COMISION DE
LAS COMUNIDADES
EUROPEAS

REPUBLICAS
DE
PERU Y BOLIVIA

CONVENIOS ALA / 86 / 03 Y ALA / 87 / 23 - PERU Y BOLIVIA

PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL DE PROTECCION - PREVENCION DE INUNDACIONES Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DEL LAGO TITICACA, RIO DESAGUADERO, LAGO POOPO Y LAGO SALAR DE COIPASA (SISTEMA T.D.P.S.)

RESUMEN EJECUTIVO

Julio 1993

intecsa
INTERNACIONAL DE INGENIERIA
Y ESTUDIOS TECNICOS S.A.

PROGETTI
aic

cnr
COMPAGNIE NATIONALE DU RHONE

PLAN.022

AUTORIDAD BINACIONAL LAGO TITICACA
A.L.T.
Nº Inv:
Nº MFN: ~~1485~~ 1486
Nº Ejem:
Adquirido por:
Precio:
Fecha: 16/04/07

PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL DE PROTECCION - PREVENCION DE INUNDACIONES Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS DEL SISTEMA T.D.P.S. - PERU Y BOLIVIA

RESUMEN EJECUTIVO

1. ANTECEDENTES

2. OBJETIVOS Y ORGANIZACION DEL ESTUDIO

I. DIAGNOSTICO DEL COMPLEJO TITICACA-DESAGUADERO-POOPO Y SALAR DE COIPASA

3. AMBITO DEL ESTUDIO

4. DIAGNOSTICO SOCIO-ECONOMICO

5. PROBLEMATICA DEL SISTEMA T.D.P.S.

5.1 PROBLEMATICA POR EVENTOS EXTREMOS CLIMATICOS

5.2 PROBLEMATICA DE RECURSOS HIDRICOS

5.3 PROBLEMATICA MEDIOAMBIENTAL

II. PLAN DIRECTOR BINACIONAL

6. ESTUDIOS BASICOS E INFORMACION DISPONIBLE

7. OBJETIVOS DEL PLAN DIRECTOR

8. ESTRATEGIAS DEL PLAN DIRECTOR

9. PROGRAMA DE USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

9.1 ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES DEL SISTEMA T.D.P.S.

9.2 CONTROL DE AVENIDAS

9.3 CONTROL Y EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

9.4 OTROS USOS Y MANEJOS DE RECURSOS HIDRICOS

10 PROGRAMA DE USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS HIDROBIOLOGICOS

10.1 DIAGNOSTICO Y PROGRAMAS DE DESARROLLO PESQUERO

10.2 DIAGNOSTICO Y PROGRAMAS DE DESARROLLO DE LA VEGETACION ACUATICA

11. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

12. PROPUESTAS DE MANEJO MEDIOAMBIENTAL

12.1 PROPUESTA DE CONTROL DE EROSION Y CONSERVACION DE SUELOS

12.2 CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

13. ORDENAMIENTO Y COSTOS DEL PLAN DIRECTOR BINACIONAL

III. GESTION DEL PLAN DIRECTOR BINACIONAL

14. PERFECCIONAMIENTO DEL PLAN DIRECTOR

15. AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA

1. ANTECEDENTES

Una "Convención preliminar para el estudio del aprovechamiento de las aguas del lago Titicaca" fue firmada en Lima el 30 de julio de 1955. El 19 de febrero de 1957, se resuelve aprobar un "plan para el estudio económico preliminar del aprovechamiento común de las aguas" del lago sin alterar sustancialmente las condiciones de uso por la otra parte y "tomando en consideración los índices económico o valores intrínsecos del volumen del agua que se derive... para fines industriales, de riego u otro" (artículo I). El mismo documento afirma "el condominio indivisible y exclusivo que ambos países ejercen sobre las aguas del Lago Titicaca" y prevé la creación de una Sub-Comisión Mixta para llevar a cabo los estudios económicos preliminares y sometidos a la Comisión Mixta Peruano-Boliviana. La implementación de este plan no se efectúo debido a que los documentos no fueron ratificados hasta 1987.

Con la ratificación de los documentos citados en el punto anterior el 20 de febrero de 1987, se inició su efectivización con la creación de las secciones nacionales de la "Sub-Comisión Mixta para el desarrollo de la zona de integración del lago Titicaca".

La Subcomilago en su primera reunión (septiembre de 1987), convino en solicitar a la Comunidad Europea su apoyo para la formulación de un proyecto de regulación de las aguas del lago Titicaca y su cuenca endorreica, y un plan de aprovechamiento de sus aguas llamado "Plan Director Global Binacional para el desarrollo de la zona de integración del lago Titicaca". La solicitud mencionada se concretó en los convenios ALA/86/03 y ALA/87/23, suscritos entre la CE y los Gobiernos de Perú y Bolivia respectivamente.

En marzo de 1988, a propuesta de la sección boliviana de la Subcomilago, se acordó mantener como una unidad el tratamiento del Sistema TDPS, y que los estudios a realizarse en el marco de ambos Convenios con la CE fuese uno solo.

Posteriormente se crearon los PELT (Proyecto Especial Lago Titicaca), aprobándose los presupuestos de las dos partes (Perú y Bolivia) y su programa de actividades el 25 de octubre de 1989.

Los PELT fueron los encargados de preparar los Términos de Referencia para la ejecución de los estudios T.D.P.S.

El objetivo de los PELT es supervisar los estudios a realizar y la ejecución de las obras, así como emprender otras actividades complementarias.

El 28 de septiembre de 1990, la Comunidad Europea invitó a 12 empresas o Consorcios de empresas a participar de la licitación para ejecución de los estudios T.D.P.S. El adjudicatario de la licitación fue el CONSORCIO formado por las empresas INTECSA/CNR/AIC Progetti, que en fecha 10 de julio de 1991 firmó el oportuno contrato con la Comunidad Europea, de acuerdo a los Convenios ALA/86/03 y ALA/87/23 suscritos por los gobiernos de Perú y Bolivia respectivamente.

Con la finalidad de normalizar y complementar la realización de los estudios, los PELT, elaboraron las Instrucciones Administrativas y Técnicas Específicas (IATE) (mayo 1991).

Las actividades del Consorcio se iniciaron el 15 de octubre de 1991; se instalaron oficinas en La Paz (Bolivia) y una oficina auxiliar en Puno (Perú).

Las oficinas fueron equipadas con equipos informáticos, de ofimática, de telecomunicaciones, de dibujo y de campo. Asimismo, se contrató localmente técnicos nacionales (bolivianos y peruanos), personal auxiliar y de servicio.

En aspectos específicos los estudios contaron con el apoyo de las sedes centrales de las empresas integrantes del Consorcio.

Durante el desarrollo de los estudios se recibieron diversas misiones enviadas por la Comunidad Europea, entre ellas las de los señores Profesor Jean Jacques Peters, y los doctores Alain Teyssonniere de Gramont y Harold Ter Hear.

La Comunidad Europea encargó a la consultora BDPA-SCETAGRI, la tarea de asistencia técnica al PELT, con el apoyo de un codirector europeo y asesoría técnica.

2. OBJETIVOS Y ORGANIZACION DEL ESTUDIO

Los objetivos de los Estudios están indicados con toda precisión en los Términos de Referencia:

Establecer un Plan Director Global Binacional de control, conservación y uso adecuado de los múltiples recursos del sistema, fundamentalmente el hídrico y el hidrobiológico, sin afectar negativamente la ecología de la región, considerando las posibilidades de utilización conjunta o individual de esos recursos por parte de Bolivia y el Perú. Para ello se deberá:

- Estudiar la problemática de las inundaciones y sequías asociadas a la ocurrencia de eventos hidrológicos y climatológicos extremos, estimando sus efectos socio-económicos y ecológicos negativos en el Sistema TDPS, efectuando una evaluación sobre los daños que ocasionan estos fenómenos.

- Analizar las diversas alternativas para la previsión y/o control de inundaciones y sequías consideradas conjuntamente con el aprovechamiento hídrico, determinando elementos de juicio para la gestión y el control de este recurso, asociado a aspectos económicos, sociales y ecológicos. Para este efecto, se utilizarán modelos de simulación, que permitirán facilitar la selección de las alternativas más convenientes, dentro del marco que establezca el Plan Director Global.

- Ejecutar un estudio integral para determinar los volúmenes de agua utilizables en el sistema TDPS, sin afectar negativamente el caudal medio que discurre por el río Desaguadero y su interrelación con el control y prevención de inundaciones y de sequías, tomando en cuenta que no se debe afectar negativamente la ecología del sistema TDPS, ni otros usos tales como navegación, pesquería, turismo, etc.

- Desarrollar las mejores alternativas, en la identificación de los proyectos, diferenciados por su carácter binacional y nacional; así como, el establecimiento del marco técnico y legal para la ejecución de los proyecto prioritarios de control y/o prevención de inundaciones y sequías; y, para el aprovechamiento y manejo de los recursos del lago Titicaca.

- Para aquellos casos particulares en los cuales las limitaciones de la información existente

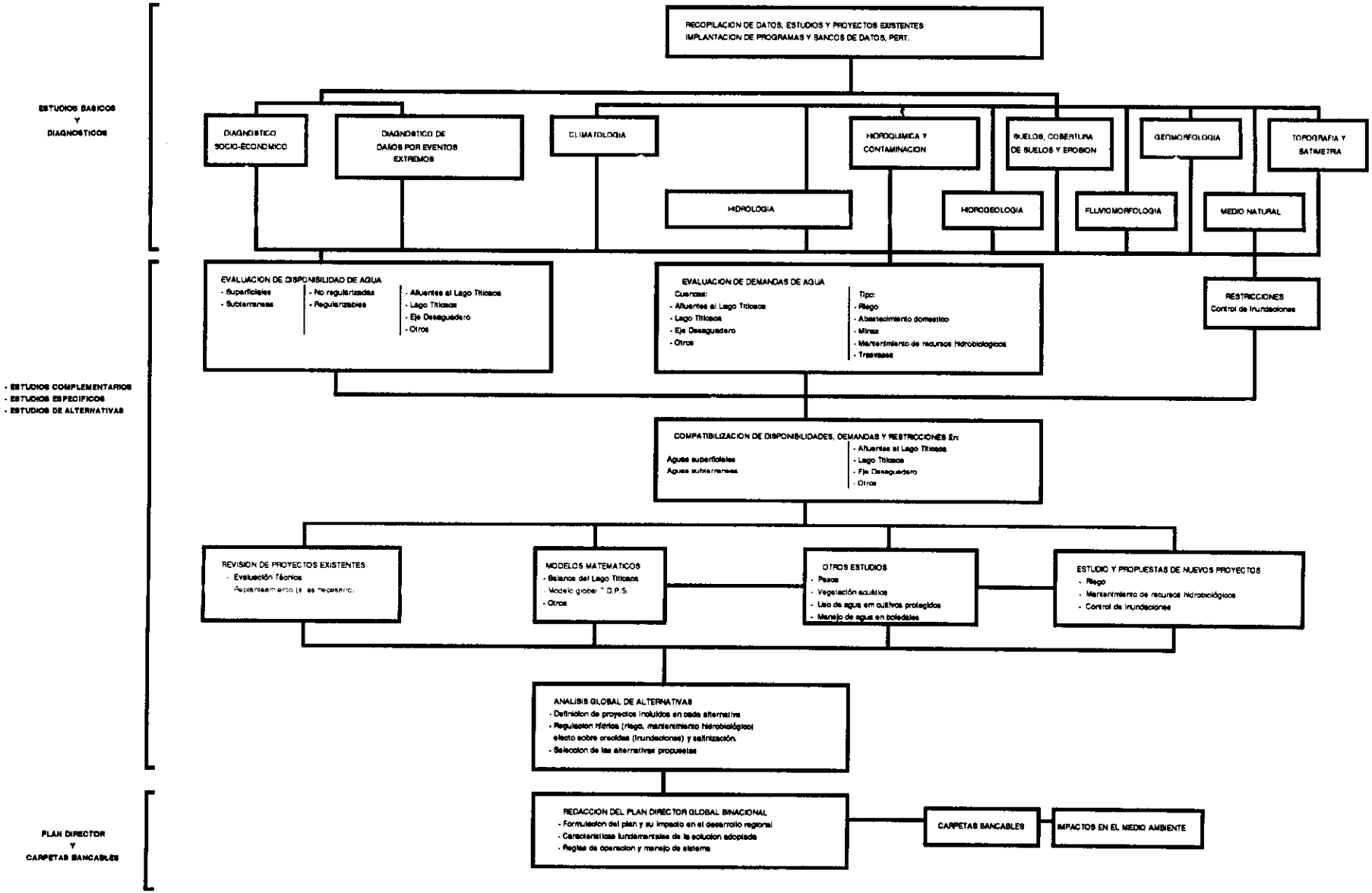
(series de datos, etc.) no permitan conclusiones de un nivel de confianza razonable, se presentará, una evaluación de los resultados obtenidos y las posibilidades cuantitativas o cualitativas de sesgo, por no disponer de información suficiente.

- Presentar una metodología para afinar el Plan Director, en función de la mayor información hidrometeorológica y de otros datos relevantes, que se irán obteniendo sobre la base de un plan de acciones definidos en el estudio para un plazo no menor a 30 años.

Los estudios y trabajos realizados, en campo y gabinete, que han servido de soporte para la elaboración del Plan Director Global Binacional de regulación de recursos hídricos y aprovechamientos en el sistema T.D.P.S., fueron organizados por el Consorcio en coordinación con los PELT. Los resultados de cada uno de los estudios realizados se presenta de un forma completa y autosuficiente y como documentos independientes anexos al Plan, dentro de un marco general.

A continuación se presenta el Organigrama general (Figura Nº 1) de los Estudios T.D.P.S., en el cual junto a los llamados **estudios básicos**, aparecen, con sus interligaciones respectivas, **estudios complementarios** y **estudios específicos y de alternativas** de nuevos proyectos, y como consecuencia final la elaboración del **Plan Director Global Binacional** y las **Carpetas Bancables** de los proyectos seleccionados.

FIGURA Nº 1 : ORGANIZACION GENERAL DEL ESTUDIO T.D.P.S Y PLAN GLOBAL BINACIONAL



I. DIAGNOSTICO DEL COMPLEJO TITICACA-DESAGUADERO-POOPO Y SALAR DE COIPASA

3. AMBITO DEL ESTUDIO

El área del Proyecto (Figura Nº 2), está constituida por las cuencas hidrográficas del lago Titicaca, río Desaguadero, lago Poopó y lago Salar de Coipasa, lo que se ha convenido denominar Sistema T.D.P.S.

El sistema T.D.P.S. (Figura Nº 3), es una cuenca endorreica, cuya área se encuentra ubicada entre Perú, Bolivia y Chile; está delimitado geográficamente (en forma aproximada) entre las coordenadas 14°03' y 20°00' de latitud sur y entre 66°21' y 71°07' de longitud oeste.

La superficie del Sistema T.D.P.S. es de 143.900 Km^2, y comprende la parte altiplánica de la sub-región de Puno (en el Perú) y de los departamentos de La Paz y Oruro (en Bolivia). Las características geográficas de las cuencas que forman el sistema son las siguientes:

- Lago Titicaca:

·cuenca vertiente	56.270 Km^2,
·superficie media (del lago)	8.400 Km^2,
·nivel medio del lago	3.810 m.s.n.m.,
·volumen medio	930.106 x 10^6 m^3

- Río Desaguadero:

·cuenca vertiente (intermedia)	29.843 Km^2,
·longitud del cauce	398 Km ,
·pendiente media	0,45‰

A lo largo del río Desaguadero se identifican los siguientes trechos:

·Del Km 0 al Km 63:	Llanuras anchas (del Puente Internacional a Nazacara);
·Del Km 63 al Km 226:	Zona montañosa (de Nazacara a Chilahuala); y
·Del Km 226 al Km 398:	Llanuras de inundación (de Chilahuala al lago Poopó).

FIGURA Nº 2 UBICACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

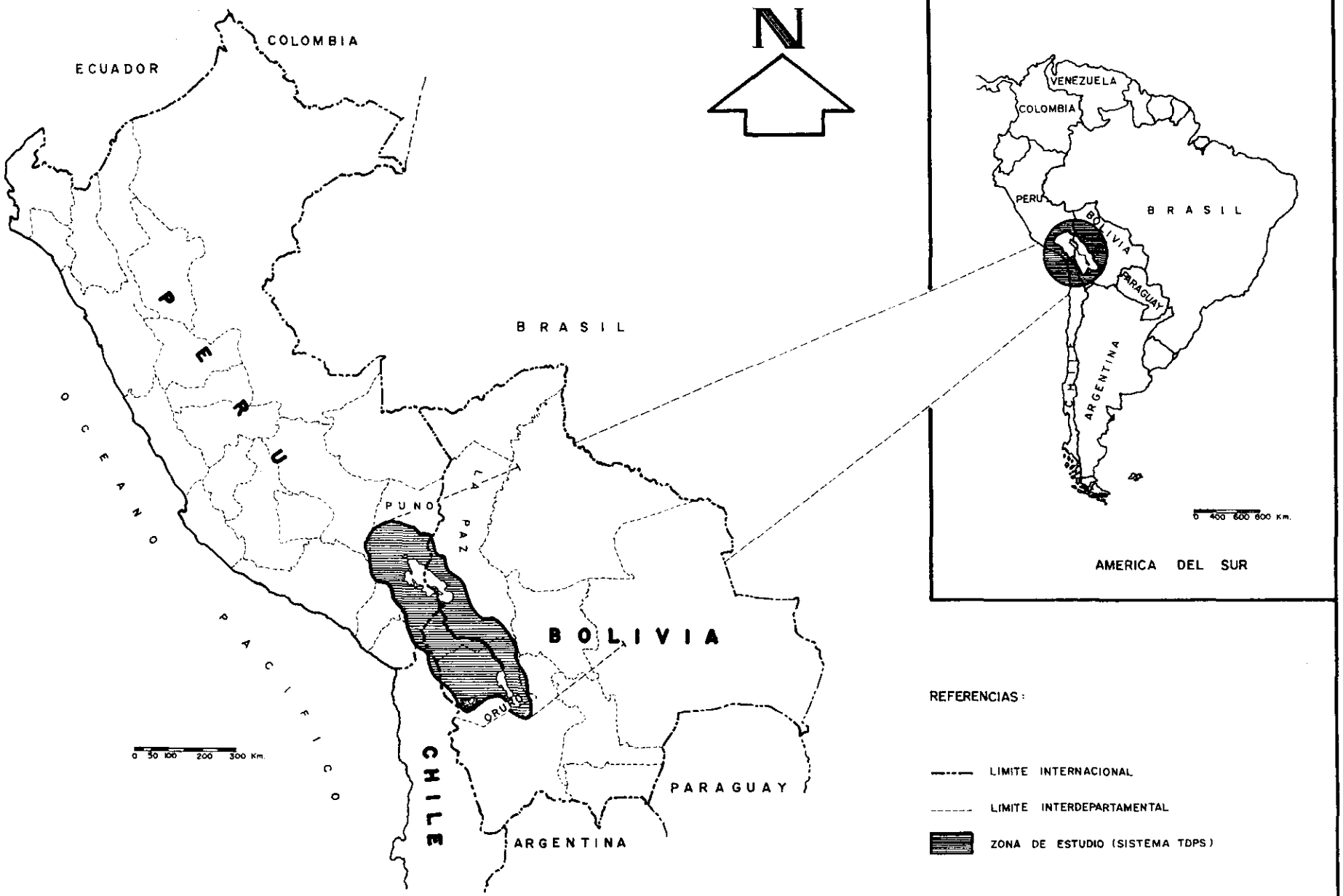
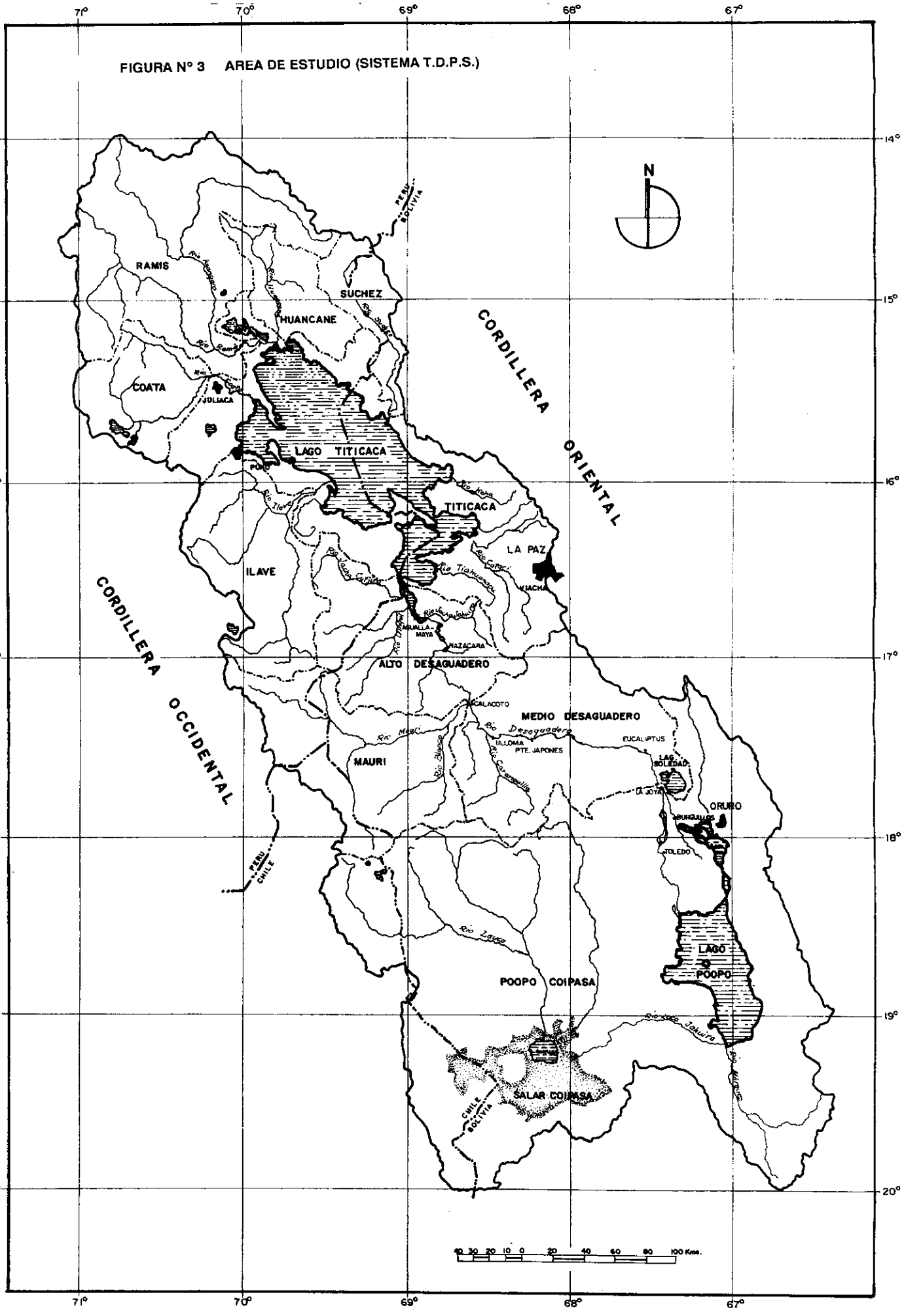


FIGURA Nº 3 AREA DE ESTUDIO (SISTEMA T.D.P.S.)



- Lago Poopó:

  · cuenca vertiente (Intermedia) 24.829 Km^2 (+5.000 Km^2 del Desaguadero),
  · superficie media (del lago) en 1991 3.191 Km^2
  · nivel medio del lago 3.686 m.s.n.m.

- Río Laca Jahuira, que conecta el Lago Poopó con el Salar de Coipasa:

  · longitud del cauce 130 Km, y
  · pendiente media 0,2‰

- Salar de Coipasa:
  · cuenca vertiente (Intermedia) 32.958 Km^2,
  · superficie media (del lago) 2.225 Km^2, y
  · nivel medio del lago 3.657 m.s.n.m.

Por medio de la quebrada Negrojahuira, de alrededor de 20 Km de largo, el Salar de Coipasa se conecta al Salar de Uyuni, el cual tiene una cuenca vertiente (intermedia) de 60.000 Km^2 y una superficie media de 12.000 Km^2. El nivel medio del Salar de Uyuni es de 3.653 m.s.n.m..

La cordillera de los Andes se bifurca en las cercanías del Abra de la Raya al sur del Perú, en dos ramales denominados Cordilleras Occidental y Oriental. En medio de ambas y ascendiendo por sus laderas está el Altiplano.

La divisoria Continental y la cordillera de Carabaya, separan el sistema de la cuenca del río Madre de Dios en el norte. En el sur, la serranía Intersalar separa el sistema de la cuenca del Salar de Uyuni. En la parte este, el límite natural del sistema es la cordillera Oriental o Real, donde podemos distinguir, de norte a sur, las cuencas vecinas de la Amazonía y Pilcomayo. Por último, al oeste el sistema limita con la cordillera Occidental de los Andes.

El altiplano está constituido por una serie de llanuras con varias serranías, cerros aislados y una peneplanicie denominada Puna; y que tiene las características de una cuenca cerrada.

La máxima altitud del sistema está en el monte Sajama de 6.542 m.s.n.m., y la mínima corresponde al Salar de Coipasa con 3.653 m.s.n.m..

4. DIAGNOSTICO SOCIO-ECONOMICO

Se presentan a continuación los resultados de la recopilación, análisis e interpretación de los aspectos socio-económicos de mayor interés en el área del complejo, de manera que sirvan para orientar las acciones del Plan Director relacionadas con el desarrollo rural del Altiplano.

El estudio demográfico regional, ha evaluado que:

- La población total del área del proyecto estimada, para 1990, era de 2,0 millones de habitantes, de las cuales la población rural correspondía al 70,5% del total (1,41 millones: 600 mil en la parte peruana y 810 mil en la parte boliviana);
- Las tasas de crecimiento de la población en el área del proyecto han sido sensiblemente inferiores a los promedios nacionales correspondientes, como consecuencia de la ocurrencia de importantes flujos migratorios extra-regionales (algunos definitivos y otros temporales), los cuales se incrementan con la presencia de eventos extremos como sequías e inundaciones;
- La población económicamente activa se encuentra altamente concentrada en las actividades de agricultura y ganadería, predominando como fuente principal de empleo las pequeñas unidades económicas de carácter familiar; y
- Gran parte del área del proyecto ha sido clasificada como una zona con uno de los menores niveles de vida (habiéndose identificado una prevalencia de malnutrición infantil). El ingreso familiar de sus zonas rurales es uno de los mas bajos en los países respectivos.

Una evaluación de los niveles de educación,y de la infraestructura de servicios públicos y de transportes y comunicaciones, ha identificado que:

- Se tienen elevadas tasas de analfabetismo, a pesar de las significativas reducciones que se han tenido en los últimos años;
- La situación de la vivienda es mala en servicios básicos, en especial en el medio rural;
- La infraestructura de saneamiento básico, energía y salud es insuficiente, en las áreas rurales;
- La infraestructura de transportes (vial, ferroviario, acuático y aéreo) y de comunicaciones se ha orientado a servir prioritariamente el servicio de los centros urbanos más importantes, desatendiendo las áreas rurales.

