

REPUBLICA DEL PERU
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA
(SEDAPAL)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
PARA EL
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
DEL
CONO SUR DE LIMA

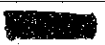
INFORME DE FINAL

RESUMEN

MARZO, 1990

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

SSS



90-068

RY

JICA LIBRARY



1082737161

21221

REPUBLICA DEL PERU
SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LIMA
(SEDAPAL)

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
PARA EL
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
DEL
CONO SUR DE LIMA

INFORME DE FINAL

RESUMEN

MARZO, 1990

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON



PROLOGO

En respuesta a una solicitud del Gobierno del Perú, el Gobierno del Japón decidió llevar a cabo un Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Cono Sur de Lima, y confió la realización del estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió al Perú un equipo de estudios encabezado por Sr. Hiroshi Irie y compuesto por miembros de Nippon Jogesuido Sekkei Co., Ltd., en dos oportunidades comprendidas entre abril y junio y de octubre a noviembre de 1989.

El equipo sostuvo discusiones con las autoridades competentes del Gobierno del Perú, y realizó los estudios de campo. A su regreso al Japón el equipo efectuó estudios adicionales y preparó el presente informe.

Espero que este informe contribuya al avance del proyecto y a la promoción de las relaciones amistosas entre los dos países.

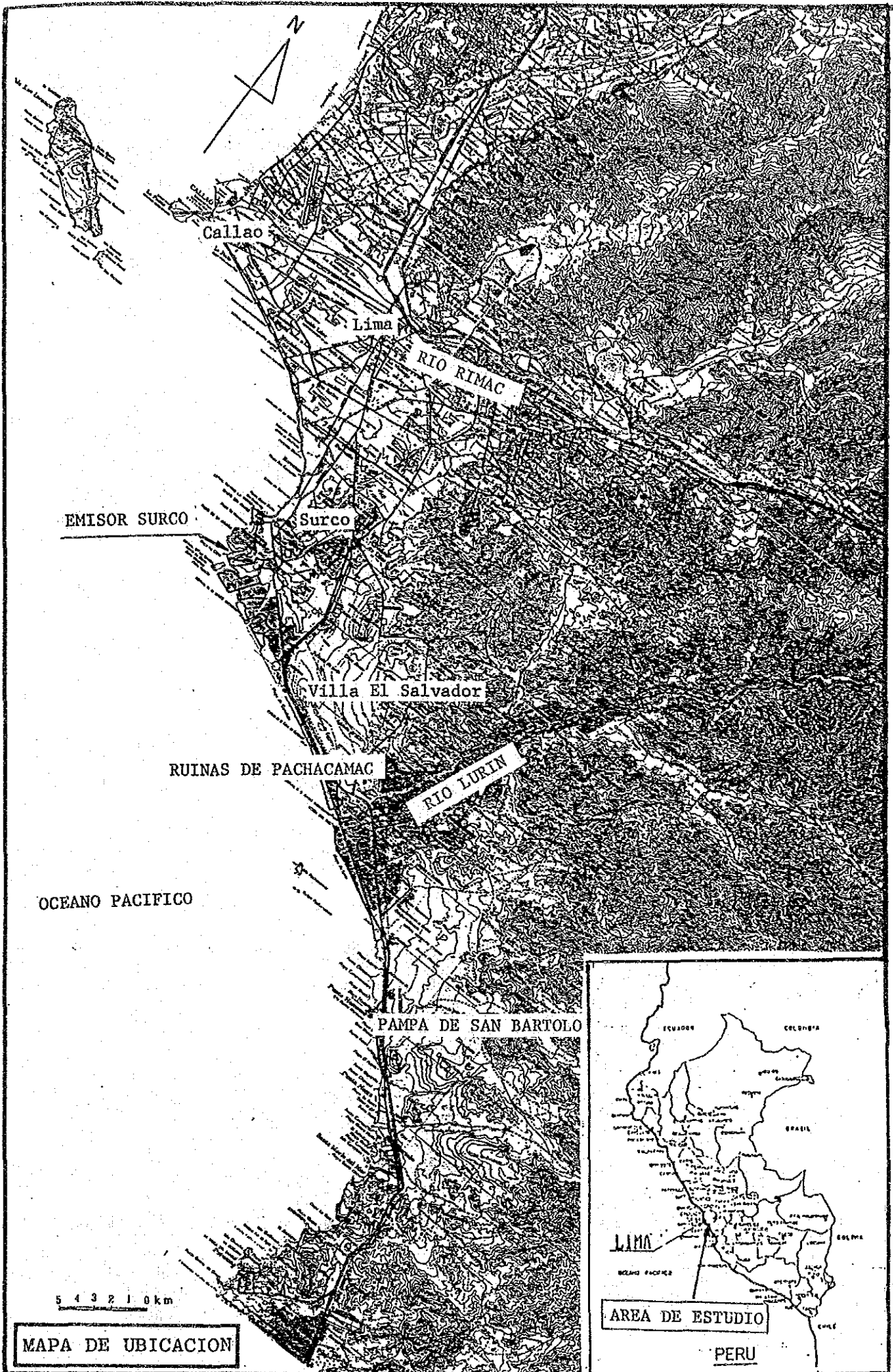
Deseo expresar mi sincero agradecimiento a las autoridades competentes del Gobierno del Perú por la estrecha colaboración brindada al equipo de estudios.

Marzo, 1990

Kensuke Yanagiya

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón



Callao

Lima

RIO RIMAC

EMISOR SURCO

Surco

Villa El Salvador

RUINAS DE PACHACAMAC

RIO LURIN

OCEANO PACIFICO

PAMPA DE SAN BARTOLO

5 4 3 2 1 0 km

MAPA DE UBICACION

AREA DE ESTUDIO

PERU

ESTUDIO DE DIAGNOSTICIDAD
PARA EL
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
DEL
CONO SUR DE LIMA

RESUMEN

INDICE DE CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
PROLOGO	
MAPA DE UBICACION	
INDICE DE CONTENIDO.....	i
RELACION DE CUADROS	iv
RELACION DE FIGURAS.....	vi
CAPITULO S.1 INTRODUCCION	
S.1.1 Antecedentes del Estudio.....	S-1
S.1.2 Objetivos del Estudio.....	S-1
S.1.3 Alcances del Estudio.....	S-2
CAPITULO S.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	
S.2.1 Breve Historia de Lima Metropolitana.....	S-3
S.2.2 Condición Natural.....	S-3
S.2.3 Economía.....	S-4
S.2.4 Condición de la Salud Pública.....	S-5
S.2.5 Condiciones de Suministro de la Energía.....	S-5
S.2.6 Sistemas de Suministro de Agua para Lima Metropolitana.....	S-6
S.2.7 Otras Infraestructuras.....	S-6
CAPITULO S.3 SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE	
S.3.1 El Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado de Lima.....	S-9
S.3.2 Sistemas de Alcantarillado.....	S-10
S.3.3 Estaciones de Bombeo de Desagües.....	S-12
S.3.4 Plantas de Tratamiento de Desagües.....	S-13

CAPITULO S.4 POBLACION

S.4.1	Tendencias Demográficas Pasadas.....	S-15
S.4.2	Proyección de la Población Futura.....	S-15
S.4.3	Población Proyectada dentro del Area de Drenaje del Colector Surco.....	S-17

CAPITULO S.5 CANTIDAD Y CALIDAD DEL LOS DESAGÜES

S.5.1	Caudales de Desagüe Actuales.....	S-21
S.5.1.1	Medidas del Flujo en el Interceptor Surco.....	S-21
S.5.1.2	Medidas del Flujo en los Puntos de Captación.....	S-24
S.5.2	Caudales de Desagüe Futuros.....	S-25
S.5.2.1	Emisor Surco.....	S-25
S.5.2.2	Puntos de Captación.....	S-25
S.5.3	Calidad Actual de los Desagües.....	S-26
S.5.3.1	Carga Orgánica y cantidad de Sólidos Suspendidos.....	S-26
S.5.3.2	Metales Pesados.....	S-27
S.5.4	Proyección de la Calidad de los Desagües.....	S-28

CAPITULO S.6 ALTERNATIVAS

S.6.1	Bases del Plan.....	S-29
S.6.2	Esquema de Alternativas.....	S-32
S.6.2.1	Alternativa A (Bombeo y Flujo por Gravedad).....	S-32
S.6.2.2	Alternativa B (Flujo por Gravedad).....	S-33
S.6.2.3	Alternativa C (Flujo por Gravedad y Bombeo).....	S-33
S.6.2.4	Alternativa D (Flujo por Gravedad y Bombeo).....	S-33
S.6.2.5	Alternativa E (Flujo por Gravedad).....	S-33
S.6.3	Resumen de los Caudales de Desagüe Planeado.....	S-33

CAPITULO S.7 DISEÑO PRELIMINAR DE INGENIERIA DE LAS ALTERNATIVAS

S.7.1	Instalaciones de Captación.....	S-41
S.7.2	Instalaciones de Conducción.....	S-44
S.7.3	Tanque Desarenador y Estación de Bombeo.....	S-47
S.7.3.1	Tanque Desarenador.....	S-47
S.7.3.2	Estaciones de Bombeo.....	S-48
S.7.4	Instalaciones de Tratamiento.....	S-48
S.7.5	Evaluación de Alternativas.....	S-51
S.7.5.1	Gastos de Construcción.....	S-51
S.7.5.2	Costos de Operación y Mantenimiento.....	S-51

S.7.5.3	Evaluación Técnica.....	S-52
S.7.5.4	Selección del Plan Optimo.....	S-53

CAPITULO S.8 ANALISIS DE LA CONTAMINACION EN LA COSTA DE LA CHIRA

S.8.1	Introducción.....	S-55
S.8.2	Condiciones Actuales de Contaminación del Agua de Mar.....	S-55
S.8.2.1	Calidad Bacteriológica.....	S-55
S.8.2.2	Metales Pesados.....	S-58
S.8.3	Simulación de Computadora y Resultados.....	S-59
S.8.4	Conclusión.....	S-61

CAPITULO S.9 EVALUACION DEL PROYECTO

S.9.1	Programa del Implementación.....	S-63
S.9.1.2	Programa de Inversion de Capital.....	S-63
S.9.2	Aspectos de Organización y Gerencia.....	S-65
S.9.3	Análisis Financiero.....	S-65
S.9.3.1	Situación Financiera Actual.....	S-65
S.9.3.2	Arreglos Financieros.....	S-66
S.9.3.3	Plan Financiero Alternativo.....	S-66
S.9.3.4	Plan de Ingresos.....	S-67
S.9.3.5	Costos Administrativos de este Proyecto.....	S-68
S.9.3.6	Estado de Flujo de Caja.....	S-68
S.9.4	Análisis Económico.....	S-69
S.9.4.1	Beneficios Económicos del Proyecto.....	S-69
S.9.4.2	Costo Económico del Proyecto.....	S-70
S.9.4.3	Análisis Económico.....	S-70
S.9.5	Análisis de Sensibilidad.....	S-71
S.9.6	Justificación del Proyecto.....	S-72

CAPITULO S.10 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

S.10.1	Conclusion.....	S-73
S.10.2	Recomendaciones.....	S-76

RELACION DE CUADROS

CUADRO	PAGINA
S-1	Datos Concernientes a las Areas de Drenaje del Sistema de Alcantarillado.....S-10
S-2	Datos Concernientes a las Estaciones de Bombeo de Aguas Servidas en Lima Metropolitana.....S-13
S-3	Poblacion Estimada de Lima Metropolitana por Distrito.....S-16
S-4	Poblacion Proyectada (Area de Drenaje de Surco).....S-18
S-5	Distribución de la Población por Distrito.....S-19
S-6	Resultados de las Medidas de Caudales de Desagüe en el Interceptor Surco.....S-23
S-7	Cantidad de Desagüe Doméstico (1989).....S-24
S-8	Resultados de las Medidas de Flujo de Desagüe en Tres Puntos de Captación.....S-24
S-9	Cantidad de Desagüe Doméstico (2000).....S-25
S-10	Candal de Desagüe en Cada Punto de Captacion.....S-26
S-11	Resultados del Análisis de Calidad de Desagües.....S-27
S-12	Caracteristicas de Calidad de Desagües del Colectores.....S-27
S-13	Concentracion de los Metales Pesados en los Desagües Crudos de los Colectores Principales.....S-28
S-14	Resumen de los Caudales de Desagüe Planeado.....S-40
S-15	Caudales Planeados de Captación.....S-41
S-16	Caudales de Diseño para las Instalaciones de Tratamiento de Desagües en cada Sitio PropuestoS-49
S-17	Criterios de Diseño de las Lagunas de Estabilización.....S-49
S-18	Criterios de Diseño de las Lagunas Aireadas (Sistema de Aireación de doble potencia).....S-50
S-19	Comparación de los Costos de Construcción.....S-51
S-20	Comparación de los Costos O Y M.....S-52
S-21	Comparación de la Evaluación Tecnica.....S-53
S-22	Comparación de la Evaluación de las Alternativas.....S-54

S-23	Calidad del Agua de Mar.....	S-57
S-24	Numero de Coliformes y Flujo de Desagüe.....	S-58
S-25	Proyección de la Cantidad de Descarga de Desagüe.....	S-59
S-26	Resumen de los Costos del Proyecto.....	S-65
S-27	Costos del Proyecto, Programa de Desembolsos y Distribución de Fondos para la Alternativa 4.....	S-67
S-28	Ingresos de la Tarifa de Alcantarillado.....	S-68
S-29	Resumen de los Beneficios Económicos.....	S-70
S-30	Beneficio y Costo Económico.....	S-71

