

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
Instituto Nacional de Desarrollo (INADE)
República del Perú

ESTUDIO
PARA
EL CONTROL INTEGRAL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA
DE
LA BAHIA INTERIOR DE PUNO EN EL LAGO TITICACA
EN
LA REPUBLICA DEL PERU

Reporte Principal

enero de 2000

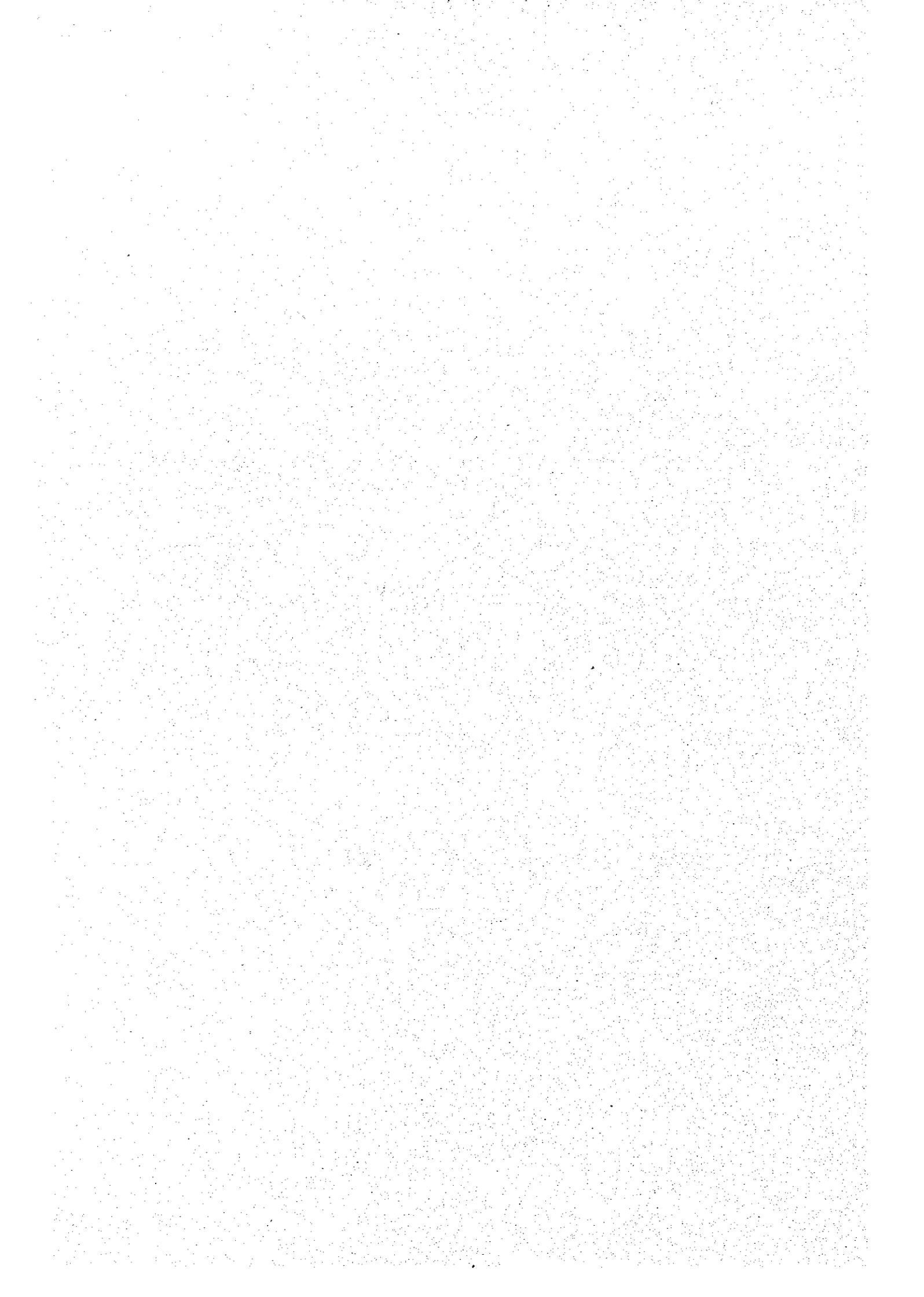
JICA LIBRARY



J 1155200 (7)

Pacific Consultants International, Tokyo
en asociación con
Environmental Technologic Consultant Co., Ltd., Tokyo

S S S
J R
00-003



**Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)
Instituto Nacional de Desarrollo (INADE)
República del Perú**

**ESTUDIO
PARA
EL CONTROL INTEGRAL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA
DE
LA BAHIA INTERIOR DE PUNO EN EL LAGO TITICACA
EN
LA REPUBLICA DEL PERU**

Reporte Principal

enero de 2000

**Pacific Consultants International, Tokyo
en asociación con
Environmental Technologic Consultant Co., Ltd., Tokyo**



Precio Base Estimado: A precios de 1998

Tasas de Cambio de Moneda Extranjera:

Moneda	Tasa de cambio / US\$
Nuevo Sol Peruano(S/.)	3.15
Yen Japonés (¥)	116.70
Marco Alemán (DM)	1.6710

(31 de diciembre de 1998)

Notación Numérica: Marcador decimal: “.” (punto)
Separador de dígitos: “,” (coma)

PROLOGO

En respuesta a la petición del Gobierno de la República del Perú, el Gobierno del Japón decidió llevar a cabo la ejecución del plan maestro y estudio de factibilidad del Control Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior de Puno del Lago Titicaca en la República del Perú, delegando la misión a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA – Japan International Cooperation Agency).

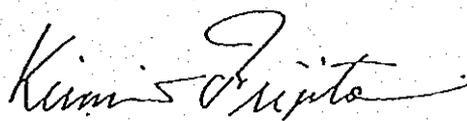
JICA seleccionó un equipo de estudio liderado por el Sr. Tsutomu Kurihara de Pacific Consultant International (PCI) enviándolo a Perú en tres oportunidades entre Setiembre de 1998 y Enero de 2000. Adicionalmente, JICA formó un comité consultivo comandado por el Sr. Hidenori Aya, profesor del Instituto Tecnológico de Musashi entre Setiembre de 1998 y Enero de 2000, el cual como expertos examinaron el estudio desde el punto de vista técnico.

El equipo mantuvo discusiones con funcionarios del Gobierno del Perú y llevó a cabo los estudios en campo en el área de estudio. Después de su regreso a Japón, el equipo continuó realizando los estudios para que finalmente sea preparado el presente informe final.

Espero que este informe contribuya con la promoción del proyecto y realce la relación de amistad que existe entre nuestras dos naciones.

Finalmente, es mi deseo expresar mi sincera gratitud a los funcionarios del Gobierno Peruano por su estrecha cooperación hecha extensiva al Equipo.

Enero, 2000



Kimio Fujita
Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

**ESTUDIO DEL CONTROL INTEGRAL DE CONTAMINACION DE AGUAS
DE LA BAHIA INTERIOR DE PUNO DEL LAGO TITICACA EN LA
REPUBLICA DEL PERU**

Enero, 2000

Sr. Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

CARTA INFORMATIVA

Estimado señor:

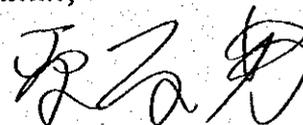
Es de nuestro agrado hacerle extensivo el informe final titulado "El Estudio del Control Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior de Puno del Lago Titicaca en la República del Perú". Este informe ha sido preparado por el Equipo de Estudio de acuerdo a los contratos firmados el 16 de Setiembre de 1998 y el 20 de Abril de 1999, entre la Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA y Pacific Consultants International.

El informe examina las condiciones existentes de la Bahía Interior de Puno del Lago Titicaca y presenta los resultados del plan maestro del control integral de contaminación de aguas y el estudio de factibilidad para el proyecto prioritario concluido en el plan maestro.

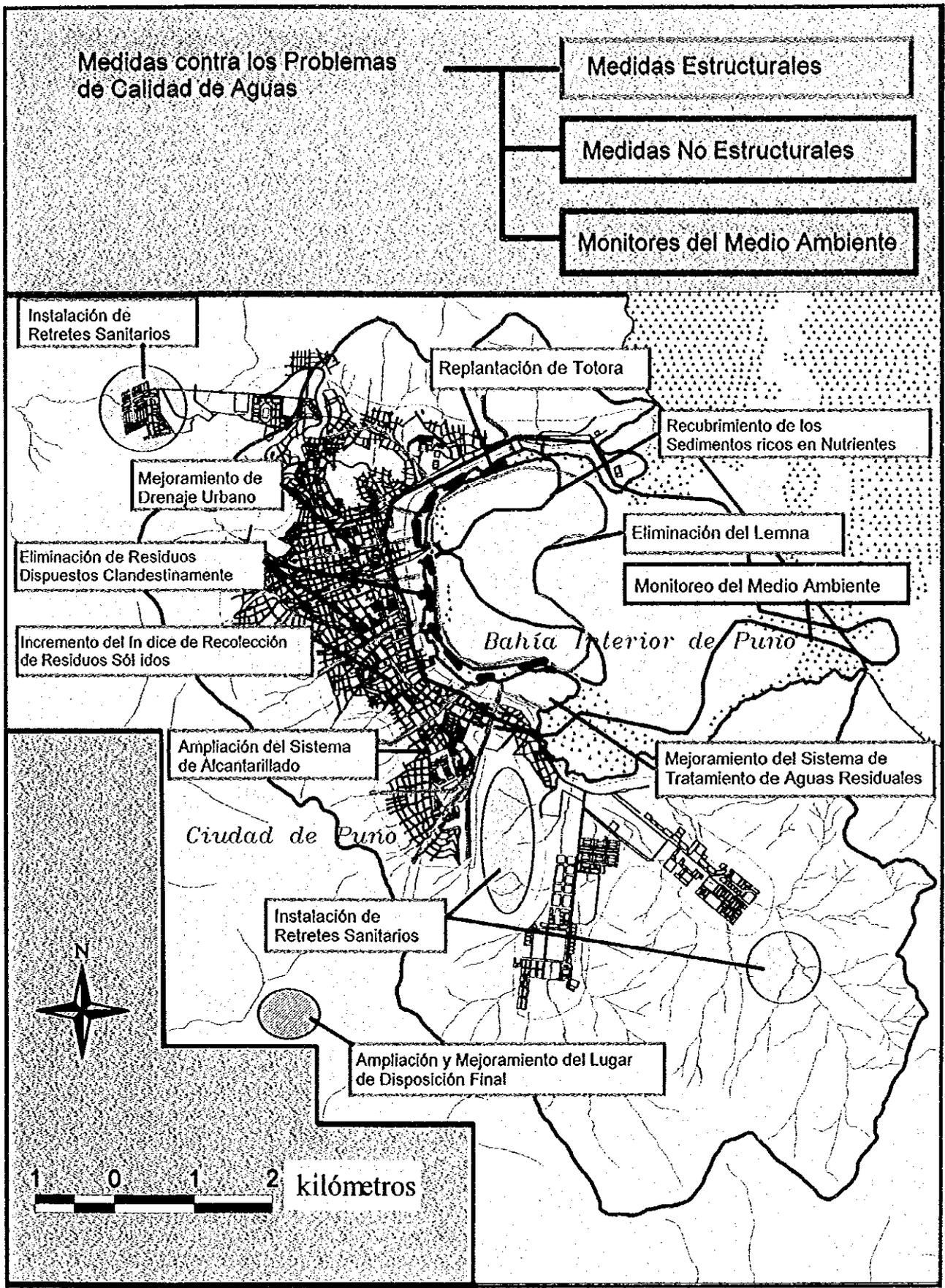
El informe está formado por las siguientes partes: Resumen, Informe Principal, Informe de Apoyo y Libro de Datos. El Resumen concretiza los resultados de todos los estudios realizados. El Informe Principal contiene las condiciones actuales, plan maestro, estudio de factibilidad, conclusiones y recomendaciones. El Informe de Apoyo incluye los detalles técnicos de los contenidos del Informe Principal. Adicionalmente se ha preparado el Libro de Datos y puesto a consideración adjunto a la presente.