Un análisis de los principales componentes de las actividades agropecuarias, ha llegado a la conclusión que:

- El sector agropecuario tiene gran preponderancia en la economía del área, el cual está orientado a la producción de materias primas, no existiendo actividades significativas de transformación y predominando porcentualmente, la ganadería en el sector peruano y la agricultura en el sector boliviano;
- Como consecuencia de las severas condiciones climáticas que existen en el área (sequías, inundaciones, heladas y granizadas) que crean un alto grado de incertidumbre, la incipiente tecnología empleada y la escasa proporción de tierras cultivables, se tiene en el área una **economía agropecuaria tradicional y deprimida**;
- A pesar de lo anterior, la producción total agrícola y pecuaria tiene importante relevancia en la producción nacional de ambos países;
- Como consecuencia de las acciones de reforma agraria (en Bolivia, desde 1952 y en Perú, desde 1969) y de reestructuración de las empresas asociativas en el Perú, (desde 1987), se tiene una tendencia hacia el minifundio en el área del Proyecto;
- Las actividades agrícolas se desarrollan principalmente en las zonas circunlacustres, aprovechándose de los efectos termoreguladores de los lagos, mientras que las actividades ganaderas se desarrollan tanto en las zonas circunlacustres (zonas bajas) como principalmente en las zonas alejadas de los lagos (zonas intermedia y altas), aprovechándose los pastos naturales que allí se desarrollan;
- Las tierras de labranza existentes para **agricultura** representan porcentajes relativamente pequeños: 242.100 has - 4,96% del área total de grupos de uso de la subregión Puno en el caso de Perú; y 780.000 has - 10% del área boliviana del proyecto en el caso de Bolivia;
- La cédula de cultivos típica está compuesta de papa, quinua, cebada (grano y forrajeras), otros tubérculos (oca, olluco, mashua y otros) y forrajeras, más algunas leguminosas y hortalizas (sobre todo haba y cebolla);
- Los cultivos forrajeros (incluyendo la cebada grano) corresponden a gran parte de las superficies cosechadas (50% en Bolivia y 42% en Perú);
- Los rendimientos de los principales cultivos son relativamente bajos, en comparación con los

promedios nacionales, lo cual se considera que es una consecuencia de la tecnología tradicional empleada (por la utilización en forma muy limitada de semillas mejoradas, fertilizantes y maquinaria agrícola) y de la influencia de las sequías, inundaciones y heladas;

- Las actividades **pecuarias** se encuentran más desarrolladas en el sector peruano. Las principales crianzas mayores que se tienen son: vacunos, ovinos, alpacas, y llamas; presentándose en menor escala las crianzas menores: porcinos y aves. En términos de unidades ovinas, en el trienio 86-88, existían 11,7 millones de cabezas en el sector peruano y 7,8 millones en el sector boliviano.
- La producción forestal actual es muy reducida en el altiplano, sin embargo existe una potencialidad de ampliación de la producción con vegetación arbórea y arbustiva (natural y/o exótica, según el caso).
- La agroindustria es incipiente, subdesarrollada y de pequeña escala en el altiplano. Sin embargo, existe una vocación empresarial significativa. Podría potenciarse el procesamiento de las fibras de alpaca y llama, y la elaboración de quesos y mantequillas.
- Las acciones de investigación y extensión agropecuaria no se han implementado en forma efectiva y permanente; estando en la actualidad en fase de desactivación;
- La comercialización de la producción agropecuaria no es muy eficiente; se realiza a través de las ferias rurales y en los centros urbanos (en los mercados de abasto y en algunas ferias agropecuarias anuales); y
- El crédito formal es muy limitado, inoportuno y selectivo; debido entre otras causas, a las dificultades en cumplir con los trámites y requisitos necesarios y a la preferencia de las entidades crediticias por atender préstamos hacia otros sectores. Sin embargo, existen algunas acciones especificas y puntuales de crédito a través de proyectos y organizaciones no-gubernamentales (ONG's) que operan en el área.

- El aprovechamiento de los **recursos hidrobiológicos** no manifiesta gran dinamismo, a pesar de los considerables recursos pesqueros y de vegetación acuática que existen (principalmente en el lago Titicaca). Se han identificado tendencias variables significativas en la biomasa en los recientes años.En el aprovechamiento destaca la pesca artesanal. La explotación de la

vegetación acuática y la pesca, que se realizan en la zona litoral del lago, representan una fuente de ingreso para un número relativamente pequeño de personas, siendo las especies más explotadas el pejerrey y la trucha y la totora y el llachu.

- Un análisis de las otras actividades económicas, ha identificado que éstas son relativamente poco importantes. Así:

. Los servicios y el comercio (particularmente el informal) se están incrementando en las áreas urbanas y en las ferias rurales.
. Existe muy poca industrialización en el área.
. Las actividades artesanales son reducidas.
. La minería (particularmente en el altiplano sur boliviano) es significativa.

5. PROBLEMATICA DEL SISTEMA T.D.P.S.

Dentro del sistema T.D.P.S. podemos distinguir cuatro categorías de problemas:

- Físicos, causados por eventos climáticos extremos
- Insuficiencia de recursos hídricos regulables
- Medio ambiente degradado
- Derivados de la realidad socioeconómica (ya tratados en el capítulo anterior).

5.1 PROBLEMATICA POR EVENTOS EXTREMOS CLIMATICOS

Los principales problemas físicos que afectan al sistema T.D.P.S., son consecuencia de la rigurosidad de su clima que influye notablemente en la aparición de eventos extremos de naturaleza metereológica como:

Heladas y granizadas

Existen extensas zonas altiplánicas, principalmente en el sureste, sometidas a más de 300 días de heladas al año, (en Pampahuta se llega a 313), así como zonas donde son muy frecuentes los días de granizo, sobre todo en la parte norte del sistema como en Quillisani a 4.600 m de altura, donde se han llegado a registrar 63 días de granizo en el período 1971-1979. Estos fenómenos metereológicos, constituyen factores limitantes serios, que hacen que las prácticas agrícolas tradicionales, sean casi imposibles excepto en condiciones muy protegidas.

Inundaciones y sequías

Entre los eventos extremos que ocasionan daños en el sistema TDPS, las inundaciones han sido recientemente las que han tomado mayor protagonismo. En la segunda mitad de la década de los ochenta varios años consecutivos de fuertes lluvias produjeron un fuerte aumento de los aportes al lago Titicaca, cuyo nivel fué ascendiendo progresivamente anegando decenas de miles de hectáreas de las zonas ribereñas (en 1986 existían 48000 ha inundadas). Este fenómeno, que tuvo su máxima expresión en el período 1986-87, trajo consigo asimismo un gran aumento de las descargas por el río Desaguadero, que al verse incrementadas con los aportes de sus afluentes, originaron graves inundaciones a lo largo de su curso y, en especial, en su tramo inferior (lagos Uru-Uru y Poopó), poniendo en peligro incluso a la ciudad de Oruro.

Sirvan como ilustración algunos datos. Entre los años 1984, 1985 y 1986, solamente los cinco tributarios principales del lago Titicaca aportaron al mismo una cifra próxima a 2900 hm^3, lo que equivale a un caudal medio que sobrepasa ligeramente los 300 m^3/s. A esto hay que añadir la contribución de los restantes tributarios y, sobre todo, la precipitación directa sobre el espejo del agua, por lo que se estima que la cifra total de aportes duplicó ampliamente la arriba mencionada. Por su parte, aguas abajo del lago las estimaciones efectuadas evalúan el volumen circulante por la estación de Chuquiña, únicamente en el año 1986, en torno a 10000 hm^3, es decir un caudal medio próximo a 320 m^3/s que es casi cuatro veces superior a la aportación media en dicho punto.

Sin duda, los sectores más sensibles a las inundaciones, se ubican en las cuencas bajas de los ríos Ramis e Ilave. En ambos casos se trata de regiones extremadamente llanas, que ocupan deltas de formación reciente, y que documentos cartográficos históricos atestiguan que, al menos temporalmente, han formado parte del espejo del lago Titicaca. Estas zonas fueron las más afectadas por las recientes inundaciones, permaneciendo grandes extensiones anegadas durante meses y, en algunos casos (parte final del delta del Ilave), la situación se prolongó varios años.

De la observación de la serie histórica de niveles medios mensuales de agua en el lago Titicaca en los años 1914-1991, así como de la serie de precipitación anual promedio (1960-1990), sobre los sectores peruanos y boliviano del altiplano, se puede deducir que los períodos más secos fueron los años 1943, 1982-83 y 1990, y que la frecuencia de aparición de períodos secos, con mayor o menor intensidad, es relativamente alta.

Se han estimado los siguientes **montos totales de daños globales** ocasionados por los eventos extremos (a nivel del complejo T.D.P.S.):

a) Por efecto de las **inundaciones**:

- Inundaciones 85/86 : US$ 125,0 millones

  . Agricultura : 41,2 millones
  . Infraestructuras: 83,8 millones

b) Por efecto de las **sequías** :

- Sequía 1982/1983 : US$ 128,0 millones

  . Agricultura: US$ 105 millones
  . ganadería : US$ 23 millones

- Sequía 1989/1990 : US$ 88,5 millones

  . Agricultura: US$ 88,5 millones

De los estudios realizados, se ha llegado a la conclusiión que las sequías son los eventos extremos más frecuentes así como los que producen daños más graves en el sistema T.D.P.S., afectando principalmente al sector agropecuario, que es la actividad principal de la población del altiplano.

5.2 PROBLEMATICA DE RECURSOS HIDRICOS

Recursos hídricos superficiales

Los ecosistemas del eje T.D.P.S. dependen para su mantenimiento de una manera fundamental de sus recursos hídricos.

A la cabeza del sistema encontramos el lago Titicaca y sus afluentes o formadores. El lago Titicaca, una formidable masa de agua de 8.000 Km^2 de superficie y un volumen de más de 900.000 millones de m^3, parecería ser una fuente inagotable de recursos hídricos, pero la realidad es otra. Así en el período histórico 1965-1989 un balance hídrico del lago ha llevado a los siguientes valores medios:

- Aportes por los afluentes = 201 m^3/s
- Lluvia sobre el lago = 252 m^3/s
- Evaporación = 415 m^3/s
- Salida por el Desaguadero = 35 m^3/s
- Fugas, aportes subterráneos,etc = despreciables

De los caudales disponibles a la salida por el Desaguadero, solamente una parte podrá regularse (no se puede almacenar en el lago completamente las crecidas extraordinarias como las ocurridas en el año 1986); es decir se tendría disponible, para todo uso, un caudal regularizado del orden de 20 m^3/s a 25 m^3/s. Este es el caudal máximo que se puede extraer del lago sin crear un desequilibrio que puede llegar a ser irreversible, si se efectuaran extracciones mayores de una forma continua.

Los principales aprovechamientos (existentes y potenciales) en los afluentes del lago Titicaca se concentran en las cuencas de los ríos Ilave, Coata y Ramis, con una demanda actual de 2,43 m^3/s y una futura posible de 30,90 m^3/s. Es obvio que estas demandas no podrán ser atendidas y que deberán ser revisados y priorizados los proyectos.

Los principales aprovechamientos (existentes y potenciales) en la cuenca del Desaguadero se concentran a lo largo del cauce principal. El caudal anual medio natural disponible del río Desaguadero es en Ulloma 77,17 m^3/s y el del Mauri, su principal afluente, en Calacoto 18,57 m^3/s. Si bien las demandas actuales en su cuenca son de 1,00 m^3/s y la futura estimada de 19,45 m^3/s, en principio parecería posible ser atendidas, pero esto dependerá fundamentalmente de la posibilidad de regular dichos caudales, y de aprovechar los caudales no regulados al máximo.

Los recursos hídricos en la parte sur del sistema, lagos Poopó, Uru-Uru y Soledad, deberán ser usados para tratar de resolver problemas ecológicos y de calidad de agua (mantenimiento de los recursos hidrobiológicos).

El lago Poopó está en una situación muy precaria. La fuerte evaporación de agua, la baja pluviosidad y los bajos caudales que actualmente lo alimentan, no permiten un aumento de su volumen de agua, indispensable para mantener su vida biológica, ni una disminución de su salinidad. Por ello, aparentemente no sería posible preservar sus recursos hidrobiológicos.

La mayor parte de sus ríos tributarios (margen izquierda del lago), presentan tasas de salinidad elevadas, superiores a 2 g/l. El brazo derecho del río Desaguadero, actualmente está colmatado de sedimentos y sólo funciona de manera precaria. El lago sólo recibe de manera regular las aguas saladas y contaminadas que previamente transitaron por el lago Uru-Uru.

En los años 1987-90, como consecuencia de las grandes crecidas en el río Desaguadero, la producción pesquera del lago Poopó se incrementó (alrededor de 3.000 t/año) y se ubicaron hasta 500 pescadores. Pero, actualmente como consecuencia del aumento de la salinidad, la producción está alrededor de 500 t/año con alrededor de 250 pescadores o menos.

Se ha estimado que para mantener el nivel actual del lago Poopó, sería necesario que ingrese 54 m^3/s de agua en promedio. En el Desaguadero, en la Joya (antes del Poopó), se disponen en media tan solo 39 m^3/s (agua regulada o regulable) (entre 29 m^3/s y 55 m^3/s), de los cuales 10 m^3/s provendrían del lago Titicaca (si los recursos se dividieran en partes iguales entre los dos países), y 29 m^3/s (entre 19 m^3/s y 45 m^3/s), provenientes de sus afluentes, si no se tuviera en cuenta los posibles aprovechamientos a lo largo del río; es decir que la supervivencia del lago Poopó depende casi exclusivamente de aguas no reguladas o de derivaciones de otras cuencas (Ej. río Lauca).

En lo que concierne al lago Uru-Uru y la laguna Soledad, sus necesidades respectivas son 4 m^3/s y 3,3 m^3/s para mantener niveles de agua que permitan desarrollar la flora y la fauna acuáticas. Para mantener el nivel actual de salinidad se precisará un caudal de 14 m^3/s.

Como conclusión se puede decir que los recursos hídricos disponibles son insuficientes para satisfacer las demandas de todos estos cuerpos de agua. Como consecuencia será necesario proponer una política de optimización de los recursos que permitan minimizar los impactos.

Recursos hídricos subterráneos

Los recursos hídricos subterráneos dependen fundamentalmente de las características sedimentológicas de los acuíferos, de sus características hidrodinámicas y de las condiciones de recarga y descarga.

Se puede señalar que en las cuencas hidrogeológicas del flanco noroeste, los flujos subterráneos son mayores que en el resto de áreas del sistema T.D.P.S. Sin embargo el aporte total de los acuíferos hacia sus niveles de base (lagos, ríos), no supera los 5 metros cúbicos por segundo, con lo cual se puede indicar, en una primera aproximación, que las reservas acuíferas no son abundantes.

En la actualidad la explotación del agua subterránea es poco significativa en la gran mayoría de las cuencas hidrogeológicas del sistema, debido a que un alto porcentaje de perforaciones profundas se encuentran inactivas por varias causas (falta de equipos de bombeo, equipos inoperativos, falta de fondos para combustible, proyectos en ejecución, etc.).

Con la modalidad de explotación muy difundida en todo el altiplano de **"pozo somero a tajo abierto"**, los volúmenes de explotación son muy bajos a pesar de existir una cantidad importante de pozos, debido a que la extracción del agua se hace manualmente, de manera precaria con fines de uso doméstico.

La explotación intensiva de este recurso sólo ocurre en los campos de pozos profundos de abastecimiento de agua para poblaciones e industrias, como es el caso de la ciudad de Oruro y El Alto en la parte boliviana.

En consecuencia, la relación explotación-recursos, que es muy importante para la planificación de los recursos hídricos, no es crítica en la mayoría de las zonas, mientras se mantenga la situación actual, salvo las zonas explotadas intensivamente (Oruro - El Alto).

En el futuro, cuando entren en funcionamiento los pozos inactivos, ubicados generalmente en las partes medias y bajas de las cuencas, la relación explotación-recurso, tendería a ser crítica si la explotación no se hace con buen criterio, lo que exigiría un control de los acuíferos. Sin embargo como factor compensatorio a esta relación se podrá tener que el mayor gradiente de escurrimiento, induciría una mayor recarga a los acuíferos ubicados en las partes bajas de las cuencas y además se disminuiría las pérdidas por evaporación que están ocurriendo al estar los niveles freáticos muy cerca de la superficie del suelo.

En las cuencas altas del sistema T.D.P.S., se encuentran numerosas zonas húmedas de diversos tamaños **bofedales**, que son depresiones próximas a lagos y ríos, o depresiones suspendidas de origen natural o antrópico. Estas zonas húmedas, de tipo turbera de altitud, poseen una importante riqueza florística y faunística y participan muy activamente en los recursos hídricos de las cuencas, jugando un papel de almacenaje y restitución de aguas al sistema. Desde el punto de vista económico, estas zonas húmedas constituyen zonas de pastos muy ricos explotados por el ganado bovino, ovino y principalmente de camélidos. Una sobreexplotación de aguas subterráneas,puede llevar a un drenaje incontrolado de los bofedales con los consiguientes impactos negativos sobre los ecosistemas y la economía local.

5.3 PROBLEMATICA MEDIOAMBIENTAL

Erosión y sedimentación

La erosión es uno de los problemas más graves, y de más difícil solución que ocurre en el altiplano. Existe una erosión natural causada por las aguas en un medio geológico vulnerable a su actuación, una erosión antrópica causada por la intervención del hombre, y una erosión eólica.

Un elevado porcentaje de superficie, 26,60%, (o sea 38.283 Km^2), presenta una fuerte susceptibilidad a la erosión y pone en evidencia el potencial impacto de todas las perturbaciones sobre el medio que tiene un equilibrio ya frágil (agricultura, sobrepastoreo y destrucción de la vegetación).

Debido a los problemas de temperatura, de frecuencia de heladas y de pluviosidad, el uso de la tierra está relativamente concentrado en el noroeste de la zona de estudio (altura inferior a 4.000 m, con una pluviosidad superior a 500 mm).

En la situación actual, los cultivos esencialmente se practican con un barbecho de duración variable, en una superficie global del orden de 1,5 millones de hectáreas, y que corresponden a un complejo de cultivos, barbechos y tierras no cultivadas, en porcentaje variable. Un poco más de la mitad de esta superficie, localizada en terrenos con pendiente superior a 6%, necesitan acondicionamientos antierosivos sistemáticos del tipo terrazas, líneas de piedras, etc.

La importancia de la erosión se debe a las pendientes utilizadas, que superan el 30%, y de la práctica tradicional de cultivos de papa en surcos dispuestos en el sentido de la pendiente para garantizar el drenaje y mejora de las condiciones fitosanitarias. El uso de tierras en pendiente tiene, generalmente en la región, una justificación microclimática (exposición al sol, menor sensibilidad a las heladas), ya que existe una tradición de construcción de terrazas desde hace más de 1.000 años. Los cultivos en pendiente inferior a 6%, se ven frecuentemente afectados por una erosión laminar no despreciable, especialmente sobre las tierras con estructura frágil.

Hay otros factores locales que juegan un papel importante de aceleradores o moderadores de la erosión, como son la fragilidad de la estructura del suelo y la importancia de los materiales pedregosos de superficie, la reducción de la cobertura vegetal y el sobrepastoreo entre otras.

La erosión eólica

Como caso particular de la erosión eólica, cabe señalar que ésta afecta esencialmente a la zona árida, con menos de 400 mm/año de pluviosidad. Esta amenaza existe en toda la parte sur del sistema T.D.P.S.:

La sedimentación

Las tasas de erosión estimadas en el sistema son:

Ríos o estaciones	Area de la cuenca (Km^2)	Transporte sólido medio (10^3 t/año)	Erosión t/Km^2/año
Río Desaguadero	11.812	3.734	316
Río Mauri-Calacoto	9.875	140	14
Río Desaguadero-Ulloma	23.000	6.187	269
Río Suchez-Escoma	2.825	64	22,5
Río Huancané	3.540	103	29
Río Ilave	7.705	143	18,5
Río Coata	4.550	158	35
Río Ramis	14.700	606	41

Una consecuencia directa de la erosión es el arrastre de material sólido a los ríos del sistema; este transporte sólido llega a saturar el caudal fluvial y fija el equilibrio del río conformando a su vez su morfología; una modificación de los aportes con ocasión de grandes crecidas, aumento o supresión, modificará las condiciones de equilibrio de los ríos, produciéndose la formación de meandros, si a esto se añade cambios de pendientes importantes puede llegarse a un depósito de sedimentos, produciéndose cambios de curso de los cauces de los ríos, aparición de lagos, como en el caso del Uru-Uru y la laguna Soledad, o desaparición por colmatación de sedimentos, como ocurre actualmente en el lago Poopó.

Salinización

Las aguas del lago Titicaca y de sus afluentes, presentan una salinidad inferior a 1 g/l. A partir del inicio del río Desaguadero hasta La Joya (a la altura de la laguna Soledad), el río Desaguadero incrementa sus niveles de salinidad a valores entre 1 y 2 g/l. Si bien localmente los afluentes del Desaguadero pueden presentar salinidad superior a 2 g/l; es a partir de La Joya, que la salinidad es superior a 2 g/l y llega a 100 g/l en la parte sur del lago Poopó.

Contaminación química. Fuentes de contaminación

En el sistema T.D.P.S. se encuentra contaminación química, tanto en las aguas como en sedimentos.

Las aguas del lago Titicaca y sus afluentes no presentan contaminación por metales pesados, pero se encuentra una contaminación moderada puntual en la bahía de Puno. En el río Desaguadero hasta La Joya sólo se encuentra una contaminación moderada por cadmio aparentemente vertida en los alrededores de la confluencia con el río Mauri. A partir de La Joya, el río Desaguadero, así como los lagos Poopó y Uru-Uru, presentan una fuerte concentración de metales pesados, principalmente Cd, As, Co, Pb, Ni, Mn, Cr, Sb.

En cuanto a contaminación de lodos, se puede señalar que los sedimentos del río Coata están contaminados por Cu, Cd, Mg, Pb, Zn, Ni y Co; son estos mismos elementos los que se encuentran en la desembocadura de este río en la bahía de Puno. En cambio, los sedimentos del lago Titicaca y los de los otros ríos tributarios no presentan contaminación.

Se tiene dos focos notables de poluición en la cuenca: el río Verde afluente del Coata, y los ríos afluentes a los lagos Uru-Uru y Poopó donde la fuerte contaminación de sedimentos y aguas, proviene conjuntamente de una actividad minera del pasado, de un lixiviado de relaves y de la actividad minera incontrolada actual.

Contaminación por vertidos de aguas residuales urbanas e industriales

Las fuentes de contaminación son principalmente los centros o aglomeraciones humanas, entre los que podemos citar las ciudades de Puno, El Alto y Oruro, y en menor escala los poblados de Juliaca, Ilave, Juli, Huancané y Desaguadero.

En el Puente Internacional, en la localidad de Desaguadero, se observa una baja concentración de oxígeno disuelto, esto se debe a un incremento de la contaminación doméstica provocada por el hombre (aumento de la población estable y flotante), y de las basuras, que, además provocan el desarrollo de la flora saprófita anormal, que consume una mayor cantidad de oxígeno disuelto.

El problema de contaminación por desechos sólidos, basuras, está generalizado a todos los poblados en el altiplano.

Como consecuencia de la contaminación química o bacteriología, los ecosistemas presentes en la cuenca, se encuentran ya afectados. Así, se ha encontrado en la bahía de Puno contaminación de peces por cadmio, niquel, arsénico y mercurio; asimismo se han comprobado malformaciones en peces del lago Poopó ocasionadas por productos tóxicos.

II. PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL

6. ESTUDIOS BASICOS E INFORMACION DISPONIBLE

Los estudios básicos realizados que han servido de sustentación para la elaboración del Plan Director han sido:

Estudios de **Geomorfología, Climatología, Hidrología, Hidrogeología, Hidroquímica y Contaminación, Fluviomorfología, Suelo, Cobertura de suelos y Erosión, Medio natural, Topografía y Batimetría**

La recopilación de la información disponible, datos, estudios y proyectos existentes han sido una parte muy importante de los trabajos, y fundamental para el desarrollo de los estudios.

De entre las actividades de recopilación, de manera general, se puede destacar:

- Selección de las redes de observación metereológica, colecta y análisis de datos (precipitación, temperatura, evaporación, viento, etc.).

- Selección de la red hidrométrica (locales de aforos, caudales en los ríos y niveles en el lago Titicaca). Control de transportes sólidos y de calidad de agua. Diagnóstico del estado actual de las estaciones mediante reconocimiento sobre el terreno, y elaboración de fichas de inventario con sus características.

Recopilación de información relativa a:

- Estudios y proyectos existentes realizados en el área, y que conciernen a climatología, hidrología, hidrogeología, hidráulica, socioeconómica, agricultura, pesca, etc.

- Cartografía, topografía y mapas temáticos (geología, vegetación, suelos..).

De importante ayuda para la recopilación de la información, ha sido las bibliotecas existentes en los PELT Perú y PELT Bolivia, donde en una base de datos informatizada está organizada casi toda la información disponible en el área de los estudios; así como también los SENAMHI (Servicio Nacional de Metereología e Hidrología) de Bolivia y Perú, e instituciones diversas de ambos países.

Un análisis crítico de datos utilizados está especificado en cada Estudio Básico.

7. OBJETIVOS DEL PLAN DIRECTOR

El objetivo principal del Plan Global Binacional se orienta al manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos e hidrobiológicos del sistema T.D.P.S., sin afectar negativamente la ecología de la región; este objetivo debe enmarcarse en los planes de desarrollo económico regional de ambos países.

De una forma particular los objetivos del Plan tenderán a formular directrices que solucionen o minimicen la problemática regional de sequías e inundaciones, que se presentan en el sistema T.D.P.S. asociadas a eventos climatológicos extremos, y a contemplar así mismo soluciones para aliviar los problemas causados en la agricultura local por heladas y el granizo.

Las líneas de actuación requerirán el establecimiento de planes de ordenación de recursos, proyectos, programas específicos, medidas administrativas, evaluación de impactos y corrección de los mismos, en caso de ser negativos.

Los programas, proyectos y acciones que se propongan considerarán alternativas de control, de reparto y de manejo de las aguas, bajo las siguientes características:

- Ser equilibradas y aceptables por ambos países;
- Ser satisfactorias dentro del marco de la política y de la práctica de integración entre ambos países;
- Estar dirigidas por la preocupación de mantener y mejorar los equilibrios necesarios por la preservación a largo plazo de los recursos naturales y de sus ecosistemas.

Considerando las limitaciones actuales en término de datos e informaciones, cabe subrayar que el Plan Director Global Binacional es dinámico, por lo que requiere ser perfeccionado, y en una forma continua sobre la base de normas establecidas, y mediante una serie de trabajos complementarios previamente coordinados.

Por lo que antecede, cabe insistir en que la determinación final de los componentes y de las fases del Plan Director es de competencia de la Autoridad Binacional Autónoma, conforme a los compromisos acordados, y bajo orientación política de ambos gobiernos.

8. ESTRATEGIAS DEL PLAN DIRECTOR

El Plan Director Global, es un instrumento para lograr el aprovechamiento racional e integral de los recursos hídricos e hidrobiológicos, del sistema T.D.P.S, orientado a posibilitar el desarrollo del **Altiplano Peruano-Boliviano**, y debe estar íntimamente ligado a las acciones de política económica más conveniente para esta región.

Aspectos generales

Para los efectos del manejo de las estrategias de ejecución, se ha visto por conveniente dividir el sistema en áreas homogéneas:

- Cuencas de los afluentes del lago Titicaca,
- Lago Titicaca,
- Cuenca del río Desaguadero
- Cuenca del lago Uru-Uru, laguna Soledad y zonas ribereñas.

Por sus características similares se definen como estrategias comunes las siguientes:

a) Ordenación de los recursos hídricos, compatibilizando las demandas para diferentes usos (agrícolas, urbanos, industriales, mineros, etc) con las demandas disponibles.

b) Desarrollar acciones que permitan hacer buen uso y manejo del recurso hídrico disponible en las áreas con infraestructura de riego, emprendiendo acciones de: investigación, difusión, extensión, capacitación, asistencia técnica y financiera (crédito), así como buscando alternativas de solución al problema de la tenencia de la tierra.

c) Ejecución de nuevos proyectos de riego y drenaje, bajo las normas siguientes:

   1. Tener asegurada la disponibilidad del recurso hídrico, sea de fuentes superficiales o subterráneas, así como de escurrimiento natural o regulado.

   2. Tener establecida la propiedad y la tenencia de la tierra en el ámbito del proyecto.

   3. Utilizar métodos de riego que aseguren una buena eficiencia de uso del recurso, en las condiciones económicas propias del sector.

4. Identificar los problemas de prevención de la salinidad de los suelos, y de su control por drenaje.

5. Mitigar los posibles problemas de impacto ambiental.

6. Involucrar desde el inicio a los futuros beneficiarios del proyecto, sena estos propietarios privados, comunales y/o multicomunales.

7. Establecer un sistema permanente de desarrollo agropecuario que considere acciones en investigación, difusión, extensión, capacitación, asistencia técnica y crediticia.

d) Ejecución de acciones de prevención y control para evitar el transporte de sedimentos e inundaciones, a través de la conservación de suelos en las cuencas, con prácticas mecánicas y agronómicas como: construcción de obras de encauzamiento de ríos, defensas ribereñas, control de cárcavas, andenes, agroforestería y otros según propuestas de los correspondientes estudios del Plan Director.

e) Identificación y ordenación coordinada de los volúmenes de agua posibles de trasvase.

f) Establecer controles de contaminación minera.

g) Iniciar de inmediato acciones de fomento y desarrollo de camélidos, y de manejo racional de los bofedales, y de sistemas de invernaderos.

Particularizando las áreas o componentes, las estrategias serían las que a continuación se detallan:

Cuencas de los afluentes del lago Titicaca

- Desarrollo de las irrigaciones en actual operación como las de Huata Quita, Cabanillas, Asillo, Chuquibambilla, Huarina Peñas, y otras.

- Priorización de los proyectos de riego en las cuencas afluentes.