RELACION DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
S-1 El Sistema de Alcantarillado Existente.....	S-11
S-2 Ubicación de los Puntos de Medición del Desagüe.....	S-22
S-3 Esquema de Alternativas (Concepto).....	S-30
S-4 Esquema de Alternativas.....	S-31
S-5 Alternativa-A (Bombeo y Flujo por Gravedad).....	S-34
S-6 Alternativa-B (Flujo por Gravedad).....	S-35
S-7 Alternativa-C (Bombeo y Flujo por Gravedad).....	S-36
S-8 Alternativa-D (Bombeo y Flujo por Gravedad).....	S-38
S-9 Alternativa-E (Flujo por Gravedad).....	S-39
S-10 Ubicación de las instalaciones de captación.....	S-42
S-11 Instalación de Captación.....	S-43
S-12 Estudio de Factibilidad para el Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado del Cono Sur de Lima.....	S-45
S-13 Esquema de la Estructura del Tanque Desarenador.....	S-47
S-14 Lugar de los Puntos de Muestreo.....	S-56
S-15 Simulación de Línea de Contorno de Coliformes Fecales.....	S-60
S-16 Plan de Implementación.....	S-64

CAPITULO S.1

INTRODUCCION

RESUMEN

CAPITULO S.1 INTRODUCCION

S.1.1 Antecedentes del Estudio

El sistema de alcantarillado que existe en Lima Metropolitana, es un sistema unitario que está formado principalmente por 6,000 kilómetros de redes colectoras con cerca de 30 estaciones de bombeo, y dos plantas de tratamiento, con una capacidad combinada de 0.4 m³/seg. No obstante, un estudio llevado a cabo en el año 1985 señaló, que la ciudad generaba una cantidad de aguas residuales provenientes de uso doméstico e industrial equivalente a 16 m³/seg, y que, por lo tanto, la mayor parte de las aguas residuales era vertida directamente al mar sin tratamiento alguno. Como resultado, el área costera y las playas ha sido severamente contaminadas, creando un serio problema social, por lo cual las autoridades peruanas están muy preocupadas, y consideran debe solucionarse con urgencia.

El agua tratada se utiliza para la irrigación agrícola y de silvicultura, y en un reciente experimento ha sido considerada para su uso en acuicultura. Aunque es prohibido el reuso de los desagües crudos en cultivos de productos alimenticios, es practicado en algunas áreas. En las áreas urbanas de Lima, el riego de parques (césped y árboles) se efectúa taponando las alcantarillas. La contribución del verdor de los parques al medio ambiente es un aspecto positivo y un poderoso argumento para el reuso de los desagües en el regadío.

Debido a que los desagües crudos constituyen un peligro potencial para la salud, tanto de los agricultores como de las personas que consumen los productos agrícolas irrigados con las mismas, se requiere el tratamiento de éstos hasta cierto nivel antes de ser utilizados para irrigación.

El Gobierno del Perú, considerando la situación que en aquel momento se experimentaba, llevó a cabo en el mes de agosto de 1986, las investigaciones iniciales sobre la posibilidad de poner en funcionamiento un proyecto de mejoramiento del sistema de alcantarillado, con la asistencia del Gobierno del Japón. En el mes de setiembre de 1988, el Gobierno del Perú presentó una solicitud oficial conjuntamente con los Términos de Referencia para la mejora del Sistema de Alcantarillado del Cono Sur de Lima, con el propósito principal de mejorar las condiciones ambientales.

En respuesta a esa solicitud, el Gobierno del Japón decidió efectuar un Estudio de Factibilidad de la Propuesta y envió un Primer Grupo de Investigación a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) desde fines de noviembre a inicios de diciembre de 1988. Se llevaron a cabo investigaciones sobre el problema del sistema de alcantarillado existente, en coordinación con el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) que es la agencia que colabora en el estudio. Los alcances del trabajo para este estudio se acordaron entre el Grupo de Investigación de JICA y SEDAPAL el 7 de diciembre de 1988, en Lima.

S.1.2 Objetivos del Estudio

En base al contenido de la solicitud del Gobierno del Perú, los

objetivos del estudio son: i) llevar a cabo un estudio de factibilidad relativo al mejoramiento del sistema de alcantarillado existente en el Cono Sur de Lima y, subsecuentemente llevar a cabo el estudio de factibilidad relativo al plan para construir una Planta de Tratamiento e ii) transferir al Perú la tecnología pertinente aplicada en el estudio a través de las actividades del Grupo de Estudio.

S.1.3 Alcances del Estudio

El área de estudio cubre el Cono Sur de Lima, específicamente extendiéndose desde un punto de captación a construirse en el punto medio del Colector Surco y/o las alcantarillas troncales en el norte, hasta la Quebrada Pucará como límite, situada al norte de la planicie de San Bartolo en el sur de Lima. La meta para el proyecto en éste estudio es el año 2000.

El estudio abarcó trabajo de campo en el Perú y trabajo en las oficinas del Japón, comprendió varias labores a fin de cumplir con los objetivos y de conformidad con el Convenio y el Acta de Sesión preparadas por el Grupo de Estudio de JICA el 7 de diciembre de 1988. Estas labores comprenden: la recolección y revisión de datos; trabajo de investigación en el campo, consistente en la medición de la cantidad y calidad de los desagües, una inspección e investigación topográfica y de suelos; la preparación de alternativas; identificación del plan óptimo que incluye la planificación de instalaciones, la planificación de la puesta en marcha y la organización, la planificación de la operación y administración; y la evaluación de los sistemas propuestos.

CAPITULO S.2

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

CAPITULO S.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

S.2.1 Breve Historia de Lima Metropolitana

Lima Metropolitana, que ahora comprende la Provincia de Lima y la Provincia Constitucional del Callao, fue fundada en 1535, siendo la parte principal de la Provincia de Lima y se extendió con la anexión de su vecina la Provincia Constitucional del Callao por los años de la Segunda Guerra Mundial. De una población de 64,000 habitantes, en el año 1820 para toda la Provincia de Lima, la población de Lima Metropolitana ha crecido a más de 6 millones de habitantes a 1989. La ciudad experimentó un rápido desarrollo en años recientes, especialmente en el Cono Sur donde los inmigrantes de otras provincias del país construyeron nuevos poblados denominados "Pueblos Jóvenes", los cuales ocupan una extensa área alrededor de la ciudad.

S.2.2 Condición Natural

El Área de estudio abarca 16 de los 41 distritos que conforman la Provincia de Lima. Ocupa 122 km² del área de 2,800 km² de la Provincia de Lima e incluye 1.8 millones de sus 6 millones de habitantes. El estudio abarca especialmente los "Pueblos Jóvenes", dado que se encuentran en la inmediata necesidad de suministro de agua y servicios de alcantarillado.

Lima se encuentra situada en un valle costero en forma de abanico formado por los Ríos Rimac, Chillón y Lurín, y se sitúa a una altitud entre 40 y 200 metros sobre el nivel del mar. El área de estudio se localiza entre los Ríos Rimac y Lurín. Salvo por los valles de los ríos bajos, el área es desértica con acantilados que surgen abruptamente de la orilla del mar. La superficie en declive del terreno en los valles es menor al 5%, mientras en los desiertos tiene alrededor de 5% de inclinación hacia el mar.

Una formación constituida por bases estratigráficas terciarias y arenas superpuestas de la era cuaternaria caracterizan la geología del área de estudio. Estas arenas se originaron por deposición de los ríos, terrazas fluviales y dunas formadas por depósitos eólicos.

Lima Metropolitana está surcada por tres ríos: el Río Chillón, que se extiende en la parte norte; el Río Rimac que divide el corazón de la ciudad, y el Río Lurín que atraviesa el área de estudio. El Río Chillón se utiliza principalmente para la irrigación y se considera como una posible fuente de suministro de agua para el año 2000. El Río Rimac es la fuente principal de suministro de agua para Lima Metropolitana, e igualmente se utiliza para irrigación. En la actualidad, el Río Lurín se utiliza únicamente para irrigación.

El mar que baña al Perú está sujeto a las corrientes oceánicas de Humboldt, y las contracorrientes Sur Ecuatorial y Ecuatorial cuya acción combinada crea ocasionales lluvias fuertes a lo largo de las costas y produce grandes volúmenes de plancton. Por lo tanto, el área marina del Perú, posee una fuerte y variada influencia en la pesca y en la agroindustria costera.

Los terremotos son los únicos desastres naturales de proporción

significativa que pueden ocurrir en el Perú. El área de los Andes está considerada como la más sísmica, pero se encuentra lejos de Lima. Excepcionalmente la planicie de San Bartolo, donde se encuentran muchas huellas de flujo de detritos, el área de estudio no experimenta ningún deslizamiento de tierra o flujo de detritos.

Lima posee un tipo de clima desértico. Debido a la influencia de la corriente oceánica de Humboldt, la humedad es alta y la temperatura es menor a la de un área de la misma latitud en el Brasil. La humedad relativa promedio anual es mayor al 80%, mientras que la humedad relativa mínima y máxima promedio mensual oscila entre 60% y 95%, respectivamente. La temperatura promedio mensual oscila entre 12.7 y 28.9 grados centígrados, con un valor promedio anual de 18 grados centígrados.

En Lima Metropolitana, la precipitación es mínima, prácticamente nula, no ocurren tormentas ni vientos de estación y la presión atmosférica y los vientos son estables durante el año. La evaporación anual promedio está en el orden de 1,470 mm, con promedios mensuales que oscilan entre 70 y 170 mm.

La exposición solar es mayor durante el mes de abril en un 58 a 60% y es menor durante el mes de agosto en un 14 a 16%.

S.2.3 Economía

El Producto Bruto Interno (PBI) del Perú que registró aumentos de 9.5 y 7.8% en 1986 y 1987 respectivamente, finalizó en 1988 con una disminución de 8.4%. El crecimiento económico en 1986 y 1987 resultó adversamente en la reducción de las reservas de moneda extranjera y en el hundimiento económico en 1988. Debido al aumento de emisión de moneda, el índice de inflación aumentó a 62.9%, 114.5% y 1,722.3% en 1986, 1987 y 1988, respectivamente. En 1988, sólo los sectores de agricultura y pesca obtuvieron aumentos en el PBI (el sector de pesquero, debido a que favorables corrientes oceánicas aumentaron la pesca).

Los principales productos peruanos se derivan de la agricultura y minería. Las industrias agrícola - forestal, pesquera y minera fueron responsables del 10.9%, 0.8% y 10.1% en el aumento del PBI en 1987. Exceptuando un ligero aumento en el sector de manufacturero, no se efectuó ningún cambio importante en la estructura industrial del Perú desde 1985.

El turismo es una de las principales industrias de captación de divisas extranjeras en el Perú. En 1987, aproximadamente 1'890,000 turistas (250,000 extranjeros y 1'640,000 peruanos) visitaron Lima Metropolitana, con lo cual, la industria turística obtuvo la suma de US\$393 millones. Los principales centros de atracción turística en Lima incluyen varios complejos de atracción en las playas a lo largo de las costas del Pacífico. Se está planificando otro centro de atracción turística en las costas de La Chira para la promoción del turismo, pero la descarga de desechos crudos al mar desde el Emisor Surco ha contaminado las aguas costeras en el área y está ocasionando un gran problema ambiental.

En lo que respecta a la balanza comercial en el Perú, hubo un aumento de US\$1,172 millones en 1985, pero a partir de esa fecha se han registrado déficits, siendo el mayor, el registrado en 1987 que asciendió a US\$463 millones.

S.2.4 Condición de la Salud Pública

Las condiciones sanitarias y de salud en el Perú, por lo general aún se consideran insatisfactorias, dado que las enfermedades infecciosas continúan afectando y segando vidas de muchos peruanos cada año. Aunque determinado número de enfermedades transmitidas a través del agua se han mantenido casi al mismo nivel durante un periodo de 9 años, desde 1980 hasta 1988, los índices de incidencia de otras enfermedades infecciosas han aumentado constantemente desde 1982. En el Perú, las enfermedades infecciosas transmitidas a través del agua constituyen un serio problema ocasionado por agua contaminada y por un inadecuado tratamiento de las aguas residuales. La mortalidad infantil es mucho mayor si se la compara con cualquier otro grupo de edad, en una proporción mayor de 9 a 1. La alta mortalidad infantil, tal como se puede esperar, ocurre en departamentos en donde existen pocos hospitales, camas, doctores y enfermeras. Las condiciones médicas en el Perú, que en la actualidad son insuficientes, han venido empeorándose debido a la actual recesión económica que está experimentando el país.

Aunque la mortalidad infantil es menor en Lima que en otros departamentos y las condiciones de alimentación son bastante mejores en comparación con otras áreas, los índices de incidencia de enfermedades infecciosas han sido mucho mayores, incluyendo las enfermedades transmitidas a través del agua durante los cuatro últimos años, de 1985 a 1988. Dichos índices son mayores aún que la cifra que corresponde a toda la nación. La tifoidea y paratifoidea, el virus de la hepatitis y la gastroenteritis, tuvieron los más altos índices de incidencia, entre las enfermedades transmitidas a través del agua y las enfermedades infecciosas. Estas enfermedades ocurren principalmente en niños menores de cuatro años.