Es deseo de todos los miembros el Equipo de Estudio, expresar nuestro agradecimiento al personal de su Agencia como a los miembros del Comité Consultivo, Ministerio de Relaciones Exteriores, Ministerio de Construcción, Ministerio de Salud y Bienestar, Agencia de Medio Ambiente y la Embajada del Japón en Perú, igualmente como a los funcionarios estatales y particulares de la República del Perú por su asistencia recibida por el Equipo de Estudio. Sinceramente, el Equipo de Estudio abraza las esperanzas de que los resultados del estudio contribuyan al mejoramiento de la contaminación de aguas del Lago Titicaca en la República del Perú y que las relaciones de ambos países se ahonden aún mas a través de esta ocasión.

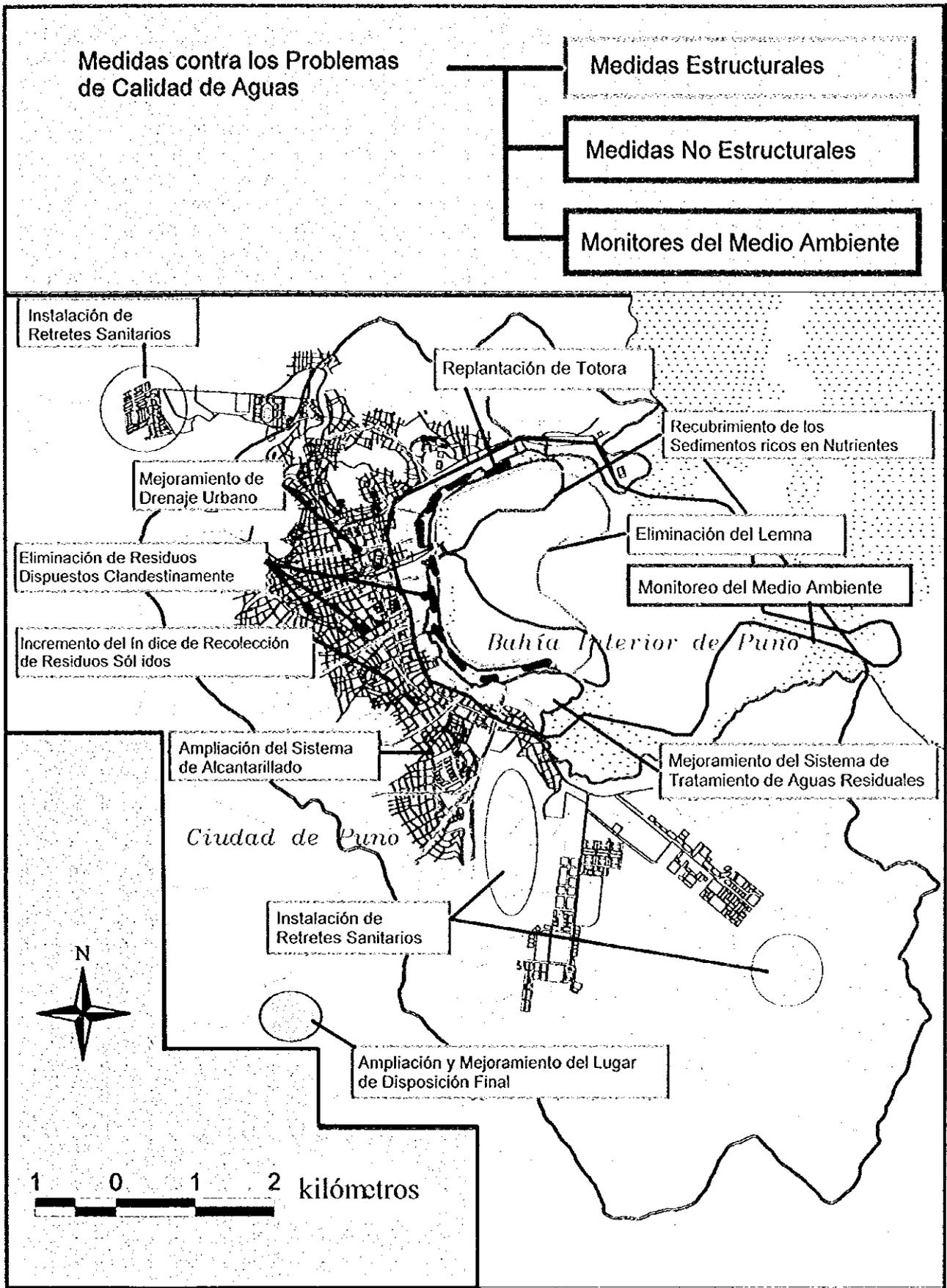
Sinceramente,



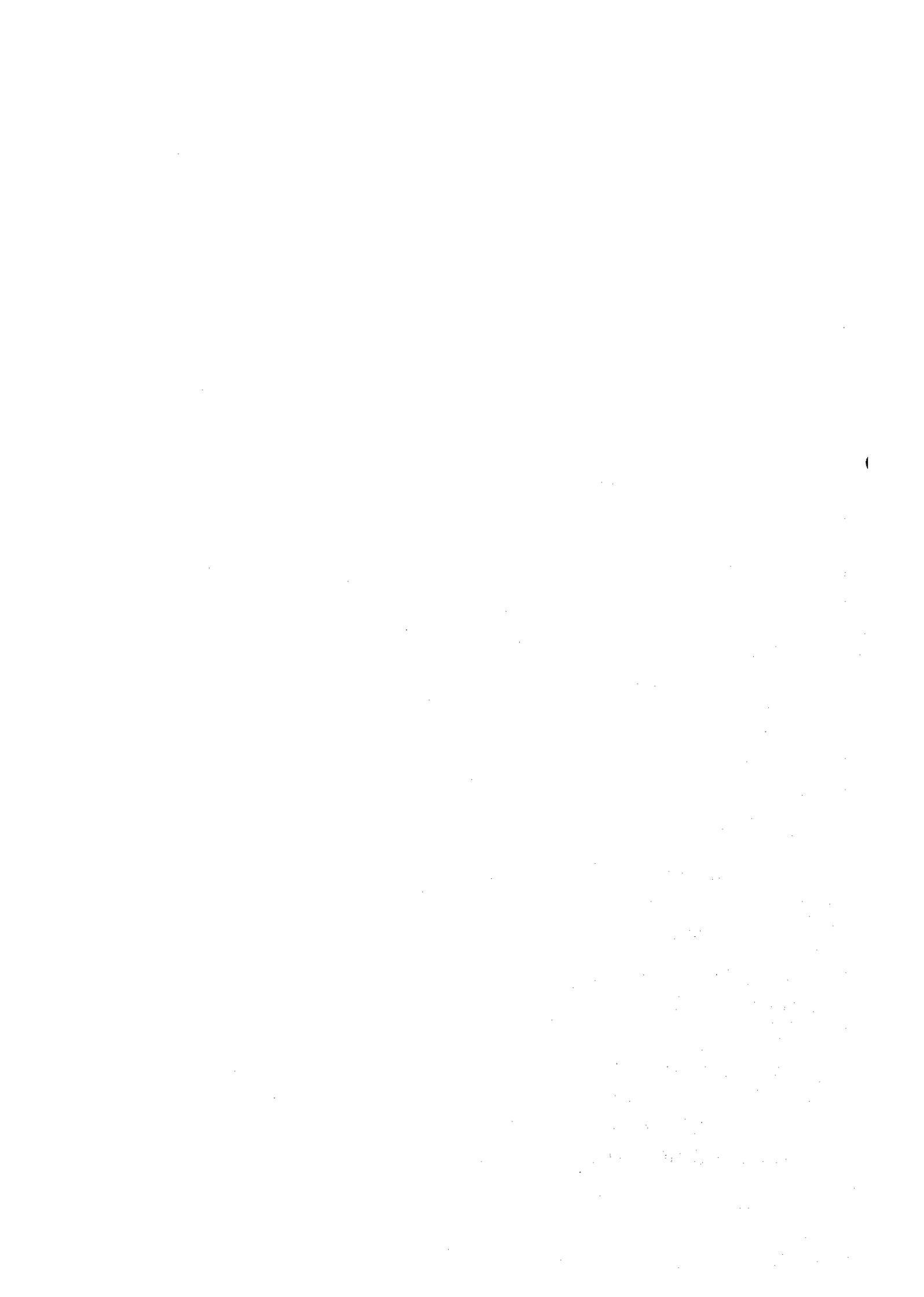
Tsutomu Kurihara
Jefe de Equipo



Plan Propuesto para el Control Integral de la Contaminación de Aguas para la Bahía Interior de Puno



Plan Propuesto para el Control Integral de la Contaminación de Aguas para la Bahía Interior de Puno



COMPENDIO

1. FONDO

La bahía está sufriendo de una progresiva contaminación del agua y eutroficación causados por la afluencia de desagües y otros residuos desde la ciudad de Puno. La gran hidrofita que es un benefactor como la totora (especie de caña) ha venido decreciendo, mientras que la *Lemna* (lenteja de agua) se ha desarrollado en grandes cantidades, cubriendo gran parte de la superficie del lago.

Bajo estas circunstancias, el Estudio fue conducido por el Equipo de Estudio de la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) en cooperación con el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) desde Setiembre de 1998 a Enero del 2000.

El área el Estudio cubre la Bahía Interior de Puno (aproximadamente 17 km²) y su área de captación (aproximadamente 36 km²).

2. PLAN DEL CONTROL INTEGRAL DE CONTAMINACION DE AGUAS DE LA BAHIA INTERIOR DE PUNO

2.1 MARCO DE TRABAJO DEL PLAN DE CONTROL INTEGRAL DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS

(1) Objetivos

1) Calidad del Agua de la Bahía Interior de Puno

Recuperación aceptable de la calidad de aguas como lo fue en los '70s.

2) Paisaje de la Bahía Interior de Puno

- Reducción de la distribución de *Lemna*.
- Reducción de los residuos sólidos esparcidos hasta conseguir un nivel insignificante.

