL (1998)
- BLASA (demanda de agua modificada, 2001)
- BLASA / Plan Maestro (enfoque de BLASA aplicando a éste la población del Plan Maestro de SEDAPAL)
- BLASA / INEI (enfoque de BLASA aplicando a éste la población proyectada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática)

BLASA en calidad de consultor de SEDAPAL, en abril del 2001 modificó la demanda de agua calculada por el Plan Maestro (1998) en vista de que el agua no facturada (\*) aumentó de 35% en 1997 a 44% en el 2000 en lugar de disminuir, a pesar de que el consumo unitario de agua correspondiente al mismo periodo disminuyó de 319 l/día a 290 l/día. De este modo, la demanda de agua prevista que pronosticó el Plan Maestro de SEDAPAL no se cumplió.

A continuación se presentan las principales diferencias entre el Plan Maestro y BLASA:

- La población proyectada por BLASA es menor a la que aparece en el Plan Maestro de SEDAPAL.
- El consumo actual de agua micromedido de BLASA es mayor que el mencionado en el Plan Maestro de SEDAPAL.
- BLASA consideró algunos consumos unitarios de agua por parte de la población sin conexión a la red, mientras que el Plan Maestro de SEDAPAL no consideró ninguno.
- La cobertura de BLASA es un poco menor que la del Plan Maestro de SEDAPAL

---

(\*) Agua no facturada (ANF) se define como la sumatoria de las pérdidas físicas y no físicas del sistema de agua potable más las pérdidas de origen no identificadas.

- La eficiencia en el suministro de agua (1-pérdidas) se estableció de la siguiente forma:

#### Eficiencia del Suministro de Agua

Año	Plan Maestro de SEDAPAL	BLASA
2000	65%	70%
2005	70%	75%
2010-2030	75%	75%

Respecto a los cuatro (4) métodos arriba mencionados, la demanda de agua total fue calculada tal como se muestra en la Tabla 9.4.1 y Figura 9.4.1. En la siguiente tabla se presenta la demanda de agua total para los años 2000, 2005, 2010, 2020 y 2030.

Método	2000	2005	2010	2020	2030
Demanda de Agua Según PLAN MAESTRO (m <sup>3</sup> /s)	27.80	29.67	30.64	35.54	40.68
Demanda de Agua Según BLASA (m <sup>3</sup> /s)	32.09	26.34	29.13	35.17	40.17
Demanda de Agua Según BLASA/PM (m <sup>3</sup> /s)	32.46	26.72	29.56	35.54	40.87
Demanda de Agua Según BLASA/INEI (m <sup>3</sup> /s)	32.45	26.61	29.42	35.54	40.77

En el caso del año 2030, las diferencias entre cada método son sólo del 2%, y esta diferencia se debe al crecimiento natural de la población.

Para los fines de este estudio suplementario y a fin de calcular el balance hídrico, se eligió el enfoque de BLASA.

#### (2) Agua para Uso Agrícola

Existen diferencias entre el informe de SEDAPAL y las cantidades actuales de uso de agua para riego en las riberas. A fin de conocer el rango potencial del uso de agua para riego, se estimó la demanda actual de agua para riego en base a la actividad predominante de riego y al área de los terrenos. De los cuatro posibles casos evaluados por el Grupo de Estudio, la alternativa 2A sería el caso más realista que represente las actuales actividades agrícolas en la zona, en vista que esta zona presenta el mayor aprovechamiento agrícola del valle del Rímac. La demanda total de riego estaría en el orden de los 2 m<sup>3</sup>/s (63 MMC/año).

## Demanda Actual de Agua de Riego

Alternativa	Area (Ha)	Eficiencia de Riego por:		Eficiencia de Riego (%)	Pérdida Global de Riego (%)	Demand Total (MMC)	Ambito
		Conducción (%)	Aplicación (%)				
1A	5,683	75	67	50	50	74.47	Todo el Distrito de Riego (San Mateo-Callao)
1B	5,683	70	60	42	58	89.42	Todo el Distrito de Riego (San Mateo-Callao)
2A	4,751	75	67	50	50	62.42	Desde Ricardo Palma hasta el Callao
2B	4,751	70	60	42	58	74.42	Desde Ricardo Palma hasta el Callao

(Véase la demanda mensual de agua para riego en la Tabla 4.1.3 del Volumen IV)

### 9.4.2 Avances en las Medidas de Ahorro de Agua

#### (1) Agua no Facturada y Pérdidas de Agua

De acuerdo con el Anuario Estadístico de SEDAPAL del año 2000, el consumo de agua tratada per capita (Agua producida/Habitante servido) ha disminuido en el período 1997 al 2000 en las cantidades de 319.4 l/día a 288.9 l/día .

Desde Abril del 2001, el agua no facturada es de 43%, del cual 30% corresponde a pérdidas del sistema de abastecimiento propiamente dicho y 13% son pérdidas por no registro (Véase la Tabla 4.2.1 del Volumen IV). Para efectos del cálculo de la necesidad de producción de agua se toman las pérdidas del sistema y el complemento a la misma sería la eficiencia del sistema total de captación, producción y distribución del agua potable. Se puede decir en números redondos que la eficiencia del sistema de agua potable que administra SEDAPAL está cerca al 70%, la cual no está muy lejos de los valores que se manejan en las grandes capitales de Sur América.

#### (2) Micromedición

Las conexiones domiciliarias habilitadas y el número de medidores instalados ha evolucionado favorablemente en el período 1997 al 2000, tal como se muestra a continuación:

Año	1997	1998	1999	2000
Conexiones habilitadas	839,337	871,723	940,325	971,130
Conexiones con medidor	308,544	352,485	488,011	631,263

Al analizar estas cifras se nota de que al año 2000, no obstante el enorme esfuerzo de SEDAPAL, todavía hay un 35% de las conexiones domiciliarias habilitadas que no cuentan con medidor.