Los resultados de diferentes encuestas realizadas mediante cuestionarios y llevadas a cabo recientemente por SEDAPAL y la Facultad de Epidemiología de la Universidad Villarreal, indicaron la existencia de una interrelación entre la incidencia de erupciones cutáneas y enfermedades similares en los bañistas, y la contaminación del agua en las áreas de recreación marina, afectadas por la descarga del Emisor Surco.

Las personas que viven en Lima obtienen el agua de varias fuentes como: los sistemas de SEDAPAL, aguas subterráneas de pozos, caños comunales, vendedores de agua, etc. De todas estas fuentes, tanto el agua que se compra de camiones cisterna y se almacena en tanques durante varios días, como el agua que se extrae de pozos particulares, son los sistemas que están más expuestos a la contaminación por agentes causantes de enfermedades contagiosas. Tal como lo mencionamos anteriormente, cierta porción de desagües crudos se reusa en la irrigación de cultivos de verduras, lo cual constituye una práctica que genera la transmisión de enfermedades contagiosas a través del agua.

S.2.5 Condiciones de Suministro de la Energía

ELECTROPERU es el organismo nacional responsable de la política relacionada con los planes para el desarrollo de fuentes, generación y suministro de energía eléctrica. Dicha entidad distribuye la energía a organismos locales, entre ellos ELECTROLIMA, que suministra la electricidad al Área de Estudio.

Hasta 1986, únicamente el 41% del país estaba dotado de suministro eléctrico. Se espera que para el año 2000 se finalicen las obras de una red de suministro de energía que cubrirá prácticamente todo el país.

Debido a la reducción de la capacidad de equipo ocasionada por diversos factores, la potencia efectiva generada por las instalaciones y servicios, se encuentra actualmente a tres cuartas partes de su capacidad instalada. Ocurren ocasionales cortes de energía planificados en el Área de Estudio, pero no se ha suscitado ningún caso en el que el suministro de energía haya sido totalmente cortado en toda el área.

Basados en las estadísticas de los años 1987 y 1988, la electricidad consumida por SEDAPAL equivale a aproximadamente 1.5% de la demanda total máxima de la red nacional de energía Norte-Centro, la mayor en el Perú. Una planta de tratamiento de desagües que emplee un sistema de lagunas aereadas con una capacidad de 1.0 m³/seg, contribuiría aproximadamente con un 8% adicional al consumo total de SEDAPAL. Los gastos en las cargas eléctricas representa 1.6% de los gastos totales de SEDAPAL, y si se incluyen los costos de las reservas, como por ejemplo: la depreciación, la proporción será del 3.5%.

Con la carencia aparente en el suministro de energía en Lima Metropolitana, toda planificación de estaciones de bombeo e instalaciones de tratamiento deberán realizarse con la asesoría de ELECTROLIMA y deberán tomarse las precauciones del caso para las interrupciones de energía.

S.2.6 Sistemas de Suministro de Agua para Lima Metropolitana

Las fuentes de suministro de agua potable para Lima Metropolitana son el Río Rimac y los pozos. El agua proveniente del Río Rimac, se trata en la Planta de Tratamiento de La Atarjea, mientras que las aguas subterráneas obtenidas de los pozos, se tratan mediante cloración, de conformidad con las normas estipuladas por SEDAPAL. Basados en los registros de SEDAPAL, la producción combinada de las fuentes entre enero de 1988 y febrero de 1989 promediaron aproximadamente 20.5 m³/seg/día.

El sistema de SEDAPAL actualmente suministra agua a aproximadamente 5 millones de los 6.5 millones de habitantes de Lima Metropolitana, lo cual indica una cobertura de servicio del 77%. El consumo promedio per cápita basado en la población total y el consumo real de agua es de 244 lt/hab/día. El volumen no contabilizado de agua es de aproximadamente 13.5% del volumen total suministrado.

En particular, el suministro de agua del área de drenaje de Surco, que también abarca el Área de Estudio, se encuentra bajo la responsabilidad de SEDAPAL. La cantidad de agua suministrada para el área de drenaje en 1989 fue de 5.1 m³/seg.

S.2.7 Otras Infraestructuras

Las redes de transporte aéreo, terrestre y marítimo centrados alrededor de Lima, unen las principales ciudades del Perú. Todas las rutas de transporte aéreo parten del Aeropuerto Internacional Jorge Chavez de Lima. Una línea de ferrocarril usada principalmente para transporte de carga, pasa através de una estación central en Lima. Se ha iniciado la construc-

ción de un ferrocarril urbano, especialmente para el transporte de pasajeros provenientes del Cono Sur de Lima hacia el área central. La red más importante de carreteras en el país la constituye la Panamericana, que se extiende a lo largo de la costa, y la Carretera Central que cruza los Andes desde Lima y otras carreteras del interior. En lo que concierne al transporte marítimo en el Perú, el principal terminal para el transporte nacional e internacional es el Puerto del Callao en Lima.

La línea costera de aproximadamente 2,200 km de extensión posee numerosos puertos y puertos pesqueros, 15 de los cuales han sido clasificados como puertos principales. El Puerto del Callao, como el principal puerto de ingreso, maneja el total de cargas de importación y exportación. También abundan en dicho puerto los establecimientos que dependen de la industria pesquera. El Puerto de Chorrillos, localizado cerca al Area de Estudio, descarga toneladas de pescado fresco principalmente para consumo de los habitantes de la ciudad de Lima. La principal refinería de petróleo en el Perú, que abastece los requerimientos de combustible del Puerto del Callao y del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, está ubicada en Ventanilla, al norte del Callao.

En el Area de Estudio algunas partes del desierto circundante están siendo desarrolladas através de su conversión a tierras aptas para la agricultura o áreas verdes. Los trabajos a cargo de una importante agencia estatal se encuentran en proceso de desarrollo, con la finalidad de proporcionar a la comunidad parques públicos con extensas áreas verdes.

CAPITULO S.3

SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE

CAPITULO S.3 SISTEMA DE ALCANTARILLADO EXISTENTE

S.3.1 El Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado de Lima

El Plan Maestro del Sistema de Alcantarillado de Lima, desarrollado por primera vez en 1945, ha experimentado diversos cambios en muchas ocasiones. La más reciente de estas revisiones es la total reestructuración del plan maestro para el suministro de agua y el sistema de alcantarillado de Lima efectuado en 1981 a través de la asistencia financiera del Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo (BIRD). En 1985, un proyecto relacionado fue el Estudio de Factibilidad para el Reuso de los Desagües en la Irrigación de la Zona Árida al Sur de Lima y fue llevado a cabo en 1985. Los resultados actuales de éstos planes maestros y estudios de factibilidad constituyeron las bases para los estudios desarrollados, merced al presente proyecto.

El estudio del plan maestro del sistema de alcantarillado y suministro de agua de 1981, incluyendo una investigación para el reuso de aguas residuales tratadas, preparado por la compañía Engineering Science Inc., cubre una superficie de 580 km² de Lima Metropolitana. Los períodos de planificación abarcan 30 años, desde 1981 hasta 2010, en cuyo lapso se ha proyectado que la población del área de planificación crezca de 5.0 millones de habitantes en 1980 a 15.2 millones en 2010. Se estimó que la cantidad promedio de desagües aumentaría de 13.8 m³/seg en 1980 a 31.3 m³/seg (si se adoptaba algún tipo de control especial) o a 36.8 m³/seg (si no se realizaba ningún control especial). El flujo máximo diario de desagües se tomó como 110% del promedio. Las características importantes del plan maestro son: i) se mantiene la dirección del flujo del sistema de alcantarillado de Surco, pero se interceptan los desagües que se vierten a los ríos y al mar; ii) aproximadamente en el año 2000, se reusará 11.2 m³/seg de desagües como recarga de aguas subterráneas y, para la agricultura e irrigación de parques; iii) los desagües no reusados restantes serán descargados al mar a través de emisores submarinos, después de recibir un tratamiento primario; iv) los desagües no conectados al sistema de alcantarillado público, los cuales se estima ascenderán a 1.8 m³/seg en el año 2000, serán tratados en lagunas de oxidación y descargados a canales cercanos; v) se planea la instalación de tuberías con una extensión considerable y un diámetro mayor a 350 mm y vi) la construcción de una planta de tratamiento de una capacidad de 4 m³/seg ó 5 m³/seg, conjuntamente con un sistema de transporte para el acarreo de los desagües tratados para irrigación.

El estudio de factibilidad para el reuso de los desagües con fines de irrigación fue asumido por TAHAL Consulting Engineers, Inc., con la asistencia financiera del Banco Interamericano de Desarrollo. El proyecto involucra el tratamiento y el transporte de los desagües desde el colector troncal de Surco, para la irrigación de aproximadamente 5,000 hectáreas de desiertos en la planicie de San Bartolo. Después de un estudio con varias alternativas, se llegó a la conclusión de que el esquema más interesante era un sistema que contaba con i) una capacidad de 2.4 m³/seg, ii) un sistema combinado de transporte por gravedad y bombeo desde el punto de captación en la instalación de tratamiento primario en San Juan hasta la planicie de San Bartolo, formada por una tubería enterrada y un canal abierto y iii) un tratamiento primario de sedimentación en áreas abiertas cercanas y parques zonales y un tratamiento secundario por lagunas aeradas en San Bartolo. Exceptuando la cantidad de la toma y la ruta de conducción, el presente estudio y el de TAHAL son básicamente los mismos.

S.3.2 Sistemas de Alcantarillado

El sistema de alcantarillado existente en Lima Metropolitana puede darse abasto para todas las áreas urbanas de Lima y El Callao, pero es insuficiente en otras partes. Especialmente en las secciones más antiguas de la ciudad, las líneas de alcantarillado están tan deterioradas debido a la antigüedad, que a menudo ocurren roturas. Las calles son frecuentemente inundadas debido a la insuficiencia en la capacidad de drenaje de las alcantarillas, ocasionado por la creciente descarga en ellas. Actualmente, están siendo ampliadas partes de las redes de alcantarillado, especialmente aquellas localizadas en el Cono Norte y el Cono Sur de la ciudad.

El sistema de alcantarillado público que se muestra en el FIGURA S-1, está formado por 7 áreas de drenaje, a saber: Comas, Callao, Costanero, Surco, el Area No. 6, San Martín/Riobamba y San Juan de Miraflores. En las áreas donde no se dispone de dichas instalaciones públicas, los grandes establecimientos como fábricas y centros comerciales, poseen su propio sistema. La operación de este sistema se realiza principalmente por gravedad, excepto en algunas áreas bajas en donde deben emplearse bombas. Los datos concernientes a las áreas de drenaje se resumen en el CUADRO S-1. El área de drenaje de Surco, que es la más grande en el sistema y es objeto del presente estudio, posee aproximadamente 30 líneas de alcantarillado que fluyen hacia el Colector Surco. El desagüe de toda esta área es drenado através del Emisor Surco y descargado al mar, en las inmediaciones de "Punta La Chira".

CUADRO S-1 DATOS CONCERNIENTES A LAS AREAS DE DRENAJE DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO

NOMBRE	AREA DE DRENAJE (ha)	COLECTOR PRINCIPAL	DIA. (mm)	LONGITUD (m)	CAPACIDAD (m ³ /sec)	DESCARGA (1988) (prom.diario,m ³ /sec)	OBSERVACION
Comas	4,000	Colector Comas	1,200 - 350	64,452	4.00	1.700 (1.70)	
Callao	5,100	Colector Centenario	1,300 - 350	61,050	6.27	3.016 (3.70)	
Costanero	4,000	Colector Costanero	1,300 - 350	63,350	4.34	3.038 (3.30)	
Surco	11,900	Colector Surco	2,100 - 350	144,091	10.77	4.770 (5.70)	Disc. 5.359 (1989)
No.6	2,300	Colector No.6	1,500 - 350	34,221	4.60	1.530	
San Martin Rio Bamba	700	Colector Conde Villa Zarumilla	900 - 350	11,106	0.32	0.280 0.210	2 descargas
San Juan	800	Colector San Juan	700 - 350	5,730	0.38	-	Disc. 0.275 (1989)
TOTAL	28,800	-	-	384,000	-	-	

Fuente : SEDAPAL

Fecha de Medición : 23 de setiembre de 1988, Junio de 1988

* Los valores que aparecen entre paréntesis son cifras estimadas.