3) Ecosistema de la Bahía Interior de Puno

- Rehabilitación de la faja totoral, peces, bentos y macrofitas sumergidas.
- Conservación del hábitat para aves silvestres.

4) Condiciones de la Salud Pública

- Reducción de los residuos sólidos esparcidos en la cuenca y en el lago
- Detención de la contaminación bacterial en la cuenca y en el lago

(2) Año Objetivo

Año objetivo a corto plazo: 2008
Año objetivo a mediano plazo: 2015
Año objetivo a largo plazo: 2025

2.2 MEDIDAS ESTRUCTURALES

(1) Control de Aguas Residuales

1) Condiciones de Planeamiento

Año		1998	2008	2015	2025
Población de la Ciudad de Puno	Total	108,457	139,076	160,508	185,004
	Alcantarillado Servido	50,107 (46%)	97,631 (70%)	125,731 (78%)	157,253 (85%)
Prom. Diario	Flujo Aguas Residuales	77.2 l/s	128.6 l/s	170.0 l/s	224.0 l/s
Cargas Contaminantes (kg./día)	DBO ₅	2,255	4,393	5,658	7,076
	N-T	551	1,074	1,383	1,730
	P-T	63	122	157	197

2) Plan Propuesto

a. Sistemas "in-situ"

Instalaciones "in-situ": Letrina de pozo (0.7 ancho × 0.7 largo × 1.5 alto = 0.74 m³)

Vaciadoras de pozos: Máquinas pequeñas para el vaciado de los pozos (aspiradora) (500 l/unidad)

Disposición de lodos : Camión (capacidad de carga: 2 ton)

b. Sistema fuera de lugar

Sistema de recolección de aguas residuales

<u>Colector</u>	Longitud Total = 136,234 m
Fase 1 (1998-2008)	Longitud = 23,396 m
Fase 2 (2009-2015)	Longitud = 46,832 m
Fase 3 (2016-2025)	Longitud = 66,007 m

Estación de Bombeo E.B. EL PUERTO

Bomba sumergible (5.25 l/s, 8.6 m, 1.2 kW, 1 juego (+1))

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

<u>Estación de bombeo</u>	Bomba sumergible (200l/s, 8.6m, 30kW, 2 juegos (+1))
<u>Lagunas ventiladas</u>	3 pozas
<u>Equipo dosificador de coagulantes</u>	
<u>Lagunas de sedimentación</u>	3 pozas
<u>Tomas para lagunas facultativas</u>	
<u>Laguna primaria</u>	1 poza (laguna facultativa actual)
<u>Laguna secundaria</u>	1 poza (laguna facultativa actual)
<u>Instalación de salidas para las lagunas facultativas secundarias</u>	
<u>Humedales construidos (Totora)</u>	34 pozas (flujo tipo sub-superficial)

3) Costo del Proyecto

a. Sistema "in-situ" (para máquinas pequeñas vaciadores de pozos y camiones)

Costo total de inversión: S/1,248,000 Soles (no incluye IGV)

Costo de operación y mantenimiento O/M: (no incluye IGV)

Año	2008	2015	2025
Costo (miles S./año)	237	195	171

b. Sistema fuera del sitio

Costo total de inversión: S/91,189,800 Soles (no incluye IGV)

Costo de operación y mantenimiento O/M: (no incluye IGV)

Año	2008	2015	2025
Costo (miles S./año)	757	1,109	1,447

(2) Manejo de Residuos Sólidos

1) Condiciones de Planeamiento

Año		1998	2008	2015	2025
Cantidad de Residuos Sólidos	Generado (t/día)	67.0	85.9	101.5	126.2
	Recolectado (t/día)	34.0 (51%)	58.3 (68%)	81.9 (81%)	126.2 (100%)

2) Plan Propuesto

a. Recolección y Transporte

Año		2008	2025
Cantidad requerida de vehículos recolectores de residuos sólidos	Compactador 12 m ³	1	2
	Compactador 4 m ³	7	15
	Volquete 6.8 m ³	1	5
	Triciclo	5	5
Mano de Obra		153	204

b. Lugar de Disposición Final

De acuerdo a los lineamientos técnicos emitidos por DIGESA se construirán gradualmente 10 rellenos sanitarios con una extensión de 20,000 m² – 37,000 m². En los lugares también será necesaria la maquinaria pesada.

3) Costo del Proyecto

Total costo de inversión: S/.89,232,800 Soles (no incluye IGV)

Costo de operación y mantenimiento O/M: (no incluye IGV)

Año	2008	2025
Costo (miles S./año)	1,401	2,115

(3) Otras medidas

1) Sistema de Drenaje Urbano

a. Plan Propuesto

- ampliación y revestimiento de los canales existentes
- construcción de vías de drenaje adicionales
- construcción de presas de detención y estructura de salto para controlar la velocidad de flujo y la sedimentación
- separación de las vías de drenaje y los sistemas de alcantarillado sanitario

b. Costo del Proyecto

Costo total: S/8,543,200 Soles (no incluye IGV)

2) Manejo en el Lago

a. Cosecha de la Lenteja de Agua (*Lemna*)

Plan Propuesto

Se ha propuesto la cosecha ordinaria mediante un equipo cosechador en barcaza de bajo calado (índice de cosecha: 30~40 t/día).

Costo del Proyecto

Costo de inversión total: S/378,000 Soles (no incluye IGV)

Costo de operación y mantenimiento O/M: S/36,800 Soles/año (no incluye IGV)

b. Recubrimiento del Sedimento del Fondo

Plan Propuesto

Las áreas para el recubrimiento de sedimentos son la parte occidental de la Bahía Interior de Puno, en donde la profundidad del agua es menor que 3.5 m y donde el equipo pueda operar. El posible material a usar para el recubrimiento es arena limosa, el cual está distribuida a lo largo del canal de navegación de la Bahía Interior de Puno.

- Área de Recubrimiento del Sedimento: 2,400,000 m²
- Grosor del Recubrimiento: 0.30 m
- Volumen del Recubrimiento: 720,000 m³

Costo del Proyecto

Costo Total: S/.23,310,700 Soles (no incluye IGV)

c. Replantación de Caña (Totora)

Plan Propuesto

Los procesos principales de la rehabilitación de totora son la multiplicación de plantones y la plantación de plantones multiplicados. La siembra de totora debe realizarse a lo largo de la orilla occidental de la Bahía Interior de Puno.

- Dimensiones de la faja total: Longitud = 200 m, ancho = 40 m
- Cantidad: 18 unidades
- Total del área de plantación: 14.4 he

Costo del Proyecto

Costo Total: S/.158,300 Soles/año (no incluye IGV)

2.3 MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

(1) Plan Propuesto

Se han propuesto las siguientes medidas.

- (1) Plan de consolidación institucional;
- (2) Programa de educación pública;
- (3) Campañas ilustrativas (instauración del *Día de la Limpieza*);
- (4) Aplicación de las regulaciones medioambientales.

(2) Costo del Proyecto

Costo de Inversión Total: S/.579,600 Soles (no incluye IGV)

Operación y Mantenimiento O/M: S/.516,300 Soles/año (no incluye IGV)

2.4 MONITOREO MEDIOAMBIENTAL

(1) Plan propuesto

1) Programa de Monitoreo para Afluentes

Alimentos e industrias de procesamiento (4 talleres)

Matadero de ganado (1 instalación)

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Espinar (1 instalación)

2) Programa de Monitoreo para Cuerpos de Agua

a. Condiciones Físicas y Químicas

Agua lacustre (7 puntos principales, 5 puntos complementarios)

Canales de drenaje (5 puntos)

Sedimentos del lago (12 puntos)

b. Condiciones Biológicas

Agua lacustre (Plancton, Bentos y Macrofitas)

(2) Costo del Proyecto

Costo de Inversión Total: S/. S/.246,000 Soles (no incluye IGV)

Operación y Mantenimiento O/M: S/.184,200 Soles/año (no incluye IGV)

2.5 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN

El programa de implementación del Plan Integral se resume en la *Tabla 1*. Entre los componentes propuestos, el mejoramiento de los sistemas de alcantarillado, manejo de residuos sólidos y el monitoreo medioambiental deben ser implementados como medidas de primera prioridad en Puno.

El recubrimiento de sedimentos debe ser implementado cuando las medidas contra las cargas contaminantes externas no produzcan los efectos esperados.

Además de las medidas estructurales, las medidas no estructurales deben comenzar tan pronto como sea posible a fin de formular la concienciación ciudadana y el entendimiento del Plan Integral. La conciencia ciudadana y el entendimiento son indispensables para promover las medidas estructurales.

3. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

3.1 SELECCIÓN DEL PROYECTO

En el Plan de Control Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior de Puno, cada medida a sido clasificada considerando su prioridad.

- 1st: Mejoramiento/Modernización de los Sistemas de Alcantarillado
- 2nd: Mejoramiento/Modernización del Manejo de Residuos Sólidos
- 3rd: Mejoramiento de los Sistemas de Drenaje Urbano
- 4th: Medidas en el Lago (recubrimiento de los sedimentos del fondo, cosecha del *Lemna*, rehabilitación de totora)

Con respecto a la red de alcantarillado, el estudio de factibilidad ha sido ya terminado y el gobierno Alemán ofrecerá una asistencia financiera para el proyecto dependiendo de su factibilidad. Como resultado, el mejoramiento/modernización del manejo de residuos sólidos para el año 2008 ha sido seleccionado para el estudio de factibilidad.

3.2 DISEÑO

(1) Recolección de Residuos

1) Plan propuesto

a. Cantidad necesaria de vehículos recolectores

		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
2025-100%	Vehículo	Compactador 12m ³	1	1	1	1	1	1	1
		Igual (Existente)	1	1	1	1	-	-	-
		Compactador 4m ³	1	2	2	2	4	4	5
		Igual (Existente)	2	2	2	2	2	2	2
		Volquete 6.8m ³	1	1	1	1	1	1	1
		Volquete 5 t	2	2	2	2	1	1	1
	Total (unidades)		8	9	9	9	9	9	10
	Capacidad complementaria (t/d)		22.6	28.0	28.0	33.4	38.8	38.8	44.2
	Capacidad existente (t/d)		34.4	34.4	34.4	17.2	17.2	17.2	17.2
	Capacidad total (t/d)		57.0	62.4	62.4	50.6	56.0	56.0	61.4
	Cantidad recolección (t/d)		42.51	44.84	47.24	49.88	52.61	55.41	58.33
Residuos directamente transportados (t/d)		1.59	1.62	1.64	1.67	1.69	1.72	1.74	

(2) Lugar de Disposición Final

La siguiente tabla muestra la capacidad requerida para el total de residuos.