#### (3) Red actual y rehabilitación de redes de agua potable

La evolución de la red de agua potable así como la rehabilitación de la misma se muestra a continuación:

Año	1997	1998	1999	2000	2001
Redes de Agua Potable (Km)	8,158	8,464	8,652	8,751	
Redes Rehabilitadas Acumuladas (Km)	156.13	198.99	337.67	435.93	440.29

(4) Caudal recuperado por efecto de la micromedición y rehabilitación de redes

De acuerdo con los datos aportados por el Equipo de Micromedición y Registros de SEDAPAL, el ahorro en agua por los efectos combinados del incremento en la micromedición, rehabilitación de redes y control de fugas, ascendió en promedio a 5.6 m<sup>3</sup>/s a Agosto del 2001.

Este ahorro en agua potable se ha traducido en una mejora del servicio de la población conectada, esto es, mayor cantidad de agua, mayor presión y mayor continuidad del servicio, sin embargo no se ha podido reflejar en alcanzar la cobertura meta del servicio debido a la falta de nuevas redes de distribución que entren en servicio de acuerdo al incremento poblacional.

#### 9.4.3 Revisión del Plan de Expansión de SEDAPAL

El Plan Maestro de SEDAPAL había considerado poner en operación los siguientes proyectos a fin de suministrar agua cruda durante las estaciones secas en promedio:

Marca III ( agua superficial) en el año 1999: Q= 3.0m<sup>3</sup>/s

Proyecto Chillón (agua superficial y subterránea) en el año 2001: Q= 0.71 m<sup>3</sup>/s

Marca II (agua superficial) en el año 2003: Q= 6.5 m<sup>3</sup>/s

Huascacocha (agua superficial) en el año 2015: 2.5 m<sup>3</sup>/s

Cañete o Mantaro (agua superficial) en el año 2020: 5.0 m<sup>3</sup>/s (ó 2.5 m<sup>3</sup>/s de cada uno en los años 2021 y 2025)

El Plan Maestro de SEDAPAL tomó en cuenta 5% (0.67 m<sup>3</sup>/s) de la descarga de estación seca promedio como infiltración en el Río Rímac aguas arriba de la toma de agua de La Atarjea.

En caso de considerarse que la pérdida de agua del Rímac (toma de agua de regadío, infiltración y otros) es 6.0 m<sup>3</sup>/s, entonces la situación es completamente diferente de la pronosticada en el Plan Maestro de SEDAPAL, pues tiene que reducirse el total disponible de recursos hídricos en el mismo caudal de la pérdida.

Basándose en lo dicho anteriormente, se preparó la Figura 9.4.2 a fin de mostrar cómo la pérdida de 6 m<sup>3</sup>/s afecta el plan de expansión de SEDAPAL, pero manteniendo todavía que Marca II tiene que estar en operación en el año 2003 como se había proyectado en el Plan Maestro. Las principales conclusiones son:

- El proyecto Huascacocha con un caudal de 2.5 m<sup>3</sup>/s tiene que adelantar su puesta en operación para el año 2007 en vez del 2015,

- El proyecto Mantaro-Carispacha con un caudal de 5 m<sup>3</sup>/s tiene que adelantar su puesta en operación para el año 2012 en vez del 2020, y
- Tiene que ponerse en operación una nueva fuente de agua superficial con un caudal de 5.4 m<sup>3</sup>/s en el año 2020.

La situación actual de la implementación por SEDAPAL es como sigue:

- Marca III (3m<sup>3</sup>/s): operativo desde 1999 según lo programado
- El proyecto de agua subterránea del Chillón con un caudal de 0.8 m<sup>3</sup>/s entró en operación en Junio del 2001
- Marca II ha sido postergado. La construcción está programada para empezar en el 2004 y la operación en el 2007.

Tomando en consideración los hechos anteriores, el proyecto Huascacocha y Marca II tienen que entrar en operación en el año 2007 con un caudal total de 9.0 m<sup>3</sup>/s como se indica en la Figura 4.3.5 del Volumen IV. En la Figura 9.4.3 se muestra la localización de estos proyectos en la Cuenca del Río Mantaro.

#### **9.4.4 Balance de Demanda y Suministro de Agua**

##### (1) Balance Hídrico Anual por SEDAPAL

En el balance hídrico realizado en el Plan Maestro de SEDAPAL de 1998, se aplicó el procedimiento siguiente:

- Proyección de la demanda activa de agua (D/I, comercial, uso estatal, y parques y jardines) de 1998-2030. Demanda activa de agua es la demanda de agua que habrá en el futuro si es que se ejecuta el programa MIO (programa de mejora institucional y operacional)
- Evaluación de fuentes actuales y futuras de agua superficial y subterránea
- Producción requerida de agua tomando en consideración la pérdida total de agua (física y no física). Se ha considerado que la pérdida es de 35% en el período 1998-2000, 30% en el 2005 y 25% del 2010 al 2030.
- La pérdida en el Río Rímac aguas arriba de La Atarjea durante la estación seca (Mayo-Noviembre) ha sido evaluada como el 5% de la descarga promedio en el mismo período
- La demanda de agua de regadío en el valle del Rímac y Lurín
- Reutilización en jardines y agricultura del agua de desecho tratada.

Se realizó el balance hídrico anual y mensual de cuatro (4) alternativas (1, 1a, 2 y 3). Las alternativas 1a y 2 incluyen traer 5m<sup>3</sup>/s de la Cuenca del Río Cañete o del

Mantaro. La Alternativa 2 fue la seleccionada finalmente para el Plan Maestro de SEDAPAL.

El Plan Maestro de SEDAPAL propuesto se presenta en la Figura 9.4.3 basado en la demanda diaria promedio de agua.