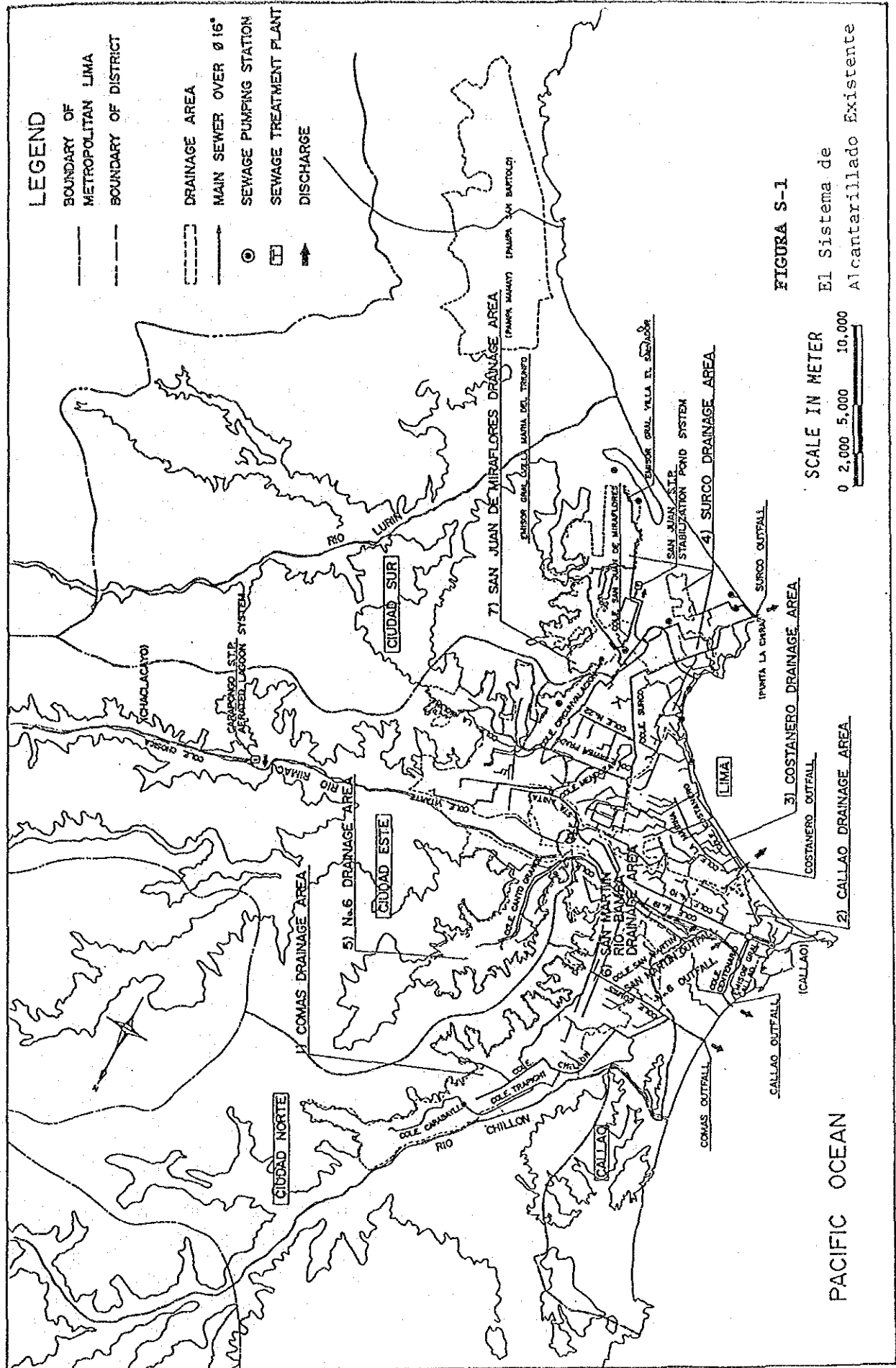


FIGURA S-1

El Sistema de Alcantarillado Existente

SCALE IN METER

0 2,000 5,000 10,000

1) COMAS DRAINAGE AREA

2) CALLAO DRAINAGE AREA

3) COSTANERO DRAINAGE AREA

4) SURCO DRAINAGE AREA

7) SAN JUAN DE MIRAFLORES DRAINAGE AREA

5) N. & S. DRAINAGE AREA

Ciudad Norte

Ciudad Este

Ciudad Sur

LIMA

Se estima que la mitad del agua obtenida de pozos privados se vierte en el sistema de alcantarillado público. Basados en los resultados de las más recientes investigaciones realizadas por SEDAPAL, el área de drenaje de Surco absorbe 0.323 m³/seg de las aguas residuales provenientes de 249 fábricas.

S.3.3 Estaciones de Bombeo de Desagües

Existen aproximadamente 30 estaciones de bombeo de desagües instaladas en bifurcaciones de las líneas de alcantarillado ubicadas en lugares bajos, donde los desagües no pueden ser drenados por gravedad. Los datos referentes a estas estaciones de bombeo se resumen en el CUADRO S-2. En la actualidad, se encuentran en construcción muchas otras instalaciones de bombeo de desagües. Las bombas sumergibles se usan normalmente para instalaciones pequeñas, mientras que las bombas centrífugas de eje vertical se usan normalmente para instalaciones medianas y grandes. En principio, se adopta la operación automática, pero debido a las interrupciones en el servicio eléctrico, a menudo las bombas se operan manualmente. No existen instalaciones para realizar la medición de flujo, por lo tanto, la descarga se calcula según la duración de la operación de bombeo. Todas las estaciones de bombeo se operan utilizando el suministro de energía comercial, aunque algunas de dichas estaciones están equipadas con unidades de emergencia para ser utilizadas durante períodos de interrupción de suministro eléctrico. La mayoría de estaciones que utilizan bombas verticales, han sido dotadas de rejillas de limpieza manual, pero ninguna de ellas posee cámara desarenadora.

CUADRO S-2 DATOS CONCERNIENTES A LAS ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS SERVIDAS EN LIMA METROPOLITANA

No.	NOMBRE	DISTRITO	INDICE DE FLUJO DEL DISEÑO (l/s)	CAPACIDAD DE LA BOMBA (φ)	CAPACIDAD TOTAL DE ENERGIA (kw)	AÑO DE INSTALACION	OBSERVACIONES
1	M. de la Marina	Miraflores	300	200 x 150	1/s 2sets 113	1983	operacion
2	B. Baños de Barranco	Barranco	50	150 x 80	1/s 1set 54	1983	operacion
3	Domosola	Miraflores		100 x 25	1/s 3sets 3		
4	Malecon Armendariz	Miraflores					75
5	Malecon Iglesias	Chorrillos	40	125 x 40	1/s 2sets 18	1985	operacion
6	Matellini	Chorrillos	25	100 x 25	1/s 2sets 22		operacion
7	C.C. La Laguna 1	La Molina		80 x 100	1/s 1set 24		operacion
8	Los Alamos	Surco					
9	San J. de Miraflores	Sn.J.de Miraf.				150	
10	Canto Grande	Canto Grande					
		Parque El Bosque					
11	Pro	Sn.M.de Porras					
12	Cocharcas	Chorrillos		100 x	1/s 2sets 90		operacion
13	Sta. Leonor	Chorrillos		80 x	1/s 2sets 8		operacion
14	Laguna de la Molina	La Molina		80 x	1/s 2sets 3		operacion
15	Jose Olaya	Surco		80 x	1/s 1set 2		operacion
16	Marbella del Mar	Magdalena	50	100 x 25	1/s 2sets 45		operacion
17	Cedros de Villa	Chorrillos	270	200 x 90	1/s 3sets 111	1986	operacion
18	S. Ignacio de Loyola	Sn.J.de Miraf.		80 x	1/s 2sets 4		operacion
19	Camara Unica del Callao	Callao	948	300 x 316	1/s 4sets 450	1954	operacion
20	Camara No.2	V.El Salvador	30	100 x 15	1/s 3sets 41	1983	operacion
21	Camara No.3	Lurin	15	100 x 15	1/s 1set 9		operacion
22	Camara No.4, Pachacamac	V.El Salvador	100	150 x 50	1/s 3sets 165	1984	operacion
23	Camara No.5	Virgen de Lourdes	12	100 x 12	1/s 2sets 18		operacion

Fuente: SEDAPAL

S.3.4 Plantas de Tratamiento de Desagües

Las instalaciones de tratamiento de desagües en Lima Metropolitana, están formadas por la Planta de Tratamiento de Desagües de San Juan, la Planta de Tratamiento de Desagües de Carapongo y varias lagunas de estabilización.

La Planta de Tratamiento de Desagües de San Juan, localizada en el Cono Sur de Lima y que se encuentra comprendida en el Area de Estudio, opera como un sistema de lagunas facultativas, en la cual el agua tratada se reutiliza para fines de irrigación. Es además un Centro para Estudios concerniente a métodos de Tratamiento de Desagües en Sudamérica. La planta consiste de 2 baterías de lagunas facultativas, teniendo un área total de 22.1 ha (8.9 primarias y 13.2 secundarias). El Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales (CEPIS) ha realizado numerosos informes sobre la Planta de Tratamiento de Desagües de San Juan y, ha suministrado datos valiosos e información, en lo referente a métodos de diseño y eficiencia en la remoción de parásitos y bacterias. Por ejemplo, uno de dichos informes recomendaba una carga superficial de DBO inferior a 400 kg-DBO/ha/día en los pozos primarios, debido a la condición climática en el Perú, como resultado de una exhaustiva investigación efectuada en la Planta de Tratamiento de San Juan. El empleo de altas cargas superficiales de DBO, ha dado como resultado la emanación de malos olores provenientes de las lagunas primarias, especialmente durante el invierno, cuando la temperatura es baja. El barro depositado en las lagunas primarias se retira una

vez cada 5 años y, en las lagunas secundarias una vez cada 7 años.

La Planta de Tratamiento de Desagües de Carapongo, trata los desagües provenientes de los distritos de Chosica y Chaclacayo, que están localizados a 20 kilómetros de Lima, aguas arriba del Río Rimac. La capacidad diseñada de esta planta es 24,000 m³/día, pero actualmente funciona sólo a la mitad de su capacidad. El método de tratamiento que se emplea en las instalaciones existentes es el sistema de lagunas aereadas y se está considerando para su futura expansión, la utilización del proceso de zanjas de oxidación. La Planta de Tratamiento de Desagües está compuesta por una cámara desarenadora, lagunas facultativas aereadas, lagunas de sedimentación y una cámara para la cloración del efluente. Para el diseño de dicha planta se consideró una carga orgánica de 200 mg/l, tanto para la DBO₅ como para los sólidos suspendidos. La planta de tratamiento se encuentra por lo general en buenas condiciones de operación, excepto por la anormal producción estacional de algas, que ocurrió durante la puesta en marcha de la planta, así como la abundante acumulación de lodo principalmente en la primera laguna.

Además de la Planta de Tratamiento de Desagües de San Juan, existen otras lagunas de estabilización de desagües en el Cono Sur de Lima, cuyos efluentes por utilizados en irrigación. Adicionalmente, se encuentra en construcción otra instalación de tratamiento, mientras que una tercera se encuentra en la etapa de planificación.

CAPITULO S.4

POBLACION

CAPITULO S.4 POBLACION

S.4.1 Tendencias Demográficas Pasadas

La población del Perú y de Lima Metropolitana correspondiente a los años 1940, 1961, 1972 y 1981, cuyas cifras se obtuvieron en los registros del censo oficial realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE), se muestran en el CUADRO S-3. Tal como se indica, la población del Perú en dichos años era de alrededor de los 7.08 millones, 10.22 millones, 13.95 millones y 17.75 millones, comparados con la de Lima Metropolitana que estaba alrededor de 0.66 millones, 2.36 millones, 3.42 millones y 4.84 millones, respectivamente.

El CUADRO S-3 también muestra un gran flujo de inmigrantes de áreas rurales hacia Lima, desde 1940 hasta 1961, cuya tendencia continúa en la actualidad, pero en un porcentaje decreciente, exceptuando las áreas periféricas de la ciudad denominadas "Pueblos Jóvenes".

S.4.2 Proyección de la Población Futura

Varias entidades como: SEDAPAL, INE, Engineering Science, Inc., y TAHAL Consulting Engineers, Inc., han desarrollado proyecciones de población para Lima Metropolitana.

La base de todas estas proyecciones fueron los datos de los censos, el último de los cuales se realizó en el año 1981. Aunque se considera que estos estudios de población pueden haber sido válidos al momento que fueron preparados, dichas proyecciones parecen poco confiables en las condiciones actuales, considerando el tiempo transcurrido desde el último censo y el aparente aumento anormal de la población desde 1981 hasta la actualidad. Por ello, el equipo de investigación ha tratado de calcular la población futura del Area de Estudio, basado en los datos de los 3 últimos censos, empleando diferentes métodos matemáticos, a saber: Curva Logística, Curva Exponencial, y Métodos Geométricos.

Los resultados de los análisis se compararon entre ellos, así como con la proyección del INE y en consecuencia, los valores promedio para cada distrito obtenidos de los tres métodos de cálculo, se adaptaron para la planificación de este proyecto. Para los distritos en donde los índices de crecimiento eran absurdos, en su lugar se adoptaron valores obtenidos de otras fórmulas consideradas más apropiadas. La población proyectada de Lima Metropolitana basada en este tipo de cálculo es la siguiente:

<u>AÑO</u>	<u>POBLACION</u>
1989	5,993,400
1990	6,145,200
1995	6,899,300
2000	7,661,400

La cifra para el año 1990, así como la que corresponde únicamente a la población de los 16 distritos que abarca el área de drenaje de Surco, concuerda casi exactamente con las proyecciones del INE.