	Generación de residuos (Inc.dir.transp.)	Residuos Transportados	Residuos Transportados	Volumen de residuos	Recubrimiento con tierra	Volumen necesario	Volumen acumulado
	t/día	t/día	t/año	m ³ /año	m ³ /año	m ³ /año	m ³
1998	68.41	35.49	12,954	18,506	4,626	23,131	23,131
2008	87.63	60.07	21,926	31,322	7,829	39,152	236,252

3) Equipos Necesarios a ser Instalados

Se requiere de Cargador Frontal, Retroexcavadora, Volquete, Balanza para Camiones, Grupo Electrónico.

3.3 PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

A fin de construir un relleno sanitario, se necesita un año para la preparación. Por consiguiente, los trabajos de construcción comenzarán en el 2001.

3.4 COSTO DEL PROYECTO

Costo de construcción	9,113,000 Soles
Equipos	3,738,000 Soles
Costo de operación y mantenimiento	9,682,000 Soles
Total General	22,533,000 Soles

(no incluye IGV)

3.5 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La implementación del proyecto tendrá efectos sociales como el mejoramiento de las condiciones sanitarias y el mejoramiento del potencial del desarrollo turístico.

El TIRF excederá el 7% si el ingreso se incrementa significativamente mediante el incremento de la tarifa por el manejo de residuos o mediante el establecimiento de nuevos fondos como la tarifa ambiental, o si el gobierno asigna subsidios o fondos de bajos intereses a la Municipalidad Provincial de Puno.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 EVALUACIÓN DEL PLAN INTEGRAL

Todo el plan requiere de un gran monto de inversión aunque se apliquen técnicas razonables a cada componente del proyecto. Sin embargo, el estado financiero del gobierno local en Puno es bastante serio como para llevar a cabo el plan. Aunque el gobierno local haga los máximos esfuerzos por incrementar los ingresos, de todas formas es indispensable el apoyo del gobierno central.

Habrán varios beneficios acumulados del plan. Si el plan no se lleva a cabo, el medio ambiente de Puno empeorará más y más. Como resultado, el Lago Titicaca estará contaminado y las actividades pesqueras serán afectadas, el comercio

turístico también decaerá. Los efectos fueron estimados según los volúmenes de comercio actuales. El valor del TIRF es 15%, mayor que 10% y los beneficios acumulados es positivo. Se puede decir que el Plan Integral propuesto es viable desde el punto de vista económico.

El Plan esencialmente contribuirá con el mejoramiento medioambiental de la Bahía Interior de Puno. Las cargas contaminantes orgánicas se reducirán en el año objetivo como lo fue hasta los años 70. Consecuentemente, el objetivo de plan contra la contaminación orgánica en la Bahía Interior de Puno será alcanzado por el año 2008, y las condiciones favorables perdurarán por un largo tiempo. A pesar que el plan también producirá efectos negativos a través de las fases de planeamiento, construcción y operación, se ha evaluado que todos los impactos serán menores o temporales y podrán ser mitigados dentro de un nivel aceptable.

4.2 RECOMENDACIONES

La Bahía Interior de Puno es parte del Lago Titicaca. No sólo las personas que viven en él, sino también la nación peruana y turistas extranjeros han disfrutado del inminente medio ambiente lacustre. Por consiguiente, ellos son los que deben hacer retornar los beneficios, en otras palabras, proveer trabajo o fondos requeridos para el mejoramiento medioambiental del lago. Los beneficios económicos sobrepasarán los costos totales del plan. Esto significa que el Plan es merecedor de ser implementado. Sin embargo, es difícil que los gobiernos locales o los residentes puedan soportar todos los costos cuando se toma en cuenta sus dificultades financieras. Es indispensable la asistencia financiera del gobierno estatal, como subsidios o fondos de bajos intereses para la realización del plan. Además, se recomienda el establecimiento del sistema para la elevación de fondos de los usuarios o contaminadores del medio ambiente lacustre.

Tabla 1 Programa de Implementación del Plan Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior de Puno

Measures	Proposed Plan Component		Priority	Year																									
				2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
External Pollution Load	Sewerage Sewer Expansion		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Systems WWTs Improvement		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Reduction	Sanitary Toilet		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Urban Drainage		3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Solid Waste	Removal of Illegally Dumped Wastes		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Increase of Collection Rate		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Management	Expansion/Upgrade of Final Disposal Site		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Removal of Lemna		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
In-Lake Management	Cover of Bottom Sediment		4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Replanting of Titora		3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Non-Structural Measures	Environmental Education & Campaign		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Citizen's Participation		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Institutional Strengthening		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Land Use Management		3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Environmental Monitoring	Livestock Farming Management		4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Regulation of Effluents		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Environmental Monitoring	Regulation of Effluents		2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	Environmental Monitoring		1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

█ Construction
 █ Operation

**ESTUDIO
PARA
EL CONTROL INTEGRAL DE LA CONTAMINACION DEL AGUA
DE
LA BAHIA INTERIOR DE PUNO EN EL LAGO TITICACA
EN
LA REPUBLICA DEL PERU**

(REPORTE PRINCIPAL)

CONTENIDO

	<u>Página</u>
CAPITULO - I INTRODUCCION	
1. ASPECTOS DEL ESTUDIO.....	I-1
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	I-1
3. AREA DE ESTUDIO	I-2
4. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	I-2
5. CONTENIDO DEL REPORTE.....	I-5
CAPITULO - II ESTUDIO DE AREA	
1. CONDICIONES NATURALES.....	II-1
1.1 Ubicación.....	II-1
1.2 Topografía, Geología y Geomorfología.....	II-1
1.3 Clima.....	II-2
1.4 Hidrología.....	II-3
2. CONDICIONES SOCIO ECONOMICAS.....	II-4
2.1 Economía	II-4
2.2 Población.....	II-5
2.3 Uso de Suelos.....	II-5
2.4 Uso del Agua del lago.....	II-8
2.5 Transporte	II-8
2.6 El turismo.....	II-10
3. ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES	II-14
3.1 Estructura General de Cuerpos Administrativos	II-14
3.2 Dirección Medioambiental	II-15

3.3	Manejo del Sistema de Alcantarillado y Sistema	II-16
3.4	Manejo de Desechos Sólidos	II-17

CAPITULO – III La BAHIA INTERIOR DE PUNO

1.	GENERAL	III-1
2.	CONDICIONES FÍSICAS	III-1
2.1	Figura de la Bahía Interior de Puno	III-1
2.2	Características del Area de Captación de la Bahía Interior de Puno	III-3
2.3	Movimiento del Agua en el Lago	III-3
2.4	Sedimentación	III-3
3.	CONDICIONES QUIMICAS	III-4
3.1	Información disponible del Lago (La Transición de la Calidad de Agua en el Lago)	III-4
3.2	Calidad actual del Agua del Lago (Resultados de los Estudios de Calidad de Agua)	III-4
3.3	Calidad de Sedimentos del Lago	III-6
3.4	Descarga de Cargas Contaminantes al Lago	III-7
3.5	Evaluación de las Condiciones Actuales	III-8
4.	CARGAS CONTAMINANTES	III-13
4.1	Estimación de las Cargas Contaminantes Externas Segun la Información Actual	III-13
5.	CONDICIONES BIOLÓGICAS	III-15
5.1	General	III-15
5.2	Fitoplancton	III-15
5.3	Macrofitas	III-16
5.4	Zooplancton	III-16
5.5	Bentos	III-16
5.6	Peces	III-17
5.7	Aves	III-17
5.8	Reservas Naturales	III-17
6.	CONDICIONES DE SALUD PÚBLICA	III-17
6.1	General	III-17
6.2	Coliforme Bacteria	III-18
6.3	Parásitos	III-18
6.4	Cólera	III-18
7.	IDENTIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS	III-19

CAPITULO - IV MARCO DEL PLAN DE CONTROL INTEGRAL DE LA CONTAMINACION DE AGUAS PARA LA BAHIA INTERIOR DE PUNO

1. CONCEPTO DEL PLAN DEL CONTROL INTEGRAL DE AGUAS CONTAMINADAS.....	IV-1
1.1 Meta.....	IV-1
1.2 Materias.....	IV-1
1.3 Propósito.....	IV-1
2. ESTRATEGIA DEL PLAN	IV-2
2.1 Objetivos.....	IV-2
2.2 Año Objetivo.....	IV-3
2.3 Areas Objetivas	IV-3
2.4 Metodología	IV-4
2.5 Manejo y Ejecución del Plan.....	IV-10

CAPITULO - V SISTEMA DE CONTROL DE AGUAS RESIDUALES

1. CONDICIONES ACTUALES.....	V-1
1.1 Esquema de los Sistemas	V-1
1.2 Evaluación de las Condiciones Actuales.....	V-2
1.3 Identificación de Problemas	V-2
2. PLAN MAESTRO	V-2
2.1 Objetivos y Estrategias	V-2
2.2 Condiciones de Plancamiento	V-3
2.3 Planes Alternativos para Medidas Estructurales	V-5
2.4 Plan Propuesto	V-25
2.5 Plan de Implementación.....	V-36
2.6 Costo Estimado	V-37
2.7 Organización para la Operación y Mantenimiento	V-38
2.8 Evaluación del Proyecto.....	V-42
2.9 Recomendaciones	V-48

CAPITULO – VI MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

1. CONDICION ACTUAL.....	VI-1
1.1 Situación Actual del Manejo de los Residuos Sólidos.....	VI-1
1.2 Evaluación de las Condiciones Actuales.....	VI-13
1.3 Identificación del Problema.....	VI-14

2.	PLAN MAESTRO	VI-15
2.1	Objetivos y Estrategias	VI-15
2.2	Condiciones de Planeamiento.....	VI-16
2.3	Planes Alternativos para las Medidas Estructurales.....	VI-20
2.4	Plan Propuesto	VI-32
2.5	Plan de Implementación.....	VI-33
2.6	Estimación de Costos.....	VI-37
2.7	Organización para la Operación y Mantenimiento.....	VI-38
2.8	Evaluación del Proyecto	VI-40
2.9	Recomendación.....	VI-51

CAPITULO - VII OTRAS MEDIDAS

1.	SISTEMA DE DRENAJE URBANO.....	VII-1
1.1	Condiciones Actuales	VII-1
1.2	Análisis Hidrológico.....	VII-2
1.3	Medidas para el Mejoramiento del Sistema de Drenaje.....	VII-4
2.	ADMINISTRACION DEL LAGO	VII-15
2.1	Objetivos y Estrategias	VII-15
2.2	Posibles Medidas	VII-16

CAPITULO - VIII MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

1.	OBJECTIVOS Y ESTRATEGIAS	VIII-1
2.	POSIBLES MEDIDAS	VIII-1
2.1	Plan de Consolidación Institucional	VIII-2
2.2	Programa de Educación Pública	VIII-8
2.3	Instauración del Día de la Limpieza	VIII-13
2.4	Ejecución de las Regulaciones Medioambientales.....	VIII-13
3.	ESTIMACION DE COSTOS PARA LA EDUCACION PUBLICA Y EL PLAN DE CONSOLIDACION INSTITUCIONAL	VIII-14