Se ha asumido que toda la demanda de agua doméstica y no doméstica del área de Lima Metropolitana, se capta en La Atarjea donde se hallan las tomas y la planta de tratamiento de agua potable. El balance hídrico fue calculado como oferta de agua (superficial y subterránea) menos la demanda de agua. Los detalles se presentan en la sección 4.3.1 del Volumen IV.

(2) Análisis del Balance de la Demanda y Suministro de Agua

1) Modelo de Balance con caudales mensuales

El punto de balance de agua queda fijado en la toma de La Atarjea de SEDAPAL. Se asume que el caudal superficial disponible en la toma de La Atarjea es la descarga en Chosica menos la pérdida de agua compuesta entre La Atarjea y Chosica. Se asume que la pérdida de agua compuesta entre La Atarjea y Chosica, es la suma de la demanda de irrigación y otras pérdidas de agua consistentes en usos ribereños del agua, así como infiltración y evaporación en ese tramo.

Se asume que toda la demanda de agua doméstica e industrial del área de Lima Metropolitana, es extraída en La Atarjea. La demanda y suministro neto de agua D/I es el balance del suministro y demanda de agua D/I total, menos el suministro total de agua subterránea.

En resumen, el balance hídrico se calcula con:

$$Q_{BL,t} = Q_{C,t} - (D_{IR,t} + L_{AC,t}) - (D_{WS,t} - Q_{G,t}) + Q_{R,i,t}$$

$$= Q_{C,t} - D_{IR,t} + L_{AC,t} - D_{WS,t} - Q_{G,t} + Q_{R,i,t}$$

Donde:

$Q_{BL,t}$  : Balance de demanda y suministro en el año t (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{C,t}$  : Caudales en Chosica (Estación del SENAMHI) en el año t (m<sup>3</sup>/s)

$D_{IR,t}$  : Demanda de agua de irrigación entre La Atarjea y Chosica en el año t (m<sup>3</sup>/s)

$L_{AC,t}$  : Pérdida de agua en el tramo entre La Atarjea y Chosica en el año t (m<sup>3</sup>/s)

$D_{WS,t}$  : Suministro y demanda de agua D/I del área de Lima Metropolitana en el año t (m<sup>3</sup>/s)

$Q_{G,t}$ : Suministro de agua subterránea para el área de Lima Metropolitana en el año t ( $m^3/s$ )

$Q_{R,i,t}$ : Caudal regulado de reservorios y derivación en el año t ( $m^3/s$ )

## 2) Condición del Flujo

El registro de descarga media mensual de 20 años en Chosica entre 1979 a 1998, se usa como la descarga superficial en Chosica.

La descarga durante el período fue modificada por el caudal regulado del proyecto Marca I puesto en servicio en 1962 y del Proyecto Yuracmayo que entró en servicio en 1996, pero se le trata como caudal natural existente, es decir, como si fuera sin los proyectos.

## 3) Caso de Cálculo y Resultado

El balance de demanda y suministro de agua se hace para las siguientes categorías, donde los proyectos Marca I y Yuracmayo se tratan como condición existente:

Categoría	Presa y Transferencia de Agua	Demanda de Agua D/I	Pérdida de Agua
A	Sin Proyecto	2000,2005,2010, 2020,2030	6.0 $m^3/s$
B	Con Proyecto Marca III, Marca II	2005 - 2030	0.67 $m^3/s$
C	Con Proyecto Marca III, Marca II, Huacascocha, Mantaro-Carispacha, (o Cañete) Máx. 16.5 $m^3/s$	2005 - 2030	6 $m^3/s$ (Irrigación, Fábricas, Infiltración, Evaporación, etc.)

Las alternativas estudiadas y sus correspondientes condiciones para los balances hídricos efectuados se muestran en la Tabla 9.4.2. El resumen de los resultados del cálculo se muestran en la Tabla 9.4.3.

De estos resultados se infieren las siguientes conclusiones:

- (a) Durante las dos últimas décadas, la sequía más severa ocurrió en el período 1989-1992. Fueron cuatro (4) años continuos y los reservorios y lagunas de las partes altas de la cuenca del Río Rímac se secaron debido a la poca lluvia durante la estación de avenidas.
- (b) Si esta sequía vuelve a ocurrir, la menor demanda de agua potable proyectada para el año 2005 no será satisfecha aunque el proyecto Marca II esté funcionando para ese año. La confiabilidad hidrológica del “Sistema con Marca II” será menor que el 80% (4/20). Esto es, Marca II no será suficiente si se presentase una sequía en el 2005 como la del período 1994-1995, la cual tiene una probabilidad de ocurrencia del 20%

(4/20) aun considerando de manera optimista las pérdidas de agua de  $0.67 \text{ m}^3/\text{s}$  entre Chosica y La Atarjea en lugar de  $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$ .

- (c) El método actual de planificación de SEDAPAL del balance oferta-demanda de agua se basa en un análisis medio anual, y se ha conceptuado ser muy optimista. Sería conveniente emplear un método de balance oferta-demanda de agua más elaborado que considere las variaciones estacionales de los caudales y de la demanda de agua con el empleo de los registros de caudales medios mensuales como mínimo, a fin de manejar confiablemente el sistema de abastecimiento de agua para Lima Metropolitana.

#### 9.4.5 Opciones de otras obras

Cementos Lima (empresa privada de Lima) está ejecutando actualmente un proyecto denominado 'PROYECTO INTEGRADO EL PLATANAL', para desarrollar la producción de un total de 270 MW de energía y un total de 27,000 Ha de irrigación, mediante la construcción de un reservorio llamado presa Morro de Arica en el tramo superior del Río Cañete. Los detalles del Proyecto se presentan en el capítulo 5 del Volumen IV.