CUADRO S-3 POBLACION ESTIMADA DE LIMA METROPOLITANA POR DISTRITO

DISTRITO	1940	1961 1/	1972	1981 2/
LIMA	276,734	262,400	366,501	390,513
ANCON	1,428	4,000	5,792	8,865
ATE	11,061	80,900	63,235	138,746
BARRANCO	19,162	43,700	50,746	48,907
BREÑA	-	102,800	116,031	118,271
CARABAYLLO	12,317	43,500	28,981	55,558
CHACLACAYO	1,160	9,600	22,195	33,243
CHORRILLOS	7,244	33,300	94,088	149,294
CIENEGUILLA	-	1,300	2,628	4,783
COMAS	-	97,400	179,819	297,870
EL AGUSTINO	-	77,100	121,445	176,537
INDEPENDENCIA	-	85,100	113,827	144,918
JESUS MARIA	-	86,600	86,991	87,525
LA MOLINA	-	2,100	6,218	29,786
LA VICTORIA	56,947	201,800	274,735	284,922
LINCE	26,443	84,800	85,878	84,660
LURIGANCHO-CHOSICA	7,731	33,500	53,220	68,542
LURIN	3,817	6,400	13,259	18,104
MAGDALENA DEL MAR	16,574	57,400	58,816	58,437
PUEBLO LIBRE	6,184	70,600	80,864	88,374
MIRAFLORES	46,757	91,100	103,235	108,859
PACHACAMAC	3,711	12,100	4,705	7,134
PUCUSANA	-	1,800	2,941	4,319
PUNTE PIEDRA	2,625	8,600	19,616	35,694
PUNTA HERMOSA	-	300	940	1,063
PUNTA NEGRA	-	400	768	582
RIMAC	58,841	148,600	178,538	194,123
SAN BARTOLO	-	1,000	1,518	3,067
SAN BORJA 3/	-	53,600	68,862	59,270
SAN ISIDRO	9,082	39,000	65,513	72,706
S.J. DE LURIGANCHO	-	23,300	90,393	272,943
S.J. DE MIRAFLORES	-	64,000	110,833	174,426
SAN LUIS	-	8,600	25,072	53,306
SAN MARTIN DE PORRES	-	99,900	239,973	426,010
SAN MIGUEL	4,115	23,900	65,559	104,405
SANTA MARIA DEL MAR	-	100	46	101
SANTA ROSA	-	100	226	518
SANTIAGO DE SURCO	7,397	46,600	69,817	147,105
SURQUILLO	-	23,500	29,792	98,269
VILLA EL SALVADOR 4/	-	-	-	142,567
V.M. DEL TRIUNFO	-	94,800	188,115	187,878
Sub Total (PROV. LIMA)	579,330	2,125,600	3,091,731	4,382,200
CALLAO	72,441	124,600	205,631	270,499
BELLAVISTA	8,580	44,300	41,239	69,148
CARMEN DE LA LEGUA	-	18,300	26,977	39,498
LA PERLA	-	22,000	34,627	48,362
LA PUNTA	3,686	6,100	6,916	6,416
VENTANILLA	-	17,200	17,341	20,177
Subtotal (PROV. CALLAO)	84,707	232,500	332,731	454,100
TOTAL (LIMA METRO.)	664,037	2,358,100	3,424,462	4,836,300
PERU 2/	7,080,000	10,217,500	13,954,700	17,754,800
Proporción of Lima Metro.	9.38%	23.08%	24.54%	27.24%
Indice Anual de Crecimiento Promedio				
Prov. de Lima		6.39%	3.46%	3.95%
Prov. de Callao		4.93%	3.31%	3.52%
Lima Metro.		6.22%	3.45%	3.91%
Perú		1.76%	2.87%	2.71%

1/ SEDAPAL (ajustado a la influencia de nuevos distritos independientes)

2/ Proyecciones de Población por Años Calendarios

(Boletín Especial No. 10). Diciembre de 1986, INE

3/ Suma de una parte de Santiago de Surco y Surquillo en proporción al área de pertenencia antes de la independencia

4/ Adecuado con V. M. del Triunfo

S.4.3 Población Proyectada dentro del Area de Drenaje del Colector Surco

La proyección de población para el área de drenaje del Colector Surco, basada en la correlación del área, la población de los distritos comprendidos y la del área de drenaje de Surco en sí, se indica en el CUADRO S-4. Tal como se indica la estructura de la población es 1'732,500 para 1989 y 2'687,100 para el año 2000, lo cual significa que en 11 años habrá un aumento de 55.1% y un índice de crecimiento anual de 4.1%. Este índice de crecimiento es alto comparado con el de Lima Metropolitana, debido a la presencia de los "Pueblos Jóvenes".

La población en el área de drenaje del colector Surco fue dividida en el estudio del Plan Maestro de los Desagües de Lima (1981), en tres categorías, de acuerdo con el tipo de servicio de abastecimiento de agua y la cantidad de consumo, tal como sigue:

Grupo de Alto Consumo con Servicio Directo	- D/S.H
Grupo de Bajo Consumo con Servicio Directo	- D/S.L
Grupo con Servicio Indirecto	- I.D

Los datos de población por distrito correspondientes a cada categoría se muestra en el CUADRO S-5.

CUADRO S-4 POBLACION PROYECTADA (AREA DE DRENAJE DE SURCO)

DISTRITO	AREA SURCO D.(%) 1/ POP. R. (%) 2/		1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
	(ha)	2000	1989	2000	1989	2000	1989	2000	1989
LIMA	2,121	2	2	8,100	8,200	8,200	8,300	8,300	8,300
ATE	9,822	8	39	81,000	85,400	89,900	94,600	99,400	104,200
BARRANCO	273	100	100	48,100	48,000	47,900	47,900	47,800	47,700
CHORRILLOS	3,681	25	81	159,100	161,800	164,400	166,700	168,900	171,000
EL AGUSTINO	1,836	19	50	102,600	106,100	109,600	113,100	116,600	120,000
LA MOLINA	4,169	35	60	66,400	74,900	84,200	94,300	105,300	120,100
LA VICTORIA	909	93	93	270,900	271,600	272,100	272,800	273,300	274,400
MIRAFLORES	912	45	45	50,900	51,100	51,300	51,600	51,800	52,200
SAN BORJA	1,046	100	100	56,800	56,700	56,500	56,300	56,200	56,000
SAN ISIDRO	1,007	27	27	21,000	21,100	21,200	21,400	21,500	21,700
S. J. DE MIRAFLORES	2,351	40	86	100,700	114,600	129,300	144,700	161,000	178,000
(SAN JUAN STP) 3/	(850)	(36)	(37)	(91,000)	(94,200)	(97,400)	(100,600)	(103,800)	(110,100)
SAN LUIS	356	100	100	64,100	65,000	65,800	66,500	67,200	68,200
SANTIAGO DE SURCO	3,493	77	91	191,000	200,900	211,200	221,700	232,600	243,700
SURQUILLO	413	100	100	101,200	101,600	101,900	102,100	102,400	102,700
VILLA EL SALVADOR	3,368	28	78	225,900	241,500	257,600	274,100	291,000	308,200
V.M. DEL TRIUNFO	7,149	18	39	275,700	292,200	309,000	326,300	343,800	379,800
TOTAL	42,906	-	-	1,823,500	1,900,700	1,980,100	2,062,300	2,147,100	2,234,000

DISTRITO	1996	1997	1998	1999	2000
LIMA	8,400	8,400	8,400	8,500	8,500
ATE	114,200	119,400	124,700	130,100	135,600
BARRANCO	47,600	47,600	47,500	47,500	47,400
CHORRILLOS	174,600	176,300	177,900	179,400	180,900
EL AGUSTINO	126,700	130,000	133,300	136,600	139,700
LA MOLINA	144,100	159,200	175,300	192,700	211,300
LA VICTORIA	275,000	275,600	275,100	276,600	277,100
MIRAFLORES	52,400	52,600	52,800	53,000	53,200
SAN BORJA	55,800	55,700	55,600	55,600	55,500
SAN ISIDRO	21,900	22,100	22,200	22,300	22,400
S. J. DE MIRAFLORES	214,600	234,200	254,800	276,200	298,500
(SAN JUAN STP) 3/	(113,300)	(116,500)	(119,700)	(122,900)	(126,100)
SAN LUIS	68,600	68,900	69,300	69,500	69,800
SANTIAGO DE SURCO	266,800	278,700	290,900	303,300	315,900
SURQUILLO	102,800	102,900	103,000	103,000	103,100
VILLA EL SALVADOR	343,700	362,100	380,700	399,600	419,000
V.M. DEL TRIUNFO	398,400	417,200	436,200	455,600	475,300
TOTAL	2,415,600	2,510,900	2,608,700	2,709,500	2,813,200

Observaciones:
 1/ Area que vierte sus aguas en el interceptor de cada distrito.
 2/ Proporción de población que recibe los servicios del Colector.
 Las proporciones de 1990 a 1999 han sido interpoladas.
 3/ Los valores para San Juan de Miraflores incluye aquellos existentes en la Planta de Tratamiento de Aguas de Alcantarillado de San Juan. Esos se presentan entre paréntesis.

CUADRO S-5 Distribución de la Población por Distrito

Nombre del Distrito	1989				2000				Tasa de Incremento (B/A)
	Población Estimada (A)		Nivel de Servicio (B)		Población Proyectada (B)		Nivel de Servicio (B)		
	DS/H	DS/L	ID	ID	DS/H	DS/L	ID	ID	
Lima	8,100	5,240	2,140	720	8,500	5,500	2,250	750	1.05
Ate	81,000	29,960	45,440	5,600	135,600	50,180	75,950	9,470	1.67
Barranco	48,100	26,960	14,450	6,690	47,400	26,560	16,150	4,690	0.99
Chorrillos	159,100	31,720	73,130	54,250	180,900	36,200	126,630	18,070	1.14
El Agustino	102,600	13,480	48,370	40,750	139,700	18,330	107,430	13,940	1.36
La Molina	66,400	59,760	6,640	0	211,300	190,200	21,100	0	3.18
La Victoria	270,900	197,810	46,170	26,920	277,100	202,330	47,220	27,550	1.02
Miraflores	50,900	39,640	11,260	0	53,200	41,440	11,760	0	1.05
San Borja	56,800	29,540	23,290	3,970	55,500	28,860	22,760	3,880	0.98
San Isidro	21,000	17,010	3,990	0	22,400	18,150	4,250	0	1.07
S.J. de Miraflores	100,700	15,110	77,560	8,030	298,500	44,800	229,810	23,890	2.96
(San Juan STP)	(91,000)	(13,600)	(70,120)	(7,280)	(126,100)	(18,840)	(97,170)	(10,090)	(1.39)
San Luis	64,100	34,750	21,070	8,280	69,800	37,840	25,100	6,860	1.09
Santiago de Surco	191,000	80,170	93,610	17,220	315,900	132,680	154,830	28,390	1.65
Surquillo	101,200	61,750	33,330	6,120	103,100	62,900	33,950	6,250	1.02
Villa El Salvador	225,900	2,370	169,370	54,160	419,000	8,450	335,260	75,290	1.85
V.M. del Triunfo	275,700	8,380	237,150	30,170	475,300	14,330	413,490	47,480	1.72
Total	1,823,500	653,650	906,970	262,880	2,813,200	918,750	1,637,940	258,510	1.55
Relación (%)	100	36	50	14	100	33	58	9	

CAPITULO 5.5

CANTIDAD Y CALIDAD DEL LOS DESAGÜES

CAPITULO S.5 CANTIDAD Y CALIDAD DEL LOS DESAGÜES

Las medición del los caudales de desagüe del interceptor Surco y de los tres puntos de captación planeados, fueron determinados durante este estudio para conocer la disponibilidad de desagües actuales que serviría como base junto con los datos sobre la proyección de la población, para estimar los caudales de desagües futuros a ser descargados en el año 2000. Las medidas se tomaron bajo dos condiciones: una fue con la toma del agua desde el Río Rimac al Río Surco abierta, y la otra con la toma de agua cerrada.

Simultáneamente con las medidas del flujo, análisis sobre la calidad de las aguas negras fueron hechos para determinar la capacidad requerida de la planta de tratamiento de desagües. También, se analizaron las concentraciones de metales pesados, teniendo en cuenta la posibilidad de su uso para irrigación.

S.5.1 Caudales de Desagüe Actuales

S.5.1.1 Medidas del Flujo en el Interceptor Surco

Las medidas de caudal de desagües fueron tomadas dos oportunidades en cada uno de los puntos señalados en la FIGURA S-2. Se asumió que el caudal del Interceptor Surco es la suma de los caudales de tres colectores principales, que son: Colector Surco, Colector Circunvalación y Colector Bañeros del Sur. En la segunda medida, la bocatoma del Río Surco fue cerrada para eliminar la posibilidad de la influencia de las acequias sobre el caudal de los desagües. Los resultados de estas medidas se resumen en el CUADRO S-6.

Como se puede ver en el CUADRO S-6, hubo una diferencia de aproximadamente $0.41 \text{ m}^3/\text{seg}$ ($5.370 \text{ m}^3/\text{seg}$ en la primera comparado con $4.963 \text{ m}^3/\text{seg}$ en la segunda) entre las dos medidas sobre el promedio del flujo. Esta diferencia se atribuye a la reducción de la descarga de los desagües debida a la disminución en el consumo de agua, y a que se cerró la bocatoma del Río Surco. De la diferencia entre las medidas, se ha supuesto que $0.13 \text{ m}^3/\text{seg}$ corresponde a la reducción en el consumo de agua que ha sido deducido de los datos de producción de la planta de tratamiento de La Atarjea. La diferencia de $0.28 \text{ m}^3/\text{seg}$ se atribuyó a la contribución de los aguas del Río Surco.