CAPITULO - IX MONITOREO DEL MEDIOAMBIENTE

1.	OBJECTIVOS Y ESTRATEGIAS.....	IX-1
2.	PROGRAMA DE MONITOREO DE LOS AFLUENTES.....	IX-2
3.	PROGRAMAS DE MONITOREO PARA LOS CUERPOS DE AGUA.....	IX-3
3.1	Condiciones Físicas y Químicas	IX-3
3.2	Condiciones Biológicas	IX-8

4.	ORGANIZACIONES PARA LAS OPERACIONES	IX-11
5.	ESTIMACION DE COSTOS	IX-12

CAPITULO - X ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

1.	INTRODUCCIÓN	X-1
1.1	Selección del Proyecto.....	X-1
1.2	Definición del Estudio de Factibilidad.....	X-3
2.	DISEÑO.....	X-3
2.1	Recolección de Residuos.....	X-3
2.2	Depósito Final.....	X-14
3.	PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN.....	X-40
3.1	Construcción del Lugar de Relleno Sanitario.....	X-40
4.	COSTO DEL PROYECTO.....	X-42
5.	MANEJO DEL PROYECTO.....	X-43
5.1	Recolección y Transporte.....	X-43
5.2	Depósito Final.....	X-43
6.	EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	X-45
6.1	Aspecto Técnico.....	X-45
6.2	Aspecto Financiero.....	X-49

CAPITULO - XI CONCLUSIONS

1.	PLAN DE CONTROL INTEGRAL DE CONTAMINACION DE AGUAS.....	XI-1
1.1	Plan Propuesto	XI-1
1.2	Programa de Implementación	XI-5
1.3	Organizaciones para La Implementación del Plan Integral	XI-8
1.4	Costos del Proyecto	XI-11
1.5	Evaluación del Plan Integral.....	XI-14
2.	RECOMENDACIONES.....	XI-34

REFERENCIA

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

DEPARTMENT OF CHEMISTRY

LABORATORY OF ORGANIC CHEMISTRY

1155 CHEMISTRY BUILDING

5808 S. UNIVERSITY AVE.

CHICAGO, ILL. 60637

TEL: 773-707-5242

FAX: 773-707-5242

WWW: WWW.CHEM.UCHICAGO.EDU

LISTA DE TABLAS

	Página
CAPITULO - II AREA DE ESTUDIO	
Tabla II.2.1 Población, Familias y Viviendas de Puno.....	II - 5
CAPITULO - III LA BAHIA INTERIOR DE PUNO	
Tabla III.3.1 Descarga de Contaminantes.....	III - 8
Tabla III.3.2 Nivel Eutrófico	III - 9
Tabla III.3.3 Fuente Externa Contaminante.....	III - 9
CAPITULO - V SISTEMA DE CONTROL DE AGUAS RESIDUALES	
Tabla V.1.1 Conexiones de Alcantarillado	V - 1
Tabla V.1.2 Extensión de las tuberías existentes de alcantarillado sanitario(1998).....	V - 1
Tabla V.2.1 Cobertura de servicio proyectado de alcantarillado sanitario.....	V - 3
Tabla V.2.2 Población servida por sistema de alcantarillado sanitario.....	V - 4
Tabla V.2.3 Proyección revisada del consumo de agua	V - 4
Tabla V.2.4 Proyección revisada del flujo de aguas servidas.....	V - 4
Tabla V.2.5 Diseño de cargas de contaminantes per capita	V - 5
Tabla V.2.6 Especificaciones de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Alternativa I, I-A).....	V - 11
Tabla V.2.7 Especificaciones de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Alternativa II).....	V - 12
Tabla V.2.8 Especificaciones de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Alternativa III).....	V - 13
Tabla V.2.9 Cronograma de Implementación y Desembolsos (Alternativa I).....	V - 18
Tabla V.2.10 Cronograma de Implementación y Desembolsos (Alternativa I-A).....	V - 19
Tabla V.2.11 Cronograma de Implementación y Desembolsos (Alternativa II).....	V - 20
Tabla V.2.12 Cronograma de Implementación y Desembolsos (Alternativa III).....	V - 21
Tabla V.2.13 Calidad de las aguas residuales tratadas descargadas a la Bahía Interior.	V - 22
Tabla V.2.14 Reducción de cargas contaminantes mediante medidas propuestas en el año 2025	V - 22
Tabla V.2.15 Evaluación Ambiental Inicial (IEE)	V - 23
Tabla V.2.16 Evaluación Técnica de los Planes Alternativos.....	V - 23
Tabla V.2.17 Tasa Interna de Retorno Financiero (TIRF) y Valor Actual Neto (VAN)	V - 24
Tabla V.2.18 Cálculo del costo de operación del vaciado de los pozos	V - 27
Tabla V.2.19 Resumen del Plan de Alcantarillado.....	V - 28

Tabla V.2.19	Resumen del Plan de Alcantarillado.....	V - 28
Tabla V.2.20	Resumen del Plan para la estación de bombeo.....	V - 28
Tabla V.2.21	Especificaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta.....	V - 33
Tabla V.2.22	Costo de Construcción del Proyecto Propuesto.....	V - 37
Tabla V.2.23	Trabajos por tipo de operación y mantenimiento del colector	V - 38
Tabla V.2.24	Trabajos por tipo de O & M de la planta de tratamiento de aguas residuales	V - 38
Tabla V.2.25	Cantidad Necesaria de Personal para la Operación y Mantenimiento del Sistema de Alcantarillado Propuesto	V - 39
Tabla V.2.26	Costo de Operación y Mantenimiento	V - 40
Tabla V.2.27	Cronograma de Implementación y Desembolsos para el Plan Propuesto	V - 41
Tabla V.2.28	Calidad de aguas residuales descargadas en la bahía interior	V - 42
Tabla V.2.29	Reducción de cargas contaminantes mediante las medidas propuestas en el año 2025.....	V - 42
Tabla V.2.30	Evaluación Ambiental Inicial (IEE).....	V - 43
Tabla V.2.31	Evaluación Técnica del Plan Propuesto.....	V - 43
Tabla V.2.32	TIRF y VAN del plan propuesto.....	V - 46
Tabla V.2.33	TIRF y VAN para el plan propuesto.....	V - 50

CAPITULO - VI MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Tabla VI.1.1	Residuos Generados Per Cápita por Zonas.....	VI - 2
Tabla VI.1.2	Gravedad Específica de los residuos por Zonas	VI - 2
Tabla VI.1.3	Componentes de los Residuos por Zonas	VI - 4
Tabla VI.1.4	Tabla Comparativa de los Componentes de los Residuos Sólidos en la Ciudad de Puno	VI - 4
Tabla VI.1.5	Cantidad de Residuos Generados en la Ciudad de Puno y Cantidad de Residuos transportados al F.D.S.	VI - 8
Tabla VI.1.6	Vehículos de propiedad de la Municipalidad Provincial de Puno.....	VI - 9
Tabla VI.1.7	Estimación de la Capacidad Esperada en Cancharani	VI - 11
Tabla VI.2.1	Estimación del Crecimiento de la Población en la Ciudad de Puno.....	VI - 17
Tabla VI.2.2	Estimación de la Generación de Residuos en la Ciudad de Puno.....	VI - 18
Tabla VI.2.3	Número de Vehículos Requeridos para la Recolección	VI - 20
Tabla VI.2.4	Evaluación de las Alternativas.....	VI - 24
Tabla VI.2.5	Comparación del Número de Equipos Requerido	VI - 26
Tabla VI.2.6	Costo Necesario para cada Alternativa (Soles (S/.))	VI - 27

Tabla VI.2.7	Vehículos Requeridos para la Recolección de Residuos para la Alternativa 1	VI - 31
Tabla VI.2.8	Comparación de los Costos de las dos alternativas de índices de recolección	VI - 31
Tabla VI.2.9	Plan Suplementario del Equipamiento.....	VI - 35
Tabla VI.2.10	Resultado de la Evaluación Inicial de Impacto Ambiental (IEE).....	VI - 42
Tabla VI.2.11	Resultados de la Viabilidad Financiera	VI - 45
Tabla VI.2.12	Combinaciones Recomendables	VI - 48
Tabla VI.2.13	Ventajas de cada Caso	VI - 49
Tabla VI.2.14	Evaluación del Proyecto para el Manejo de los Residuos Sólidos.....	VI - 50

CAPITULO - VII OTRAS MEDIDAS

Tabla VII.1.1(1)	Cálculo de la Descarga Máxima por el Método Racional (1/2)	VII - 7
Tabla VII.1.1(2)	Cálculo de la Descarga Máxima por el Método Racional (2/2)	VII - 8
Tabla VII.1.2(1)	Capacidad Existente de los Canales de Drenaje Pluvial (1/2).....	VII - 9
Tabla VII.1.2(2)	Capacidad Existente de los Canales de Drenaje Pluvial (2/2).....	VII - 10
Tabla VII.1.3	Mejoramiento Propuesto para los Canales de Drenaje (Periodo de Retorno de 5 años)	VII - 12
Tabla VII.1.4	Costo de Construcción de los Canales Propuestos	VII - 14
Tabla VII.2.1	Comparación de Formas de Eliminación/Cosecha	VII - 20
Tabla VII.2.2	Cantidad de Personal Requerido para la Cosecha del Lemna	VII - 21
Tabla VII.2.3	Estimación de Costos para la Cosecha del Lemna	VII - 23
Tabla VII.2.4	Personal Requerido para la Replantación de Totora	VII - 48
Tabla VII.2.5	Estimación de Costos para la Rehabilitación de Totora.....	VII - 49

CAPITULO - VIII MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Tabla VIII.3.1	Costos Estimados para el Plan de Consolidación Institucional.....	VIII - 15
Tabla VIII.3.2	Costos Estimados para el Programa de Educación Pública.....	VIII - 16
Tabla VIII.3.3	Costos Estimados para la Educación Pública y Plan de Consolidación ..	VIII - 17

CAPITULO - IX MONITOREO DEL MEDIOAMBIENTE

Tabla IX.3.1	Frecuencia del Monitoreo Medioambiental.....	IX - 5
Tabla IX.3.2	Parámetros para el Programa de Monitoreo Medioambiental	IX - 5
Tabla IX.5.1	Estimación de Costos para el Programa de Monitoreo Medioambiental	IX - 13