- Ordenación coordinada de posibles trasvases que puedan ocurrir hacia las ciudades de La Paz, Tacna y Arequipa.

- Control de contaminación minera principalmente en el río Coata.

Lago Titicaca

Para el efecto se conocerá con esta denominación, las estrategias que se emprenderán directamente en el espejo de agua del lago, así como del área circundante y de las microcuencas que vierten directamente a él:

- Consideración de las actuales y futuras demandas de aguas para uso poblacional y agrícola, como las captaciones en las ciudades de Puno e Ilave, y los riegos de Pirapi y Ccotos, respectivamente.

- Construcción del sistema de control de los niveles de agua y regulación de su descarga por el río Desaguadero.

- Reordenamiento de la ocupación de las tierras a nivel de ciudades y áreas agrícolas, evitando la ocupación de aquellas suceptibles a ser inundadas temporalmente.

- Uso de los recursos hidrobiológicos del lago, cuidando de no incrementar el actual desbalance, que requiere el incremento de las áreas sembradas con llachu y totora, y el repoblamiento por especies nativas.

- Emprender las acciones pertinentes para evitar la acelerada contaminación de la bahía de Puno.

Cuenca del Río Desaguadero

- Construcción e instalación de los sistemas de compuertas, en el Puente Internacional y Aguallamaya, complementados por un sistema de alerta en el río Mauri, para el cierre de compuertas.

- Regulación del flujo hacia el brazo izquierdo y derecho (crecidas) del curso del río, a partir de la obra de bifurcación de La Joya.

- Aprovechar los recursos hídricos de escurrimiento natural y los recursos regulados a la salida del lago Titicaca, y posiblemente en los afluentes, en particular los de la cuenca del río Mauri.

- Identificar, prevenir y controlar los problemas de mal drenaje y salinización de los suelos, en las áreas de riego tradicional ya existentes, y en las nuevas a desarrollarse.

- Obras de encauzamiento del río Desaguadero, en los sectores críticos.

- Ejecutar acciones de conservación de suelos para la disminución del transporte de sedimentos, principalmente de las cuencas de los Ríos Mauri, y Jacha Jahuira.

- Identificación y ordenación coordinadas de los posibles volúmenes de trasvase para usos poblacionales para la ciudad de Tacna (cuenca Mauri).

Cuenca de los lagos Uru-Uru y Soledad

- Prevención y control de inundaciones en las zonas circunlacustres, en especial para la ciudad de Oruro, por regulación del brazo izquierdo del Desaguadero.

- Estabilización y control del proceso de salinización para la preservación de los recursos hidrobiológicos del lago Uru-Uru y la laguna Soledad.

- Control de la contaminación minera y efluentes domésticos de la ciudad de Oruro, para conservar la ecología acuática.

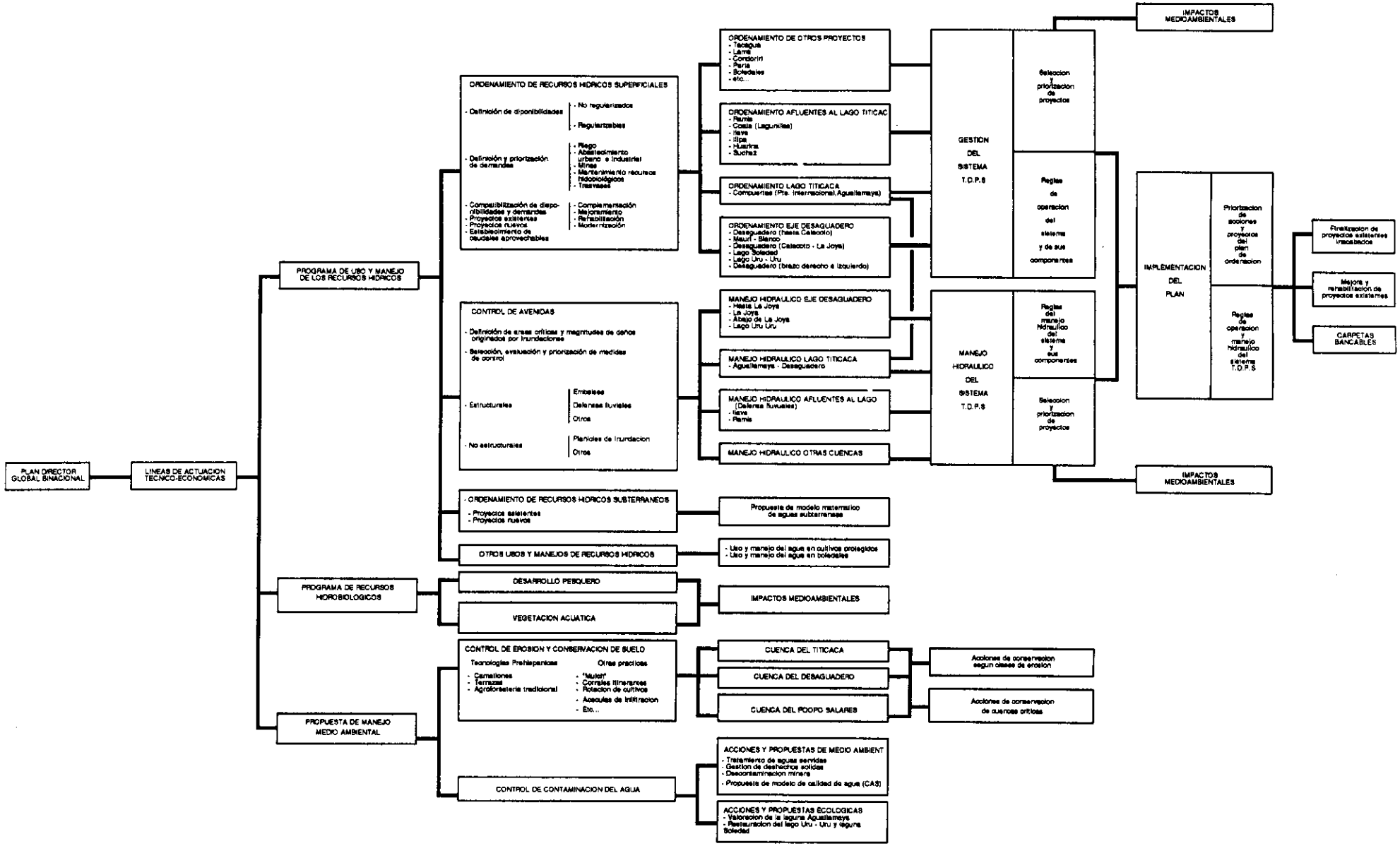
- Hacer uso racional de los recursos hidrobiológicos disponibles en el lago Uru-Uru, y potenciales en la laguna Soledad.

LINEAS MAESTRAS DE ACTUACION DEL PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL

El Plan Director Global Binacional, tendrá dos fases en su funcionamiento; una primera de **implementación** y otra posterior de **gestión**.

Las línes maestras de actuación de la fase de implementación tendrán características **técnico-económicas**; ya en la fase de gestión las líneas maestras serán **técnicas** y **socio-institucionales** de acuerdo a las sub-divisiones que se presentan en las figuras Nº 4 y Nº 18.

FIGURA Nº 4 : ACTUACIONES PARA IMPLEMENTACION DEL PLAN DIRECTOR



9. PROGRAMA DE USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS HIDRICOS

Siendo el agua, uno de los factores de vida del sistema T.D.P.S., el óptimo manejo de los recursos hídricos del sistema es uno de los objetivos principales del Plan Global Binacional. Sin embargo, dadas las limitaciones de sus disponibilidades, en el sistema, y la variabilidad con que ocurren, (originando períodos prolongados de sequías y de inundaciones, causando considerables daños), se considera indispensable la implementación de un **Programa de Uso y Manejo** de estos recursos en el complejo T.D.P.S.

Para ello se plantea que las acciones del Programa se dividan en cuatro campos principales de actuación:

- **Ordenamiento de recursos hídricos superficiales**
- **Control de avenidas**
- **Preservación y explotación de aguas subterráneas**
- **Otros Usos y manejos de agua**

Posteriormente se definirán las obras y proyectos para poner en práctica estas acciones.

9.1 ORDENAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES DEL SISTEMA TDPS

Para establecer la ordenación de recursos hídricos del complejo, se deben tratar de compatibilizar las disponibilidades y demandas de los diversos proyectos,tanto en los diferentes subsistemas del complejo, como en el sistema global.

Cuencas de ríos afluentes al lago Titicaca

La disponibilidad de recursos hídricos superficiales naturales, en las principales cuencas afluentes al lago Titicaca, han sido obtenidas a través de los estudios hidrológicos. En cuanto a las demandas, el principal y mayor uso de agua, en las cuencas afluentes es el riego.

Los principales aprovechamientos de riego, se concentran en las cuencas de los ríos **Ilave**, **Coata** y **Ramis**. Los citados ríos suponen juntos el 63,51% de las disponibilidades hídricas de todas las cuencas afluentes al Lago, y el 97,91% de las demandas totales (actuales y futuras) de los aprovechamientos existentes y potenciales.

En cada una de las cuencas se han identificado los proyectos de riego importantes, existentes y propuestos, y se han estimado sus demandas correspondientes, entre ellas las demandas consideradas para trasvases hacia cuencas del Pacífico (Chili: Arequipa; Locumba: Tacna), así como hacia cuencas del Atlántico (Choqueyapu: La Paz). Las demandas domésticas en los afluentes son muy reducidas, excepto para la ciudad de Juliaca.

Gestión de los recursos hídricos de la cuenca del río Ilave

El modelo de gestión consta de 2 embalses y 5 demandas o vertidos. Los embalses incluídos son:

Embalses	**Volúmenes previstos (hm^3)**		
	Maximo	**Mínimo**	**Util**
Chihuane	200	20	180
Lacotuyo	310	160	150
TOTAL	**510**	**180**	**330**

Las **aportaciones** parciales (media anual), aplicadas en cada nudo del esquema (Figura Nº 5) en el período 1960-1990 son:

Nudo		**Aportación media anual (hm^3)**
1	Embalse Chihuane	221,69
2	Embalse Lacotuyo	104,11
3	Azud en el río Uncaillane	254,11
4	Confluencia	634,14

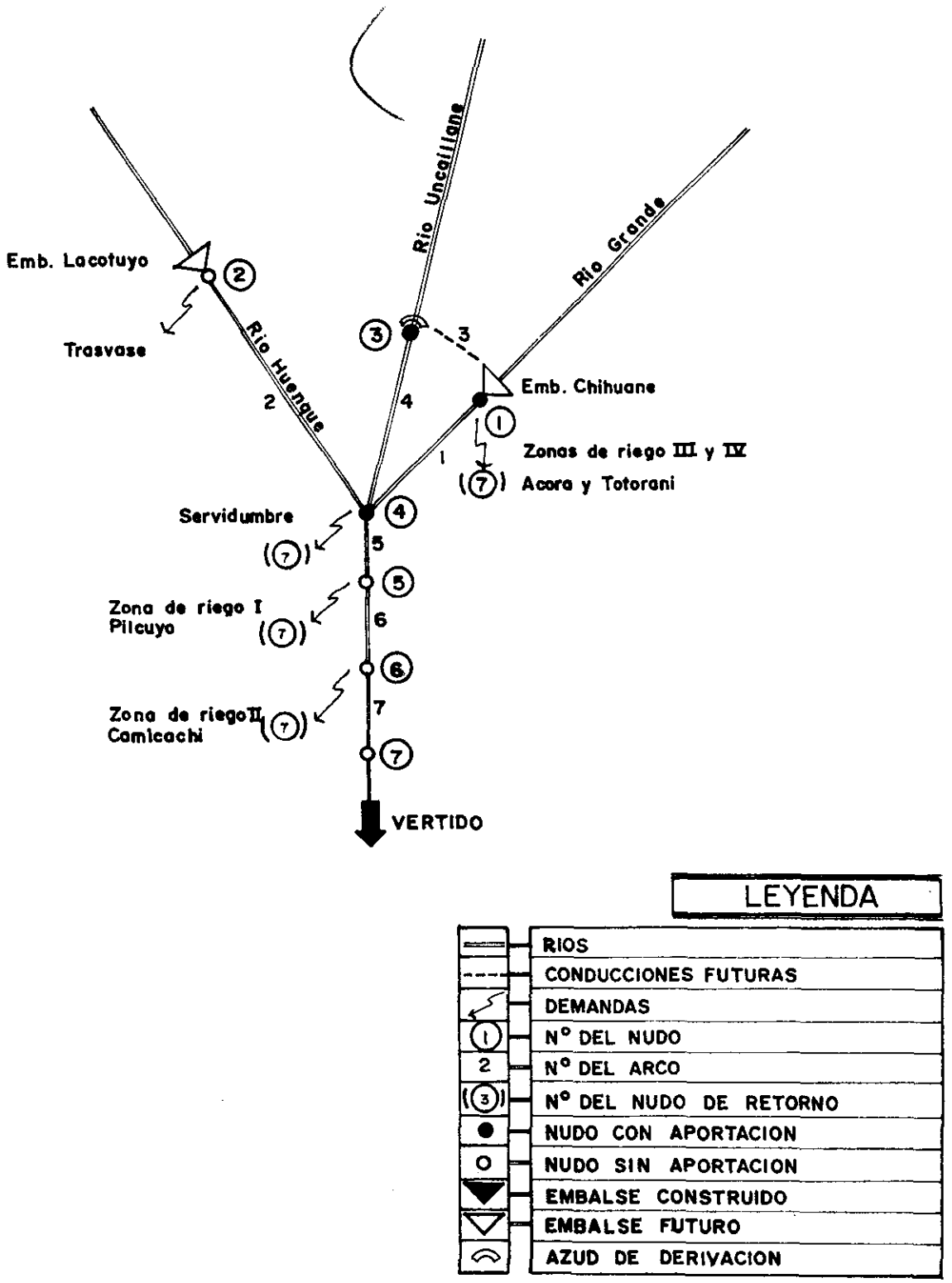
Se ha considerado una evaporación media anual de 1546 mm en el embalse de Chihuane y de 1829 mm en el de Lacotuyo.

Las **demandas** consideradas fueron:

Nudo	**Tipo de demanda**	**Superficie (ha)**	**Demanda (hm^3/año)**
1	Riego: Sector III. Totorani	3370	62,60
	Riego: Sector IV. Acora	8456	160,01
5	Riego: Sector I. Pilcuyo	2440	58,00
6	Riego: Sector II. Camicachi	3500	68,34
	Subtotal 1	**17.766**	**348.95**
1	Trasvase		145,07
4	Servidumbre		110,34
	Subtotal 2		**255,41**
	Total		**604,36**

FIGURA N° 5

SISTEMA ILAVE
ESQUEMA REPRESENTATIVO



con un retorno de riego considerado igual a 25% de la demanda.

- Las hipótesis simuladas son tres (en función de los riegos, trasvases y embalses en funcionamiento), según el cuadro adjunto:

ESTUDIO DE GESTION DE LOS RECURSOS DE LA CUENCA DEL RIO ILAVE
HIPOTESIS SIMULADAS

HIPOT	DERIVACION RIO UNCAILLANE	RIEGOS Y TRASVASE				EMBALSES	
		REGADIO PILCUYO (1)	REGADIO CAMICACHE (2)	RGO.ACORA Y TOTORANI (3)	TRASVASE EMB.LACOT.	CHIHUANE	LACOTUYO
1-I	NO	SI	SI	NO	SI	NO	NO
2-I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO
3-I	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

(1) Orden de prioridad en demandas de agua para riego

Del análisis de los resultados de la gestión, de los recursos en la cuenca del Ilave, se puede señalar:

- Con los recursos de agua no regulados del río Ilave, sólo se puede atender con garantías aceptables el sector de riego Pilcuyo y parte del sector Camicachi. No se podría atender, con garantías aceptables, la cantidad solicitada de derivación de excedentes (trasvase) en Lacotuyo.

- La construcción de la presa Chihuane en el río Grande (incluyendo la derivación del río Uncaillane hacia Chihuane) permitiría el desarrollo de las áreas de Totorani y Acora, aunque para lograr garantías razonables de atendimiento sería necesario una pequeña reducción en su ámbito (a 17.766 ha).

- La derivación de los excedentes de las aguas del río Ilave hacia las cuencas del Pacífico (Tacna) en las magnitudes definidas por los estudios del Proyecto Especial Tacna para el afianzamiento de Aricota no sería posible en ninguno de los casos analizados, pues las garantías de atendimiento son relativamente bajas y afectarían las garantías de riego de las áreas previstas a desarrollar en la cuenca del río Ilave. Además, ésta derivación entra en conflicto con las demandas posibles de atender (principalmente para riego) del conjunto de cuencas afluentes al lago Titicaca sin afectar significativamente los nive-

les del lago, según los resultados del modelo de simulación del lago Titicaca en el sistema T.D.P.S.

Gestión de los recursos hídricos de la cuenca del río Coata

El modelo de gestión (Figura Nº 6), consta de 2 ó 3 embalses (según los casos) y el resto de los nudos o trechos (áreas) son conducciones, demandas o vertidos; los embalses incluidos son:

Embalses	**Volúmenes previstos (hm^3)**		
	Maximo	**Mínimo**	**Util**
Laguna Ananta-Suito	368	350	18
Pinaya	76	12	64
Laguna Lagunillas	912	412	500

Se ha considerado una evaporación media anual en todos los embalses de 1546 mm. que corresponden a la laguna Lagunillas.

Las **demandas** consideradas fueron:

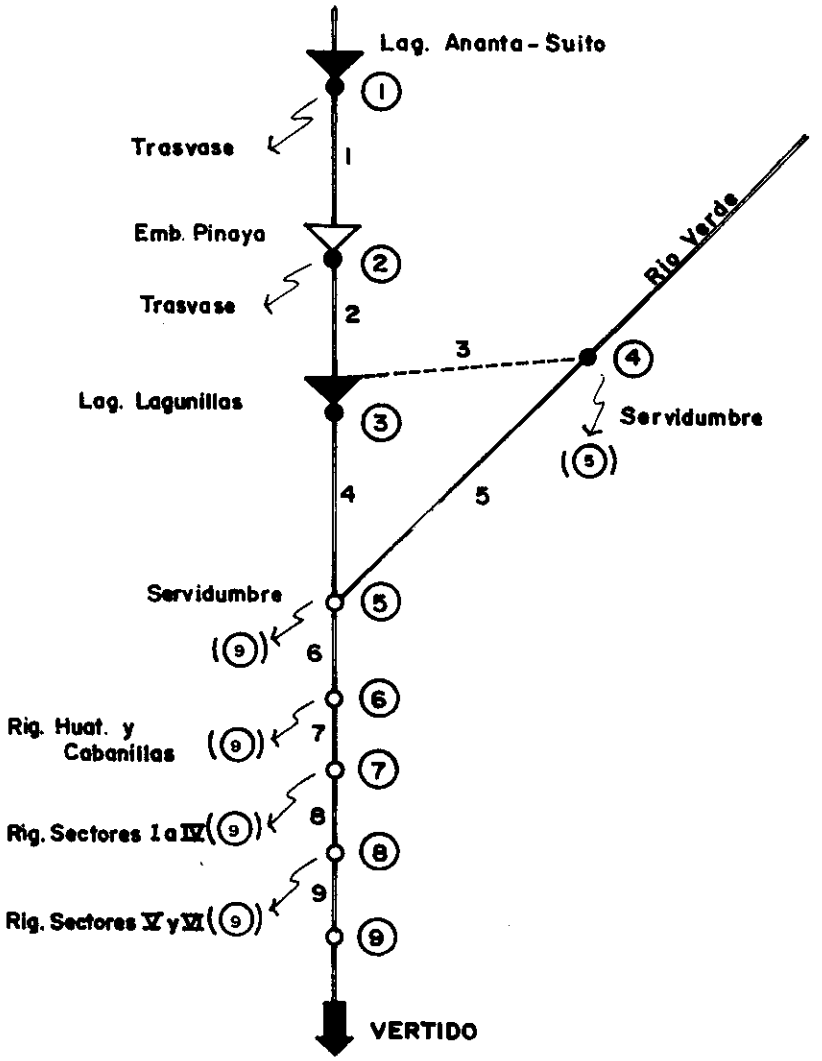
		Superficie (ha)		
Nudo	**Tipo de Demanda**	**Parcial**	**Total**	**Demanda (hm^3/año)**
6	Riego Huataquita	900		
	Riego Cabanillas	1.600	2.500	32,18
7	Riego Sect. I.- Yanarico	2.900		
	Riego Sect. II.- Yocará-Caracoto	9.923		
	Riego Sect.III.- Cantería	2.077		
	Riego Sect. IV.- Cabanillas-Chatapujio	1.666	16.566	202,63
8	Riego Sec. V.- Cabana	7.540		
	Riego Sect. VI.- Mañazo	6.935	14.475	146,54
	Sub total		**33.541**	**381,35**
1 (hip. 3)	Trasvase desde Lag. Ananta-Suito			14,84
2 (hip. 2)	Trasvase desde Emb. Pinaya			151,32
4	Servidumbre Río Verde			31,54
5	Servidumbre Río Coata			63,08

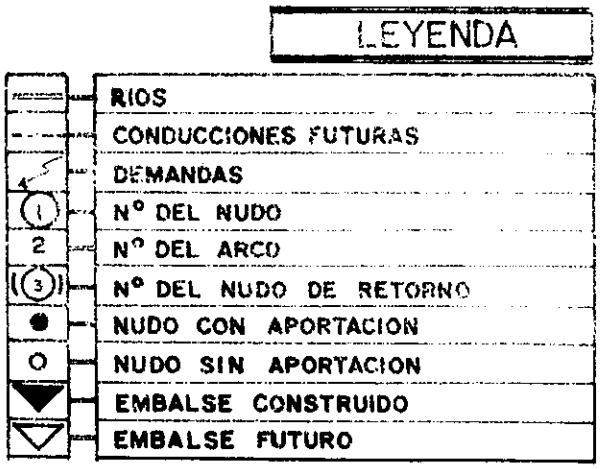
Se ha considerado un retorno al sistema del 20% del agua utilizada para riego, siendo el nudo 9 (del esquema) que recibe estos retornos.

Las **aportaciones** parciales (media anual), aplicadas en cada nudo del esquema en el período 1960-1990, son:

FIGURA N° 6

SISTEMA COATA
(ESQUEMA REPRESENTATIVO)





Nudo		Aportación media anual (hm^3)
1	Lagunas Ananta-Suito	23,30
2	Embalse Pinaya	135,58
3	Laguna Lagunillas	76,13
4	Estación 403 Río Verde	365,79

Las hipótesis simuladas fueron tres, en función de los riegos, trasvases y embalse en funcionamiento, según el cuadro adjunto:

ESTUDIO DE GESTION DE LOS RECURSOS DE LA CUENCA DEL RIO COATA
HIPOTESIS SIMULADAS

HIPOT	DERIVACION	RIEGOS Y TRASVASE					EMBALSES		
	RIO VERDE	RGO.HUAT Y CABANI (1)	RGO.SECT. I a IV (2)	RGO.SECT V y VI (3)	TRASVASE ANA-SUIT	TRASVASE PINAYA	LAGUNAS ANANTA Y SUITO	PINAYA	LAGUNA LAGUNILLAS
1-C	NO	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI
2-C	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	SI
3-C	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI

(1) Orden de prioridad en demandas de agua para riego

Del análisis de los resultados de la gestión de los recursos en la cuenca del Coata, se puede señalar:

- La regulación del río Cabanillas en la laguna Lagunillas, con una capacidad de 500 hm^3, puede atender las demandas de riego, con garantías aceptables, de un área máxima total irrigada de 33.541 has (2.500 has existentes y 30.041 has nuevas).

- Las derivaciones de excedentes (trasvases hacia la cuenca del río Chili en las magnitudes definidas por el estudio de Chiquimo) no serían posibles pues las garantías de atendimiento son relativamente bajas y afectan las garantías de riego de las áreas previstas a desarrollar en la cuenca del río Coata. Además ésta derivación también entra en conflicto con las demandas posibles de atender (principalmente para riego) del conjunto de cuencas afluentes al lago Titicaca sin afectar significativamente los niveles del lago, según los resultados del modelo de simulación del lago Titicaca en el sistema T.D.P.S. Adicionalmente, tanto en Pinaya como en Ananta-Suito, se requeriría de la ejecución de la derivación de las aguas del río Verde hacia la

laguna Lagunillas, para no afectar las garantías de riego de las áreas previstas en el proyecto Lagunillas, aunque posiblemente en menor magnitud en el último caso.

Gestión de los recursos hídricos de la cuenca del río Ramis

El modelo de gestión (Figura Nº 7), consta de 9 nudos siendo 2 embalses y el resto demandas o vertidos, y de 8 trechos todos ríos. Los embalses incluidos son:

Embalses	**Volúmenes previstos (hm^3)**		
	Maximo	**Mínimo**	**Util**
Llalli	30	8,5	21,5
San Antón	100	18,0	82,0

Se ha considerado una evaporación media anual de 1498 mm en el embalse Llalli y 1556 mm en el embalse San Antón.

Las **demandas** consideradas fueron:

Nudo	**Tipo de demanda**		**Superficie (ha)**	**Volumen (hm3/año)**
1	Riego Sector V .-	Chuquibambilla	10.499	116,49
2	Riego Sector I .-	Asillo	6.750	83,31
3-4	Riego Sector VI .-	Pucara	25.837	284,65
5-7	Riego Sector II y III.-	Azángaro	5.816	85,72
6-12	Riego Sector IV .-	Arapa	23.122	294,79
7-10	Riego Sector VII.-	Taraco	1.600	21,94
	Sub Total		**73.624**	**886,90**
9-6	Trasvase desde Emb. Llalli			150,00
4-5	Servidumbre Azángaro			58,32

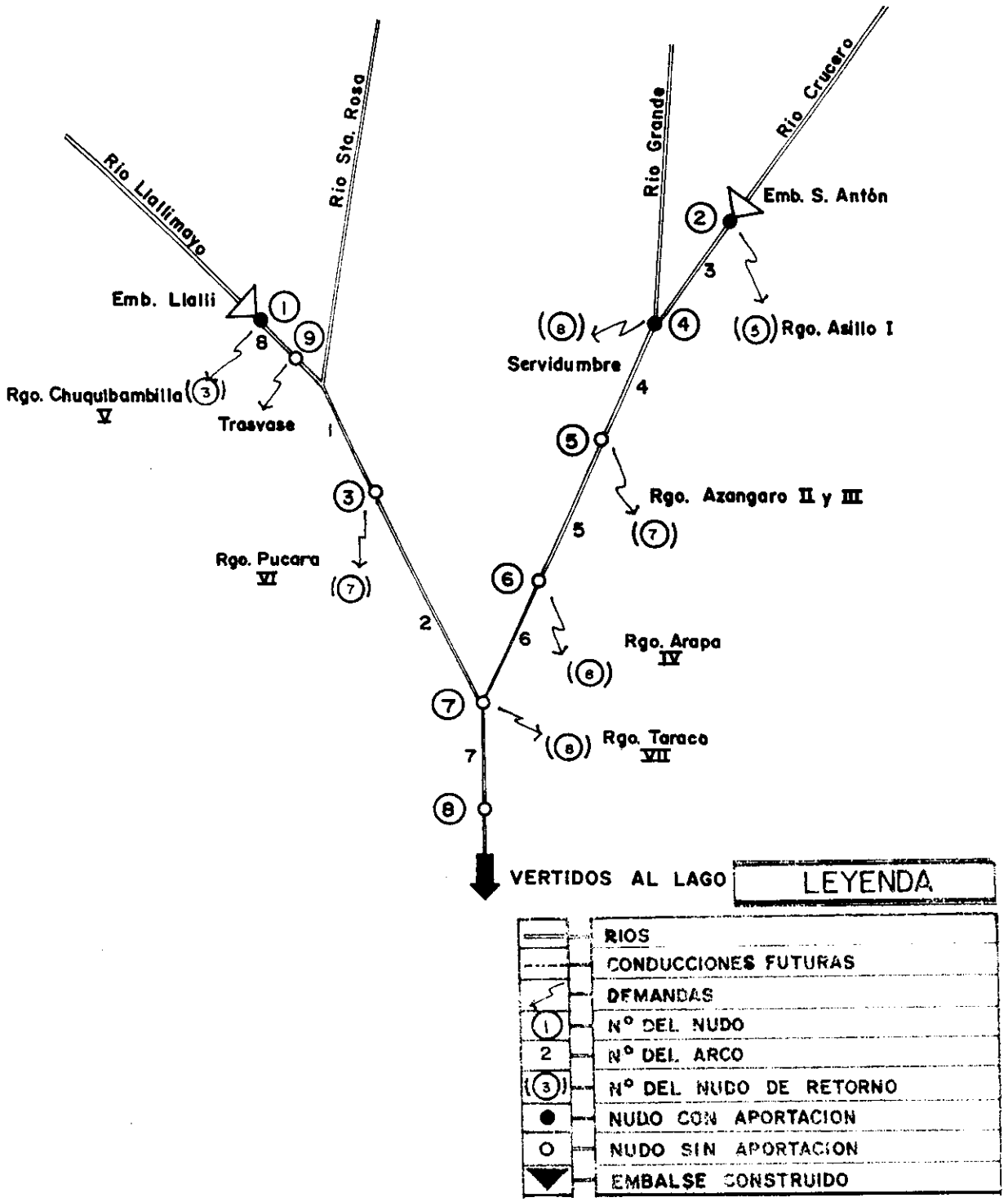
El porcentaje de retorno del agua consumida en regadío se ha fijado en el 15% para los riegos de Chuquibambilla, Taraco y Arapa, y en el 20% para los de Asillo, Azángaro y Pucara.