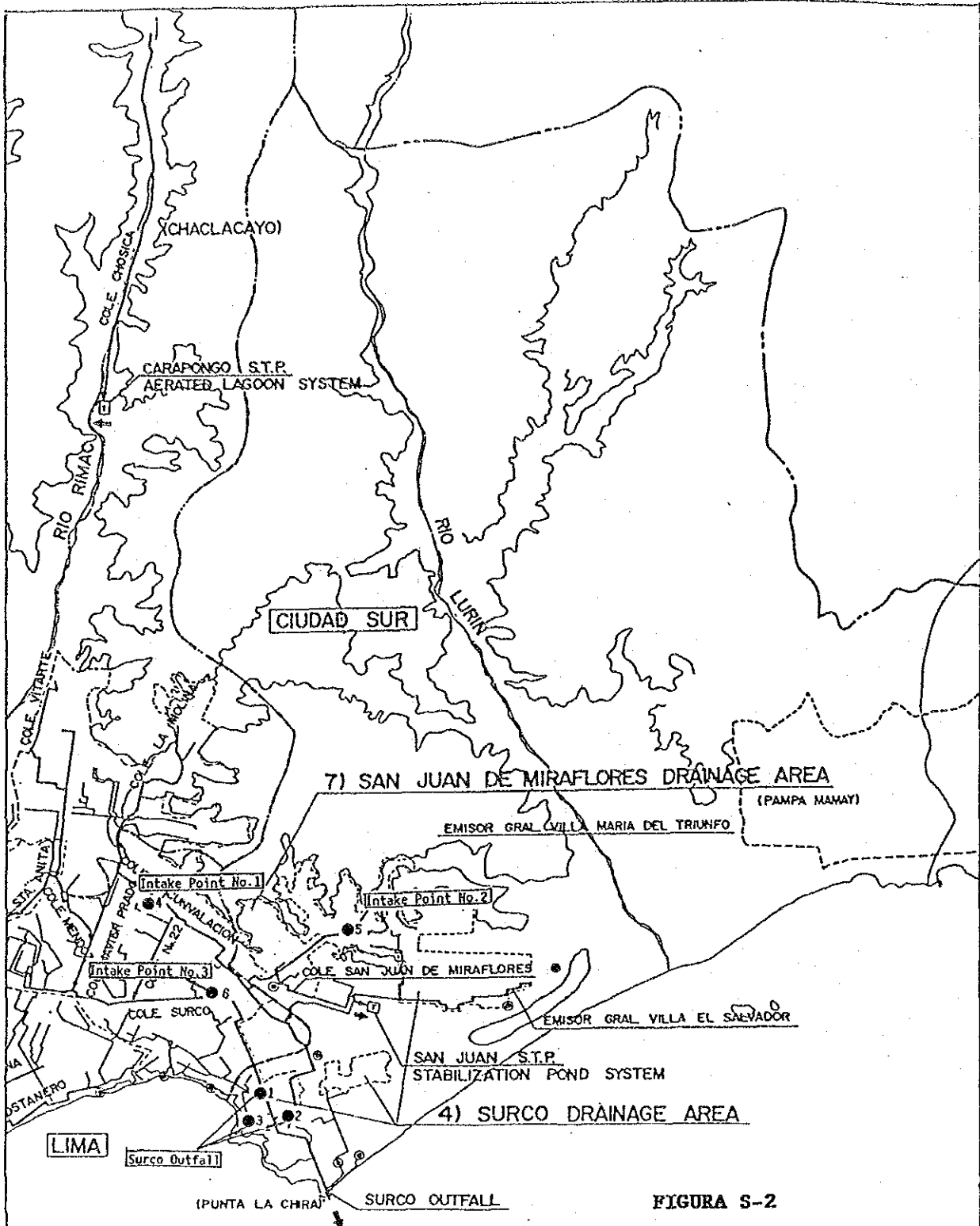
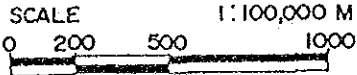


FIGURA S-2

Ubicación de los Puntos de Medición del Desagüe

Leyenda

	Colectores de más de $\phi 16"$
	Area de Drenaje
	Puntos de Medición de Caudales



CUADRO S-6 Resultados de las Medidas de Caudales de Desagüe en el Interceptor Surco

unidad: m³/s

		Mayo 31 - Junio 1, 1989					Octubre 19 - 20, 1989				
		Surco	Circun.	B.Sur	Total Q	K	Surco	Circun.	B.Sur	Total Q	K
Máximo	Qmax	4.929	1.454	0.305	6.569	1.223	4.477	1.612	0.296	6.324	1.274
Promedio	Qavg	4.058	1.134	0.178	5.370	1	3.625	1.157	0.181	4.963	1
Mínimo	Qmin	2.769	0.839	0.082	3.756	0.699	2.313	0.841	0.076	3.240	0.652

Lugar de Punto de Medida, Fecha y Hora de Medida

1. Surco: Colector Surco, Diámetro 1.54 metros
Av. Jr Méjico 270, Surquillo
1ro: desde 10:00, Mayo 31 hasta 10:00, Junio 1, 1989
2nd: desde 8:45, Octubre 19 hasta 8:30, Octubre 20, 1989
2. Circun: Colector Circunvalación, Diámetro 1.31 Metros
Av. Julio Calevo 140, Surquillo
1ro: desde 10:30, Mayo 31 hasta 10:30, Junio 1, 1989
2nd: desde 8:45, Octubre 19 hasta 8:30, Octubre 20, 1989
3. B.Sur: Colector Balnearios del Sur, Diámetro 0.75 metros
Av. Daniel Portocarrero 264, Surquillo
1ro: desde 10:30, Mayo 31 hasta 10:30, Junio 1, 1989
2nd: desde 8:45, Octubre 19 hasta 8:30, Octubre 20, 1989

El caudal promedio actual (1989) se asumió en 5.0 m³/seg, que representa a grosso modo el promedio de la primera medida hecha en este estudio (5.37 m³/seg) y la medida tomada por SEDAPAL en 1988 (4.77 m³/seg). Por razones obvias, el resultado de la segunda medida hecha en este estudio fue descartada en el cálculo del caudal promedio.

Teniendo como referencia los factores de diseño utilizados por SEDAPAL, para estimar la cantidad actual de agua suministrada, los resultados de las medidas de caudales de desagües, y las recomendaciones usualmente adoptadas en el Japón, se ha estimado la producción de desagües doméstico per capita para los diferentes grupos de servicio como sigue:

Grupo de Servicio	Contribución de Desagüe Per Cápita (lpcd)
Servicio Directo con Alto Consumo de Agua	210
Servicio Directo con Bajo consumo de Agua	180
Servicio Indirecto	110

Basados en las anteriores suposiciones y en el estimado de la población bajo la categoría de servicio respectiva, la cantidad de desagüe doméstico estimada para 1989 fué 3.62 m³/seg.

CUADRO S-7 Cantidad de Desagüe Doméstico (1989)

	D/S.H	Categoría		TOTAL
		D/S.L	ID	
Población	639,660	829,320	263,520	1,732,500
Descarga Unidad (lpcd)	210	180	110	
Cantidad (m ³ /sec)	1.555	1.728	0.336	3.619

Como ya se ha mencionado, los desagües industriales y la contribución de las aguas del Río Surco, fueron estimadas en 0.32 y 0.28 m³/seg, respectivamente. Otras descargas de aguas servidas de diferente uso ascienden a 0.78 m³/seg, con lo que se completa el balance del flujo de desagüe que se había estimado en 5.0 m³/seg.

S.5.1.2 Medidas del Flujo en los Puntos de Captación

Los resultados de las medidas del flujo en tres puntos de captación del Interceptor Surco se presentan en el CUADRO S-8. No muestran mayor diferencia entre las dos medidas tomadas en el punto de captación No. 1 y en el punto de captación No. 3. Las variaciones obtenidas se consideran normales por la fluctuación diaria del descarga de desagüe.

CUADRO S-8 RESULTADOS DE LAS MEDIDAS DE FLUJO DE DESAGÜE EN TRES PUNTOS DE CAPTACION

unidad: m³/s

	Punto de Captación No. 1 Circunvalación				Punto de Captación No. 2 Villa María				Punto de Captación No. 3 Surco			
	6/06-07		10/24-25		6/06-07		10/24-25		6/06-07		10/24-25	
	Flujo	K	Flujo	K	Flujo	K	Flujo	K	Flujo	K	Flujo	K
Máximo Qmax	0.6071	1.57	0.6693	1.57	0.2222	1.83	0.0827	1.70	3.3469	1.21	3.1344	1.21
Promedio Qave	0.3632	1	0.4243	1	0.1209	1	0.0486	1	2.7611	1	2.5751	1
Mínimo Qmin	0.1501	0.41	0.2006	0.47	0.0936	0.77	0.0222	0.45	1.5189	0.55	1.5138	0.58

Lugar del punto de medida, Fecha y Hora de Medida

1. Punto de Diversión No. 1: Colector Circunvalación, Diámetro: 1.3 metros

Parque Fundadores, Av. J. de Aliaga, Santiago de Surco

1ro : desde 10:45, Junio 6 hasta 10:30, Junio 7, 1989

2nd : desde 9:45, Octubre 24 hasta 9:30, Octubre 25, 1989

2. Punto de Diversión No.2 : Emisor General Villa María de Tríunfo

1ro : Av. Pachacutec 828, Diámetro 1.2 metros

desde 11:15, Junio 6 hasta 11:00, Junio 7, 1989

2nd : Av. Pachacutec/José Carlos Mariátegui, Diá. 0.632 metros

desde 9:30, Octubre 24 hasta 9:15, Octubre 25, 1989

3. Punto de Diversión No.3 : Colector Surco, Diámetro 1.25 metros

Av. Nueva Tomás Marsano/Jorge Chavez CDA 38

1ro : desde 11:00, Junio 6 hasta 10:45, Junio 7, 1989

(Datos a 9:30, 9:45 y 10:15 son interpolados.)

2nd : desde 9:15, Octubre 24 hasta 9:00, Octubre 25, 1989

Sin embargo, la gran diferencia entre los resultados de las medidas en el punto de captación No. 2, se puede explicar por la repentina disminución en el flujo de desagüe, causado por el cambio de la distribución del abastecimiento de agua a otra área de drenaje.

S.5.2 Caudales de Desagüe Futuros

S.5.2.1 Emisor Surco

Basado en la misma descarga de desagüe per cápita de acuerdo con el grupo de servicio adoptado para 1989, la cantidad de desagüe para el año 2000 se estima que llegará a 5.68 m³/seg.

CUADRO S-9 Cantidad de Desagüe Doméstico (2000)

	Categoría		ID	TOTAL
	D/S.H	D/S.L		
Población	899,290	1,507,860	279,950	2,687,100
Descarga Unidad (lpcd)	210	180	110	
Cantidad (m ³ /s)	2.186	3.141	0.356	5.683

Las aguas negras industriales aumentarán en un 10 % comparado con la cantidad de 1989 de 0.36 m³/seg. La contribución de caudal proveniente del Río Surco será eliminada. Otras descargas de aguas servidas de diferente uso se reducirán al 60 % del nivel actual, es decir a 0.47 m³/seg. El total del caudal de desagüe que se podrá esperar en el año 2000 será entonces 6.51 m³/seg.

S.5.2.2 Puntos de Captación

Los caudales de desagüe proyectados para el año 2000 en los puntos de captación, se resumen por categorías en el CUADRO S-10. El caudal de desagüe en el punto de captación No. 1 será 0.74 m³/seg, en el punto de captación No. 2, 0.92 m³/seg, en el punto de captación No. 3, 2.39 m³/seg, y en los colectores restantes, 2.46 m³/seg.

CUADRO S-10 Caudal de Desagüe en Cada Punto de Captación

Punto de Captación, Colector Principal	Clasificación (m ³ /s)			
	Doméstico	Industrial	Otros	Total
No.1, Colector Circunvalación	0.651	0.036	0.053	0.740
No.2, Emisor General Villa Maria del Triunfo	0.857	0.000	0.066	0.923
No.3, Colector Surco	1.932	0.264	0.172	2.388
Otros Colectores	2.244	0.035	0.176	2.455
Caudal Total de Desagüe	5.684	0.355	0.467	6.506

Los caudales de desagües planeados para ser tomados en los puntos de captación, según se ha seleccionado en la alternativa óptima, son 1.0 m³/seg en los puntos No. 1 y No. 2, en la Fase I y 2.0 m³/seg en el punto No. 3, en la Fase II. Esto significa que: i) habrá suficiente desagüe en el punto de entrada No. 3 para el año 2000, ii) el caudal de desagüe disponible en el punto de captación No. 2, será casi la misma a la cantidad planeada de captación, e iii) el punto de captación No. 1 tendrá un flujo insuficiente. Sería posible asegurar un mayor caudal de desagüe para el punto de captación No. 1, a través de la intercepción o desviación de flujos de otras áreas de drenaje y si se mejora la eficiencia del sistema de suministro de agua. Sin embargo, debido a muchos factores impredecibles, se aconseja considerar estas medidas después de evaluar las condiciones actuales, cuando se complete el proyecto. También, si la cantidad planeada de desagüe a captar no se puede obtener a través de ninguna de las medidas anteriores, el bombeo del desagüe desde el Colector Surco sería otra posible solución alternativa.

S.5.3 Calidad Actual de los Desagües

S.5.3.1 Carga Orgánica y cantidad de Sólidos Suspendidos

En base a los registros pasados de SEDAPAL, a los análisis de calidad del desagüe efectuados en las plantas de tratamiento de desagües y a los análisis efectuados durante este estudio, se ha preparado el siguiente cuadro:

CUADRO S-11 Resultados del Análisis de Calidad de Desagües

Instalación	DBO ₅		Sólidos Suspendidos (SS)	
	Variación (mg/l)	Promedio (mg/l)	Variación (mg/l)	Promedio (mg/l)
Colector				
Principal	146-333	227	152-289	239
San Juan PTD	214-300	252	88-306	221
Carapongo PTD	130-280	187	171-590	298

La concentración de DBO₅ en el PTD de Carapongo es más baja que en las otras plantas, posiblemente por la influencia de los aguas de acequia.