Los períodos de diseño y construcción de las instalaciones hidroeléctricas y de irrigación, se asumen en 4 años y 10 años respectivamente. Se está procediendo con los trabajos preliminares, incluyendo caminos de acceso. El acuerdo social en el área relacionada con el proyecto, que incluye las provincias de Cañete y Yauyos, comenzó en Abril del 2001 y los trabajos de construcción de las presas y central hidroeléctrica están programados para empezar en el año 2003..

Este proyecto tiene dimensiones (en demanda de agua, presas, plantas hidroeléctricas, desarrollo del agua subterránea, conducción de agua e instalaciones de irrigación) similares a las del Escenario 2/Caso 2.1 en la Tabla 4.2.3. Debe anotarse, sin embargo, que el Caso 2.1 supone la construcción del reservorio de Paucarcocha pero el proyecto en mención asume su construcción como una posibilidad para el futuro.

Siendo éste el estado actual del desarrollo hídrico del Río Cañete, es necesario implementar algunas obras adicionales para tener otras fuentes de agua, a fin de transferir el agua del Río Cañete a Lima.

Se considera que las opciones para las obras adicionales que produzcan  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ , son las siguientes:

- Construcción de una represa llamada San Jerónimo, localizada en el tramo intermedio del río, equivalente al Escenario 3/Caso 3.1, ó
- Construcción de la presa de Paucarcocha y pozos para explotar hasta  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  de agua subterránea en el área costera aguas abajo, equivalente al Escenario 3/Caso 3.3.

Según se examinó en la Sección 5.2 anterior, la comparación económica de las alternativas para producir 5 m<sup>3</sup>/s de agua entre las obras arriba mencionadas en la cuenca del Cañete y las obras en la cuenca del Mantaro (Esquema Mantaro-Carispacha), muestra que es preferible esta última. Además, es probable que la transferencia de agua del Río Cañete a otra cuenca, específicamente a Lima, suscite serias objeciones de los habitantes de la cuenca del Cañete.

Tabla 9.2.1 Resumen de la Evaluación de la Calidad del Agua del Río Rímac en Promedios Anuales del (1993 – 1996)

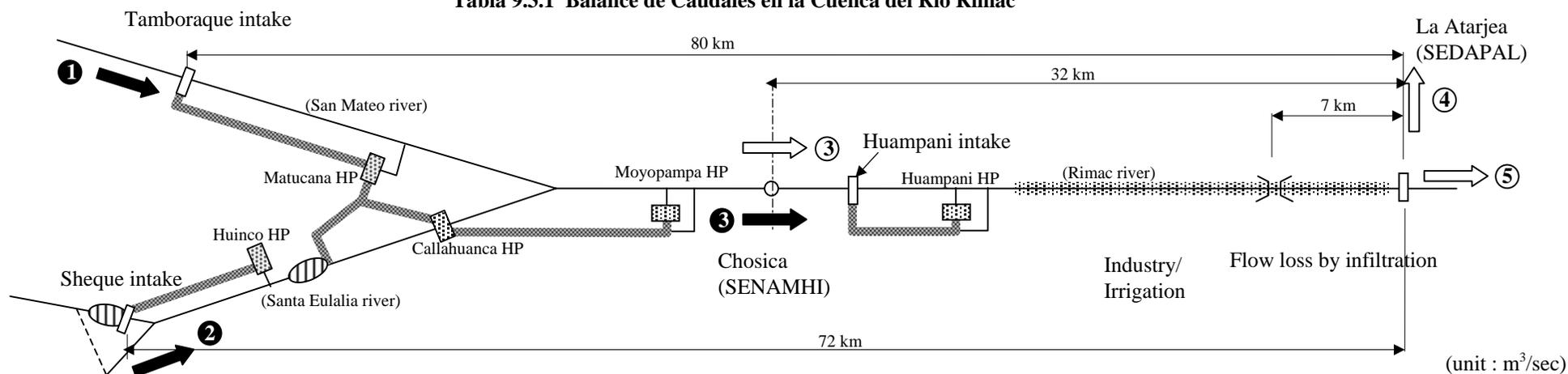
PARAMETERS	UNITS	MONITORING STATIONS													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
PH	Units	7.76	8.46	8.46	8.26	7.72	8.40	8.39	8.20	8.29	8.27	8.17	8.24	8.18	8.28
TURBIDITY	U.N.T/U.J	9.79	31.90	158.00	42.60	33.80	36.50	21.68	38.78	185.00	16.64	36.34	39.00	45.53	49.00
ELECTRIC CONDUCTIVITY	µmhos/cm	869.00	684.00	703.00	687.00	382.00	633.00	614.00	726.00	743.00	455.00	517.00	486.00	505.00	521.00
TEMPERATURE	°C	19.36	16.94	16.96	16.60	13.56	15.51	19.50	22.37	22.45	19.60	21.00	17.90	19.42	20.37
DISSOLVED OXYGEN	Mg/lt	6.64	7.69	7.78	7.79	8.32	7.81	7.73	7.64	7.69	8.68	7.99	8.21	8.32	7.88
TOTAL SOLIDS	Mg/lt	737.00	558.00	570.00	571.00	394.00	514.00	534.00	673.00	640.00	420.00	547.00	407.00	438.00	431.00
DISSOLVED SOLIDS	Mg/lt	562.00	427.00	435.00	435.00	217.00	363.00	380.00	454.00	443.00	278.00	350.00	290.00	341.00	333.00
SUSPENDED SOLIDS	Mg/lt	32.00	41.50	59.00	52.80	49.00	38.00	23.30	26.80	21.83	59.00	61.30	36.80	38.80	34.50
IRON	Mg/lt	0.891	3.250	25.087	4.826	6.709	4.572	2.296	3.203	2.420	0.949	3.154	3.857	4.235	4.176
MANGANESUM	Mg/lt	0.171	0.270	2.270	0.362	0.590	4.899	0.215	0.150	0.124	0.085	0.173	0.211	0.202	0.190
LEAD	Mg/lt	0.087	0.470	2.507	0.533	0.132	0.463	0.144	0.358	0.215	0.090	0.177	0.217	0.181	0.203
CHROMIUM	Mg/lt	0.0057	0.0100	0.0219	0.0160	0.0053	0.0124	0.0058	0.0017	0.0071	0.0064	0.0021	0.0023	0.0073	0.0078
COPPER	Mg/lt	0.065	0.210	0.634	0.249	0.313	0.246	0.090	0.096	0.052	0.046	0.441	0.117	0.072	0.071
ZINC	Mg/lt	1.381	1.520	4.615	1.906	4.290	2.205	0.956	0.887	0.372	0.333	0.481	0.700	0.588	0.530
ALUMINUM	Mg/lt	0.512	1.080	2.539	1.221	1.206	0.988	0.474	1.095	1.004	0.662	1.446	1.249	1.574	1.526
BARIUM	Mg/lt	0.160	0.140	0.145	0.144	0.114	0.140	0.129	0.314	0.195	0.113	0.176	0.123	0.125	0.134
ARSENIC	Mg/lt	0.030	0.040	0.688	0.080	0.469	0.175	0.074	0.060	0.038	0.025	0.038	0.046	0.044	0.038
CYANID	Mg/lt	<0.0025	<0.0025	0.029	0.011	<0.0025	0.015	0.002	0.002	0.015	<0.0020	0.004	<0.0025	0.001	0.001
TOTAL CARBON	Mg/lt	43.73	32.75	32.89	32.38	8.66	27.08	26.74	25.79	30.03	24.29	27.45	24.37	26.10	26.28
INORGANIC CARBON	Mg/lt	42.00	31.20	30.95	30.63	6.33	24.76	24.34	23.31	26.89	21.56	21.38	22.29	22.93	22.82
ORGANIC CARBON	Mg/lt	1.71	1.57	1.86	1.53	2.35	1.57	2.42	2.49	3.13	3.06	6.08	4.95	3.15	2.86
TRIHALOMETHANES	µg/lt	2.22	2.21	1.88	4.65	2.70	2.39	3.46	3.42	4.13	2.69	13.93	3.13	4.32	6.80