Las **aportaciones** parciales (media anual) aplicada en cada nudo, en el período 1960-1990, son:

Nudo		**Aportación media anual (hm^3)**
1	Embalse Llalli	446,42
2	Embalse San Antón	820,39
3-4	Ayaviri	542,70
4-5	Azángaro	594,10

FIGURA N° 7

SISTEMA RAMIS
ESQUEMA REPRESENTATIVO



Las hipótesis simuladas fueron tres (en función de los riegos, trasvases y embalses en funcionamiento), según el cuadro adjunto:

ESTUDIO DE GESTION DE LOS RECURSOS DE LA CUENCA DEL RIO RAMIS
HIPOTESIS SIMULADAS

HIPOT	RIEGOS Y TRASVASES							EMBALSES	
	RAMIS	SUBSISTEMA AYAVIRI			SUBSISTEMA AZANGARO				
	TARACO (1)	CHUQUIB. (2)	TRASVASE (3)	PUCARA (4)	ASILLO (2)	AZANGARO (3)	ARAPA (4)	LLALLY	S.ANTON
1R	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	NO	NO
2R	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3R	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

(1) Orden de prioridad en demandas de agua para riego

Del análisis de la gestión de los resultados de la gestión de los recursos en la cuenca de Ramis, se puede señalar:

- De las áreas potenciales consideradas en el subsistema Azángaro, sólo se podría atender con garantías aceptables, sin regulación, el sector Asillo existente.

- Las áreas potenciales consideradas en el subsistema Ayaviri, no podrían ser atendidas con garantías aceptables sin regulación. Sería necesario reducir las áreas propuestas.

- A través de la regulación parcial (en Llalli para el subsistema Ayaviri y en San Antón para el subsistema Azángaro) se podrían incrementar los sectores de riego - sólo en Chuquibambilla y en Azángaro - con atendimiento garantizado. Pero este desarrollo entra en conflicto con las demandas posibles de atender ya definidas (principalmente para riego - Lagunillas y Huenque) del conjunto de cuencas afluentes al lago Titicaca sin afectar significativamente los niveles del lago, según los resultados del modelo de simulación del lago Titicaca en el sistema T.D.P.S.

- La derivación de parte de las aguas del río Ayaviri hacia las cuencas del río Chili en Saguanani (en las magnitudes definidas por el estudio de Chiquimo para el afianzamiento del río Chili) no sería posible pues las garantías de

atendimiento son relativamente bajas y afectan las garantías de riego de las áreas previstas a desarrollar en la cuenca del río Ayaviri. Además ésta derivación también entra en conflicto con las demandas posibles de atender (principalmente para riego) del conjunto de cuencas afluentes al lago Titicaca sin afectar significativamente los niveles del lago, según los resultados del modelo de simulación del lago Titicaca en el sistema T.D.P.S.

Solo esto sería posible si se trajeran recursos de la cuenca del Atlántico (derivación hacia el lago; cuenca del Ramis) para compensar los recursos derivados.

Lago Titicaca

Los principales aspectos que se consideraron en el planteamiento para un manejo adecuado del lago Titicaca son:

- Limitada capacidad de control sobre el mismo, tanto en época de estiaje como en inundaciones.

- Influencia determinante, sobre los volúmenes de agua del lago, de la evaporación y la precipitación.

- Influencia de los niveles de agua sobre el mantenimiento de la vegetación acuática (totora y llachu).

Se establecieron **criterios básicos de operación** para las épocas de inundaciones y estiajes, y también que atiendan el mantenimiento de niveles que preserven la vegetación acuática. Los criterios de operación considerados fueron:

- Para control de inundaciones:

. Existen serias limitaciones para poder controlar significativamente las inundaciones producidas por la elevación de los niveles del Lago Titicaca por medio de un control en su salida, como se puede ver con detalle en el Informe de Modelos Matemáticos Hidráulicos. Sin embargo, en la gestión del lago, es indispensable establecer las reglas de operación en época de crecidas. Con este objetivo, se consideraron reglas de operación del lago que limiten en lo posible su nivel a un máximo deseable en función de la época

del año. Estas curvas establecen niveles máximos al inicio y al final del período húmedo respectivamente.

- Para fines de riego:

. Se considera que las extracciones de volúmenes de agua del lago para riego se realizan durante los 12 meses siguientes a partir del 1º de noviembre de cada año, cuando el nivel del lago se encuentre en una cota igual o mayor a 3808,75 msnm., 3808,50 msnm, 3808,25 msnm, ó 3808,00 msnm. Estas extracciones en una primera aproximación, se considerarán constantes, con valores promedio de 15, 20, ó 25 m3/s.

. Se aplicarán restricciones a las demandas (reducciones proporcionales) cuando el nivel del lago se encuentre por debajo de 3808,75 msnm, ó 3808,50 msnm, ó 3808,25 msnm, ó 3808,00 msnm al inicio de noviembre (1º de noviembre).

. En situaciones de restricción, las dotaciones por ha, en las áreas de riego, serán reducidas.

- Para mantenimiento de la vegetación acuática

. Las principales especies acuáticas que se desarrollan en el lago son el llachu y la totora.

Los niveles del lago han registrado un gran rango de variaciones en el pasado, que han llegado hasta 6,25 m., y que podrían volver a repetirse en el futuro. Estas variaciones que han ocurrido naturalmente, deben haber afectado la distribución de las diferentes especies vegetales en las zonas litoráneas. Sin embargo, a pesar de ello, no se registró la desaparición definitiva de las especies vegetales, notándose que al recuperarse los niveles, las diferentes especies se han desarrollado nuevamente, incluso en mayor cantidad en los niveles altos. Esta preservación de las especies fue posible por la conservación de los rizomas en los sedimentos húmedos de ambos lagos en los años de bajos niveles, y porque las acciones antrópicas eran más débiles que actualmente.

De los estudios realizados se concluye que:

. La cota de 3808,25 msnm. sería un nivel mínimo recomendable operacional para la conservación de la flora, la que permitiría una sobrevivencia

confiable de los rizomas, pero que requeriría de acciones complementarias de renovación de la vegetación y de control en el aprovechamiento de la misma. En el caso de alcanzarse niveles inferiores, sería necesario aplicar restricciones muy fuertes en el uso del agua.

- **Definición de los caudales aprovechables del lago**

  Para efectuar el balance hídrico del lago con los modelos de simulación, se ha considerado:

  - Aportaciones hídricas al lago (caudales afluentes + precipitación - evaporación - otras pérdidas);

  - Criterios de funcionamiento (atendimiento o restricciones a las demandas) en función del nivel de agua en el lago, y

  - Características físicas del lago.

  Para **evaluar los resultados** de las diferentes simulaciones de operación del sistema, y así poder definir las descargas regularizadas en función de una cierta garantía, se han empleado diversos criterios y restricciones. Estos criterios y normas de simulación figuran en los informes de Modelos Matemáticos de simulación hídrica del sistema.

Teniendo en cuenta los criterios indicados y a partir de la serie histórica de aportaciones, se han simulado distintas hipótesis.

De estas simulaciones (Cuadro Nº 1), se han seleccionado las 2F, 3FA, y 3F, haciéndose restricción para el riego a partir del nivel del lago a la cota 3808,25 m.s.n.m.

Del análisis de dichos resultados, se puede establecer que **podría extraerse del lago Titicaca sin afectar significativamente sus niveles**, un caudal promedio nominal (a ser distribuido entre los afluentes del lago y el eje Desaguadero) de:

- 20 m^3/s con una garantía de 82%.
- 25 m^3/s con una garantía con carácter preliminar de 73%.

La extracción de un caudal de 20 m3/s, requerirá en un futuro de la confirmación de que la casi totalidad de los aportes de la cuenca intermedia entre Puente

Internacional y Calacoto provienen de los aportes que ocurren en el tramo Puente Internacional - Aguallamaya, así como la verificación de la contribución de los ríos Llinki y Callacame.

La disponibilidad de un caudal de 25 m3/s, estaría condicionada a futuros estudios complementarios, que incluirían una mejoría en la calibración del modelo y a que se confirmara, entre otros puntos, que la precipitación no varía con los niveles (en adición a los estudios indicados anteriormente).

Eje Desaguadero

Los principales **aprovechamientos** (existentes y potenciales) en la cuenca del Desaguadero se concentran a lo largo del cauce principal, y para los cuales se han estimado las demandas correspondientes:

	Area ha	**Demanda media anual m^3/s**
Chilahuala	17766	9,75
El Choro	6600	4,29
Mina Inti Raymi		0,20
Mina San José		0,15

Asimismo para la posible conservación de los recursos hidrobiológicos en los lagos Poopó y Uru-Uru y la laguna Soledad, se requieren establecer preliminarmente, los caudales promedio necesarios para el mantenimiento tanto de los niveles como de la calidad del agua. Para definir en una forma preliminar los caudales necesarios para el mantenimiento de niveles de agua, se han considerado:

- Caudal requerido (en cada cuerpo de agua); para mantenimiento de un determinado nivel.
- Evaporación media de 1500 mm/año y
- Lluvia media de 380 mm/año

A partir de estos datos se tiene:

El nivel mínimo de sobrevivencia del lago Poopó (considerando 2,00 m de profundidad a partir de una cota mínima), sería 3684,50 m, que corresponde a un caudal promedio de 38,0 m^3/s. El nivel de explotación normal estaría entre 3686,0 m y 3687,0 m que corresponde a un caudal promedio de 68,5 m^3/s.

CUADRO N° 1: RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

CRITERIOS	Estado	1F			2F			3F			3FA			4F			5F			6F		
	Natural	Q = 15 m3/s	Q = 20 m3/s	Q = 25 m3/s	Q = 15 m3/s	Q = 20 m3/s	Q = 25 m3/s	Q = 15 m3/s	Q = 20 m3/s	Q = 25 m3/s	Q = 15 m3/s	Q = 20 m3/s	Q = 25 m3/s	Q = 15 m3/s	Q = 20 m3/s	Q = 25 m3/s	Q = 15 m3/s	Q = 20 m3/s	Q = 25 m3/s	Q = 15 m3/s	Q = 20 m3/s	Q = 25 m3/s
1. Número de años con restricciones		24	26	32	23	23	24	12	21	23	12	20	23	24	24	26	19	23	24	12	17	22
2. Diferencia máxima de nivel		0.47	0.48	0.49	0.47	0.48	0.53	0.48	0.50	0.66	0.47	0.48	0.61	0.64	0.683	0.72	0.64	0.68	0.72	0.33	0.46	0.60
3. Nivel medio del lago (msnm)	3809.42	3809.35	3809.27	3809.18	3809.34	3809.25	3809.16	3809.33	3809.22	3809.11	3809.33	3809.23	3809.13	3809.19	3809.11	3809.03	3809.17	3809.1	3809.01	3809.41	3809.3	3809.18
4. Rango mínimo para el 80% de los niveles	2.478	2.543	2.575	2.636	2.552	2.602	2.652	2.575	2.644	2.726	2.572	2.641	2.697	2.492	2.555	2.589	2.522	2.58	2.622	2.606	2.666	2.772
Nivel mínimo	8.486	8.279	8.136	8.06	8.252	8.096	8.004	8.161	8.066	7.953	8.164	8.07	7.945	8.119	8.029	7.929	8.09	8.016	7.878	8.25	8.068	7.996
Nivel máximo	10.964	10.822	10.71	10.696	10.805	10.7	10.656	10.736	10.71	10.679	10.736	10.711	10.642	10.612	10.584	10.518	10.612	10.597	10.5	10.869	10.774	10.788
5. Número de periodos sin recuperación		5	5	7	5	5	6	4	6	5	5	6	5	2	2	1	2	2	1	4	4	3
6. Número total de meses sin recuperación		439	565	691	470	570	706	487	588	706	483	581	709	720	780	838	720	780	838	241	479	635
7. Duración media sin recuperación		87	113	98	94	114	117	121	98	141	96	96	141	360	390	838	360	390	838	80	119	211
8. Número de periodos con exceden.en Aguallamaya		17	15	15	17	15	14	17	14	13	17	13	13	18	17	16	19	17	15	16	13	11
9. Duración máxima de excedencias		39	39	30	39	39	30	39	39	30	39	39	30	40	40	39	40	39	39	30	30	30
10. Número total de meses con excedencia		93	77	67	93	76	66	91	74	63	91	76	63	119	101	82	117	97	82	78	65	52
11. Número meses 3806	0	0	2	3	0	2	3	0	2	5	0	2	5	3	5	8	3	5	8	0	0	3
debajo de. 3806.5	9	20	29	36	20	32	37	23	33	39	23	33	38	33	38	47	35	40	47	13	26	37
3807	50	56	62	66	58	63	66	59	65	67	59	65	67	66	67	73	66	69	74	53	61	66
3808	102	104	105	111	104	106	113	105	109	140	105	107	128	106	116	137	106	124	148	104	105	122
12. Máximo número 3806	0	0	2	3	0	2	3	0	2	5	0	2	5	3	5	6	3	5	6	0	0	3
de meses consec 3806.5	6	7	9	18	7	17	18	9	17	19	9	17	18	17	18	20	18	19	20	7	9	18
debajo de: 3807	33	45	56	66	46	57	66	46	57	67	46	57	67	66	67	67	66	67	68	44	46	66
3808	62	104	105	107	104	106	107	106	106	106	106	106	106	106	112	113	107	112	113	104	106	107
13. Número meses 3811	39	28	20	20	27	20	19	26	20	19	26	20	19	14	14	13	14	14	13	43	34	27
encima de. 3811.5	14	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	8	7	6
3812	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	1	0	0	3	3	3
14. Maximo número 3811	20	16	10	10	16	10	10	16	10	10	16	10	10	9	9	9	9	9	9	16	16	16
de meses consec. 3811.5	9	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	7	6	6
encima de : 3812	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	0	0	1	0	0	3	3	3
15. Niveles 1986	12.454	12.16	12.12	12.11	12.16	12.12	12.11	12.16	12.12	12.11	12.16	12.12	12.10	12.02	11.99	11.93	12.02	11.99	11.93	12.26	12.24	12.23
máximos 1963	11.165	11.06	10.94	10.80	11.02	10.89	10.75	10.98	10.80	10.63	10.98	10.82	10.68	10.94	10.82	10.71	10.88	10.77	10.67	11.03	10.84	10.69
húmedos 1979	11.171	11.11	11.07	11.01	11.11	11.06	10.99	11.11	11.03	10.93	11.11	11.03	10.97	10.93	10.88	10.83	10.93	10.87	10.81	11.22	11.13	11.01
16. Niveles 1943	8.176	8.06	5.97	5.87	8.04	5.95	5.85	8.04	5.92	5.80	8.04	5.92	5.82	5.91	5.81	5.71	5.89	5.79	5.69	8.14	8.02	5.87
mínimos 1969	8.452	8.26	8.12	7.99	8.21	8.07	7.94	8.16	7.96	7.81	8.16	7.96	7.86	8.17	8.03	7.90	8.10	7.95	7.84	8.20	8.01	7.87
secos 1971	8.337	8.20	8.06	7.94	8.18	8.04	7.89	8.17	7.99	7.78	8.17	8.00	7.83	8.01	7.89	7.78	7.99	7.86	7.73	8.26	8.07	7.83
17. Garantía 100% Q		68	66	57	68.5	68	66	83.5	73	68	83.5	73	68	68	68	66	74	68	68	83	76.5	70
Atendim.Dem. 80% Q		68.5	68.5	68	79.5	68.5	68.5	87.5	83.5	73.5	87.5	82	72.5	71.5	68.5	68	82	75	68.5	87.5	83.5	73

El nivel normal de explotación del lago Uru-Uru estaría entre los niveles 3696,5 m y 3697,0 m, lo que corresponde a un caudal promedio de 4,40 m^3/s, pues el nivel máximo está limitado por la presencia de la laguna de aguas negras de la ciudad de Oruro.

El nivel mínimo de sobrevivencia de la laguna Soledad (considerando 2,00 m de profundidad), sería de 3710,30 m.s.n.m. que corresponde a un caudal promedio de 3,65 m^3/s.

Los niveles de explotación normales estarían entre 3710,50 m.s.n.m. y 3711,00 m.s.n.m., que corresponden a un caudal promedio de 4,40 m^3/s.

Para definir, preliminarmente, los caudales promedio necesarios para el mantenimiento de la calidad de agua, se ha considerado que el mantenimiento de los niveles del lago Uru-Uru y de la laguna Soledad solamente compensando el caudal evaporado, no garantiza el mantenimiento del grado de salinidad en ellos, pues debido a la alta salinidad del Desaguadero (entre 1 a 2 gr/l), la salinidad en los lagos se incrementaría significativamente con el correr de los años.

En consecuencia se considera necesario prever una renovación de las aguas de la laguna Soledad y del lago Uru-Uru, para lo cual se estima que se requiriría en primera aproximación doblar los caudales de mantenimiento.

En el caso particular del lago Uru-Uru, se requerirá también el control y tratamiento de los efluentes urbanos y basuras de la ciudad de Oruro.

Necesidad de regulación de caudales

Aunque en la cuenca del Desaguadero (aguas abajo de Aguallamaya) existen recursos adicionales no regularizados significativos, por la variabilidad que tienen (en el año y plurianualmente), el atendimiento confiable de las demandas para riego en la parte baja de la cuenca del Desaguadero no es posible sin regulación. Esta regulación deberá ser hecha a partir de los caudales extraídos del lago, y a partir de posibles obras de regularización construidos en la propia cuenca del Desaguadero. Para ello se han estudiado diversas alternativas (locales), y se ha identificado que el **embalse de Sankata** en el río Blanco afluente del Mauri es una de las soluciones más adecuada, (Ver estudio de proyectos de regularización).

El embalse propuesto en Sankata podría llegar a regularizar 3,75 m^3/s con una capacidad de embalse de 165 hm^3.

Criterios de manejo hidráulico del eje Desaguadero

Los aspectos más importantes característicos del eje del río Desaguadero han sido considerados en el desarrollo del modelo de simulación que ha sido elaborado.

Para evaluar los resultados de las **diferentes simulaciones, alternativas,** del sistema, y poder definir las descargas regularizadas, para determinadas garantías, se pueden emplear los criterios que con base en los resultados obtenidos del conjunto de simulaciones se indican a continuación:

Preservación del lago Poopó: Aún cuando no se considere ningún uso de las aguas disponibles (tanto en los afluentes del lago Titicaca como a lo largo del eje Desaguadero), y que tampoco se considere el mantenimiento del lago Uru-Uru, no sería posible garantizar el mantenimiento de los niveles (y mucho menos las concentraciones) del lago Poopó ya que se necesitarían en promedio 68,5 m^3/s. Por lo tanto, se puede concluir que, aún en la situación de aprovechamiento exclusivo de toda el agua disponible para el lago Poopó, no es posible preservar y garantizar la explotación futura sostenida de los recursos del mismo.

Así pues la productividad biológica del lago Poopó está gobernada por los eventos hidrológicos. Actualmente en los niveles normales se ha generado una salinidad para un número importante de organismos acuáticos. Pero éste estado de bajos niveles de agua fue frecuente en el pasado, ya que los niveles altos (extraordinarios) del lago existen solamente desde los años 1975-1978.

El funcionamiento del lago que parece más fluvial que lacustre, es natural y no permite considerar posibilidades de gestión a largo plazo de este cuerpo de agua.

Los diferentes usos, entre ellos los proyectos agropecuarios posibles futuros en el sistema aguas arriba del lago, van a originar un aumento de la salinidad.

No existen soluciones razonables que permitan la restauración del lago. Si bien ha presentado un inte-

rés productivo nacional durante algunos años (87-92), actualmente presenta un interés apenas local. La ausencia de gestión a largo plazo del lago Poopó no excluye la descontaminación de los efluentes mineros.

Preservación de los lagos Soledad y Uru Uru

Como no se puede garantizar la preservación del lago Poopó, es posible, y se plantea garantizar, la preservación del lago Uru Uru y de la laguna Soledad, como puede verse en los resultados del modelo, en donde, según se ha estimado, estas acciones podrían garantizar la sobrevivencia de 180 pescadores (lago Uru Uru) y 120 familias de pescadores (lago Soledad) entre los que podrían estar los pescadores del lago Poopó reubicados. Sin embargo los volúmenes de agua que llegan al lago Poopó se reducirían en 8 m^3/s; se debe resaltar que el caudal que llega al lago Poopó solo se reduce en un 20% por lo que el nivel de aceptación se considera no muy significativo.

Preservación de las lagunas Soledad y lago Uru-Uru y desarrollo de sistemas de riego en el eje del río Desaguadero - sin regulación: Para las condiciones actuales en el lago Titicaca (sin control en la salida en Puente Desaguadero) pero con la construcción de una estructura de control en La Joya, sólo se puede garantizar el mantenimiento de los recursos hidrobiológicos de los lagos Soledad y Uru-Uru (niveles y concentraciones aceptables) pero no el riego del total de las áreas consideradas en los proyectos potenciales a lo largo del eje Desaguadero. Las áreas que se podrían desarrollar con garantías aceptables serían del orden de las 10.000 ha,(Sin aprovechamientos en los afluentes del lago Titicaca).

Sin embargo, se ha identificado la existencia de excedentes en el sistema durante los períodos húmedos, tanto en las salidas del lago Titicaca como en la cuenca intermedia, los que si fueran apropiadamente regularizados, podrían atender las demandas planteadas de los proyectos de riego.

Como no habría control de las crecidas (ni siquiera parcialmente), la estructura a proponer en La Joya requeriría ser dimensionada para caudales muy grandes.

Preservación de las lagunas Soledad y lago Uru-Uru y desarrollo de sistemas de riego en el eje del río Desaguadero - con regulación parcial en el Lago Titicaca Para las condiciones reguladas en el lago Titicaca (con control en la salida en Aguallamaya) y con la construcción de una estructura de control en La

Joya, se puede garantizar el mantenimiento de los recursos hidrobiológicos de los lagos Soledad y Uru-Uru (niveles y concentraciones aceptables) y el riego del total de las áreas consideradas en los proyectos potenciales a lo largo del eje Desaguadero. Como habría control parcial de las crecidas, la estructura a proponer en La Joya sería de dimensiones mucho menores.

Preservación de las lagunas Soledad y lago Uru-Uru y desarrollo de sistemas de riego en el eje del río Desaguadero - con regulación parcial en el Lago Titicaca y en Sankata Para las condiciones reguladas en el lago Titicaca (con control en la salida en Aguallamaya) y con la construcción de una estructura de control en La Joya así como con la construcción del embalse Sankata, se puede garantizar el mantenimiento de los recursos hidrobiológicos de los lagos Soledad y Uru-Uru (niveles y concentraciones aceptables) y el riego del total de las áreas consideradas en los proyectos potenciales a lo largo del eje Desaguadero. Como habría control de las crecidas, la estructura a proponer en La Joya sería de dimensiones mucho menores.

Del análisis de los resultados obtenidos, se recomienda:

- la ejecución de la regulación en La Joya;
- la ejecución de las compuertas (en Desaguadero y Aguallamaya);
- La ejecución de la Presa Sankata (en etapas posteriores y con carácter complementario), que mejoraría la calidad de las aguas y garantizaría un caudal regularizado mayor.

Como resultado de los estudios realizados, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Para la regulación parcial del Lago Titicaca con fines múltiples (principalmente riego y control de inundaciones) se propone la construcción de dos compuertas: una en Desaguadero (de control) y otra en Aguallamaya (de regulación).
- Para un atendimiento confiable de las demandas de la cuenca del eje Desaguadero (en particular de las demandas de riego y de las minas) se requeriría la regulación parcial del Lago Titicaca (con las compuertas mencionadas) y/o del río Blanco (en Sankata, 4 m3/s).

- No es posible garantizar el mantenimiento de los recursos hidrobiologicos del lago Poopó.

- En su reemplazo, se plantea que se podría mantener en forma garantizada los recursos hidrobiologicos de los lagos Soledad y Uru-Uru a través de un manejo apropiado de los niveles y de la calidad de las aguas (salinidad), incluyéndose la renovación de las aguas de dichos lagos, para lo cual se requiere la construcción de un sistema de compuertas en la bifurcación La Joya.

Ordenamiento integral de los recursos hídricos del sistema T.D.P.S.

Del análisis de los resultados de la aplicación de los criterios arriba señalados con las diferentes hipótesis en los modelos de simulación y en particular en el modelo de simulación global del sistema T.D.P.S. con las informaciones disponibles, se ha establecido que:

- Se puede establecer como ya fue dicho, un caudal promedio nominal aprovechable del Lago Titicaca (a ser distribuido entre los afluentes del lago y el eje Desaguadero) de:

  - 20 m^3/s (con una garantía de 82%),

  - podría llegar a 25 m^3/s (con una garantía con carácter preliminar de 73%)

- Para el atendimiento de las demandas consideradas en el eje Desaguadero (incluyendo la preservación de las lagunas Soledad y Uru Uru) con garantías aceptables y utilizando al máximo los recursos no regularizables se requerirían los siguientes caudales nominales promedio del lago Titicaca:

  9 m^3/s (sin Sankata) ; o

  8 m^3/s (con Sankata).

  La operación del embalse Sankata, se ha planificado para un mejor aprovechamiento de los recursos hídricos no regularizados del sistema.

- No se podrían atender todas las demandas planteadas en las cuencas afluentes del lago Titicaca. Por ello se requerirían reducirlas significativamente priorizándolas. En este planteamiento, se deben atender prioritariamente las demandas existentes y luego los proyectos ya iniciados (entre los que se incluirían Lagunillas

e Ilave). Considerando un retorno neto (que es conservardor) 40%, los requerimientos netos totales de los afluentes del lago Titicaca llegarían a 18 m^3/s.

9.2 CONTROL DE AVENIDAS

Manejo hidráulico de los afluentes del lago

Los sectores más sensibles a las inundaciones se localizan en las cuencas bajas de los ríos Ramis e Ilave, ya que se trata de regiones planas que forman deltas aluvionales recientes.

Manejo hidráulico de la cuenca del Ilave

i) Embalses para control de inundaciones

En la actualidad no existen embalses construidos en esta cuenca. Se ha planteado la construcción de dos embalses con la finalidad de regulación, pero no con la finalidad de controlar avenidas:

Embalse	Río	Volumen útil	Objeto	Area cuenca Km^2
Chihuane	Grande	180 millones m^3	Riego	1842
Lacotuyo	Huenque	150 millones m^3	Trasvase	1888

Las avenidas calculadas, en el estudio hidrológico, para la cuenca del río Ilave en Puente Carretera (área 7705 Km^2) son:

	Tiempo de retorno (años)				
	25	50	100	500	1000
Q_{max} diario (m^3/s)	871	1077	1229	1469	1650
Q_{max} 2 días (m^3/s)	864	1044	1173	1380	1537
Q_{max} 3 días (m^3/s)	795	964	1091	1293	1446
Volumen semanal (Hm^3)	364	420	464	504	532

Se observa que aunque los embalse estuviesen vacíos esperando la llegada de la avenida, lo que no es su cometido ya que son embalses de regulación de caudales para riego y por lo tanto deberán estar llenos en lo posible, en la práctica no podrán absorber dicha avenida. Por lo tanto, la posibilidad de controlar las avenidas con los embalses ubicados dentro de su cuenca en particular para las avenidas excepcionales (de tiempo de retorno alto), es prácticamente imposible.

ii) Defensas fluviales contra inundaciones

El río Ilave es uno de los afluentes del lago Titicaca, que presenta mayores problemas de inundaciones causadas por desbordes en sus márgenes. Estas inundaciones ocurren con una frecuencia que varía entre 5 a 10 años; las áreas afectadas principalmente ocurren aguas abajo de Puente Carretera y Santa Rosa de Huallata.