El Colector Surco y Colector Circunvalación, cuyos desagües crudos serán derivados para su reuso en irrigación en este proyecto, tienen las siguientes características de calidad:

CUADRO S-12 Características de Calidad de Desagües del Colectores

Instalación	DBO ₅		Sólidos Suspendidos (SS)	
	Variación (mg/l)	Promedio (mg/l)	Variación (mg/l)	Promedio (mg/l)
Colector Surco	231-333	269	241-300	270
Colector Circunvalación	146-233	185	152-278	228

S.5.3.2 Metales Pesados

Teniendo en cuenta que los efluentes tratados probablemente serán reusados en irrigación agrícola, es importante considerar la presencia y concentración de los metales pesados en el desagüe. Por lo tanto, se aplicarán los patrones de calidad de agua correspondientes a la Clase III de la Ley General de Aguas de Perú.

Los resultados de los análisis anteriores (CUADRO S-13) incluyendo aquellos obtenidos en este Estudio, en los desagües crudos del Colector Surco y Circunvalación indicaron que, las concentraciones de metales pesados son inferiores al límite permisible, excepto en el caso de Plomo y Hierro. Sin embargo, se espera que las concentraciones de Plomo y Hierro en el desagüe crudo bajarán a niveles permisibles, una vez tratados en las lagunas de estabilización. Además, no ha habido ningún reporte indicando algún daño hecho por estos metales pesados hasta ahora, aunque el desagüe crudo se está usando para irrigación en muchos lugares en Lima.

CUADRO S-13 CONCENTRACION DE LOS METALES PESADOS EN LOS DESAGÜES CRUDOS DE LOS COLECTORES PRINCIPALES

Artículos	Registro Anterior	Análisis del Resultado de este Estudio		Standard de Calidad de Agua*
	Colectór Surco	Colectór Surco y Circunvalacion		Clase - III
Fecha Muestra	Nov., 1984	Oct. & Nov., 1989		-
Mercurio Hg µg/l	-	0.3 - 1.3		10
Cadmio Cd mg/l	0.01 - 0.03	0.005 - 0.02		0.05
Plomo Pb mg/l	0.15 - 0.35	0.02 - 0.27		0.1
Cromo Cr mg/l	-	0.00		1.0
Hierro Fe mg/l	3.2 - 6.25	1.2 - 1.44		1.0
Manganeso Mn mg/l	0.05 - 0.12	0.06 - 0.08		0.5
Cobre Cu mg/l	0.1 - 0.55	0.06 - 0.22		0.5
Zinc Zn mg/l	0.16 - 0.34	0.32 - 0.53		25
Arsénico As mg/l	0.02 - 0.04	-		0.2

*: Ley General de Aguas, Decreto Ley No.17752, Nov., 1983, Gobierno del Perú. Este Decreto Ley se basó en los patrones de calidad de la Agencia de Protección Ambiental de los E.E.U.U.(USEPA).

Puede parecer que el anterior análisis indica que los metales pesados en la irrigación no presentan problema alguno en el reuso de los efluentes tratados para irrigación. Pero, considerando el efecto a largo plazo, se recomienda que: i) se consoliden los patrones de calidad para recibir los desagües industriales, y ii) que se cree un sistema de control de calidad de los desagües industriales.

S.5.4 Proyección de la Calidad de los Desagües

La proyección de la calidad de los desagües para el diseño de la planta de tratamiento fué investigada y se decidió, en consideracion con la calidad de desagüe actual en las instalaciones existentes y la carga de contaminantes per capita.

Las variaciones promedios en las concentraciones de DBO5 y sólidos suspendidos tomadas en las instalaciones existentes, se dan en la subsección 5.5.3.1. Para la determinación de la carga de contaminantes per capita, se usó como referencia un reporte técnico del Banco Mundial, y los valores que se utilizan en la actualidad en el Japón. Los resultados de los cálculos para las concentraciones del DBO5 en el desagüe crudo son 225 mg/l en 1989 y 240 mg/l para el año 2000.

Tomando en cuenta los anteriores datos y considerando otros factores como, la relación del flujo entre los dos colectóres principales bajo estudio, la calidad de desagüe actual y la necesidad de suministrar un valor un poco más alto que considere las fluctuaciones de carga, se ha adoptado para el diseño 250 mg/l tanto para el DBO5 como para los sólidos suspendidos.

CAPITULO 5.6

ALTERNATIVAS

CAPITULO S.6 ALTERNATIVAS

En este plan han sido estudiadas 5 alternativas, teniendo en cuenta dos aspectos fundamentales del proyecto, que son: el mejoramiento del sistema de alcantarillado y la construcción de las instalaciones de tratamiento de desagües. Estas alternativas han sido divididas en sub-alternativas, de acuerdo con las fases del plan de implementación. Las mayores diferencias en las alternativas se refieren a la ruta de transmisión, la existencia de la estación de bombeo, puntos de captación y los caudales de desagües.

El Plan incluyendo las distintas alternativas se presenta en la FIGURAS S-3 y S-4.

S.6.1 Bases del Plan

Será tratado el total del desagüe crudo descargado por el Emisor Surco.

El desagüe total fué estimado en un promedio de $6.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ para el año 2000. De esto, $4.0 \text{ m}^3/\text{seg}$ será tratado en San Bartolo ó sobre la ruta a San Bartolo, donde hubiere área disponible para instalaciones de tratamiento (aproximadamente $0.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ de desagüe tratado será utilizado para irrigar las áreas de Villa El Salvador) y el remanente de $2.5 \text{ m}^3/\text{seg}$ será tratado en un sitio cercano al Cerro La Chira, que pertenece a SEDAPAL. El transporte del desagüe crudo hacia San Bartolo será a una cota de 100 ó de 50 metros sobre el nivel del mar.

El método de lagunas aereadas será utilizado en la zona norte del Río Lurin (margen derecho), considerando las limitaciones de áreas disponibles y las dificultades en la adquisición de terrenos, para el área sur (margen izquierdo) donde la adquisición de tierras es más fácil, se utilizará el método de lagunas de estabilización.

Cámaras de rejillas y cámaras desarenadoras serán instaladas en los puntos de captación para evitar atoros, y se dispondrá de dispositivos para la remoción de arenas y los que puedan depositarse en los tramos de sifón invertido.

Tuberías de hierro dúctil se utilizarán en los tramos de sifón invertido con presiones superiores a $4 \text{ kg}/\text{cm}^2$; en los otros tramos de sifón invertido se utilizarán tuberías de concreto pretensado; para los tramos de flujo por gravedad se emplearan tuberías de mortero plástico reforzado con fibra de vidrio. En lugares de poca población se emplearan canales abiertos de concreto armado.

FIGURA S-3 ESQUEMA DE ALTERNATIVAS (CONCEPTO)

PLAN	PHASE I		PHASE II		LEGEND
	Q' by m ³ /s	unit: m ³ /s	Q' by m ³ /s	unit: m ³ /s	
A	A ₁	4.0		—	☒ Stabilization Pond ☒ Aerated Lagoon ○ Intake Facility ⊕ Pumping Facility
	A ₂	2.0		2.0	
	A ₃	1.0		3.0	
B	B ₁	4.0		—	—
	B ₂	2.0		2.0	
	B ₃	1.0		3.0	
C	C ₁	2.83		1.67	
	C ₂	1.83		2.17	
	C ₃	0.83		3.17	
D	C _{3'}	1.0		3.0	
	D ₁	1.5		2.5	
	D ₂	1.0		3.0	
E	E ₁	2.0		2.0	
	E ₂	1.0		3.0	

Los lugares propuestos para las plantas de tratamiento son los siguientes (Refierase a la FIGURA S-4 para su ubicación):

Lugares Propuestos para la Ubicación de las Plantas de Tratamiento

Lugar	Area(ha)	Requisitos para la adquisición
San Juan PTD (Existente) **	10	Aprobación del Ministro de Vivienda y Construcción
San Juan	35	Mudanza de la finca
Villa El Salvador	40	Mudanza de la finca y escuela, Laguna existente
Villa Rica *	40	Gastos Grandes para la Adquisición de Tierra
San Bartolo (Cota 100 msnm)	60 x 7	Facil de Adquirir
San Bartolo (Cota 50 msnm)	60 x 7	Facil de Adquirir
Cerro La Chira **	20	Sitio planeado para el futuro proyecto de SEDAPAL

* Suspendido por ahora por dificultades para conseguir los fondos necesarios.

** Reservado para el futuro proyecto de SEDAPAL

La capacidad máxima para el tratamiento de desagüe en cada sitio propuesto es la siguiente:

Máxima Capacidad de Tratamiento Posible Segun su Ubicación

LUGAR	CAPACIDAD DE TRATAMIENTO (m ³ /seg.)	
	LAGUNA DE ESTABILIZACION	LAGUNA AEREEADA
San Juan PTD (Existente)	—	0.5
San Juan	0.19	1.0
Villa El Salvador	0.19	1.0
San Bartolo (Cota 100 msnm)	0.5 x 7	—
San Bartolo (Cota 50 msnm)	0.5 x 7	—

S.6.2 Esquema de Alternativas

S.6.2.1 Alternativa A (Bombeo y Flujo por Gravedad)

El desagüe será transportado desde la parte sur de Lima a San Bartolo a una cota de 100 mts/snm. Esto será realizado por bombeo desde los puntos de captación, y luego por gravedad através de los sifones invertidos y los canales abiertos. El agua tratada será suministrada a las areas de irrigación. La FIGURA S-5 muestra los diagramas esquemáticos de los tres planes de esta alternativa.

Las plantas de tratamiento de desagües consistirán en lagunas aereadas en la zona de Villa El Salvador, y de lagunas de estabilización en la zona de San Bartolo.

S.6.2.2 Alternativa B (Flujo por Gravedad)

El desagüe será llevado desde la parte sur de Lima a San Bartolo a una cota de 50 mts/snm. El desagüe será transportado por gravedad desde San Juan via Villa El Salvador, Playa de Lomo Corvina y Pachacamac hasta San Bartolo, donde será tratado y reusado para irrigación. La FIGURA S-6 muestra un diagrama esquemático de esta alternativa. La instalación de tratamiento de desagües utilizará los mismos métodos de la Alternativa A. En esta alternativa se ha considerado el cruce de la línea de conducción a través de una zona arqueológica cercana a las Ruinas de Pachacamac, así como por los terrenos de la fábrica de explosivos. A la fecha de este estudio, a ún no se había logrado obtener la aprobación para el pase. Si en el futuro se obtuviera la autorización de pase esta alternativa sería factible.

S.6.2.3 Alternativa C (Flujo por Gravedad y Bombeo)

El desagüe de la parte sur de Lima será inicialmente tratado en el margen derecho del Río Lurin, hasta donde lo permita la extensión de las instalaciones de tratamiento. De allí será llevado a San Bartolo a una cota de 50 mts/snm (Fase I). Las plantas de tratamiento serán construidas en San Bartolo como en la Alternativa B para tratar el desagüe remanente (Fase II). La FIGURA S-7 muestra el arreglo esquemático bajo varios planes o sub-alternativas.

S.6.2.4 Alternativa D (Flujo por Gravedad y Bombeo)

Alternativa D es básicamente igual a la Alternativa C excepto por la ubicación de las instalaciones de tratamiento. La FIGURA S-8 muestra el diagrama esquemático del sistema propuesto.

S.6.2.5 Alternativa E (Flujo por Gravedad)

El desagüe de la parte sur de Lima será llevado a San Bartolo, tratado y suministrado para irrigación. En la Fase I, el objetivo de la cota en San Bartolo es 100, msnm mientras que en la Fase II es una cota de 50 msnm (FIGURA S-9). Esta alternativa fue propuesta, considerando las ventajas de las alternativas A y B.

S.6.3 Resumen de los Caudales de Desagüe Planeado

El CUADRO S-14 resume la cantidad de desagüe para cada alternativa.