1) GRATHON TUNNEL; 2) TAMBORAQUE III BRIDGE; 3) EFFLUENTS FROM TAMBORAQUE MINING FACILITIES; 4) TAMBORAQUE II BRIDGE; 5) ARURI RIVER; 6) TAMBORAQUE INTAKE; 7) SURCO BRIDGE; 8) CORCONA; 9) RICARDO PALMA BRIDGE; 10) SANTA EULALIA RIVER; 11) LOS ANGELES BRIDGE; 12) ÑAÑA BRIDGE; 13) HUACHIPA BRIDGE; 14) LA ATARJEA INTAKE

Prepared by Marco Antonio Meza Alvarez, January 1997

Source: Physic-Chemical Laboratory. SEDAPAL Sub-Management Office for Plants

Tabla 9.3.1 Balance de Caudales en la Cuenca del Río Rímac



			+	-	3	Industry / Irrigation	Infiltration	Others	Total	4	5
Monthly average (Jul.- Sep., 1991-92)	6.1 (EDEGEL)	8.4 (EDEGEL)	14.5	-0.3 -0.4	14.2 (SENAMHI) 14.1 (EDEGEL)	-1.6 -1.5	-2.0	---	-3.6 -3.5	10.6 * <sup>1</sup> (SEDAPAL)	0.0
Monthly average (Jul.- Sep., 1993-95)	6.8 (EDEGEL)	12.1 (EDEGEL)	18.9	+0.5 -1.7	19.4 (SENAMHI) 17.2 (EDEGEL)	-4.3 -2.1	-2.0	---	-6.3 -4.1	13.1 * <sup>1</sup> (SEDAPAL)	0.0
Monthly average (Jul.- Sep., 1996-97)	5.7 (EDEGEL)	10.0 (EDEGEL)	15.7	+5.3 +1.9	21.0 (SENAMHI) 17.6 (EDEGEL)	-7.1 -3.7	-2.0	---	-9.1 -5.7	11.9 * <sup>1</sup> (SEDAPAL)	0.0
Daily average in Aug. 27 - Sep. 9, 2001	11.3 (JICA)	13.0 (JICA)	24.3	+2.5	26.8 (SENAMHI)	-6.8 * <sup>3</sup>	-2.0	---	-8.8	16.5 * <sup>2</sup> (SEDAPAL)	1.5

Source: \*1 Production of Plant No. 1 and 2, La Atarjea (SEDAPAL)  
 \*2 Discharge at Sediment trap basin (Desarenadores) No. 1 and 2 (SEDAPAL)  
 \*3 Discharge measurement in Sep. 12 - 14, 2001 by JICA

Discharge data of EDEGEL at Chosica is observed at the Huampani intake. There is no intake between Chosica SENAMHI station and Huampani intake.

Note: (5) Overflow discharge at La Atarjea intake was assumed to be negligible in the dry season from 1991 to 1997 because discharge observed at Chosica of 20.0 m<sup>3</sup>/sec might be diverted all for potable water production. While daily average discharge of 1.5 m<sup>3</sup>/sec (or 6.0 m<sup>3</sup>/sec presuming 6 hours overflow time) of overflow from flood gates was observed during Aug. 27 to Sep. 9, 2001.