CAPITULO - X ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Tabla X.2.1	Cantidad de Residuos Generados y Recolectados	X - 4
Tabla X.2.2	Capacidad de Transporte de los Camiones Compactadores	X - 5
Tabla X.2.3	Cantidad Necesaria de Vehículos de Recolección y Capacidad de Transporte entre los años 2002 y 2008.....	X - 6
Tabla X.2.4	Plan para el Personal.....	X - 11
Tabla X.2.5-1	<i>Manpower Cost for Collection and Transportation by 2008</i>	X - 12
Tabla X.2.5	Panorama de los Vehículos Operativos entre los años 2002 y 2008	X - 13
Tabla X.2.6	Trabajo propuesto – Distribución de los Vehículos de Recolección.....	X - 13
Tabla X.2.7	Precipitación mensual máxima y promedio en 1984 y 1993	X - 14
Tabla X.2.8	Capacidad Necesaria en el Lugar de Relleno Sanitario.....	X - 18
Tabla X.2.9	Cronograma de Construcción de los Lugares.....	X - 24
Tabla X.2.10(1)	Cantidad de Percolado Generado debido a la Precipitación Máxima Diaria en los Últimos 20 años en el Lugar Propiedad de la Ciudad.....	X - 33
Tabla X.2.10(2)	Cantidad de Pércolado Generado debido a la Precipitación Máxima Diaria en los Últimos 20 años en el Lugar Propiedad de la Ciudad.....	X - 34
Tabla X.2.11(1)	Cantidad de Percolado Generado debido a la Precipitación Promedio Diaria en los Últimos 20 años en el Lugar Investigado por el Equipo de Estudio (JICA).....	X - 35
Tabla X.2.11(2)	Cantidad de Percolado Generado debido a la Precipitación Promedio Diaria en los Últimos 20 años en el Lugar Investigado por el Equipo de Estudio (JICA).....	X - 36
Tabla X.2.12	Plan Total de las Instalaciones.....	X - 37
Tabla X.5.1	Items a ser Administrados para la Recolección y el Transporte.....	X - 43
Tabla X.5.2	Items a ser Administrados para el Lugar de Relleno Sanitario	X - 44
Tabla X.6.1	Tabla Comparativa entre el Lugar Actual y el Lugar Planificado.....	X - 48
Tabla X.6.2	Resultados de la Viabilidad Financiera	X - 51
Tabla X.6.3	Combinaciones Recomendables	X - 51
Tabla X.6.4	Ventajas de Cada Caso	X - 53

CAPITULO - XI CONCLUSIONS

Tabla XI.1.1	Programa de Implementación del Plan de Control Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior de Puno.....	XI - 7
Tabla XI.1.2	Costos del Proyecto del Plan de Control Integral de Contaminación de Aguas en la Bahía Interior de Puno (Nuevos Soles S/.)	XI - 12
Tabla XI.1.3	Costos del Proyecto del Plan de Control Integral de Contaminación de Aguas de	

	la Bahía Interior de Puno (Dólares US\$).....	XI - 13
Tabla XI.1.4(1)	Resultados de la TIRE	XI - 17
Tabla XI.1.4(2)	Análisis de Sensibilidad del TIRE del Plan Integral propuesto.....	XI - 18
Tabla XI.1.5	Evaluación Económica para el Escenario I (El Comercio Turístico caerá en 100% en el año 2025).....	XI - 19
Tabla XI.1.6	Evaluación del Impacto Ambiental (fase : Planeamiento & Diseño)	XI - 24
Tabla XI.1.7	Evaluación del Impacto Ambiental (fase : Construcción).....	XI - 27
Tabla XI.1.8	Evaluación del Impacto Ambiental (fase : Operación).....	XI - 31

LISTA DE FIGURAS

		Página
CAPITULO - I INTRODUCCION		
Figura I.1	Area de Estudio.....	I - 7
CAPITULO - II AREA DE ESTUDIO		
Figura II.2.1	Revisión del Modelo de Uso de Suelos Futura.....	II - 7
Figura II.2.2	Esquema del Plan de Desarrollo Ecoturístico (PELT).....	II - 13
CAPITULO - III LA BAHIA INTERIOR DE PUNO		
Figura III.1.1	Transición de la Bahía Interior de Puno y su Entorno.....	III - 2
Figura III.3.1	Puntos de Muestreo en los Estudios de Campo y Clasificación de los Cuerpos de Agua en la Bahía Interior de Puno	III - 10
Figura III.3.2-a	Resultados del Estudio de Sedimentos (6 Febrero. 1999).....	III - 11
Figura III.3.2-b	Resultados del Estudio de Sedimentos (5 Julio. 1999)	III - 12
Figura III.4.1	Estimación de la Descarga.....	III - 14
CAPITULO - IV MARCO DEL PLAN DE CONTROL INTEGRAL DE LA CONTAMINACION DE AGUAS PARA LA BAHIA INTERIOR DE PUNO		
Figura IV.2.1	Esquema Conceptual del Plan Integral de Control de la Contaminación del Agua en la Bahía Interior de Puno.....	IV - 5
CAPITULO - V SISTEMA DE CONTROL DE AGUAS RESIDUALES		
Figura V.2.1	Distribución de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para las Alternativas I y I-A.....	V - 8
Figura V.2.2	Distribución de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para la Alternativa II.....	V - 9
Figura V.2.3	Distribución de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas para la Alternativa III.....	V - 10
Figura V.2.4	Máquina pequeña para el vaciado de los pozos (aspiradora).....	V - 25
Figura V.2.5	Vertedero de Salida Propuesto.....	V - 29
Figura V.2.6-a	Distribución de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta...	V - 31
Figura V.2.6-b	Distribución de la planta de tratamiento de aguas residuales propuesta...	V - 32
Figura V.2.7	Reglas para el uso correcto de letrinas	V - 35
Figura V.2.8	Fluctuación del Balance de Efectivo.....	V - 47

CAPITULO - VI MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Figura VI.1.1	Zonas para el Manejo de los Residuos Sólidos	VI - 3
Figura VI.1.2	Flujo de los Residuos Sólidos en la ciudad de Puno (1998).....	VI - 7
Figura VI.2.1	Flujo de los Residuos Sólidos en la ciudad de Puno (2025).....	VI - 19
Figura VI.2.2	Generación de Residuos Sólidos y Capacidad Objetivo de Recolección y Transporte (Alcance del índice de recolección = 100% para 2008).....	VI - 29
Figura VI.2.3	Generación de Residuos Sólidos y Capacidad Objetivo de Recolección y Transporte (Alcance del índice de recolección = 100% para 2025).....	VI - 30
Figura VI.2.4	Implementación de Proyecto y Cronogram de desembolsos	VI - 36
Figura VI.2.5	Procedimientos del Plan Financiero	VI - 47

CAPITULO - VII OTRAS MEDIDAS

Figura VII.1.1	Puntos para el Cálculo de la Escorrentía del Sistema de Drenaje	VII - 11
Figura VII.1.2	Mejoramiento Propuesto para los Canales de Drenaje.....	VII - 13
Figura VII.2.1	Áreas propuestas para el Dragado de Sedimentos y Lugares de Disposición Temporal	VII - 26
Figura VII.2.2	Figura Conceptual de los Trabajos de Dragado.....	VII - 27
Figura VII.2.3	Figura Conceptual de los Lugares de Disposición Temporal.....	VII - 28
Figura VII.2.4	Áreas propuestas para el Recubrimiento de Sedimentos (Arenas del Río Cutimbo).....	VII - 32
Figura VII.2.5	Figura conceptual del Trabajo de Recubrimiento (Arenas del Río Cutimbo).....	VII - 33
Figura VII.2.6	Áreas propuestas para el Recubrimiento del Sedimento (Arenas de la Playa Charcas / Bahía Interior de Puno)	VII - 35
Figura VII.2.7	Figura Conceptual del Trabajo de Recubrimiento (Arenas de la Playa Charcas).....	VII - 36
Figura VII.2.8	Figura Conceptual del Trabajo de Recubrimiento (Arenas de la Bahía Interior de Puno)	VII - 38
Figura VII.2.9	Programa de Implementación de los trabajos de Recubrimiento de Sedimentos.....	VII - 42
Figura VII.2.10	Área de Planeamiento de Replantación de totora.....	VII - 46
Figura VII.2.11	Semillero Requerido para la Siembra de Totorá.....	VII - 47

CAPITULO - VIII MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Figura VIII.2.1	Entidades Existentes envueltas en el Medio Ambiente de la Ciudad de Puno, y sus Inter-relaciones	VIII - 4
-----------------	---	----------

CAPITULO - IX MONITOREO DEL MEDIOAMBIENTE

Figura IX.3.1	Puntos de Monitoreo en la Bahía Interior de Puno.....	IX - 6
Figura IX.3.2	Puntos de Monitoreo de Canales de Drenaje.....	IX - 7

CAPITULO - X ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Figura X.2.1	Áreas y frecuencias de Barrido de Calles.....	X - 7
Figura X.2.2	Rutas bajo el Sistema de Recolección Bell (Zone A y B).....	X - 8
Figura X.2.3	Ruta de Recolección Propuesta para la Zona C-Norte (Alto Puno).....	X - 9
Figura X.2.4	Ruta de Recolección Propuesta para la Zona C-Sur (Salcedo).....	X - 10
Figura X.2.5	Mapa de Ubicación del Lugar.....	X - 16
Figura X.2.6	Estructura de las capas de residuos compactados y de la capa de cobertura de tierra en el relleno sanitario.....	X - 18
Figura X.2.7	Plan del Lugar de Relleno Sanitario en el Area Propiedad de la Municipalidad.....	X - 20
Figura X.2.8	Sección Estándar del Lugar de Relleno Sanitario en el Area Propiedad de la Municipalidad.....	X - 21
Figura X.2.9	Plan del Lugar de Relleno Sanitario en el Area Investigada por el Equipo de Estudio (JICA).....	X - 22
Figura X.2.10	Sección Estándar del Lugar de Relleno Sanitario en el Area Investigada por el Equipo de Estudio (JICA).....	X - 23
Figura X.2.11	Sección Estándar de la vía de acceso.....	X - 27
Figura X.2.12	Sección del Tubo Colector de Percolado.....	X - 30
Figura X.2.13	Sección Estándar de la Ubicación del Pozo de Bombeo.....	X - 32
Figura X.2.14	Sección del Pozo de Monitoreo.....	X - 38
Figura X.3.1	Programa de Implementación.....	X - 41

CAPITULO - XI CONCLUSIONS

Figura XI.1.1	Proyección de la Reducción de las Cargas Contaminantes Externas por el Plan Propuesto (DBO).....	XI - 21
Figura XI.1.2	Proyección de la Reducción de las Cargas Contaminantes Externas por el Plan Propuesto (T-N).....	XI - 22
Figura XI.1.3	Proyección de la Reducción de las Cargas Contaminantes Externas por el Plan Propuesto (T-P).....	XI - 23

ABREVIACIONES

1. Organizaciones Peruanas

ALT :	Autoridad Autónoma Binacional del Lago Titicaca
APECO :	Asociación Peruana de Conservación
CAPET :	Cámara de Pesquería del Titicaca
CONAM :	Consejo Nacional del Medio Ambiente
DIGESA :	Dirección General de Saneamiento Ambiental, Ministerio de Salud
EMSAPUNO :	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
ENAFER :	Empresa Nacional Ferroviaria
GOP :	Gobierno Peruano
INADE :	Instituto Nacional de Desarrollo
INADUR :	Instituto Nacional de Desarrollo Urbano
INEI :	Instituto Nacional de Estadística e Información
INRENA :	Instituto Nacional de Recursos Naturales
MITINCI :	Ministerio de Industria, Turismo, Integración Nacional y Comercio Internacional
MTCVC :	Ministerio de Transporte, Vivienda y Construcción
PELT :	Proyecto Especial Binacional del Lago Titicaca
PRONAA :	Programa Nacional de Asistencia Alimenticia
PRONAP :	Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado
SENAMHI :	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SUNASS :	Superintendencia Nacional de Servicios Sanitarios
SUNAT :	Superintendencia Nacional de Tributación
UNA :	Universidad Nacional del Altiplano - Puno