Ante la falta de apoyo gubernamental, los campesinos para defenderse de las inundaciones han construido, con medios rudimentarios (tepes o champas), y sin orientación técnica ninguna diques que suelen ser suficientes para protegerse de las avenidas ordinarias, pero que se ven desbordados y destruidos por las crecidas extraordinarias. Estos diques consisten en diques de tierra cubiertos con "champas", y tienen como objetivo mantener el flujo dentro de una canal único hasta su desembocadura. Esto supone que numerosos cauces secundarios que conducían parte de los caudales de avenida han sido anulados, por lo que los caudales que debe soportar el cauce principal son mucho más elevados que en condiciones naturales. En consecuencia, los diques han de ser de notables dimensiones, y su desbordamiento o ruptura durante eventos extremos condiciona la localización y magnitud de las inundaciones.

Los problemas de inundaciones se agravaron en 1986 como consecuencia de la elevación del nivel del lago Titicaca, que creó remanso en la parte baja y facilitó los desbordes.

La Comunidad Económica Europea ante la grave problemática presentada por estas inundaciones envió una misión de evaluación la cual elaboró unas "Orientaciones para un programa de rehabilitación como consecuencia de las inundaciones del lago Titicaca".

Adicionalmente en apoyo a ello, el Programa Nacional de Drenaje y Recuperación de Tierras (PRONADRET), a solicitud del PELT, elaboró un proyecto de defensas ribereñas en 1987. En este estudio se identificaron las zonas críticas afectadas por los desbordes, precisándose la ubicación, el tipo de defensa existente en las zonas y sus características geométricas, longitud de desborde, fallas que originan los desbordes y hectáreas afectadas.

Estos estudios fueron a su vez revisados y complementados por la Compañía Bonífica de Italia, en el Programa de Rehabilitación patrocinado por la Comunidad Económica Europea. Para darles una mayor seguridad, y después de los estudios correspondientes, la sección de los diques propuesta fue ampliada y consecuentemente sus costos. La ejecución de los diques propuestos no ha sido posible hasta la fecha por falta de recursos.

Manejo hidráulico de la Cuenca del Ramis:

i) Embalses para control de inundaciones

Se consideran los futuros posibles embalses de Llalli situado en el río Llallimayo, de San Antón situado en el río Crucero y la Laguna de Arapa. Sus capacidades previstas son:

Embalse	Río	Volumen útil	Objeto	Area de cuenca Km²
Llalli	Llallimayo	21,5 millones de m^3	Riego	1350
San Antón	Crucero	82,0 millones de m^3	Riego	1200
Laguna Arapa		440,0 millones de m^3	Control de inudación	8669

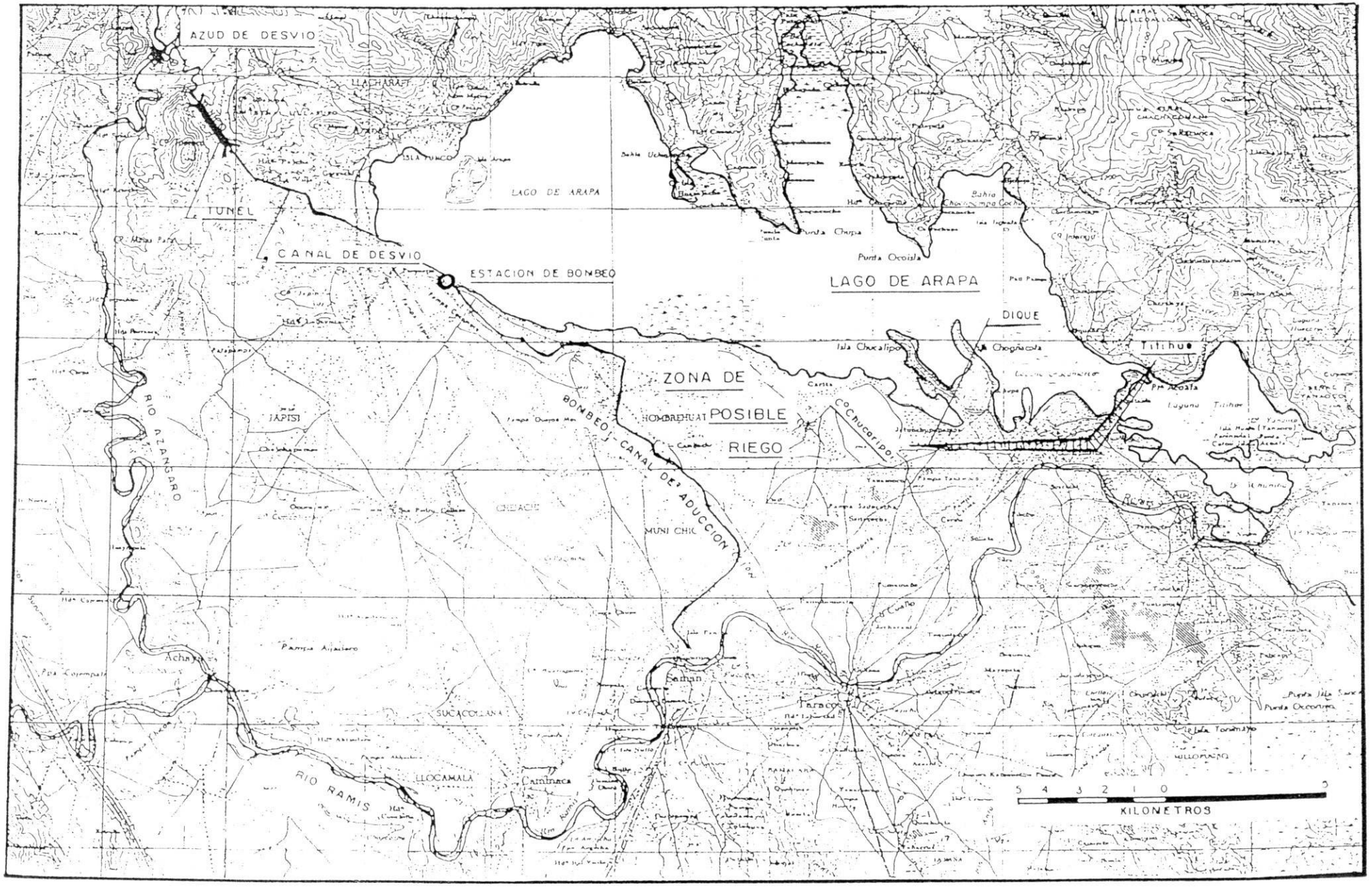
Los embalses Llalli y San Antón propuestos, tienen por objetivo regular caudales para los proyectos de riego de Chuquibambilla y Asillo respectivamente. Como tienen muy pequeña capacidad, no se les ha considerado para control de inundaciones.

El objetivo de considerar la laguna de Arapa como un futuro embalse, sería el de recibir, mediante un canal de desvío, los caudales circulantes por el río Azángaro superiores a 57,1 m^3/s a fin de evitar inundaciones en la zona baja del Ramis, laminar sus avenidas y poder regular los caudales necesarios para satisfacer los riegos de Arapa prioritariamente.

Se ha examinado, la posibilidad de usar la laguna de Arapa como embalse de laminación de avenidas o para regulación de agua para riego. Se analizaron, desde el punto de vista topográfico, las obras necesarias para ejecutar un canal de desvío de las aguas del río Azángaro, a partir de un punto situado a 35 km aguas arriba de la confluencia con el Pucara, cerca del Cerro Alaron. La obra de derivación se compondría de una presa-azud y de un canal de aproximadamente 10 km de longitud, de los cuales 3 km en túnel.

FIGURA Nº 8

CONTROL DE INUNDACIONES RIO AZANGARO-RAMIS CON EL LAGO DE ARAPA



Un análisis sumario demostró la necesidad de una inversión económica importante para la ejecución del proyecto. Por otro lado, esta solución solo controlaría el 59% de la cuenca Ramis, 8669 Km^2 del Azángaro contra 14685 km^2 del Ramis en la confluencia, lo que en la práctica no sería una solución para el problema de las inundaciones en la parte baja del Ramis (Figura Nº 8).

Se consideró emplear (con carácter de uso múltiple complementario) la laguna de Arapa como embalse de regulación para riego, lo que requeriría de la construcción de un dique, entre el cerro Chucoripo y el cerro Titihue, a lo largo de un istmo natural de 8,8 km de longitud. La altura del dique sería de alrededor 4,00 m, y dado que el nivel de las tierras regables está más alto que el nivel de la laguna, sería preciso bombear agua hasta los canales de distribución.

Esta alternativa también ha sido desechada por su alto costo de inversión, frente a la limitada disponibilidad de agua regularizable en el conjunto del sistema T.D.P.S.

ii) Defensas fluviales contra inundaciones

El río Ramis es uno de los afluentes del lago Titicaca, que presentan los mayores problemas de inundaciones causadas por desbordes en sus márgenes. Estas inundaciones ocurren con una frecuencia que varía entre 5 a 10 años; las áreas afectadas principalmente se situan entre Taraco y Puente Ramis.

Como en el caso de Ilave, las diferentes comunidades ubicadas en ambas márgenes han implementado defensas con diques de tierra con champas, pero que por su construcción rudimentaria y carente de una orientación técnica adecuada, frecuentemente fallan.

Obras de defensas fluviales

Las obras de defensas fluviales propuestas se realizarán en los cursos medio y bajo de los ríos Ilave y Ramis, y básicamente consistirían en diques paralelos a los ríos que servirán de encauzamiento a los mismos.

Manejo hidráulico del lago Titicaca

Las inundaciones en las márgenes del lago Titicaca, en particular las del año 1986, fueron provocadas por años particularmente húmedos que encontraron al lago con un nivel de agua ya muy alto.

Las posibles acciones que se podrían emplear para controlar, parcialmente, el nivel de una crecida en el lago, como la de 1986, serían:

i) Incremento del caudal de salida por el río Desaguadero; sin embargo los efectos de un manejo del río Desaguadero con algunos meses de antecedencia para una reducción de los volúmenes de agua en el lago están limitados por la capacidad del cauce (por ejemplo 200 m^3/s saliendo del lago durante un mes, supone rebajar el nivel del lago 6 cm). Adicionalmente, el río Desaguadero está limitado por el peligro de inundaciones en sus márgenes (en la parte baja de la cuenca), al superponerse el hidrograma de la propia cuenca, con el evacuado por el lago Titicaca, si se sobrepasan los 250 m^3/s a partir de Chuquiña se desbordarían los cauces, se originarían daños y modificaciones en la morfología.

   Sin embargo para una política de vaciado continuo del lago, como la descrita arriba, se requeriría tener un conocimiento anticipado de la ocurrencia de eventos máximos (como los del año 1986), que para un resultado efectivo en el lago tendría que ser de al menos dos años.

ii) Establecimiento de reglas de operación del lago que limiten el nivel máximo de las aguas al inicio y final del período húmedo. No obstante, los beneficios que se podrían obtener con estas acciones serían limitados. Para evaluar los efectos de estas posibles acciones se han establecido y ensayado varios tipos de reglas de operación, entre las que destacamos las dos siguientes:

	Nivel al inicio del período húmedo	Nivel al final del período húmedo	Caudal derivado (m /s)
TIPO I :	3809,70	3810,50	20
TIPO II:	3810,20	3811,00	20

   Partiendo de estas reglas en el modelo de simulación del lago, se han obtenido los siguientes resultados (para el evento de 1986);

- Con la regla tipo I, descargándose más de 200 m^3/s durante 19 meses, se obtendría una reducción del nivel máximo de 1986 en 40 cm; y reducción del nivel máximo de 1987 en 50 cm. Esto significa una área protegida de 13.600 has en 1986 y adicionalmente 17.000 has en 1987.

- Con la regla tipo II, descargándose más de 200 m^3/s durante 21 meses, se reducirá el nivel máximo de 1986 en 14 cm, y reducción del nivel de 1987 en 18 cm. Esto significa tan solo una área protegida de 4.760 has en 1986 y adicionalmente 6.120 has en 1987.

Sin embargo, para la evacuación de caudales del orden de 300 m^3/s sin causar modificaciones serias en el cauce, sería necesario realizar dragados significativos hasta Nazacara (que se ha estimado podrían llegar a 23 Km de longitud con 60 m. de ancho).

De acuerdo con lo arriba indicado, existen serias limitaciones para poder controlar significativamente las inundaciones en el lago Titicaca a través de un control en su salida.

Una avenida como la de 1986, sería prácticamente imposible de controlar.

Manejo hidráulico del eje Desaguadero

Será realizado por:

- Compuertas de control y regulación en Puente Internacional y Aguallamaya

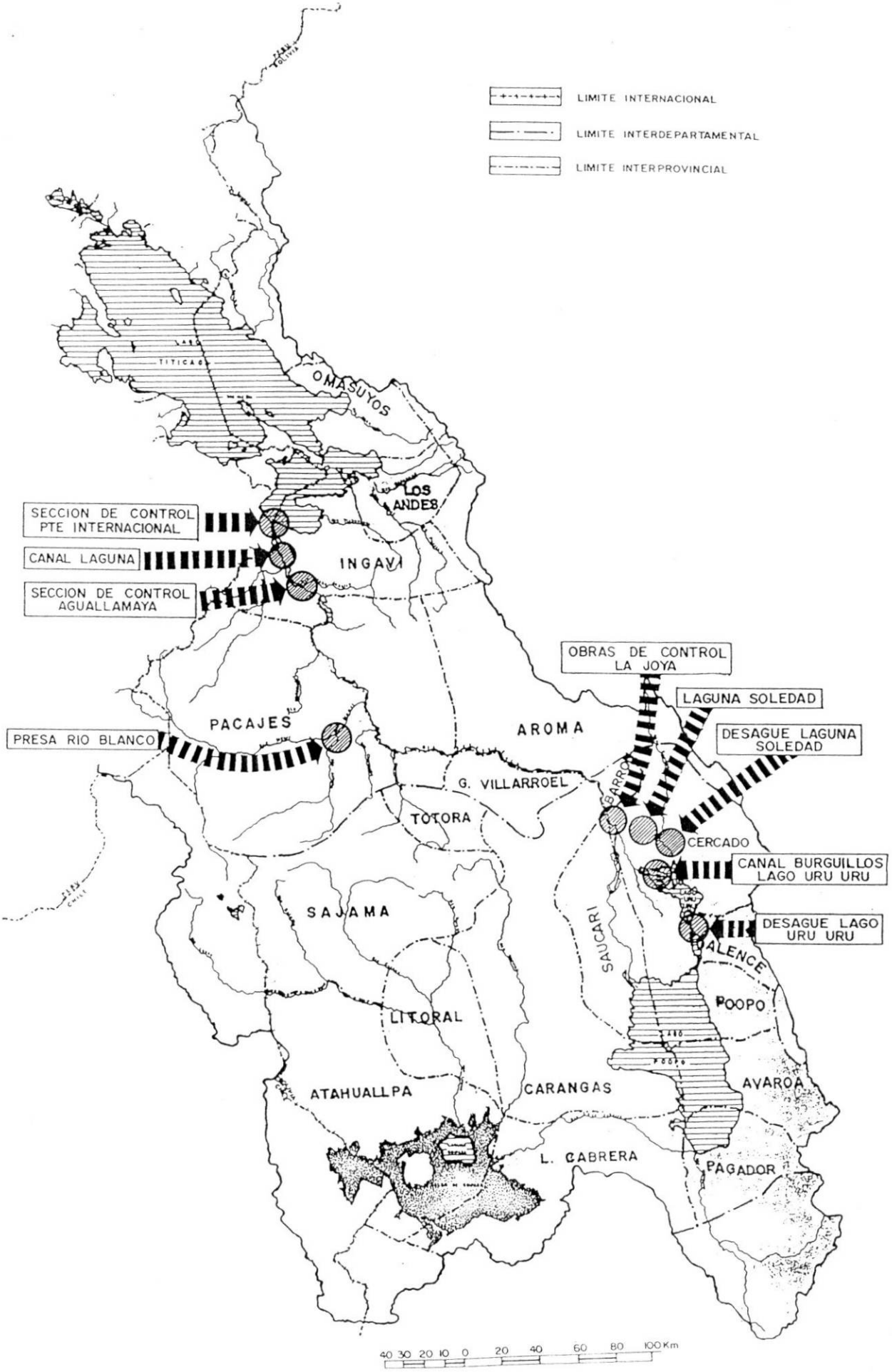
- Embalse de regulación de Sankata en el río Blanco afluente del río Mauri, estudios futuros definirán la posibilidad de usar este embalse para laminar avenidas

- Obras de Bifurcación del río Desaguadero en La Joya

- Compuertas a la salida del lago Uru-Uru y laguna Soledad

La localización de las obras arriba indicadas se presenta en la figura Nº 9

FIGURA Nº 9 OBRAS DE MANEJO HIDRAULICO EN EL EJE T.D.P.S.



Obras de control-regulación del lago Titicaca y entrada en el río Desaguadero

a) COMPUERTAS EN PUENTE INTERNACIONAL Y AGUALLAMAYA (Figuras Nº 10, 11, 12 y 13)

La regulación de los caudales de salida del lago, será realizada en dos secciones de control, una ubicada aproximadamente a 300 m. aguas abajo del Puente Internacional, en el local del viejo puente, y la otra en Aguallamaya, en correspondencia con el camino carretero Jesús de Machaca-San Andrés de Machaca, unos 400 m.aguas arriba del puente colgante construido con la colaboración del Gobierno Suizo.

Las compuertas a ser construidas en el Puente Internacional controlarán el nivel y los caudales de salida del lago Titicaca, mientras que las compuertas de Aguallamaya regularán el nivel de la laguna que se forma entre los dos locales, en los 39 kilómetros iniciales del río Desaguadero. Independiente de las compuertas de mantenimiento de nivel en Aguallamaya se colocarán otras compuertas, para regularizar caudales para riego en aprovechamientos aguas abajo.

Un manejo coordinado de los equipos de regularización utilizados en las dos secciones de control permitirán:

- Regularizar el flujo aguas abajo de Aguallamaya, evitando la superposición del caudal de salida del lago con las avenidas del río Mauri y consiguientes inundaciones y otros daños;

- Mantener un nivel de agua controlado en la laguna de Aguallamaya, para evitar daños en el ecosistema de la misma.

- Transformar la laguna en un embalse alimentado directamente, durante los años de nivel bajo del lago, por los aportes de los ríos afluentes a él (Llinki y Callacame).

Tanto la obra de Puente Internacional como la de Aguallamaya, serán realizadas en estructuras de hormigón, con fundaciones con pilotes prefabricados, en las cuales serán instaladas compuertas y dispositivos de comando.