Tabla 9.4.1 Demanda de Agua Total (m<sup>3</sup>/s)

<b>Year</b>	<b>Water Demand Master Plan</b>	<b>Water Demand BLASA</b>	<b>Water Demand BLASA/PM</b>	<b>Water Demand BLASA/INEI</b>
1998	32.29			
1999	30.05			
2000	27.80	32.09	32.46	32.45
2001	27.46	31.26	31.64	31.60
2002	28.08	30.27	30.66	30.59
2003	28.78	29.13	29.52	29.43
2004	29.48	27.82	28.21	28.10
2005	29.67	26.34	26.72	26.61
2006	29.86	26.90	27.29	27.17
2007	30.06	27.46	27.83	27.70
2008	30.25	28.01	28.42	28.29
2009	30.45	28.57	28.99	28.86
2010	30.64	29.13	29.56	29.42
2011	31.12	29.70	30.13	30.01
2012	31.60	30.29	30.70	30.61
2013	32.09	30.87	31.30	31.22
2014	32.57	31.47	31.87	31.81
2015	33.05	32.07	32.46	32.42
2016	33.55	32.69	33.07	33.05
2017	34.05	33.31	33.68	33.68
2018	34.54	33.93	34.29	34.30
2019	35.04	34.55	34.91	34.92
2020	35.54	35.17	35.54	35.54
2021	36.04	35.67	36.04	36.04
2022	36.54	36.16	36.55	36.54
2023	37.05	36.66	37.07	37.04
2024	37.55	37.16	37.59	37.56
2025	38.05	37.65	38.12	38.07
2026	38.58	38.16	38.66	38.60
2027	39.10	38.66	39.20	39.13
2028	39.63	39.16	39.75	39.67
2029	40.15	39.67	40.31	40.22
2030	40.68	40.17	40.87	40.77

**Tabla 9.5.1 Escenarios Estudiados del Desarrollo de los Recursos Hídricos y Casos Alternativos**

	Scenario-1		Scenario-2		Scenario-3		
	Case 1.1	Case 1.2	Case 2.1	Case 2.2	Case 3.1	Case 3.2	Case 3.3
<b>Water Demand:</b>							
1)D/I Water Supply	CB+L5	CB+L10	CB	CB	CB+L5	CB+L5	CB+L5
2)Irrigation Demand	CV	CV+CLC	CV+CTP	CV+CTP5	CV+CLC+CTP	CV+CTP5	CV+CTP
3)Maintenance Flow	Mf4.3	Mf4.3	Mf4.3	Mf4.3	Mf4.3	Mf4.3	Mp1.0
4)Total Demand (MCM)	667.7	855.55	861.4	685.73	1049.28	843.41	915.05
<b>Dam: Active Storage</b>							
1)Morro de Arica (MCM)	205	245	245	205	245	245	245
2)Paucarcocha (MCM)	Not Applicable	55	55	Not Applicable	Not Applicable	55	55
3)Capillucas (MCM)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
4)San Jeronimo (MCM)	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	Not Applicable	280	Not Applicable	Not Applicable
<b>Power Station:</b>							
1)Morro de Arica (MW)	46	50	50	46	50	50	50
2)El. Platanal (MW)	200	220	220	200	220	220	220
3)San Jeronimo (MW)	Not Applicable						
New Ground Water							3m3/s(94.6MCM)
Water Conveyance	L5=5m3/s	L10=10m3/s	Not Applicable	Not Applicable	L5=5m3/s	L5=5m3/s	L5=5m3/s
Irrigation Facilities	Not Applicable	Not Applicable	CTP Full Scale	CTP Half Scale	CTP Full Scale	CTP Half Scale	CTP Full Scale

Notes

CB: D/I Water in Canete River Basin(34.22MCM), L5: Lima D/I Water Supply 5m3/s(157.68MCM), L10: Lima D/I Water Supply 10 m3/s(315.36MCM),

CV: Canete Valley Irrigation(340.20MCM), CLC: Alto Imperial Irrigation(30.17MCM), CTP: Concon-Topara Irrigation (Full Scale 351.41MCM),

CTP5: Concon-Topara Irrigation (Half Scale 175.71MCM)

Mf4.3: Maintenance Flow 4.3m3/s(135.60MCM), Mp1.0: Maintenance Flow 1.0m3/s(31.54MCM)

**Tabla 9.6.1 Casos Alternativos para el Análisis del Balance Hídrico**

	Without Project	With Project Without Irrigation & Loss		With Project With Loss & Irrigation
	Case A1	Case B1	Case B2	Case C1
Water Demand 1) D/I Water supply <sup>(*)</sup> 2000 ~ 2030	2000, 2005, 2010 2020, 2030	2005	2010, 2030	2005, 2010, 2020, 2030
2) Irrigation, losses & other demand, Assumed constant	6.0 m <sup>3</sup> /s	0.67 m <sup>3</sup> /s	0.67 m <sup>3</sup> /s	6.0 m <sup>3</sup> /s
3) Groundwater Supply	no	7.68 m <sup>3</sup> /s	7.68 m <sup>3</sup> /s	5.0 m <sup>3</sup> /s
Dam & Water Transfer	no	Marca III (3.0 m <sup>3</sup> /s)	Marca III + II (9.5 m <sup>3</sup> /s)	Marca III + II, Huascacocha, Mantaro (16.5 m <sup>3</sup> /s)

Notes,

(1) Marca I Project and Yuracmayo Project are treated as the existing condition.