2. Organizaciones Japonesas/Internacionales

CEPIS :	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Medioambientales, WHO
GOJ :	Gobierno Japonés
IBRD :	Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo (Banco Mundial)
IDB :	Banco Interamericano de Desarrollo
IMF :	Fondo Monetario Internacional
JICA :	Agencia Internacional de Cooperación Japonesa
JST :	Equipo de Estudio de JICA
KfW :	Banco Alemán de Reconstrucción
OECD :	Organización de Cooperación Económica y Desarrollo
WHO :	Organización Mundial de la Salud

3. Medidas de Medición

1) Físicas

mm	:	milímetros(s)
cm	:	centímetros(s)
m	:	metros(s)
km	:	kilómetros(s)
ha(s)	:	hectárea(s)
l, ltr	:	litros(s)
g, gr	:	gramos(s)
kg	:	kilogramos(s)
t, ton	:	toneladas(s)
s, sec	:	segundos(s)
min	:	minutos(s)
h(hrs)	:	horas(s)
d(dys)	:	días(s)
y, yr(yrs)	:	años(s)

2) Químicos

mg/l	:	miligramos(s)
------	---	---------------

3) Otras

a.s.l.	:	sobre el nivel del mar
inh/ha	:	habitantes por hectárea
nos/l	:	números por litros

4. Términos Monetarios

¥	:	Yen Japonés
US\$:	Dólar Americano
S/.	:	Nuevo Sol Peruano
DM	:	Marco Alemán

5. Otros

DBO	:	Demanda Biológica de Oxígeno
CIF	:	Costo, Seguro y Flete
DQO	:	Demanda Química de Oxígeno
Chl-a	:	Clorofila
D/D	:	Diseño
D/S	:	Estudio Definitivo
DF/R	:	Reporte Final Preliminar
DID	:	Distrito Habitado Densamente
DL	:	Línea de Dato

DO	: Oxígeno Disuelto
E/S	: Servicio de Ingeniería
EIA	: Estimación de Impacto Ambiental
TIRE	: Tasa Interna de Retorno Económico
F/R	: Reporte Final
F/S	: Estudio de Factibilidad
FDS	: Lugar de Disposición Final
TIRF	: Tasa Interna de Retorno Financiero
FY	: Año Fiscal
GDP	: Producto Bruto Familiar
GNP	: Producto Bruto Interno
IC/R	: Reporte Inicial
IEE	: Evaluación Ambiental Inicial
IGV	: Impuesto General a las Ventas
IT/R	: Reporte Intermedio
M/P	: Plan Maestro
MSL	: A Nivel del Mar
N	: Nitrógeno
NGO	: Organización No Gubernamental
P	: Fósforo
P/R	: Reporte Progresivo
S/W	: Alcance del Estudio
SS	: Sólidos Suspendidos
STP	: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
SWM	: Manejo de Residuos Sólidos
TSD	: Total de Sólidos Disueltos
VAT	: Valor Agregado

CAPITULO - I INTRODUCCION

CAPITULO - I

INTRODUCCION

1. ASPECTOS DEL ESTUDIO

Se espera que la Ciudad de Puno tenga un crecimiento sustancial de la población en el futuro, debido a nuevas comunidades emergentes en las afueras de la ciudad, adicionalmente a la población migratoria. Sin embargo, el mejoramiento y expansión de la infraestructura urbana ha decaído tras del crecimiento de tal población. La mayoría de las aguas residuales son descargadas en la Bahía Interior de Puno sin tratamiento alguno. Además, existen otros problemas, tales como la afluencia de residuos sólidos al interior de la bahía durante las lluvias, debido al insuficiente sistema de recolección.

La bahía está sufriendo de una progresiva contaminación de agua y eutroficación, causados por la afluencia de desagües y otros residuos desde la ciudad de Puno. La gran hidrofita que es un benefactor como lo es la totora (especie de caña) ha venido decreciendo, mientras de la *Lemna* (lenteja de agua) se ha desarrollado en grandes cantidades, cubriendo gran parte de la superficie del lago.

Para superar los problemas del medio ambiente acuático del lago, tanto el tanto el gobierno central como los gobiernos locales han emprendido el manejo de un plan maestro y estudio de factibilidad sobre el manejo de aguas residuales con fondos del Banco Internacional de Desarrollo. Con relación a la Bahía Interior de Puno, las autoridades concernientes, incluyendo PELT, las autoridades locales, la municipalidad provincial y universidades, están luchando mediante medidas contra la contaminación de la bahía, pero aún no ha sido posible implementar ninguna medida específica.

De acuerdo a los aspectos descritos anteriormente, el Gobierno de Perú solicitó al Gobierno Japonés en Septiembre de 1995, la cooperación técnica para la conducción del Estudio para el Control Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior del Lago Titicaca. En respuesta a este pedido, el Gobierno Japonés dispuso la preparación del Equipo de Estudio en Julio de 1996, quienes sostuvieron reuniones con el Gobierno del Perú y otras autoridades concernientes, acordando los Alcances del Trabajo (S/W) relacionados a este estudio.

Según los Alcances del Trabajo (S/W), el estudio fue conducido por el Equipo de Estudio de la Agencia de Cooperación Internacional Japonesa (JICA), en cooperación con el Instituto Nacional de Desarrollo (INADE) desde Setiembre de 1998 a Enero del 2000.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos del estudio son los siguientes:

- 1) Elaborar un Plan Maestro para el Mejoramiento Integral de la Calidad del Agua en la Bahía Interior de Puno.
- 2) Llevar a cabo un estudio de factibilidad (F/S) sobre el proyecto o proyectos identificados del Plan Maestro.
- 3) Transferir tecnología al personal contraparte durante el curso del Estudio.

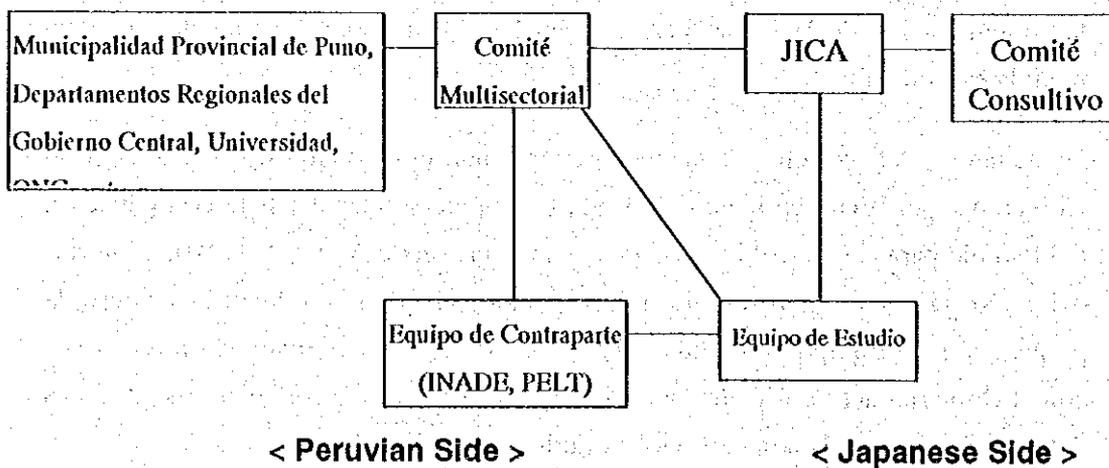
3. AREA DE ESTUDIO

Este estudio abarcará la Bahía Interior de Puno (aproximadamente 17 km²) y el área de captación de los alrededores (aproximadamente 36 km²). El área de estudio se muestra en la *Figura 1.1*.

4. ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

(1) Organización del estudio global

La organización del estudio global se muestra posteriormente:



(2) Miembros del Equipo de Estudio

Los miembros del equipo de estudio son:

Cargo	Nombres
Jefe de Equipo	Tsutomu Kurihara
Hidrología/Calidad de Aguas	Masahiro Kawachi
Medio Ambiente Natural y Ecología	Marcus .R. Chambers
Planificación, Manejo de Aguas Residuales y Lluvias	Koji Yoshina
Planificación y Manejo de Residuos Sólidos	Akio Kuramochi
Planificación Urbana	Hiroshi Matsuo
Diseño de Instalaciones y Estimación de Costos de (aguas residuales)	Toru Yagi
Diseño de Instalaciones y Estimación de Costos y Equipos (residuos sólidos)	Ryousuke Okamura
Diseño de Instalaciones y Estimación de Costos (sedimentos del fondo)	Hikaru Maki
Organización e Institución	Yasuhira Minami
Evaluación Económica y Financiera	Takio Oshio
Administración del Estudio	Yosuke Abe

(3) Miembros del Comité Consultivo

Los miembros del comité consultivo son:

Cargo	Nombres
Presidente/ Sanidad Ambiental	Hidenori Aya Profesor, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Instituto Tecnológico de Musashi
Planificación de Tratamiento de Aguas Residuales	Mamoru Suwa Investigador, División de Tratamiento Avanzado de Aguas Residuales, Instituto de Investigación de Obras Públicas, Ministerio de Construcción
Manejo de Residuos Sólidos	Takahide Tatsunari Investigador Senior, Fundación para la Investigación de Residuos del Japón
Planificación y Control de Calidad de Aguas Lacustres	Kiyoshi Nomura Jefe, División Ambiental Hídrica,

(4) Miembros del Equipo de Contraparte

Instituto Nacional de Desarrollo (INADE)

Alberto YAMAMOTO MIYAKAWA (Presidente)

Máximo HATTA SAKODA / Juan Carlos SEVILLA GILDEMEISTER
(Director General)

Esperanza SANO (Consejero del Presidente)

Plinio GUTIÉRREZ DEL POZO (Director de Estudios)

Juan Carlos SEVILLA GILDEMEISTER (Director de Proyectos en Sierra y
Selva)

Cristina MASUDA MATSUURA (Jefe de la Oficina de Cooperación
Internacional Técnica y Financiera)

Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT)

Ariel BERMEJO LIRA / Julián BARRA CATAFORA (Director Ejecutivo)

Hugo RODRIGUEZ BENAVIDES (Director de Desarrollo Agrícola y Pesquera)

Héctor SALINAS FRANCO (Director de Estudios)

Juan José OCOLA SALAZAR (Coordinador)

(5) Miembros del Comité Multisectorial

Ministerio de Salud

Eloy Enríquez Encinas (Director Regional de Puno)

Ministerio de Educación

José Luis Choque Mamani (Director Regional de Puno)

Marina de Guerra del Perú

Dane Markovinovic (Capitán del Puerto de Puno)

Universidad Nacional del Altiplano – Puno (UNA)

Fernando Cáceda Díaz (Presidente de la UNA)