FIGURA Nº 10 COMPUERTAS EN EL PUENTE INTERNACIONAL - PLANTA GENERAL

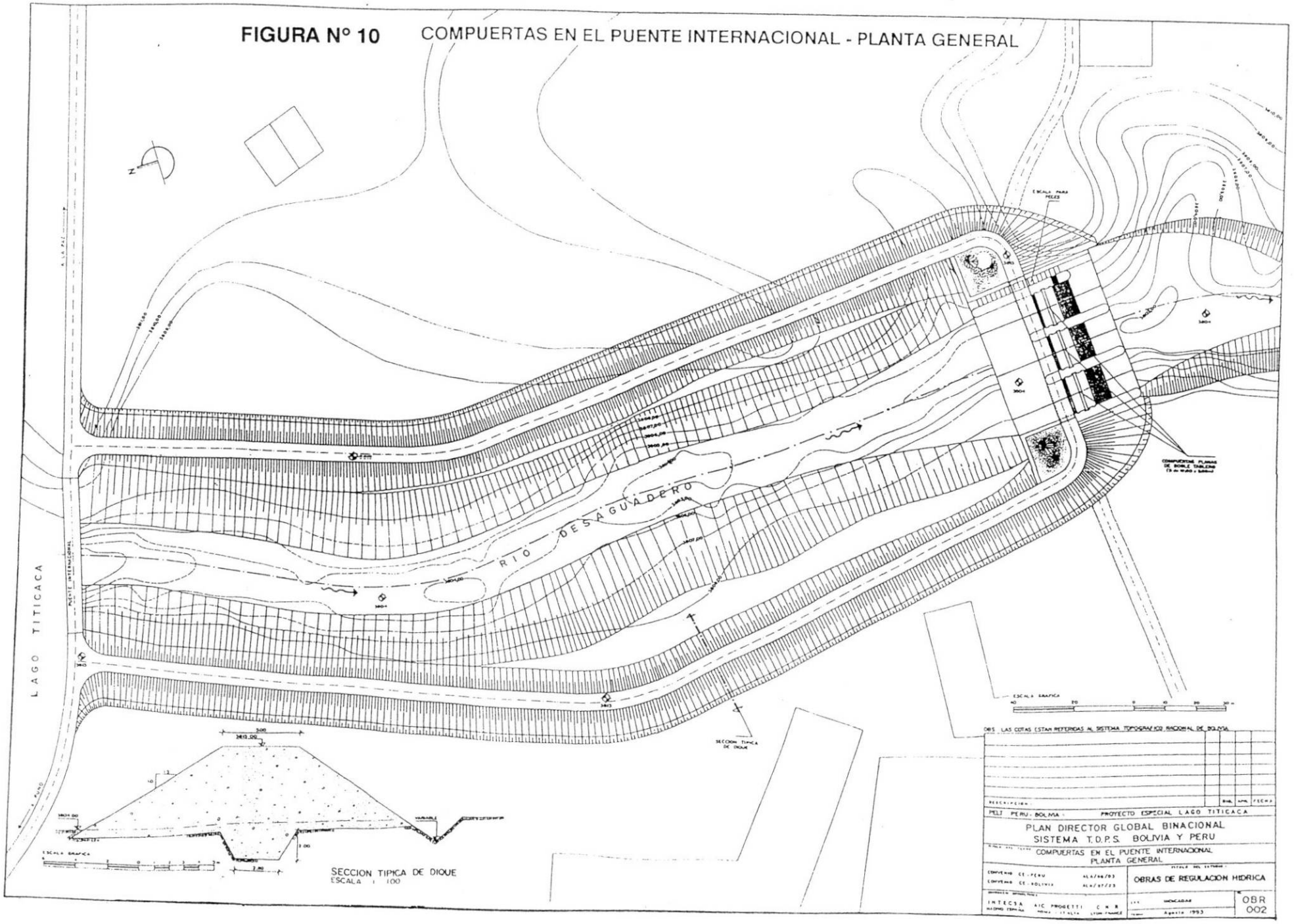


FIGURA Nº 11 COMPUERTAS EN EL PUENTE INTERNACIONAL - SECCIONES

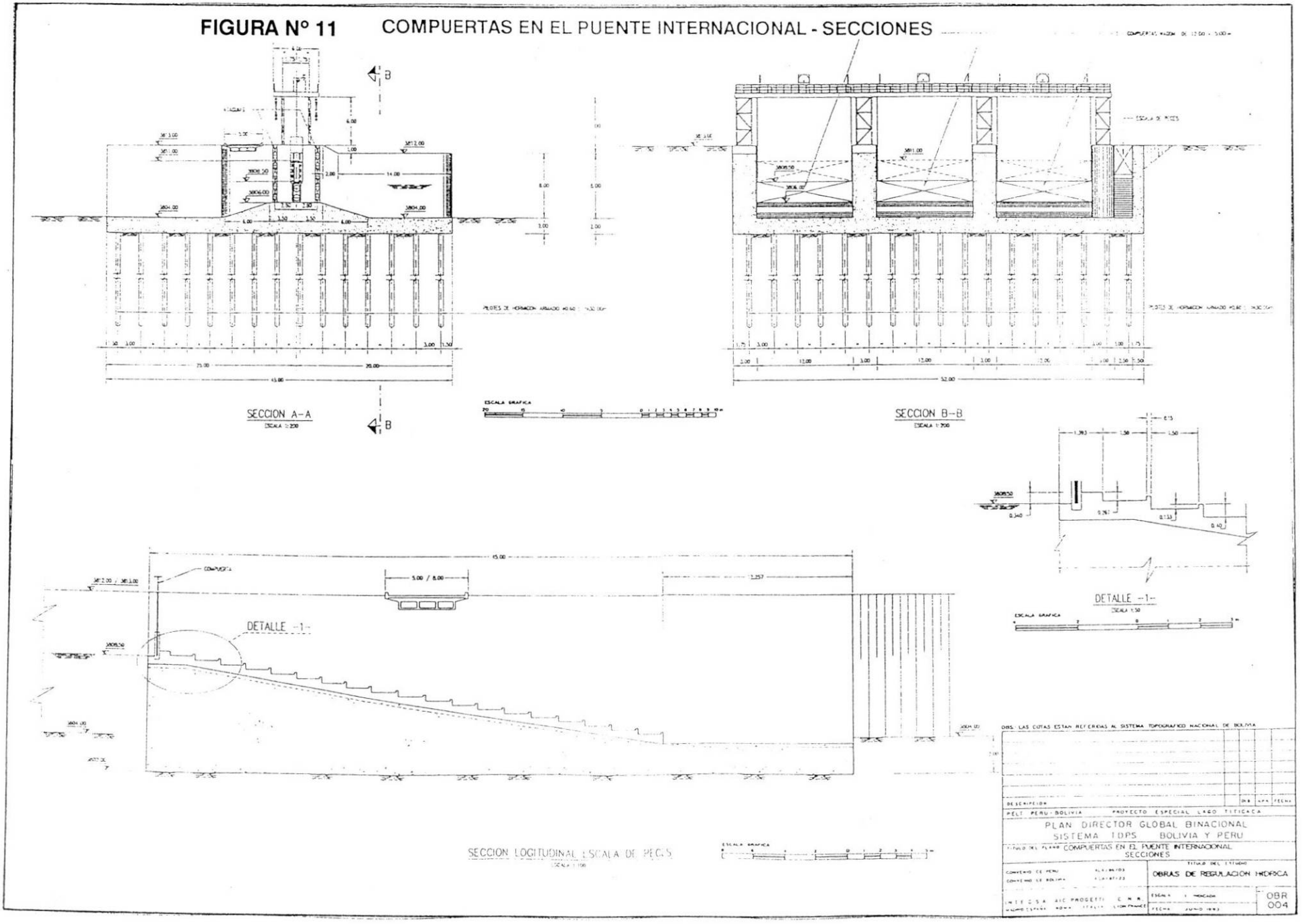


FIGURA Nº 12 COMPUERTAS EN AGUALLAMAYA - PLANTA GENERAL

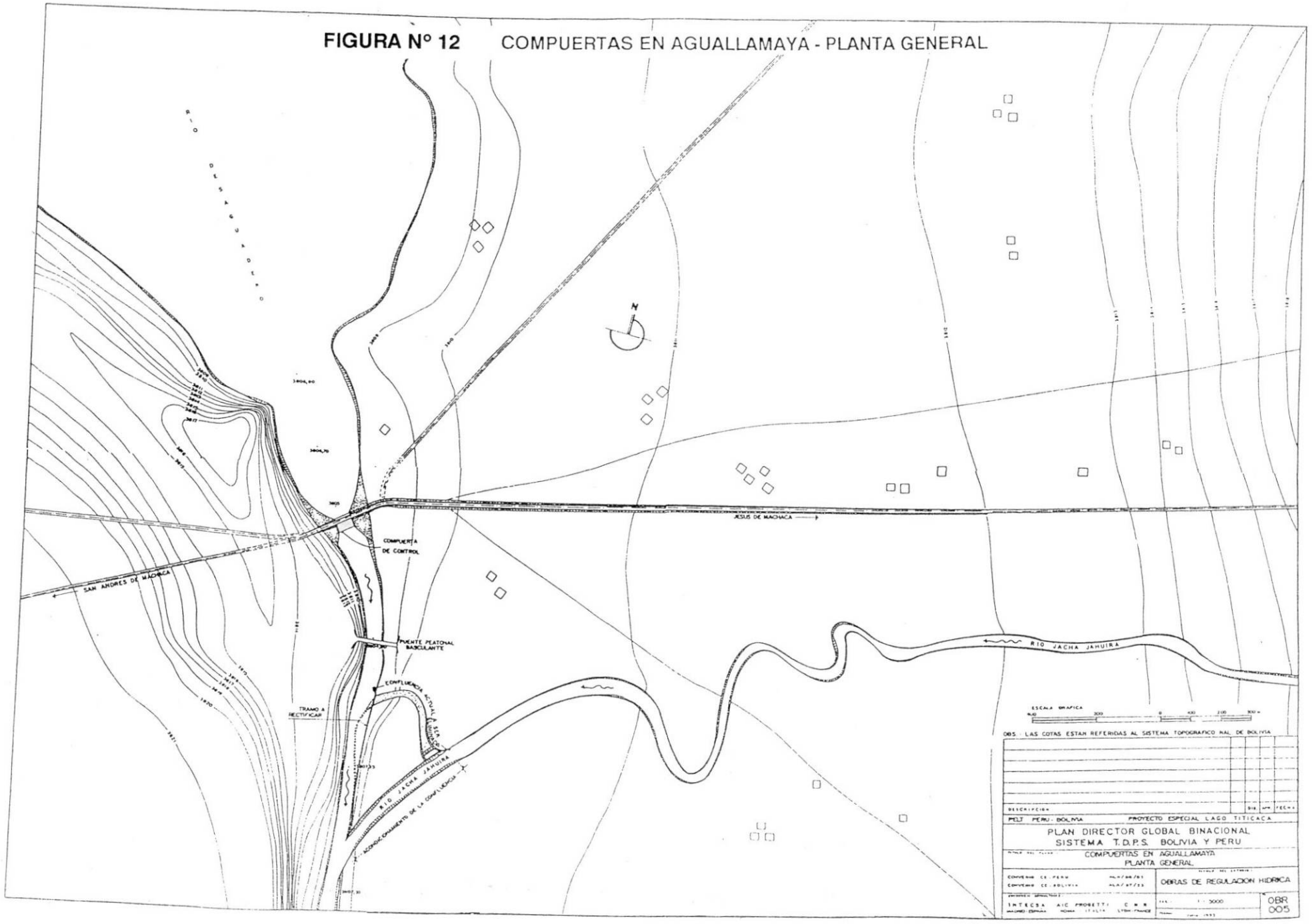
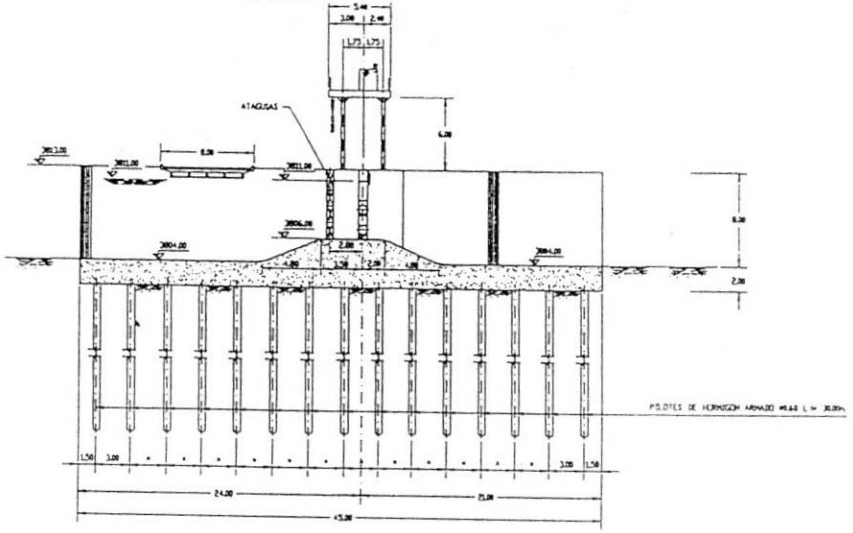
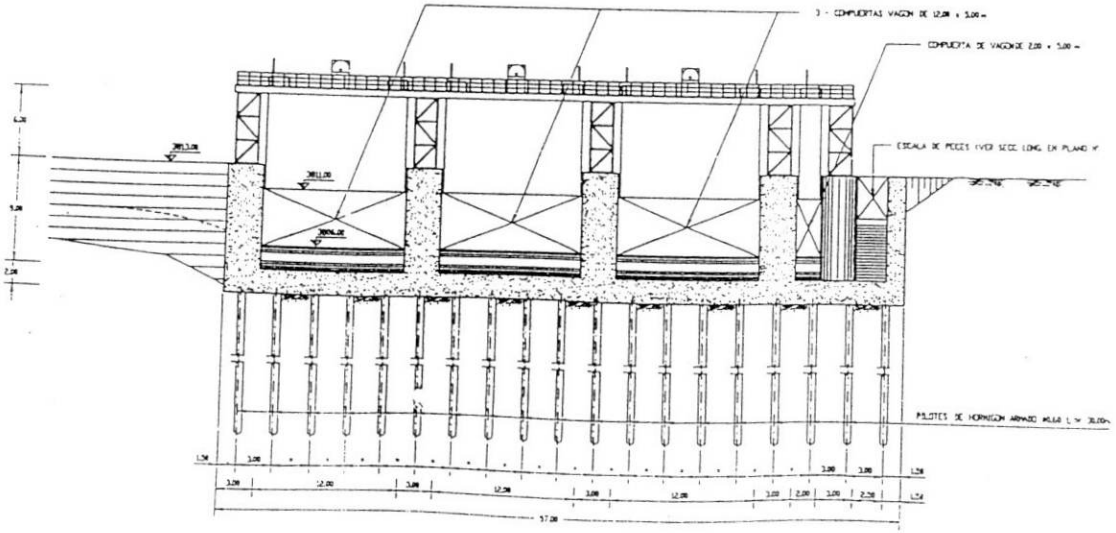


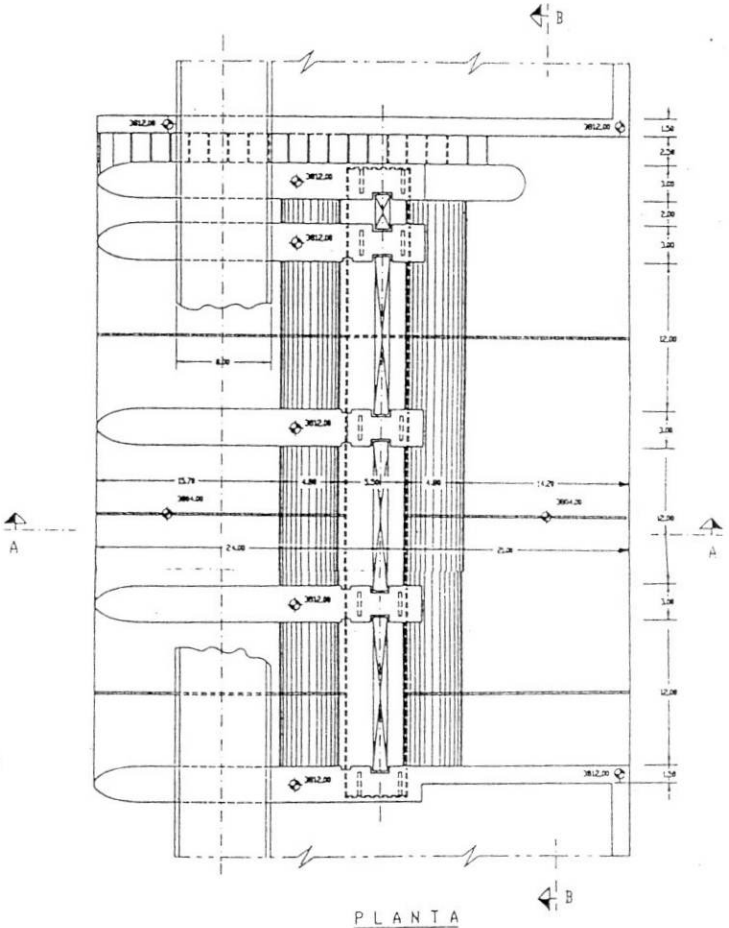
FIGURA Nº 13 COMPUERTAS EN AGUALLAMAYA - PLANTA Y SECCIONES



SECCION A-A



SECCION B-B



PLANTA

OBS.- LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL SISTEMA TOPOGRAFICO NAL. DE BOLIVIA

DESCRIPCION	BIB.	APR.	FECHA

PELT PERU - BOLIVIA — PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA

PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL
SISTEMA T.D.P.S. BOLIVIA Y PERU

TITULO DEL PLANO: COMPUERTAS EN AGUALLAMAYA
PLANTA Y SECCIONES

CONVENIO CE - PERU ALA/PM/03
CONVENIO CE - BOLIVIA ALA/BP/23

TITULO DEL ESTUDIO: OBRAS DE REGULACION HIDRICA

DISEÑADOR CONSULTOR: INTECSA - AIC PROGETTI (ROMA - ITALIA) — C.H.R. (LYON - FRANCE)

ESCALA: 1:1.000
FECHA: JUNIO DE 1996

OBR 006

En ambas obras de control, serán instaladas escalas para peces; así mismo las dos obras serán completadas con diques de altura suficiente para contener los niveles máximos de las aguas, tanto en el lago como en la laguna de Aguallamaya.

Tanto en Puente Internacional como en Aguallamaya las comuertas serán de **tipo vagón** de doble tablero:

b) CANAL EN LA LAGUNA DE AGUALLAMAYA

Entre las compuertas de Puente Internacional y Aguallamaya será construido por dragado, un canal que tendrá el objeto de facilitar el flujo de agua entre los dos locales.

El volumen a dragar, alcanza 2.900.000 m^3.

c) DRAGADO DEL RIO DESAGUADERO

El río Desaguadero, aguas abajo de la sección de control de Aguallamaya, será acondicionado en su cauce, para permitir el flujo de un caudal de 250 m^3/s.

El acondicionamiento del cauce, será realizado por un dragado, y se prevé un movimiento de tierras de 570.000 m^3.

Obras de control-regulación y de aprovechamientos hidráulicos en la cuenca del río Desaguadero

a) PRESA DE SANKATA (Figuras Nº 14, 15 y 16)

Con el objetivo de estudiar y evaluar los lugares donde podrían ubicarse embalses en la cuenca del río Mauri, con la finalidad de control de inundaciones y/o regular caudales en el sistema Desaguadero, se examinaron los locales disponibles en dicha cuenca.

Como resultado del examen de la cartografía existente de la cuenca del río Blanco afluente del Mauri, se identificó un posible vaso, a unos seis kilómetros de la confluencia de dicho río con el río Mauri, denominándosele vaso Sankata.

El **vaso Sankata** en el río Blanco tiene una superficie de cuenca hidrográfica que corresponde a 1/3 del área total del Mauri es sin duda desde el punto de vista topográfico el vaso más apropiado para regulación en la cuenca del Mauri; es

FIGURA Nº 14 PRESA SANKATA - PLANTA Y PERFIL

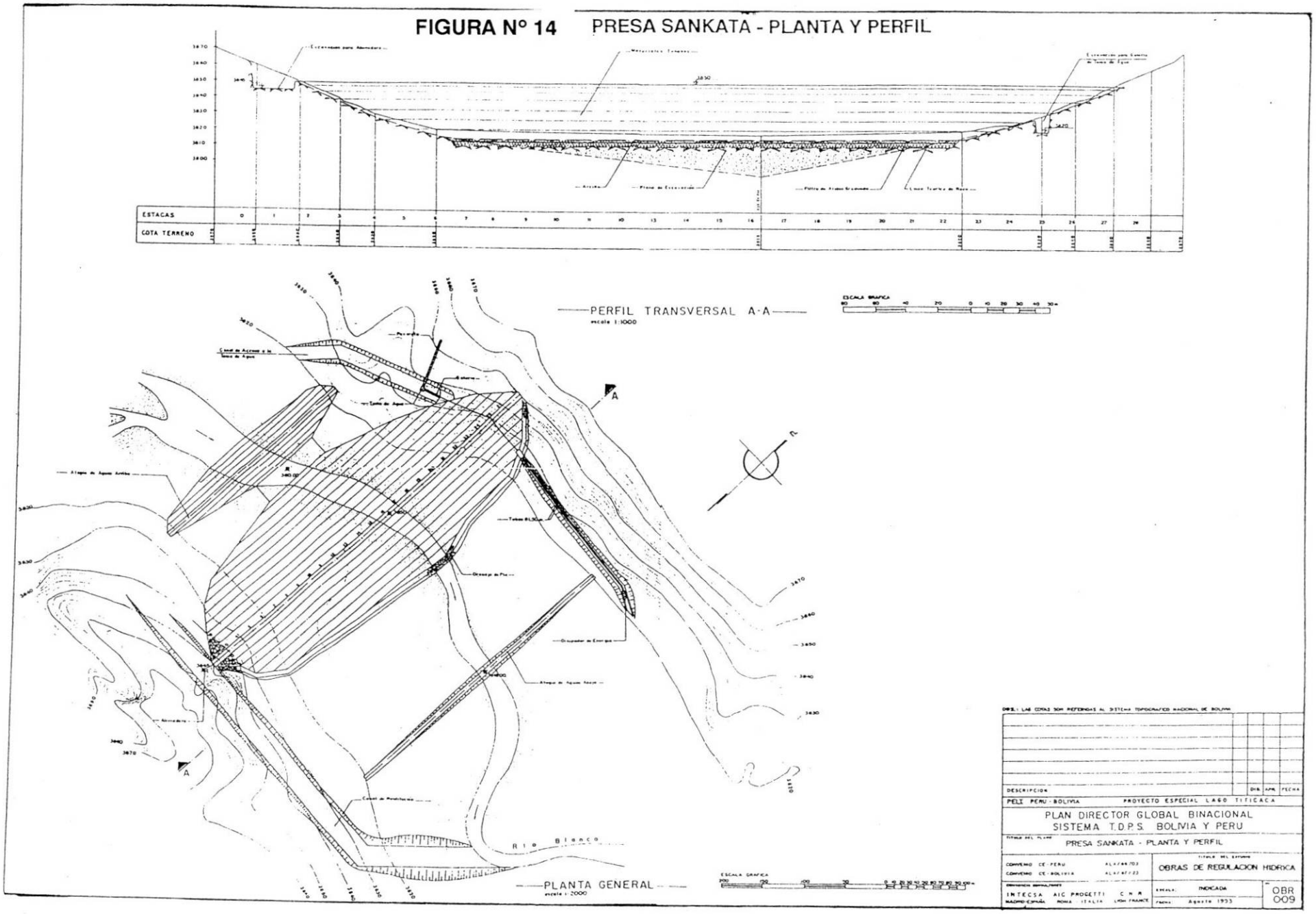
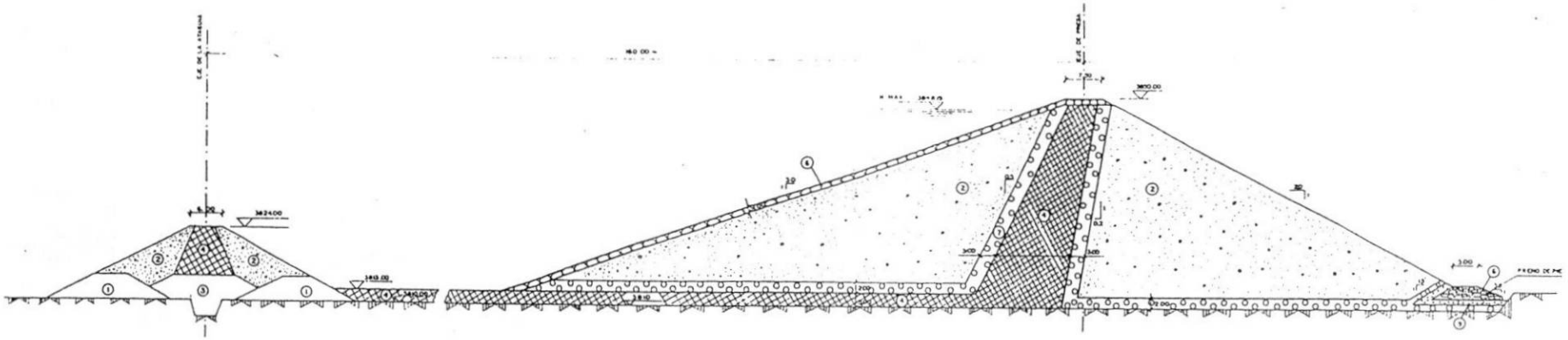


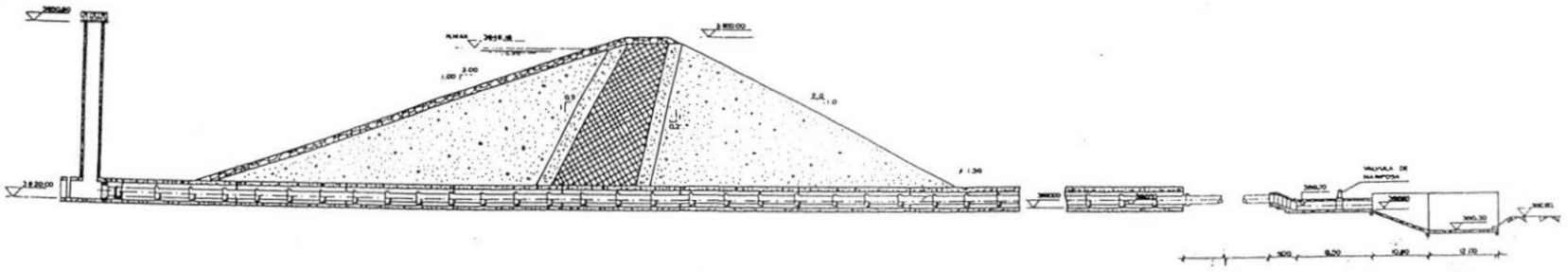
FIGURA Nº 15 PRESA SANKATA - SECCIONES



SECCION TIPO DE LA PRESA (Zona Central)

ESC 1:400

1. MATERIAL SEMIPERMEABLE VERTIDO
2. MATERIAL SEMIPERMEABLE COMPACTADO
3. ARCILLA VERTIDA
4. ARCILLA COMPACTADA
5. ENCOLLERA VERTIDA
6. ENCOLLERA COMPACTADA
7. FILTROS
8. GRAVAS VERTIDAS
9. GRAVAS COMPACTADAS



TOMA DE AGUA Y GALERIA - SECCION

ESC 1:400

ESCALA GRAFICA

NOTA: LAS COTAS ESTAN REFERIDAS AL SISTEMA TOPOGRAFICO NACIONAL DE BOLIVIA

DESCRIPCION	DIB.	APR.	FECHA

PELT PERU-BOLIVIA — PROYECTO ESPECIAL LAGO TITICACA

PLAN DIRECTOR GLOBAL BINACIONAL
SISTEMA T.D.P.S. BOLIVIA Y PERU

TITULO DEL PLANO: PRESA SANKATA - SECCIONES

CONVENIO CE-PERU ALA/86/03
CONVENIO CE-BOLIVIA ALA/87/33

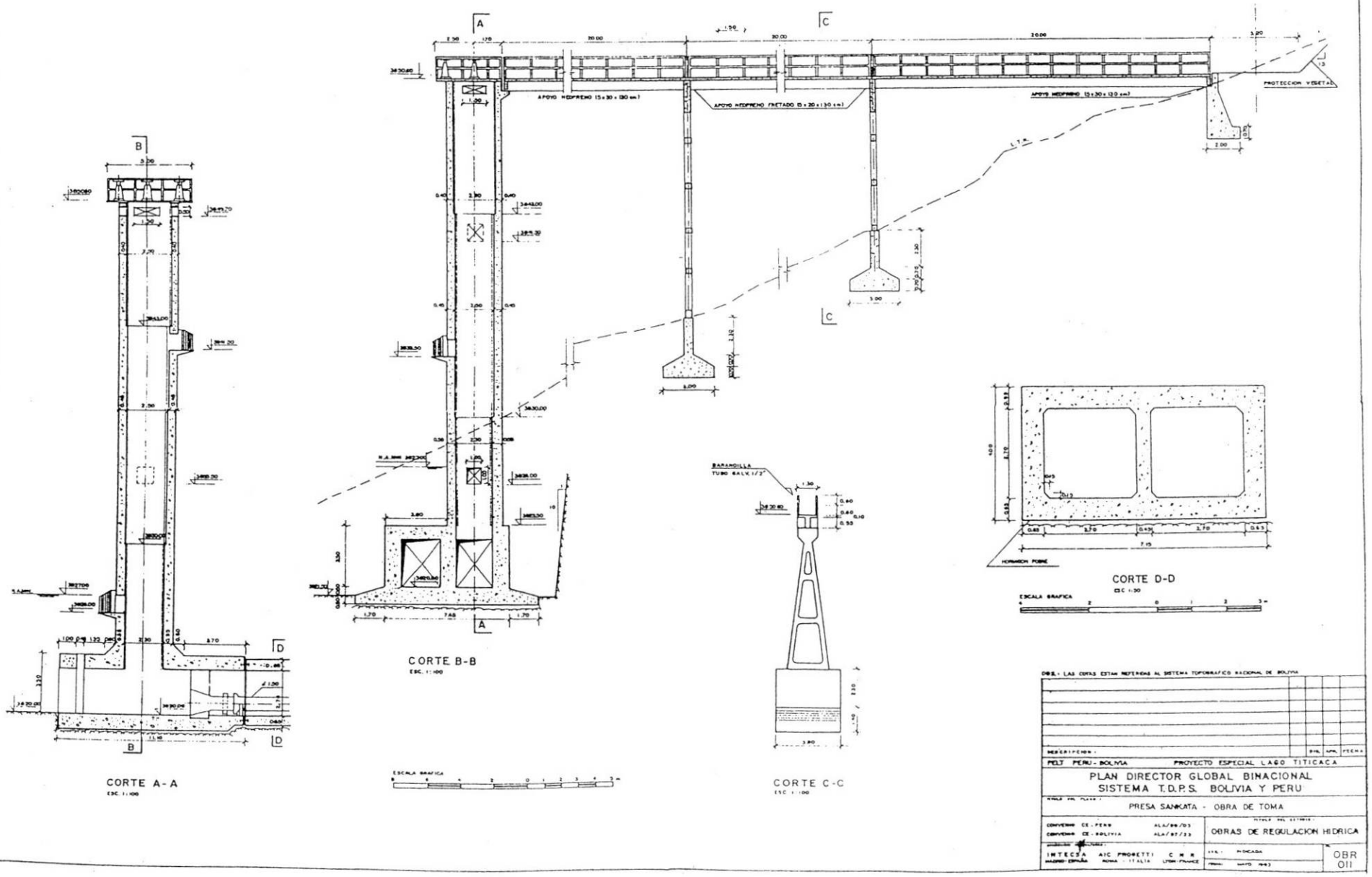
TITULO DEL LISTADO: OBRAS DE REGULACION HIDRICA

ARQUITECTO ARQUITECTOS:
INTECSA MADRID-ESPAÑA — AIC PROGETTI ROMA - ITALIA — C.N.R. LYON-FRANCE

ESC.: 1:400
FECHA: JUNIO 1993

OBR 010

FIGURA Nº 16 PRESA SANKATA - OBRA DE TOMA



un buen local que dispone de gran capacidad en un valle cerrado encajado, y que tiene laderas estables, de corte limpio y con muy poca erosión, no habiéndose observado material disgregado. Este vaso tiene la ventaja de que la evaporación sería minimizada por tener el embalse un valle muy cerrado. Se identificaron dos posibles problemas que habría que investigar antes de la ejecución del proyecto de la obra:

. La presencia de una posible falla a lo largo de la línea mediana del valle.

. La fuerte permeabilidad del estrato aluvial y su alto espesor.

Se describen a continuación las principales partes de la presa:

Cuerpo de la presa

Presa de materiales terrosos, con núcleo y tapete de cimientos de arcilla. La altura máxima de la presa, desde cimientos, será de 40,00 m. (Cota de coronación 3850,00 msnm), y la longitud de la presa 570 m.

Aliviadero

Escavado en la roca, (en el lado derecho de la presa), con cota de solera 3845 msnm, y con un ancho de 25,00 m.

El aliviadero se continua por un canal de restitución que devuelve las aguas al río.

Toma de agua

Localizada en la margen izquierda de la presa, está constituida por:

- Canal de acceso
- Torre de maniobras
- Galería con 2 tubos interiores de diámetro 1.50 m para conducción de las aguas
- Cámara de maniobras
- Disipador de energía
- Canal de restitución hasta el río

b) OBRAS DE BIFURCACION DEL RIO DESAGUADERO EN LA JOYA (Figura Nº 17)

Estas obras permitirán controlar una repartición de caudales del río Desaguadero, hacia el brazo derecho y hacia el brazo izquierdo del mismo.

El brazo izquierdo proporcionará caudales al lago Uru-Uru y el polígono de riego de El Choro; mientras el brazo derecho tendrá el objetivo de dejar pasar sedimentos y grandes avenidas. Juntamente a la obra de derivación hacia el brazo izquierdo está prevista la derivación para la alimentación hídrica de la laguna Soledad.

Para dirigir los caudales hacia el brazo izquierdo se prevé la realización de una captación regulada por dos compuertas planas. Los caudales de derivación serían de 20 m^3/s y 30 m^3/s para la laguna Soledad y lago Uru-Uru respectivamente.

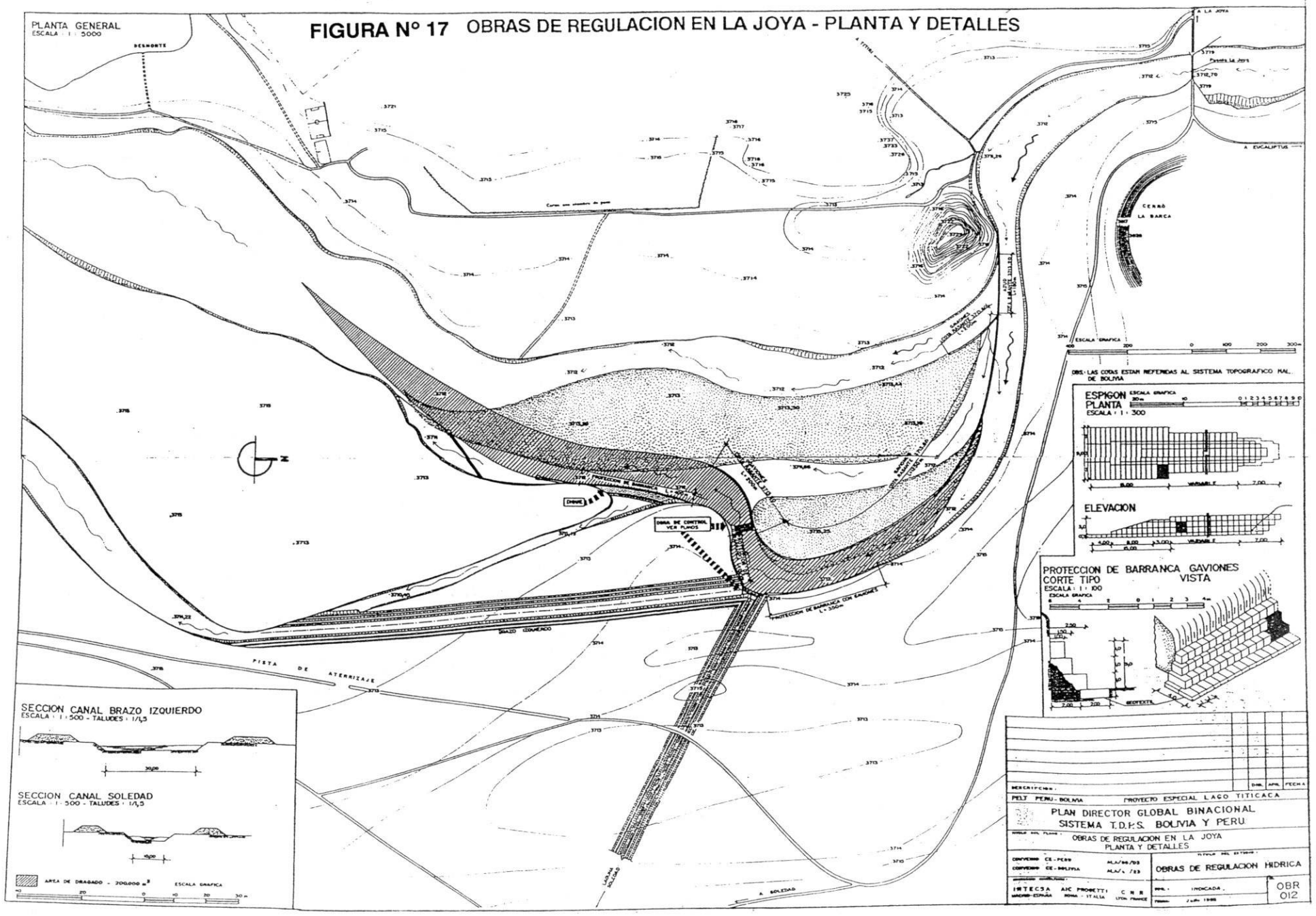
La sección de control del brazo derecho prevé la construcción de un azud en la cota 3.713,00 msnm, y dos compuertas. La solera de las dos compuertas entre en la cota 3.711,50 msnm (más bajos que las soleras de las compuertas para el lago Uru-Uru y la laguna Soledad.

Aproximadamente 1 Km aguas arriba de las secciones de captación está prevista la construcción de un azud lateral con la rasante en la cota 3.713,20 msnm, para dirigir el flujo hacia el brazo derecho cuando la lámina de agua supere la cota necesaria, para la derivación de los caudales hacia Uru-Uru y Soledad, o sea 30 m^3/s y 20 m^3/s respectivamente.