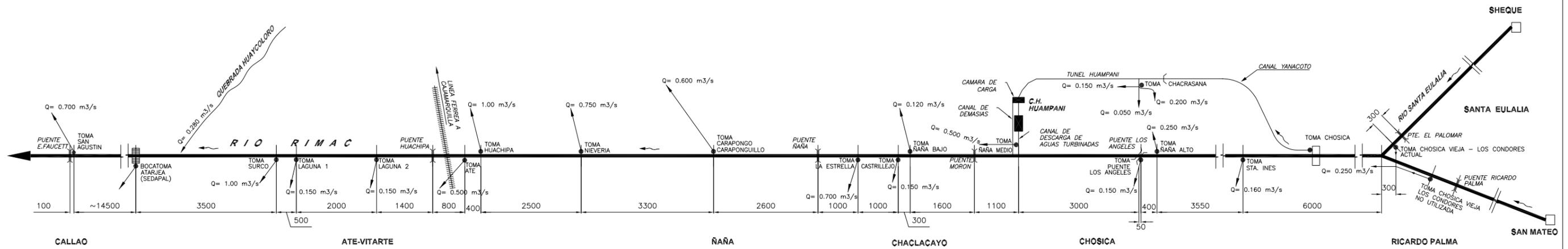
(2) Marca III (3.0 m<sup>3</sup>/s), Marca II (6.5 m<sup>3</sup>/s), Huascacocha (2.5 m<sup>3</sup>/s), Mantaro - Carispacha or Cañete(5.0 m<sup>3</sup>/s) are treated as future projects.

(\*) D/I : Domestic/Industry

**Tabla 9.6.2 Resultado del Análisis del Balance Hídrico**

Category	Case	Target Year	Total Demand (m <sup>3</sup> /s)	Peak Deficit <sup>(*)</sup> (m <sup>3</sup> /s)	Annual Deficit (MCM)			Occurrence Year			Remarks
					1/20	2/20	4/20	1/20	2/20	4/20	
A	A1	2000	32.09	27.69	1152.94	1151.93	714.36	1991-1992	1989-1990	1994-1995	
		2005	26.34	21.53	827.19	818.41	284.70	1991-1992	1989-1990	1979	
		2010	29.13	24.52	982.38	978.54	357.97	1991-1992	1989-1990	1979	
		2020	35.17	30.99	1338.67	1337.10	513.45	1991-1992	1989-1990	1997	
		2030	40.17	36.34	1641.39	1637.70	1134.88	1991-1992	1989-1990	1994-1995	
B	B1	2000	32.09	14.50	328.97	305.46	70.18	1991-1992	1989-1990	1979	
		2005	26.34	8.34	80.72	87.87	4.41	1991-1992	1989-1990	1980	
		2010	29.13	11.33	185.91	164.59	26.37	1991-1992	1989-1990	1979	
		2020	35.17	17.80	494.62	477.77	120.30	1991-1992	1989-1990	1979	
		2030	40.17	23.15	773.27	769.51	260.65	1991-1992	1989-1990	1997	
	B2	2000	32.09	14.50	189.06	199.01	42.38	1991-1992	1989-1990	1993	
		2005	26.34	8.34	71.77	60.30	13.28	1991-1992	1989-1990	1997	
		2010	29.13	11.33	122.91	107.61	27.85	1991-1992	1989-1990	1993	
		2020	35.17	17.80	303.79	316.17	74.14	1991-1992	1989-1990	1995	
C	C1	2000	32.09	22.69	381.29	416.69	145.39	1991-1992	1989-1990	1995	
		2005	26.34	16.53	233.09	236.68	56.22	1991-1992	1989-1990	1997	
		2010	29.13	19.52	301.40	314.25	99.48	1991-1992	1989-1990	1995	
		2020	35.17	25.99	516.82	532.45	203.86	1991-1992	1989-1990	1995	
		2030	40.17	31.34	800.11	801.59	334.89	1991-1992	1989-1990	1995	

<sup>(\*)</sup> Peak Deficit : Maximum deficit in specified year.



CUADRO DE TOMAS Y CAUDALES ACTUALIZADOS AL AÑO 2001

N°	TOMA		MARGEN DE UBICACION EN EL RIO		COORDENADAS		ALTITUD m s.n.m.	CAUDAL DE CAPTACION MEDIDO (m³/s)		CAUDAL SOLICITADO POR ATDR-RIMAC m³/s	
	NOMBRE	TIPO	RIMAC	STA. EULALIA	N	E		POR			
								FLOTADOR	CORRENTOMETRO		
							CAUDAL	FECHA	CAUDAL	FECHA	
1	SAN AGUSTIN	RUSTICA	DERECHA		8668614	0271794	70	0.700	05/09/01		
2	ATARJEJA (SEDAPAL)	CONCRETO ARMADO	IZQUIERDA								
3	SURCO	RUSTICA	IZQUIERDA		8670578	0289504	346	1.00	25/08/01	0.967	12/09/01
4	LAGUNA 1	CONCRETO	IZQUIERDA					0.150	12/09/01	0.15	
5	LAGUNA 2	CONCRETO	IZQUIERDA					0.150	12/09/01	0.15	
6	ATE	RUSTICA	IZQUIERDA		8671620	0294059	421	0.500	28/08/01	0.320	14/09/01
7	HUACHIPA	RUSTICA	DERECHA		8671799	0294363	433	1.00	28/08/01	1.185	14/09/01
8	NIEVERIA	RUSTICA	DERECHA		8672658	0295747	464	0.750	28/08/01	0.627	14/09/01
9	CARAPONGO CARAPONGUILLO	RUSTICA	DERECHA		8673424	0299765	537	0.600	27/08/01	1.115	14/09/01
10	LA ESTRELLA	RUSTICA	IZQUIERDA		8674922	0303065	605	0.700	28/08/01	0.818	14/09/01
11	CASTRILLEJO	RUSTICA	IZQUIERDA		8675119	0304121	622	0.150	25/08/01	0.163	14/09/01
12	ÑAÑA BAJO	RUSTICA	DERECHA		8675399	0304489	637	0.120	27/08/01	0.213	14/09/01
13	ÑAÑA MEDIO	CONCRETO	DERECHA		8676048	0306870	677	0.500	27/08/01	0.595	14/09/01
14	PTE. LOS ANGELES	RUSTICA	IZQUIERDA		8676791	0310239		0.150	03/09/01	0.046	14/09/01
15	ÑAÑA ALTO	RUSTICA	IZQUIERDA		8677057	0310513	746	0.250	04/09/01	0.280	14/09/01
16	SANTA INES	RUSTICA	IZQUIERDA		8678504	0312858	804	0.160	04/09/01	0.128	14/09/01
17	CHACRASANA	CONCRETO	DERECHA		8678904	0311959	865	0.400	06/09/01	0.40	
18	CHOSICA VIEJA LOS CONDORES	RUSTICA	IZQUIERDA		8681845	0318820	963	0.00	04/09/01	0.00	
19	CHOSICA VIEJA LOS CONDORES ACTUAL	CONCRETO		IZQUIERDA	8681818	0318632	959	0.250	04/09/01	0.25	0.25
								6.83		7.40	5.40