Ministerio de Transporte, Vivienda y Construcción (MTCVC)

Angel Achata Núñez (Director Regional)

Ministerio de Pesquería

Arturo Blondet Gago (Director Regional)

Ministerio de Industria y Turismo (MITINCI)

Juana García Pineda (Director Regional)

Programa Nacional de Asistencia Alimenticia (PRONAA)

Ricardo Orbegoso Carrasco (Director)

Empresa de Saneamiento Municipal de PUNO (EMSAPUNO)

Rogelio Flores Franco (Director General)

Ministerio de Agricultura

Gustavo Ibarra Imata (Director Regional)

Consejo de Transición de Administración Regional (CTAR-PUNO)

Ramón Serruto Colque (Presidente Ejecutivo)

Oficina Central de Barrios de Puno (CUBUP)

Félix Flores Mamani (Presidente)

Comité Multisectorial de Ecología y Medio Ambiente

Gregorio Ticona Gomez (Presidente; Alcalde Municipal de la Provincia de Puno)

Instituto Nacional de Desarrollo (INADE)

Plinio Gutiérrez del Pozo (Director de Estudios)

Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PELT)

Ariel Bermejo Lira / Julián BARRA CATACORÁ (Director Ejecutivo)

5. CONTENIDO DEL REPORTE

El reporte de estudio preparado es:

Informe Principal (Inglés)

Informe Principal (Español)

Informe de Apoyo (Inglés)

Resumen (Inglés)

Resumen (Español)

Libro de Datos (Inglés)

El informe principal contiene los resultados resumidos del estudio completo. Consiste en 11 capítulos. Los datos básicos existentes concernientes al área de estudio son mostrados en el *Capítulo II*. Las condiciones físicas, químicas y biológicas existentes de la Bahía Interior de Puno se muestran en el *Capítulo III*. El marco de trabajo del Plan de Control Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior de Puno como políticas y objetivos básicos del plan se muestra en el *Capítulo IV*. Los componentes del Plan de Control Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior de Puno, medidas estructurales, medidas no estructurales y monitoreo del medio ambiente, son discutidos en el *Capítulo V*, *Capítulo VI*, *Capítulo VIII* y *Capítulo IX*. En el *Capítulo V* se muestran los sistemas de alcantarillado existentes y el plan maestro para su desarrollo como componentes del plan integral. El *Capítulo VI* muestra el manejo de residuos sólidos existente y el plan maestro para su desarrollo. El *Capítulo VII* muestra la otra medida estructural incluyendo el mejoramiento del drenaje urbano o el manejo en el lago, como la reducción de cargas internas o replantación de Totorá. El *Capítulo VIII* muestra las medidas no estructurales que alientan o apoyan las medidas estructurales. El *Capítulo IX* muestra el plan maestro para el monitoreo del medio ambiente que detecta los problemas de contaminación de aguas y verifica los efectos de las medidas. El *Capítulo X* muestra el estudio de factibilidad del proyecto de manejo de residuos sólidos seleccionado del plan maestro. El *Capítulo XI* muestra las conclusiones y recomendaciones para la implementación del Plan de Control Integral de Contaminación de Aguas de la Bahía Interior de Puno.

El informe de apoyo describe en detalle el mismo contenido del informe principal.

Las versiones en Español han sido preparadas como referencia.

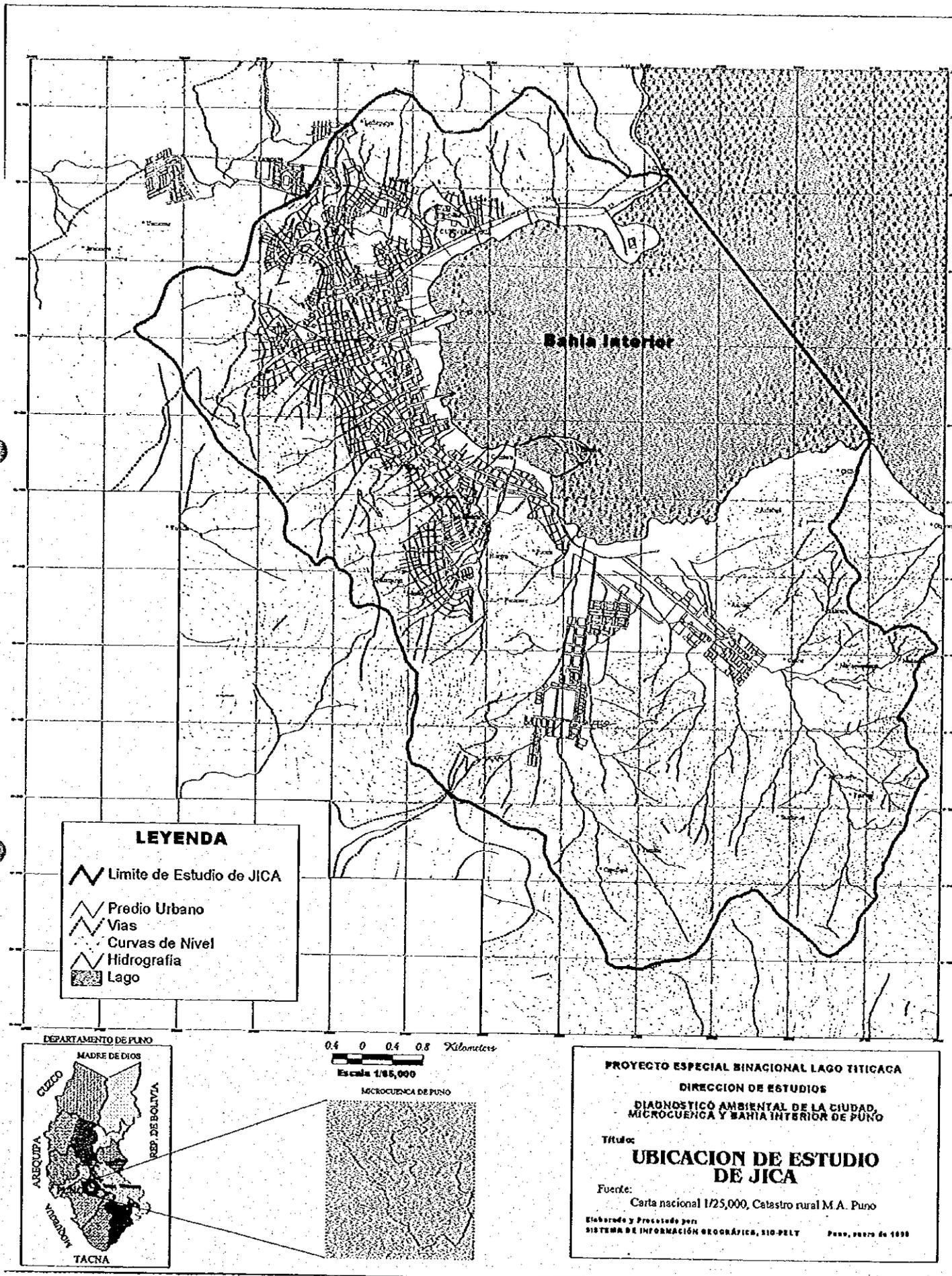


Figura I.1 Area de Estudio

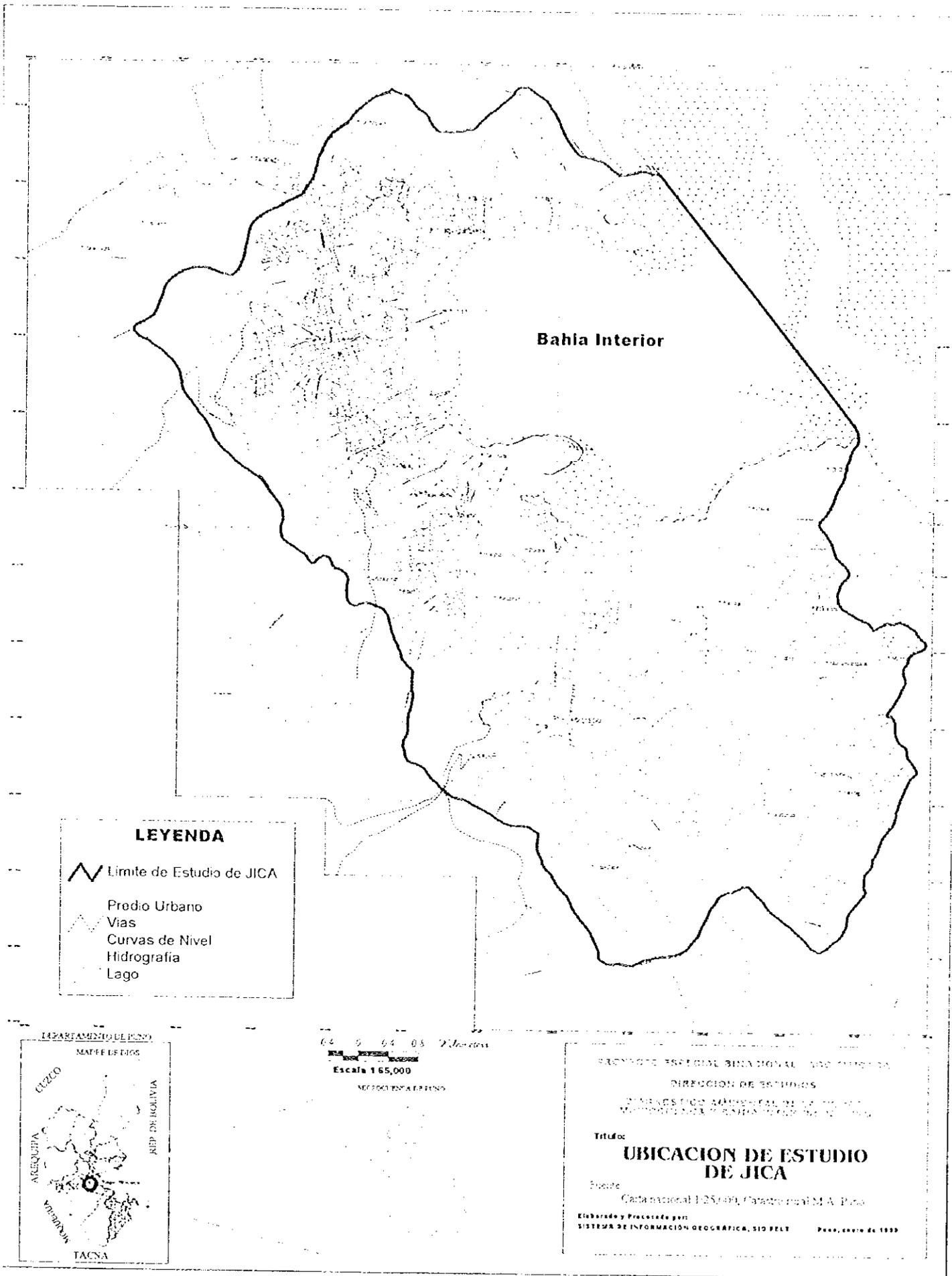


Figura I.1 Area de Estudio