Las grandes avenidas, serán dirigidas hacia el brazo derecho y se expanderán por toda la sección, encima de la cota 3.713, 60 msnm, cota de la rasante de los aluviones y de las islas de depósito de sedimentos.

La barranca izquierda del brazo derecho en una longitud aproximada de 1.000 m, deberá ser acondicionada con espigones y protección de gabiones, para evitar que las avenidas rompan la margen hacia el brazo izquierdo, aguas abajo de la obra de control. La actual embocadura del brazo izquierdo deberá ser cerrada con un dique protegido.

FIGURA Nº 17 OBRAS DE REGULACION EN LA JOYA - PLANTA Y DETALLES



Durante las grandes avenidas las compuertas de regularización para el lago Uru-Uru y la laguna Soledad serán abiertas para dejar pasar sólamente los caudales fijados de 30 m^3/s y 20 m^3/s respectivamente.

El empalme entre la sección de control y el brazo izquierdo del Desaguadero será realizado por un canal. El volumen del material de excavación alcanza los 96.000 m^3, que serán colocados en la construcción de los diques.

i) Canal de derivación en la laguna Soledad

El canal de derivación para la laguna Soledad, admitirá 20 m^3/s, tendrá una longitud de 3,75 Km.

ii) Brazo izquierdo del Desaguadero La Joya-lago Uru-Uru

La demanda de agua de los dos receptores alimentados para el brazo izquierdo del Desaguadero aguas abajo de la sección de control de La Joya son:

. Lago Uru-Uru 30 m^3/s
. Sistema de riego El Choro 9,7 m^3/s

El dimensionamiento se hará para 30 m^3/s, dado que las obras de captación previstas en Burguillos permiten regular los flujos hacia los dos receptores.

Desde La Joya, se puede alimentar el lago Uru-Uru por dos recorridos distintos; en ambas alternativas hasta Burguillos, situado a 25,4 Km aguas abajo de La Joya, se sigue el brazo izquierdo; a partir de Burguillos, se puede seguir el canal Itos e ingresar en el lago Uru-Uru a través el Puente Español, o continuar por el brazo izquierdo hasta el lago a 12 Km aguas abajo del puente Karasilla.

Las dos soluciones han sido objeto de un análisis técnico y económico cuyos resultados indican más favorable el uso del canal Itos.

c) COMPUERTAS A LA SALIDA DE LA LAGUNA SOLEDAD Y DEL LAGO URU-URU

i) Desagüe de la laguna Soledad

Para el mantenimiento de la calidad de agua (salinidad) de la laguna Soledad se prevé un

caudal de salida (drenaje) de alrededor de 5 m^3/s, en media anual, con 10 m^3/s de máximo.

El desagüe será efectuado a través del canal existente, excavado por el Ferrocarril, por ocasión de las inundaciones antecedentes, y antes de desplazar los carriles. Sin embargo para extraer lo más posible agua salada, se prevé acondicionar la cota de fondo del canal hasta la 3.707,50 msnm en vez de la 3.709,92 msnm actual. El acondicionamiento se hará en una longitud de 3.002 m y con un volumen de excavación de 41.000 m^3.

La salida será regulada por una compuerta, ubicada al final del canal y de fácil acceso.

Las aguas del drenaje serán dirigidas hacia la Pampa Quimillo, río Caracollo, el cual será encauzado hasta la quebrada Kollpa Jahuira y finalmente a través del Puente Español hasta desembocar en el lago Uru-Uru.

ii) Desagüe lago Uru-Uru

El desagüe del lago Uru-Uru será realizado en una sección de control ubicada aguas arriba de la confluencia del río San Juan Sora-Sora en el camino que bordea a la derecha el río.

El caudal de drenaje oscilan entre 5,00 m^3/s y 20 m^3/s.

La sección de control se compone de dos compuertas, y dos diques de delimitación. Los diques tendrán una longitud aproximada de 5,0 Km y una altura media de 3,50 m. La coronación de estos diques constituirán el camino de acceso a las compuertas, para ello ha sido previsto una pavimentación con ripio) para un tráfico reducido.

Proyecto de riego priorizados en el sistema T.D.P.S.

Los proyectos priorizados han sido: Lagunillas e Ilave entre los existentes o programados en las cuencas de los afluentes al lago Titicaca; Chilahuala y El Choro entre los ubicados a lo largo del río Desaguadero.

Se da a continuación un resumen de los indicadores principales de dichos proyectos (cuadro Nº 2)

9.3 CONTROL Y EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

Como base en el diagnóstico hidrogeológico realizado y considerando la escala de dicho trabajo (Estudio Hidrogeológico) 1:250.000, se han formulado una serie de propuestas para control y explotación de aguas subterráneas que presentamos a continuación.

Sector Peruano

Desarrollo de áreas con nuevos proyectos de aguas subterráneas en función de las reservas aún disponibles en los siguientes sectores.

CUENCA	SECTOR	POZOS PROYECTADOS (Nº)	Nº DE METROS A PERFORARSE	AREA A IRRIGARSE (Ha)
Río Coata	Lampa-Juliaca	5	300	250
Río Ilave	Laraqueri - Chijichay Alchega y aguas abajo de Pilcuyo	5	360	250
Río Illpa	Mañazo	2	120	120
	T O T A L	12	780	620

Sector Boliviano

Desarrollo de áras con nuevos proyectos de aguas subterráneas en función de las reservas disponibles en los sectores hidrogeológicos de Viacha-Pucarani. En principio se ha previsto la perforación de 13 nuevos pozos con una profundidad media de 120 metros.

Se deben priorizar aquellos lugares donde existe energía eléctrica o en su defecto se tengan planes de electrificación, con el objeto de que las plantas de bombeo sean accionadas con motores eléctricos ya sea con equipos sumergibles (electrobombas) o con bombas de eje vertical, accionamiento motor eléctrico en superficie. Esto se sustenta en el costo de bombeo del agua subterránea que generalmente resulta más cara con petróleo diesel. La energía solar que podría ser una solución "autóctona" para el altiplano aún no es competitiva desde el punto de vista técnico y económico.

Red de Control

Se recomienda implementar una **Red básica de control de acuíferos del sistema TDPS**, sobre la base de la Red de observación del Estudio (priorización de pozos: 50 en Perú y 50 en Bolivia), con el objeto de realizar los siguientes trabajos:

CUADRO N° 2 : INDICADORES DE LOS PROYECTOS AGROPECUARIOS PRIORIZADOS

PROYECTO	FAMILIAS	PRODUCCION AGROPECUARIA (t)		EMPLEO		PRODUCCION AGRICOLA (US$)		PRODUCCION PECUARIA (US$)	
	(N°)	ACTUAL	PROYECTADA	JORNALES	EMPLEOS	BRUTA	NETA	BRUTA	NETA
LAGUNILLAS (31041 ha)	3000	6250	55224	420647	1402	18893985	11455943	12608000	8882000
ILAVE (17766 ha)	2000	12037	129973	1250869	3186	40065579	24971468	10312000	8369000
CHILAHUALA (18855 ha)	700	1045	22428	660552	2202	6366529	2905636	3773000	1430000
EL CHORO (6600 ha)	385	329	7023	201972	609	2208350	1034459	1713000	1120000
TOTAL	6085	19661	214648	2534040	7399	67534443	40367506	28406000	19801000

- Medición de la profundidad del nivel estático (NE) con una frecuencia mínima de una vez cada 4 (cuatro) meses

- Por lo menos realizar 2 (dos) campañas al año de obtención de muestras de agua para análisis físico-químico y bacteriológico en pozos representativos, en lo posible en funcionamiento (con bombeo). En principio las campañas podrían realizarse al final del período seco (estiaje), y después del período lluvioso.

  La información básica es sumamente importante para las siguientes actuaciones:

+ Evaluación del comportamiento de los acuíferos, sobre todo cuando entren en funcionamiento los nuevos proyectos de aguas subterráneas

+ Para la posible implementación futura de un **Modelo Matemático de Aguas Subterráneas** del sistema T.D.P.S. es importante disponer de información de los elementos que varían en función del tiempo a fin de tener una serie mínima de datos que permitan las simulaciones de acuíferos en régimen permanente y transitorio.

  Consideramos que a mediano plazo cuando se disponga de información suficiente de parámetros hidrogeológicos [transmisibilidad T m^2/día, coeficiente de almacenamiento S(%)] y de los elementos que varían en función del tiempo, se deberá contemplar la realización de modelos de acuíferos de las cuencas de mayor importancia hidrogeológica en primera instancia, y posteriormente de los acuíferos con limitados recursos hídricos.

También es necesario prever por lo menos 1 (una) campaña anual de control de explotación principalmente de los pozos perforados inventariados y a nivel de muestreo en los pozos someros a tajo abierto.

9.4 OTROS USOS Y MANEJOS DE RECURSOS HIDRICOS

9.4.1 Uso y manejo del agua para cultivos protegidos

En las áreas del sistema T.D.P.S., existe escasez de recursos hídricos superficiales regulables; en lo que se refiere a recursos de aguas subterráneas, también estos no son muy abundantes.

Por otro lado en el sistema T.D.P.S., existe una gran desuniformidad e irregularidad en las precipitaciones, lo que sumado a las frecuentes heladas que ocurren, presentan un escenario muy difícil para el desarrollo de las actividades agrícolas.

Como consecuencia de lo anterior, se ha estudiado la posibilidad de introducir técnicas alternativas de agricultura, ya que existen suelos suficientes con potencialidad agrícola y un mercado consumidor de cultivos, sobre todo hortícolas, no satisfecho.

Entre estas acciones o técnicas alternativas de manejo de agua para agricultura, estaría su uso en **invernaderos** o carpas solares. La implementación de técnicas de cultivos en invernaderos en el altiplano, tiene un gran potencial y muchas ventajas para contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible, especialmente por su capacidad de atenuar los efectos de las heladas en los cultivos, así como de aprovechar en forma más eficiente los limitados recursos de agua disponibles, entre otras.

Por ello, se considera que la realización de estas propuestas influirá positivamente, ya sea directa como indirectamente en las áreas de los proyectos.

Los invernaderos en el altiplano

Para evitar o reducir los efectos de las heladas y granizadas sobre los cultivos, así como para efectuar un mejor uso del agua y aprovechar las altas tasas de radiación solar que se registran en el altiplano, se propone promover la utilización de invernaderos (tambien llamados carpas solares o sistemas de cultivos protegidos), los cuales se implementarían tanto sobre la forma de sistemas familiares como sobre la forma de sistemas colectivos.

Los invernaderos son sistemas adaptados de los países del norte que han sido introducidos y en algunos casos modificados para las condiciones del altiplano mediante proyectos de instituciones de desarrollo, mayormente ONG's.

En el transcurso de las dos últimas décadas, numerosas instituciones de desarrollo en el ámbito rural altiplánico han asumido el rol de "portadores" de tecnologías para solucionar los problemas de la agricultura de altura. En décadas recientes, uno de los pilares centrales de las propuestas de desarrollo rural ha sido el referido a la innovación tecnológica empelando tecnologías apropiadas, complementarias, a la tecnología, problemática y conocimiento andino.

De manera general, la tecnología apropiada en el altiplano se ha definido como una tecnología de bajo costo, por tanto debe ser intensiva en mano de obra; de elaboración y uso fácil, hecho que supone la máxima utilización de materiales locales.

Las **perspectivas de desarrollo** de los invernaderos que se proponen, están vinculadas a los siguientes aspectos:

- Promover la implementación, en zonas seleccionadas del altiplano, de conjuntos de sistemas colectivos de invernaderos, en forma modular, gestionados por las comunidades;

- Apoyar al acopio y comercialización de la producción de los invernaderos por organizaciones comunales ó comunarias; y

- Promover la implementación, en zonas seleccionadas del altiplano, de conjuntos de sistemas familiares de invernaderos gestionados por las familias.

Estas acciones contribuirán a mejorar los precios pagados al productor así como a mejorar la dieta de los habitantes. Se considera que siendo la producción y la comercialización dos eslabones indispensablemente integrados en el proceso de un cultivo, se tendrá que complementar el mejoramiento de dichas acciones con soluciones apropiadas a las problemáticas del manejo de los cultivos.

El desarrollo tiene que ser a través de las organizaciones de comunidades por lo que los comunarios tienen que autodesarrollarse con apoyo de ONGs y/o Proyectos de Cooperación Internacional coordinados por la Autoridad Binacional Autónoma. El desarrollo de tipo comunal permitirá a los campesinos determinarse, responsabilizarse y tomar en sus manos su propio destino.

Asimismo, se debe integrar cuanto posible la cadena de producción - comercialización, ó producción - transformación - comercialización.

9.4.2 Uso y manejo de agua en bofedales

En el altiplano por encima del límite normal de los cultivos, donde el frío imposibilita las cosechas se han establecido, desde tiempo secular, comunidades "alpaqueras" que han desarrollado sistemas productivos

basados exclusivamente sobre el pastoreo y la crianza de camélidos (alpacas y llamas), y en menor escala de ovinos y bovinos.

Esas comunidades, que no desarrollan sistemas agrícolas, viven de la venta de los productos derivados de la ganadería: pelo de camélidos, lana de oveja, carne, leche, cueros y productos de artesanía textilera (prendas de vestir, frazadas, alfombras, pieles, etc...). También efectúan intercambios con las comunidades de los pisos más bajos, en base a trueque y abastecimiento de estiércol usado como fertilizante o combustible doméstico por los campesinos.

En el ecosistema de la economía alpaquera predominan tres pisos ecológicos distintos, en los cuales cada alpaquero trata de poseer una parcela.

Esas zonas homogéneas de producción son:

- Los **bofedales y lomadas**

- **Las laderas**, zona de falda de los cerros y lomadas bajas.

- **Zonas de cerro** o zonas de pastos naturales.

En el sistema T.D.P.S., se han identificado 492.671 ha de bofedales, lo que indica el gran potencial ganadero que pueden soportar, si son preservados, eventualmente aumentados, y sobre todo bien gerenciados desde el punto de vista de manejo hídrico.

En las zonas altiplánicas, debido a las sequías frecuentes, y al número elevado de días de heladas, la agricultura está en condiciones marginales, y en general sólo se practica para autosubsistencia. En cuanto a la pecuaria, sin o con riego, se puede desarrollar la crianza de ovinos. En los bofedales se pueden criar las alpacas. En condiciones de secano, las llamas se pueden criar en praderas nativas de los pisos altos, o de las pampas (como en Turco).

En las zonas del altiplano sur, con riesgos elevados en los cultivos anuales, el riego posibilita, como alternativa, la semi-inundación de praderas nativas o de pastos permanentes. Así se puede criar en forma semi-intensiva los bovinos, los ovinos y los camélidos.

La carga animal por hectárea, se puede fácilmente triplicar si los pastos son regados. La **ampliación,**

y gestión, de los bofedales por riego y manejo del agua, permitiría asegurar el pastoreo de las alpacas en los meses secos e incrementar muy significativamente la carga animal.

El riego, adicionalmente, podría permitir la instalación de invernaderos, que podrían producir muy intensivamente plantas forrajeras en los meses secos.

Las áreas del proyecto se localizan en la zona altiplánica (ubicada sobre los 4.000 m), donde la irregularidad de las precipitaciones, sumada al clima frío, presentan un escenario bastante difícil para actividades agrícolas.

Según se ha estimado en el área del complejo T.D.P.S. se tiene alrededor del 95,6 % de la población mundial de camélidos sudamericanos (el 92,4% en el caso de llamas y el 99% en el caso de alpacas, predominando alpacas en el sector peruano y llamas en el sector boliviano). Pero, como la ganadería de camélidos depende en gran parte de los escasos pastos disponibles, los que a su vez dependen de los limitados recursos de agua de las zonas altoandinas del sistema T.D.P.S., la ocurrencia de sequías afectan significativamente la población y la producción de camélidos.

Aunque se quiere llamar la atención sobre la posibilidad de mejora o creación de nuevas áreas de bofedales para aumentar los rebaños de camélidos en ellos asentados, a partir del riego: el uso y manejo del agua, que estas acciones requieren, precisarán de estudios y proyectos específicos para cada zona a desarrollar y que serían realizados dentro de la implementación de un programa.

10. PROGRAMA DE USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS HIDROBIOLOGICOS

Los recursos hidrobiológicos tienen un papel muy importante en la economía del sistema. Por ello, para poder lograr su óptimo manejo sostenible, considerando las limitaciones de sus disponibilidades en el ámbito del complejo, y la influencia que aparentemente tienen sobre los mismos los períodos prolongados de sequías y de inundaciones, se considera indispensable la implementación de un Programa de Uso y Manejo de estos Recursos en el sistema T.D.P.S.

Para ello se plantea que las acciones del Programa se dividan en dos campos de actuación, orientándose al:

- Potenciamiento del aprovechamiento sostenible del desarrollo pesquero; y

- Potenciamiento del aprovechamiento de la vegetación acuática.

10.1. DIAGNOSTICO Y PROGRAMAS DE DESARROLLO PESQUERO

En el sistema T.P.D.S., el lago Titicaca se caracteriza como la principal fuente de extracción pesquera.

El lago Poopó, ha contribuido con el 40% de la producción pesquera de Bolivia; en la actualidad éste lago, a causa de una salinidad elevada que sobrepasa los límites de tolerancia de las especies ícticas, se encuentra en una franca disminución de su biodiversidad.

Una sobre explotación de los recursos pesqueros, con métodos inadecuados no permiten realizar una gestión racional de la pesca. Con la misma intensidad que las deficiencias, la aplicación de las leyes pesqueras es muy precaria en ambos países.

La fauna íctica, está constituida por especies nativas principalmente de los géneros **Orestias** y **Trichomycterus**, y especies exóticas (trucha y pejerrey).

Desde hace diez años, los científicos han venido observando la disminución muy preocupante, de las especies nativas, algunas ya se encuentran en una franca etapa de extinción (Orestias pentlandii) y otras ya desaparecidas (O. cuvieri).

La trucha, que ha alcanzado un apogeo en la década del 60, ha sufrido una disminución catastrófica en sus poblaciones, al contrario del pejerrey que parece desarollarse con más éxito, en una particular competencia con las especies nativas.

La mayoría de la fauna íctica depende de la zona litoral para realizar su ciclo biológico. Es en esta zona donde se practica la más fuerte presión de extracción, intensificándose durante los períodos de reproducción. La pesca en la zona pelágica es una alternativa para una mejor explotación sin alterar los ciclos vitales de las especies. En la actualidad este proceso es realizado por el CDP (Centro de Desarrollo Pesquero), en la Isla del Sol y por parte del Perú en la Isla Soto.

Una evaluación sobre la biomasa piscícola, en la zona pelágica del lago Titicaca, efectuada a través del Convenio UMSA-IMARPE (1985), revela una potencialidad de 91.000 t; en la actualidad subexplotada por falta de embarcaciones y artes adecuadas. La extracción en general, se efectúa con redes agalleras en detrimento de las artes nativas. En el lago Titicaca, la extracción en la parte peruana (6.000 a 7.000 t) es más intensa que en la parte boliviana (800 t). La organización de la pesca en el lago Titicaca es rudimentaria, al contrario en el lago Poopó, estas organizaciones son más desarolladas y presenta un sistema de rotación para reducir la presión de la pesca.

La comercialización del pescado del Titicaca esta a cargo del pescador o frecuentemente de su cónyugue. No existen sistemas de desembarque, acopio, transporte y de conservación del producto. Las pérdidas son muy importantes (10-20%). La transformación es bastante débil; esta actividad es de exclusividad de las empresas privadas principalmente con la trucha; la producción no sobrepasa las 5 t en ambos países. La venta de la pesca en los mercados, es muy precaria y no presenta condiciones de higiene suficientes. La acuicultura se practica principalmente a través de la truchicultura, la producción es de alrededor de 400 t/año. La acuicultura de las especies nativas, en la actualidad, se encuentra en una fase experimental.

La administración pesquera en el Sistema T.D.P.S., es ejercida en Bolivia por el Centro de Desarrollo Pesquero y en Perú por el Ministerio de Pesquerías.

Ambos organismos rectores poseen organigramas a nivel nacional que en la mayoría de los casos, especialmente los del CDP son acéfalas por falta de apoyo financiero.

En Bolivia, los proyectos pesqueros se realizan a través de Convenios y de Cooperación, como es el caso de las Universidades, la Corporación Regional de La Paz (CORDEPAZ), la Misión Británica, la Cooperación Técnica del Japón (JICA), la Misión Francesa (ORSTOM) y otros; se opera a nivel de proyectos específicos y de manera aislada.

En Perú, los proyectos se desarrollan bajo directrices e intereses de los organismos cooperantes.

Son estas situaciones que motivan el planteamiento de un Plan Director de Pesca cuyo objetivo sea alcanzar el desarrollo de la pesca con características de sustentabilidad y beneficiando a ambos países. Como prioridad, dentro el Plan Director es necesario incentivar la conformación de un Consejo Científico Multidisciplinario y Asesor, con el objetivo de realizar una gestión racional de la pesca, extendida a todo el sistema.

Los lineamientos proponen los siguientes aspectos :

Dentro del marco del Plan Director se proponen las siguientes acciones:

Acciones a corto y medio plazo

- Estimación de la extracción, necesaria para satisfacer los requerimientos alimenticios de la población.

- Conservación de la biodiversidad.

- Evaluación de la biomasa pelágica y litoral corroborando la información con intervalo mínimo de tres años.

- Conocimiento de la dinámica de las poblaciones ícticas, en particular de las especies nativas.

- Definición del grado de extracción de cada especie. Actualmente no existe un conocimiento detallado del estado de sobre o sub-explotación por especies.

- Legislación a nivel binacional, que debe reagrupar los puntos siguientes:

  . Preservación de las zonas de reproducción
  . Períodos de veda,
  . Tipos de mallas de las redes y números de redes por pescador,

- Reglamentación de la extracción a nivel binacional.

- Programa de desarrollo de la pesca con una modernización de los sistemas de extracción, en particular para poder faenar en la zona pelágica.

- Promoción y desarrollo de los organismos pesqueros, en particular las federaciones y las comunidades.

- Desarrollo de la acuicultura, sobre todo con especies nativas, con una investigación paralela sobre las incidencias que la acuicultura tiene sobre el medio natural.

Acciones a largo plazo

- Introducción de embarcaciones adecuadas a la pesca en la zona pelágica.

- Un mejoramiento del sistema de mercadeo, cuyos objetivos sean:

. Crear centros de acopio, conservación (frigoríficos), distribución y venta.

. Disminución de las pérdidas con la utilización de hielo, manipuleo adecuado, sustituyendo los cajones de madera de empaque, por cajas plásticas apropiadas para el transporte del producto.

- Construcción de centros de producción y sobre todo de transformación, con el apoyo de empresas industriales.

10.2 DIAGNOSTICO Y PROGRAMAS DE DESARROLLO DE LA VEGETACION ACUATICA

En la cuenca altiplánica, la flora lacustre y fluvial, son particularmente conocidas en el lago Titicaca y en menor escala en los otros cuerpos de agua. La composición planctónica del lago agrupa principalmente algas

verdes y diatomeas, pero también cianobacterias fijadoras de nitrógeno.

Las **diatomeas** del lago son conocidas desde los trabajos de Frenguelli (1939). Trabajos más recientes (1987), abordan este aspecto de la flora acuática del lago. Las diatomeas agrupan un número pequeño de taxones. Iltis (1991) ha realizado una síntesis de la flora de algas en general y también un estudio del aspecto cuantitativo. Finalmente, Richerson (1986), ha desarrollado una investigación de la producción primaria y de la biomasa de algas.

La flora del lago Titicaca se caracteriza por un predominio de clorofitas y de clorococales. Iltis señaló que en su estado actual la flora algal no puede considerarse como exhaustiva. Desde el punto de vista cuantitativo el fitoplancton se caracteriza por una abundancia de cloroficeas y cianoficeas. La población algal se encuentra hasta una profundidad de 80 a 100 metros.

Las **macrofitas**, están representadas por, aproximadamente, quince especies; se destacan:

- El "llachu": Elodea potamogetum ("Yana" o "Chancco llachu"); Myriophyllum elatinoides ("Hinojo" o "Waca llachu") y Potamogeton Strictus ("Huichi huichi" o Chilka llachu").

- La "totora verde" o "totora tierna" : Género Scirpus.

Las comunidades de macrofitas ocupan todas las zonas poco profundas. Colleot (1980), define 6 tipos de asociaciones a partir de la profundidad de agua. La asociación de Schoenoplectus totora (totora) es muy importante y se ha observado de 2,5m hasta 4,5m de profundidad.

Desarrollo de la vegetación acuática

La flora acuática constituye un recurso natural y económico importante en el medio lacustre y fluvial del altiplano, que actualmente sufre una sobre-explotación.

Aunque las especies acuáticas aparentemente se han adaptado a la evolución de los niveles del lago, sin embargo la conservación de la vegetación depende también de las acciones antrópicas.

La gestión sostenible de la biomasa vegetal se justifica principalmente por:

- Una producción de materia primaria para consumo del ganado y uso humano; y

- Una preservación de los equilibrios ecológicos del lago, principalmente la fauna íctica.

Se recomienda que la gestión de la flora acuática se realice de la forma siguiente:

A medio plazo

- Observación de la evolución de la biomasa vegetal según una frecuencia de años;

- Análisis de la evolución de las superficies vegetales (llachu, totora); y

- Visitas de campo para verificación de la información.

A largo plazo

- Desarrollar investigaciones en la producción de plántulas a partir de semillas, "in vitro";

- Reglamentación de las extracciones según los locales (duración y cantidad);

- Repoblación de los locales degradados según un gradiente de urgencia; y

- Creación de viveros para la repoblación y la explotación.

11. IMPACTOS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Los Estudios de Impacto Ambiental (EIA), que se han realizado dentro del Plan Director Binacional, han tenido por objetivo la identificación, predicción, interpretación y comunicación de los probables impactos ambientales que se originarían como consecuencia de la planificación, ejecución y operación de las obras y proyectos propuestos en el marco del Plan.

En estos estudios ha sido necesario el conocimiento de la información básica generada para el Plan Director Binacional, a nivel de los estudios sectoriales realizados sobre suelos, vegetación, clima, hidrología, erosión, sedimentología, fluviomorfología, hidroquímica, socioeconomía, y medio ambiente. Información que ha permitido la modelación de los sistemas ecológicos, en base al conocimiento de los componentes ambientales para analizar los cambios esperados con la ejecución de las actuaciones propuestas.

En tal sentido, para la eficiente aplicación de las metodologías disponibles en la literatura técnica y científica sobre impacto ambiental, se tomó en cuenta inicialmente la revisión de varias de ellas, para analizar y evaluar cuales serían las recomendables a aplicarse. Entre ellas, se analizaron las que plantea la matriz de Leopold, la matriz del Comité Internacional de Grandes Presa (ICOLD), las listas de cuestiones del Banco Mundial, Banco Interamericano, Comunidad Económica Europea, Diagramas Causa Efecto del Soil Service Agriculture (USA), Sorensen, SCOE y del Programa "El Hombre y la Biosfera" de la UNESCO. También se tuvo en cuenta los modelos de simulación que fundamenta SCOPE, el Centro de Estudios y Ordenamiento del Medio Ambiente (CEOTMA), la Metodología Adaptativa de Evaluación Ambiental del Doctor I. Holling y la del National Rural Electrical Central Agency (NRECA).

En general, en todas ellas se trató de analizar como cumplían con la descripción de los impactos, el tratamiento de su globalidad, la separación y agregación de impactos, el análisis de la incertidumbre, y la calificación de la magnitud e importancia de los impactos. Como no todas las metodologías cumplen con la descripción completa de los impactos ambientales, fué preciso el uso de una combinación de ellas para su aplicación.

Posteriormente, en base a la identificación de los probables impactos ambientales se definieron un conjunto de medidas de control y mitigación, que deberán ser implementadas con la puesta en ejecución de un **Programa de Investigación, Control y Monitoreo Ambiental**, específico para cada caso. Especial atención en todo el proceso ha tenido el tratamiento de los impactos ambientales, desde la perspectiva de la incidencia en la salud y bienestar de las personas y de la población en general beneficiaria de la puesta en marcha de los proyectos.

12. PROPUESTAS DE MANEJO MEDIO AMBIENTAL

En este punto se indican una serie de **propuestas y acciones** que se enmarcan en la problemática de conservación y corrección del medio natural.

Estas acciones se refieren a problemáticas que no han sido contempladas, o muy superficialmente, en los Términos de Referencia, pero que en el transcurso de los estudios han cobrado importancia como consecuencia de una visión integral de planificación de recursos hídricos.