INVESTIGACION SUPLEMENTARIA  
DEL  
ESTUDIO DEL DESARROLLO INTEGRAL DE LOS RECURSOS HIDRICOS EN LA  
CUENCA DEL RIO CAÑETE EN LA REPUBLICA DEL PERU  
AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

Figura 9.2.1

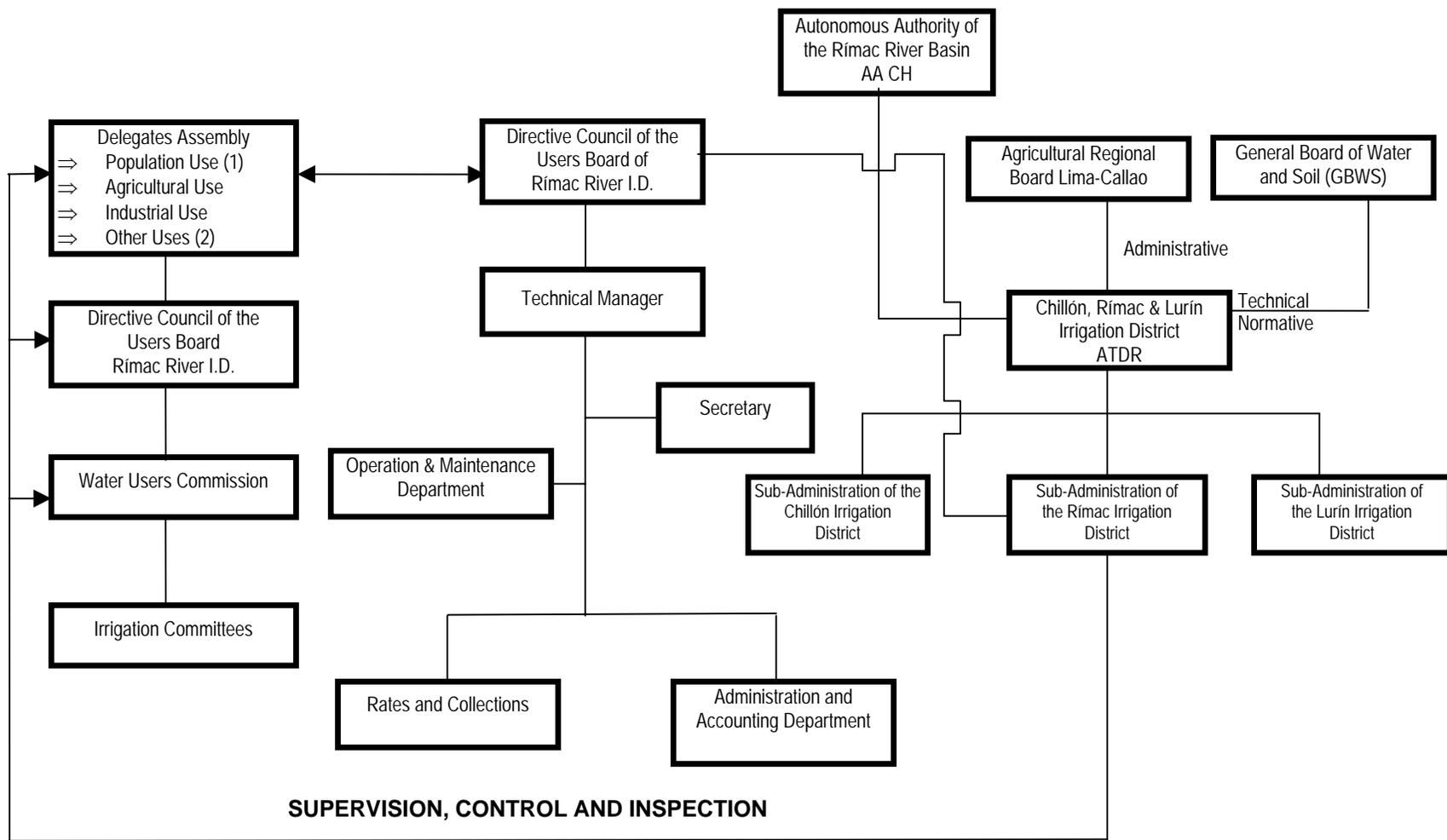
Tomas Para Riego

## ADMINISTRATIVE AND TECHNICAL ORGANIZATION FOR THE WATER USE IN THE RIMAC RIVER BASIN

### EXECUTIVE ORGANIZATION

### TECHNICAL & ADMINISTRATIVE ORGANIZATION

### NORMATIVE ORGANIZATION



- (1) Population Use (SEDAPAL)  
 (2) EDEGEL, Cajamarquilla Zinc Refinery, Mines and Others  
 I.D. = Irrigation District

SUPPLEMENTAL INVESTIGATION  
 OF  
 THE STUDY ON INTEGRATED WATER RESOURCES DEVELOPMENT  
 IN THE CANETE RIVER BASIN IN THE REPUBLIC OF PERU  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION

Figura 9.2.2  
 Organización Administrativa y Técnica para el Uso  
 del Agua en la Cuenca del Río Rímac