Así contemplaremos dos aspectos en que el factor "hídrico", de alguna forma directa o indirectamente es preponderante:

- Control de la erosión hídrica y propuesta de conservación de suelos.

- Control de la contaminación del agua.

12.1 PROPUESTA DE CONTROL DE EROSION Y CONSERVACION DE SUELOS

El estudio sobre erosión y del estado de conservación de los suelos, ha desarrollado un diagnóstico general de la erosión, seleccionando las áreas críticas y elaborando una propuesta de acciones y manejo.

Se individualizaron y cuantificaron las causas principales (geológica, antrópica y eólica) de las erosiones. Las acciones antrópicas afectan el 48,6% del área total del sistema, la erosión de tipo geológico afecta el 30%, mientras la eólica se manifiesta con un 6,2%.

Se distinguieron cuatro clases de erosión, o sea:

- Clase 1 erosión ligera
- Clase 2 erosión moderada
- Clase 3 erosión severa
- Clase 4 erosión muy severa

La clase de erosión predominante es la clase 2, es decir erosión moderada, que constituye el 31,7% de la erosión total que se presenta en el sistema T.D.P.S.

Es sobre esta clase de erosión es que deberían incidir las acciones de conservación del suelo, no sólo por su mayor extensión, sino a fin de salvaguardar y recuperar el suelo que aún queda.

A nivel de las tres grandes cuencas que conforman el sistema T.D.P.S., el diagnóstico de la erosión es el siguiente:

- En la cuenca del lago Titicaca el predominio de la erosión antrópica es muy notorio afectando al 68% de los suelos que constituyen el área total de dicha cuenca. Dentro de ella, la erosión moderada (Clase 2) es la predominante. Esta situación se debe principalmente a la mayor densidad poblacional que existen en esta zona, sobre todo en las zonas agroecológicas circunlacustre y Puna húmeda, y que ejerce una presión importante sobre los recursos naturales y en particular sobre el suelo.

- En la cuenca del río Desaguadero, se determinó, que la erosión de tipo antrópico y geológico se dan en similar extensión (47% en ambos casos). Sin embargo, a nivel de clases de erosión se observa un predominio de erosión moderada y severa de tipo geológico (44,5%) sobre la antrópica (15,5%). Las causas de esta situación, son por un lado, la susceptibilidad de los suelos y rocas a la degradación, pero también en la menor densidad de población en este frágil ámbito.

- En el complejo de cuencas lago Poopó - Salar de Coipasa, predomina la erosión geológica (38%) sobre la antrópica (28%), siendo sobre todo notoria en la cuenca alta del Salar de Coipasa. En este ámbito adquiere mayor importancia la erosión eólica (17%) del total de la cuenca.

Las cuencas críticas seleccionadas para llevar a cabo de manera prioritaria acciones de conservación de suelos son:

. Cuenca del Ramis
. Cuenca del Ilave
. Cuenca del Mauri
. Cuenca del Jacha Jahuira

En la cuenca del río Ramis, la erosión antrópica es predominante (88,5% del área total) sobre todo la Clase 2 (moderada).

En la cuenca del río Mauri, la erosión predominante es la de tipo geológico (84,4% del área total).

En las cuencas del Ilave y del Jacha Jahuira, ocurre una situación parecida en términos relativos, predomi-

nando en ambas la erosión antrópica (64-66%) del área total, sin embargo, se da de manera significativa la erosión de tipo geológico (34-35% en ambas cuencas).

Dentro de las cuencas críticas seleccionadas, se han ubicado microcuencas que presentan una extensión comprendida entre 40 a 300 Km^2; estas microcuencas podrían constituir las áreas piloto de un Programa de Conservación del Suelo.

12.2 CONTROL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA

La contaminación medio ambiental del área del sistema T.D.P.S. que se detectó, indica un sistema en equilibrio inestable con tendencia hacia una degradación irreversible si no se interviene con acciones de control y de corrección. Por este motivo a continuación se efectúan algunas recomendaciones necesarias para mantener el sistema en equilibrio:

- Agilizar la promulgación de la Ley de Aguas (Bolivia) que actualmente está detenida en el Congreso.

- Actualizar el Código de Minería en Bolivia, a fin de hacer cumplir su reglamentación en lo referente a control y tratamiento de efluentes contaminadores de acuíferos y nivel freático de las aguas.

- Exigir a través de las autoridades competentes, que todas las empresas mineras (estatales y privadas) cumplan con los Códigos de Minería en lo que concierne al uso y protección del recurso agua, ya que estas empresas constituyen la fuente principal de contaminación;

- Efectuar un monitoreo continuo de la conductividad, (salinidad) de las aguas, así como un monitoreo con frecuencia mensual de los parámetros necesarios para la evaluación del SAR (Na, Ca, Mg), en puntos extratégicos del río Desaguadero, tales como:

  Puente Internacional
  Calacoto
  Río Mauri
  Puente Japonés
  Chuquiña
  Puente Español

- Prever un monitoreo químico, físico y bacteriológico de la contaminación a la salida de los sistemas de desagüe de Puno, El Alto, Oruro y Puente Internacional, con el fin de evaluar el estado de la contaminación y programar intervenciones de saneamiento.

- Regularizar los pozos en lo que significa aperturas, uso y sobre todo mantención de su calidad, mediante un monitoreo de los mismos.

- Profundizar el estudio sistemático (fisicoquímico y bacteriológico) de las aguas subterráneas, como alternativa de consumo, en función a conocer sus límites estacionales (climáticos) asociados a los cambios del nivel freático.

- Evaluar los contenidos de nutrientes en aguas subterráneas (fosfatos y nitratos) a fin de poder suplir este déficit en las aguas superficiales, para riego.

- Incentivar a nivel rural cursos ó talleres de capacitación y conocimiento en lo referente al uso y manejo del recurso agua, que comprenderá la higiene y cuidado en su consumo.

- Estudiar en detalle el caso particular de la contaminación minera de los lagos Uru-Uru y Poopó; identificar todas las fuentes, aplicar programas de control, monitorear los diversos componentes de los ecosistemas (aguas, sedimentos, plantas, peces, etc); y estudiar las posibles alternativas de solución para su recuperación.

Dentro del marco de la futura gestión de la Autoridad Binacional Autónoma se debería contar con un Modelo de CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES (C.A.S.). Las tareas a realizar para poner a punto el modelo requerirían efectuar en una primera fase las siguientes actividades:

- Establecimiento de las necesidades
- Análisis de Modelos posibles de utilizar
- Adecuación del modelo escogido
- Evaluación y adquisición de programas
- Definición de ámbito y alcance
- Calibración previa

En una segunda fase se establecería la capacidad de respuesta del modelo, determinando:

- El ámbito geográfico en el cual se extiende la simulación

- Los componentes contaminantes a simular:

  * El régimen hidráulico
  * La temperatura
  * Oxígeno disuelto
  * Materia en suspensión
  * DBO
  * DQO
  * COT (Carbono Orgánico Total)
  * Ciclo de nitrógeno
  * Conductividad eléctrica
  * Metales pesados y tóxicos

Las fuentes de contaminación a tener en cuenta serían las siguientes:

- Fuentes difusas
- Fuentes puntuales
- Descargas químicas (minería e industrias)
- Descargas biológicas (urbana)

13. ORDENAMIENTO Y COSTOS DEL PLAN DIRECTOR BINACIONAL

ORDENAMIENTO DE ACCIONES Y PROYECTOS

De acuerdo con los objetivos del Plan Global así como con las estrategias establecidas se plantea ejecutar una secuencia de acciones en las líneas maestras de actuación establecidas.

Las acciones incluidas en este ordenamiento han sido propuestas considerando atender con carácter prioritario lo siguiente:

- Mitigación de las sequías;
- Control de inundaciones;
- Consideración de los aspectos económicos, sociales y ecológicos;
- Empleo de la forma más racional posible de los volúmenes de agua utilizables del sistema sin comprometer significativamente los recursos hídricos futuros; y
- Selección de las mejores alternativas del aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos.

Para su ejecución deben utilizar al máximo toda la información existente recopilada, así como efectuar los estudios adicionales requeridos para la actualización periódica del Plan.

Este ordenamiento tiene como base la realización del conjunto de obras y proyectos de regulación hídrica y control de avenidas tanto en los afluentes del lago como en el lago Titicaca y en el eje Desaguadero, que han sido establecidos para el programa de uso y manejo de los recursos hídricos del sistema.

De acuerdo con lo indicado posteriormente, la secuencia de ordenamiento de acciones propuesta se presenta en el cuadro Nº 3

EVALUACION DE COSTOS DE ACCIONES Y PROYECTOS

Los costos correspondientes de todos los proyectos, programas y acciones previstos en el Plan Director y priorizados en el ordenamiento de las acciones se presentan en los cuadros Nº 4, 5, 6 y 7. Se debe resaltar que, en los costos de los proyectos, están incluidos (o indicados) tanto en los costos de las obras propiamente dichas como los costos de su mantenimiento y de las acciones de desarrollo agrícola requeridas indispensables según el caso. Asimismo también se presentan los costos de los programas y accio-

CUADRO Nº 3: CRONOGRAMA DE EJECUCION - OBRAS DE REGULACION, MANEJO Y APROVECHAMIENTOS HIDRICOS

PROYECTOS Y ACCIONES	AÑOS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Compuertas de Control - Puente Internacional	----	----																							
Canal Laguna Aguallamaya	----	----	----	----																					
Compuertas de Control - Aguallamaya			----	----																					
Laguna Nazacara				----																					
Proyecto de riego Chilahuala		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----									
Obra de regulación en La Joya					----																				
Proyecto de riego El Choro					----	----	----	----	----	----	----	----	----	----											
Canal Itos					----	----																			
Canal Soledad					----																				
Desagüe Soledad						----																			
Desagüe Uru Uru						----																			
Proyecto de riego Lagunillas	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----							
Proyecto de riego Ilave	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----										
Conservación de Suelos	----	----	----	----	----	----	----	----	----	(a determinar)			----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Aguas Subterraneas	----	----	----	----	----																				
Pesca	----	----	----	----	----	----	----																		
Recursos Hidrobiologicos	----	----	----	----	----																				
Invernaderos	----	----	----	----																					
Camelidos	----	----	----	----																					

CUADRO Nº 4: INVERSIONES, OPERACION Y MANTENIMIENTO (GASTOS INICIALES Y ANUALES) EN OBRAS DE REGULACION Y MANEJO HIDRAULICO

A) OBRAS EN EL EJE DESAGUADERO

CARACTER	IDENTIFICACION	OBRA CIVIL * (US$)	UNIDAD EJECUTORA (US$) (gastos iniciales)	OPERACION Y MANT. DEL SISTEMA (US$) (gastos iniciales)	COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (US$/año)
BINACIONAL	Compuertas de Control en Puente Internacional	7097000			
	Canal Laguna Aguallamaya	13331000			
	Compuertas de Control Aguallamaya	10290000			
Subtotal		***30718000***			***659591***
NACIONAL	Obra de control en La Joya	3516000			
	Canal de derivación a la Laguna Soledad	660000			
	Canal Burguillos - Uru Uru	4988000			
	Desagüe Laguna Soledad	881000			
	Desagüe Uru Uru	1602000			
Subtotal		***11667000***			***213938***
Total		*42385000*	*1272000*	*100000*	*873529*

B) OBRAS EN LA CUENCA DEL MAURI

CARACTER	IDENTIFICACION	OBRA CIVIL * (US$)	UNIDAD EJECUTORA (US$) (gastos iniciales)	OPERACION Y MANT. DEL SISTEMA (US$) (gastos iniciales)	COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (US$/año)
BINACIONAL	Presa de Sankata	20125000	1000000	50000	150000

(*) Las inversiones en obras civiles constan de : 1) Costos directos + 2) Gastos administrativos, generales y utilidades del contratista + 3) Imprevistos y estudios definitivos + 4) Impuestos al valor agregado (IVA).

CUADRO Nº 5: INVERSIONES Y COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO DE PROYECTOS DE RIEGO

PROYECTO	OBRAS CIVILES (US$)	DESARROLLO AGROPECUARIO (US$)	UNIDAD EJECUTORA (US$)	COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO (US$/año)
LAGUNILLAS (31041 ha)	80370000	24429000	1826000	- 1607000 a partir del año 9
ILAVE (17766 ha)	64271000	15644000	1050000	- 1285000 a partir del año 9 - Riego Pilcuyo: 259230 (bombeo) - Riego Camicachi: 302851 (bombeo) - Instalaciones pecuarias 1% de la inversión
CHILAHUALA (*) (18855 ha)	56515000	15905000	1250000	- 565000 a partir del año 7 - Instalaciones pecuarias 1% de la inversión
EL CHORO (*) (6600 ha)	15693000	7435000	450000	- 158000 a partir del año 5 - Instalaciones pecuarias 1% de la inversión
TOTAL (74262 ha)	216849000	63413000	4576000	

(*) sin obras de regulación

CUADRO Nº 6 : COSTOS DE PROGRAMAS Y ACCIONES

(Costos en US$)

- Aguas subterraneas :	
Perú	1388000
Bolivia	1400000
Total	**2788000**
* Modelos matemáticos de aguas subterraneas	SD
- Desarrollo pesquero	5650000
- Desarrollo vegetación acuatica	874000
- Uso y manejo del agua en cultivos protegidos (invernaderos)	978690
- Uso y manejo del agua en bofedales (camélidos)	3912600
- Conservación de suelos	Ver cuadro III-7.2 e
- Control de contaminación del agua	
* Modelo de calidad de agua	SD
* Tratamiento de aguas servidas	SD
* Gestión de desechos sólidos	SD
* Descontaminación minera	SD
* Valoración laguna de Aguallamaya	SD
* Recuperación lago Uru Uru y laguna Soledad	SD

SD sin dato

CUADRO Nº 7: COSTOS PARA MEJORA DE LA INFORMACION

(Costos en US$)

- RED METEOROLOGICA :	104220
- RED PLUVIOMETRICA 1ª FASE	45095
2ª FASE	87080
- RED AUTOMATICA - LAGO TITICACA	140000
- RED HIDROMETRICA: MEJORAMIENTO	60335
: NUEVA	132090
: SISTEMA DE ALERTA	29900
TOTAL	**598720**
- CAMPAÑA DE SEGUIMIENTO DE ISOTOPOS EN EL LAGO TITICA	SD
- MODELOS MATEMATICOS	SD
- GEOTECNIA	SD
- SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA (SIG)	SD

SD sin dato

nes complementarias. En el mismo cuadro se establece las inversiones ya realizadas en el caso que éstas existan.

PLAN DE FINANCIACION. CARPETAS BANCABLES

En base a los estudios realizados se han seleccionado obras que tendrán finalidades múltiples:

- Control de inundaciones
- Regulación de agua para riego y consumo
- Mantener recursos hidrobiológicos;

estas obras son:

- Proyecto de riego Lagunillas
- Proyecto de riego Ilave
- Compuertas en Puente Internacional (río Desaguadero)
- Compuertas en Aguallamaya (río Desaguadero)
- Presa de Sankata
- Sistematización del río Desaguadero en La Joya;
- Proyecto de riego Chilahuala
- Proyecto de riego El Choro

todas ellas, han sido definidas a nivel de "Lay out" estimado su costo de construcción (Ver "Obras de manejo hidráulico en el sistema T.D.P.S.); y por último a excepción de la Presa de Sankata, han sido objeto de Carpetas Bancables, con el fin de obtener fondos ante instituciones mercantiles internacionales para la elaboración de los diseños finales de las obras y su construcción.

Para el caso de las obras y proyectos de riego para la gestión de los recursos hídricos (carpetas bancables) las posibles fuentes de financiamiento de préstamos que sugieren son: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID); Banco Mundial (BM) y el Banco Alemán (KFW). Dado el importante carácter social que estos proyectos tienen, se sugiere evaluar la posibilidad de encaminarlos a través de las líneas especiales de préstamos, que estas instituciones tienen para los países en vías de desarrollo y zonas deprimidas (con plazos más largos y con tasas especiales). Para el caso de las obras propuestas de regulación del eje Desaguadero, y de acuerdo con las conversaciones previamente establecidas con carácter preliminar, se sugiere como posible fuente de financiamiento la Comunidad Económica Europea.

Para el caso de las acciones complementarias, se sugiere orientar su financiamiento a través de los convenios de donación bilaterales entre los países, FIDA o a través de organizaciones no gubernamentales (ONG's).

Es importante resaltar que todas las acciones propuestas han sido elaboradas modularmente o por etapas de manera que pueden adaptarse o adecuarse prácticamente sin dificultades a los montos límites a pactar que se tengan.

III. GESTION DEL PLAN DIRECTOR BINACIONAL

14. PUESTA EN FUNCIONAMIENTO Y PERFECCIONAMIENTO DEL PLAN DIRECTOR

La gestión del Plan Global Binacional, será realizado a través de la Autoridad Binacional Autónoma, organismo coordinador y fiscalizador de la puesta a punto del Plan. Las líneas de actuación del citado organismo serán **técnicas** y **socio-institucionales**.

Dentro de las líneas técnicas de actuación tendremos:

- Ejecución y desarrollo de los programas en el marco del Plan Director, iniciando con la busca de las fuentes financieras que hagan posible dicha ejecución; para ello serán de gran utilidad las **Carpetas Bancables** preparadas en el marco del Plan Director.

- Propuestas y acciones para mejorar la información de cara a perfeccionar el Plan Director.

- Ejecución de Acciones y Estudios Complementarios.

En lo que concierne a las líneas de actuación institucional la Autoridad Binacional se ocupará de:

- Revisión y actualización del marco legal.

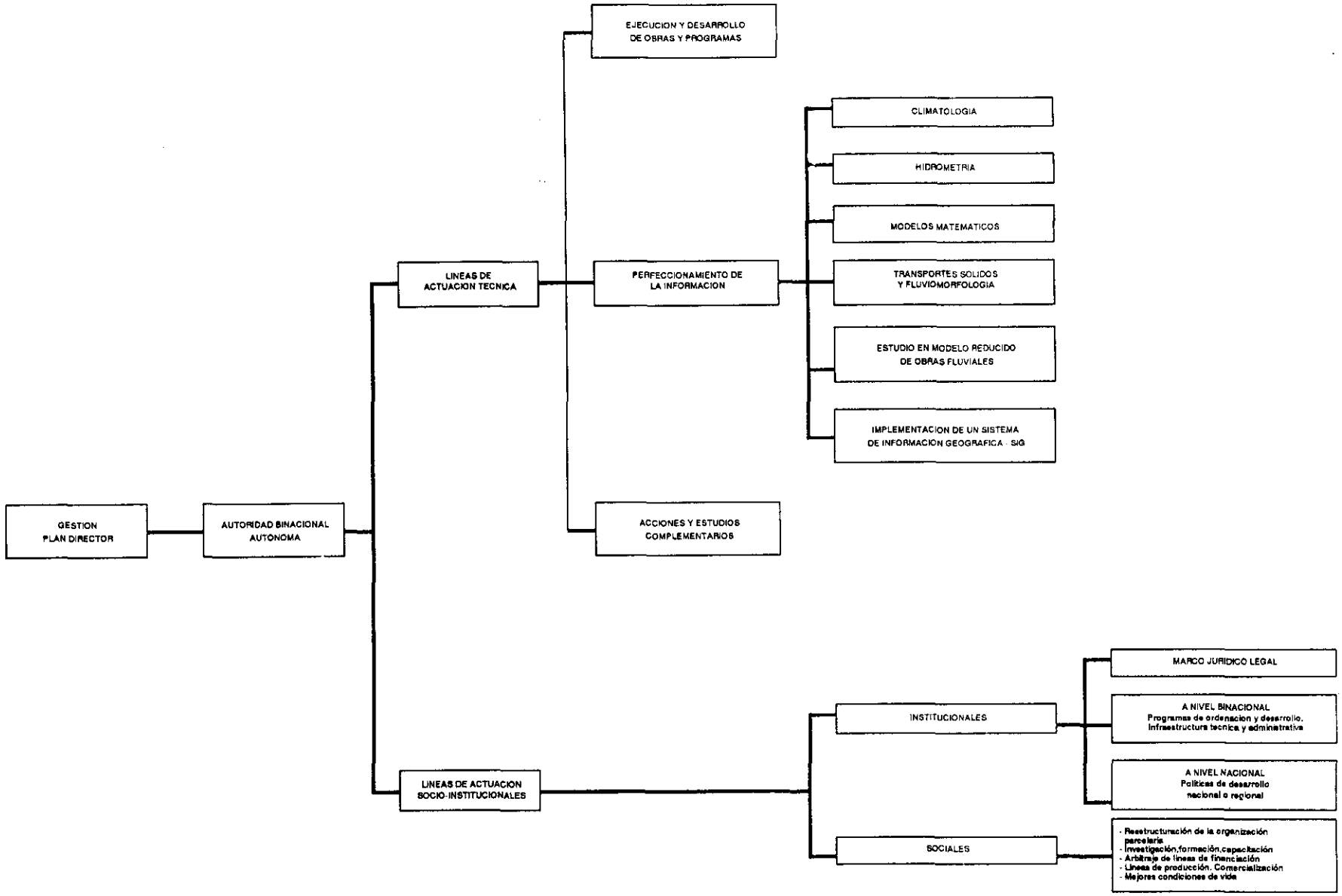
- A nivel binacional, elaboración y desarrollo de programas de infraestructuras técnicas y administrativas.

- A nivel nacional, instauración de políticas de desarrollo nacional o regional.

En cuanto a las líneas sociales de actuación, se encaminaran a elevar el nivel de vida de los habitantes del altiplano, principalmente de los campesinos integrados en los proyectos agropecurios a ser ejecutados.

En la figura Nº 18, se visualiza el organigrama de actuaciones para la gestión del Plan Director.

FIGURA N° 18 : GESTION DEL PLAN GLOBAL BINACIONAL



5. AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA

El Plan Director del sistema T.D.P.S., después de haber logrado la aprobación por parte de las correspondientes Secciones Nacionales de la SUBCOMILAGO y de la misma SUBCOMILAGO, necesita del marco técnico y legal, que incluya instrumentos con competencia binacional que rijan la ordenación, regulación y administración de las aguas del sistema, el control científico de la biodiversidad que habita en los cuerpos de agua y el funcionamiento de las obras propuestas de interés común. Todo esto se deberá acojer bajo una institución u organismo superior.

Esta institución superior, denominada AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA, será un organismo bajo el cual deberán estar homogeneizados, para una correcta y eficaz actuación, los instrumentos legales existentes en ambos países y que constituyen el marco legal general en el cual se realizarán entre otros:

a) Implementar la etapa transitoria de la Autoridad Autónoma Binacional, con los siguientes objetivos específicos:

- Revisar la legislación vigente y de interés para la implementación del Plan Director con el fin de compatibilizar las mismas y alcanzar a los gobiernos las propuestas de modificación necesarias.

- Preparar la información necesaria y difundirla a los medios y estamentos convenientes para lograr de parte de los congresos la aprobación del Plan Director Global Binacional y elevar los acuerdos a nivel de tratados.

- Lograr la creación y puesta en operación de los organismos u organizaciones que puedan ejecutar acciones concretas bajo las recomendaciones del Plan Director, y/o establecer los convenios correspondientes con las entidades existentes.

- Establecer los sistemas de evaluación ex-post de la ejecución del Plan Director, considerando sus diversos programas y proyectos.

- Efectuar las gestiones necesarias y convenientes para lograr la financiación de los proyectos de carácter binacional (regulación).

- Formular Planes y Programas conjuntos de uso y manejo de los recursos que presenten mayor fragilidad en su supervivencia.

- Establecer sistemas de control para evitar la extracción indiscriminada de los recursos hidrobiológicos (totora, llachu y especies nativas), y el uso irracional de las aguas (medición de eficiencia, capacitación de extensionistas).

- Buscar el financiamiento necesario para desarrollar a detalles mayores los proyectos y propuestas que hubieran quedado en el Plan Director incompletos.

b) Regulación, control, aprovechamiento de las aguas del sistema

c) Seguimiento, control y desarrollo de agricultura, pecuaria, pesca, minería, etc. y salvaguardia del medio ambiente.

Las líneas de actuación de la Autoridad Autónoma Binacional, serán de dos tipos **Técnico - económicos** y **Socio - institucionales**.

En el plano técnico - económico se encargará de poner en práctica el Plan de Ordenación de recursos hidráulicos, tanto bajo el punto de vista de control de inundaciones como de regulación hídrica.

Asimismo se encargará de **Programas** para desarrollar el Plan Director, y también para mejorar la información dentro del marco del Plan.

En el plano **institucional** se presenta un esquema general del marco jurídico de sus competencias, indicando su estructura, acciones, funciones y medios necesarios para el ejercicio de su actividad.

El organigrama de funcionamiento institucional de la Autoridad Binacional Autónoma se presenta en la figura Nº 19.

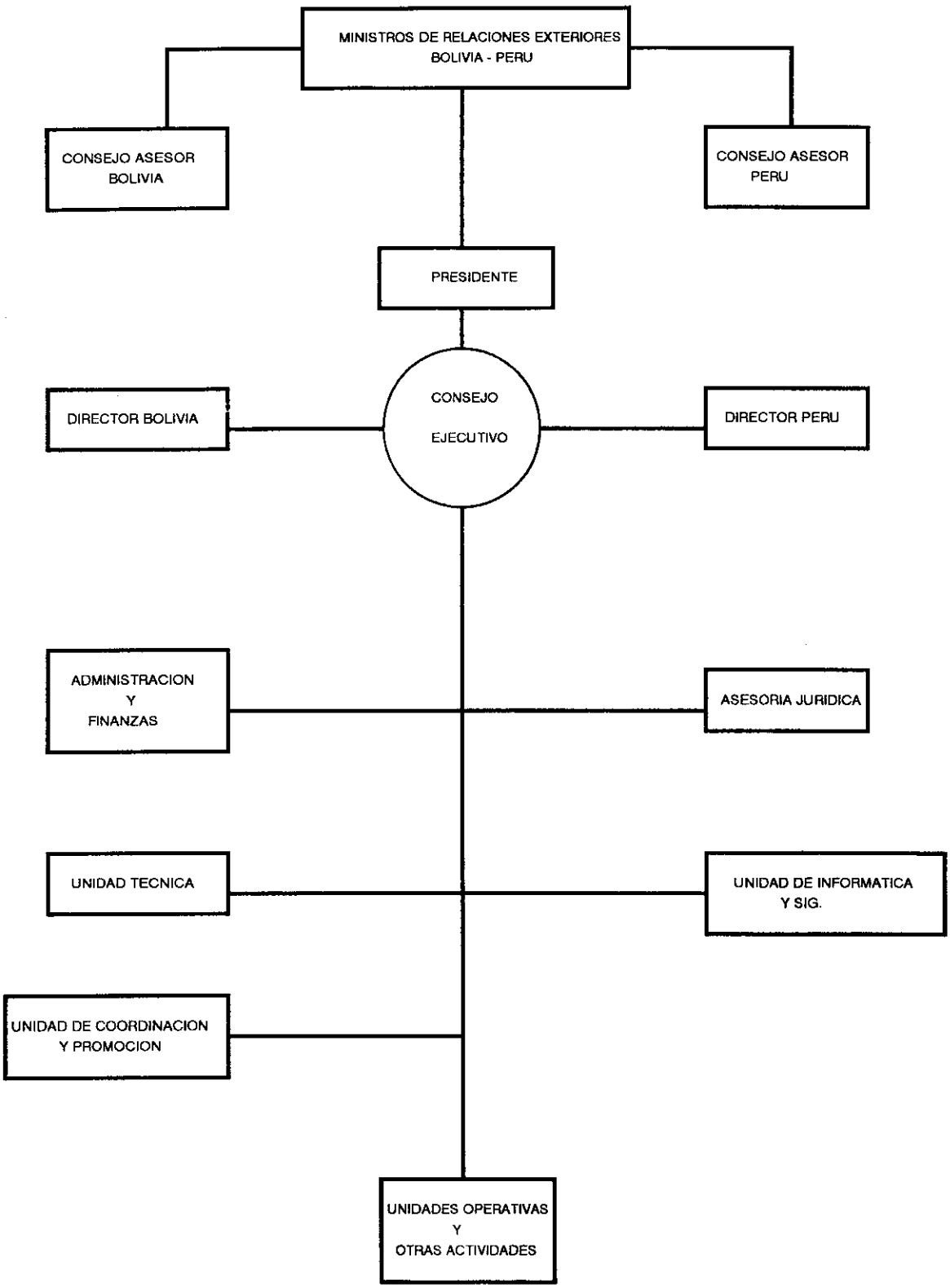



FIGURA Nº 19 : PROPUESTA DE ORGANIGRAMA DE LA AUTORIDAD BINACIONAL AUTONOMA