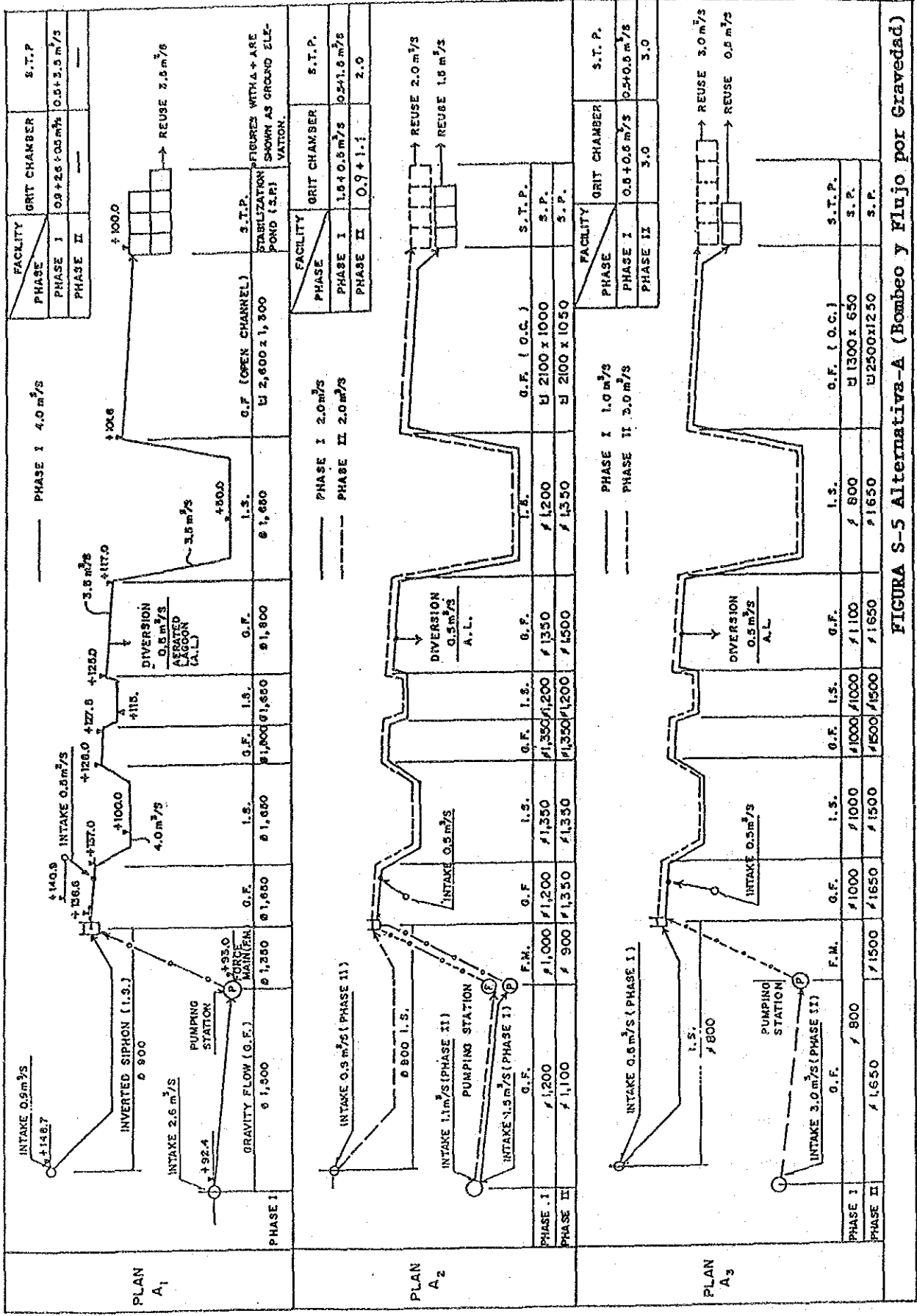


FIGURA S-5 Alternativa-A (Bombeo y Flujo por Gravedad)

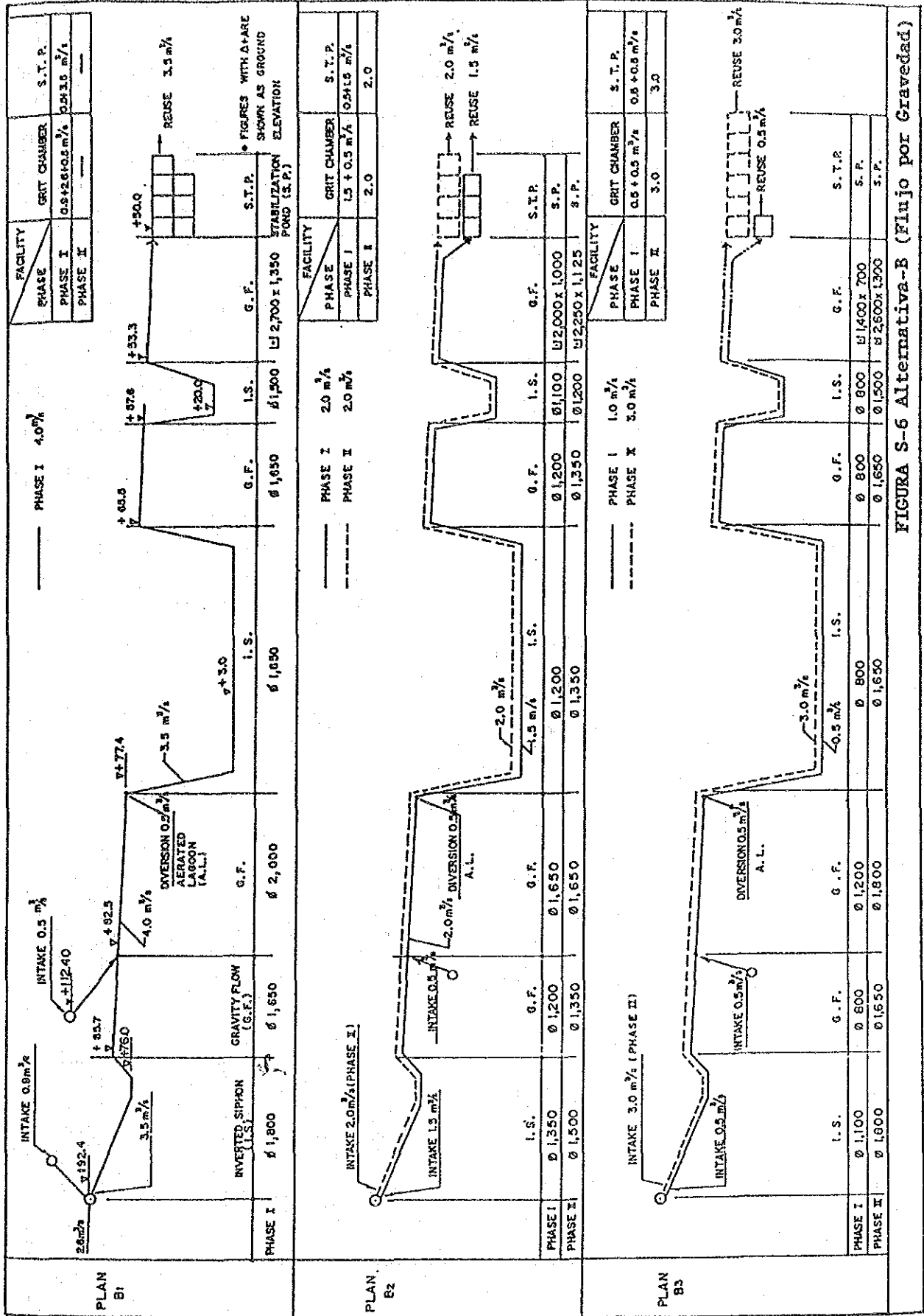
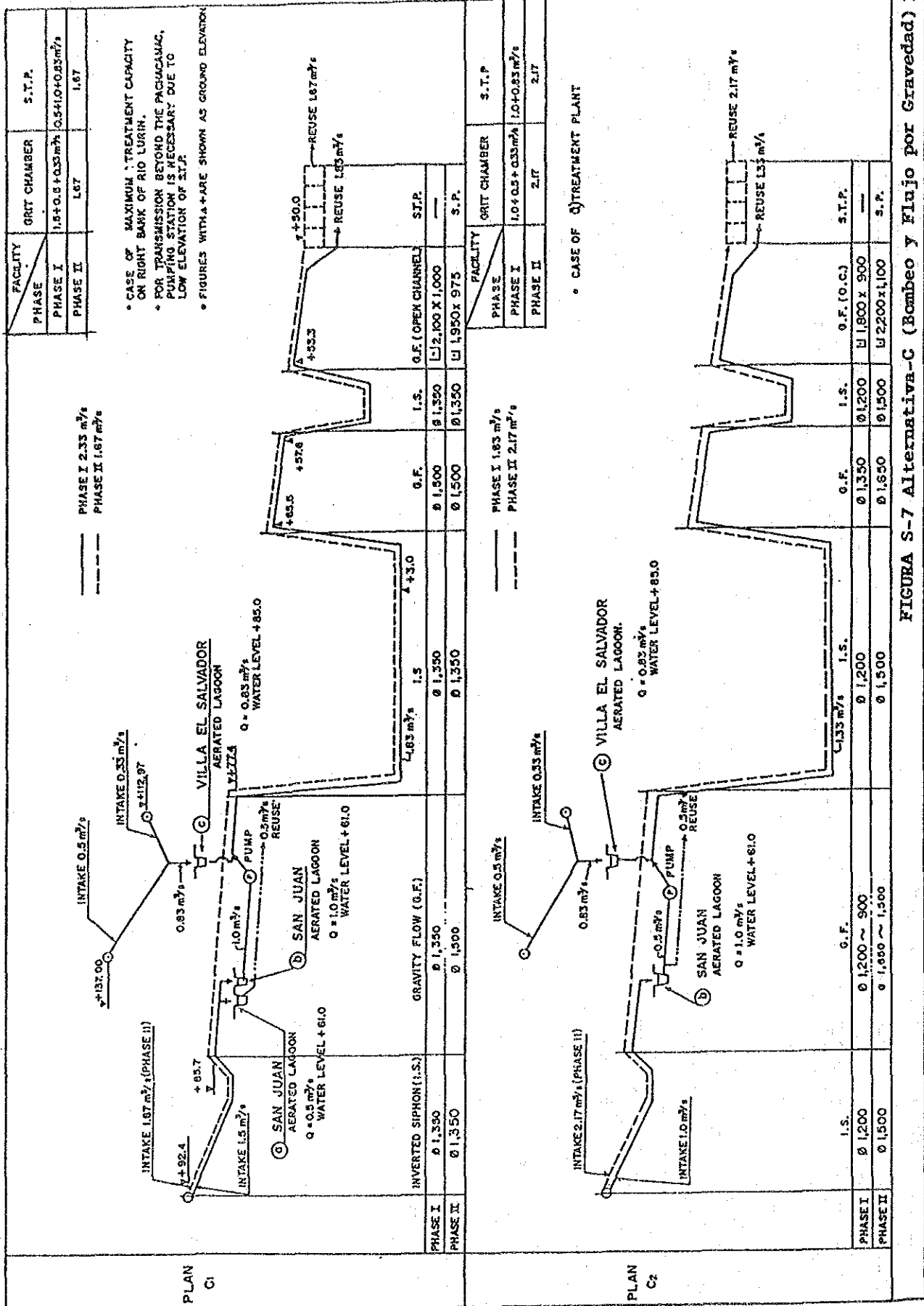


FIGURA S-6 Alternativa-B (Flujo por Gravedad)



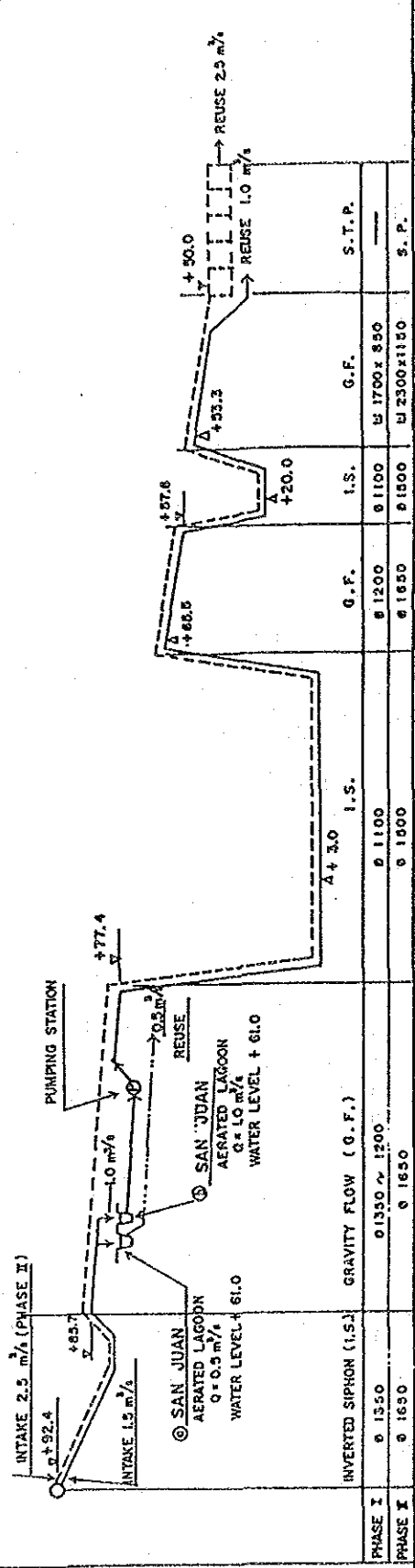
* CASE OF MAXIMUM TREATMENT CAPACITY ON RIGHT BANK OF RIO LURIN.
 * FOR TRANSMISSION BEYOND THE PACHACAMAC, PUMPING STATION IS NECESSARY DUE TO LOW ELEVATION OF S.T.P.
 * FIGURES WITHIN ARE SHOWN AS GROUND ELEVATION

* CASE OF (D) TREATMENT PLANT

FIGURA S-7 Alternativa-C (Bombeo y Flujo por Gravedad)

FACILITY		S. T. P.	
PHASE I	GRIT CHAMBER	1.5 m ² /s	0.5 + 1.0 m ² /s
PHASE II		2.5	2.5

PHASE I 1.5 m²/s
PHASE II 2.5 m²/s



FACILITY		S. T. P.	
PHASE I	GRIT CHAMBER	1.0 m ² /s	1.0 m ² /s
PHASE II		3.0	3.0

PHASE I 1.0 m²/s
PHASE II 3.0 m²/s

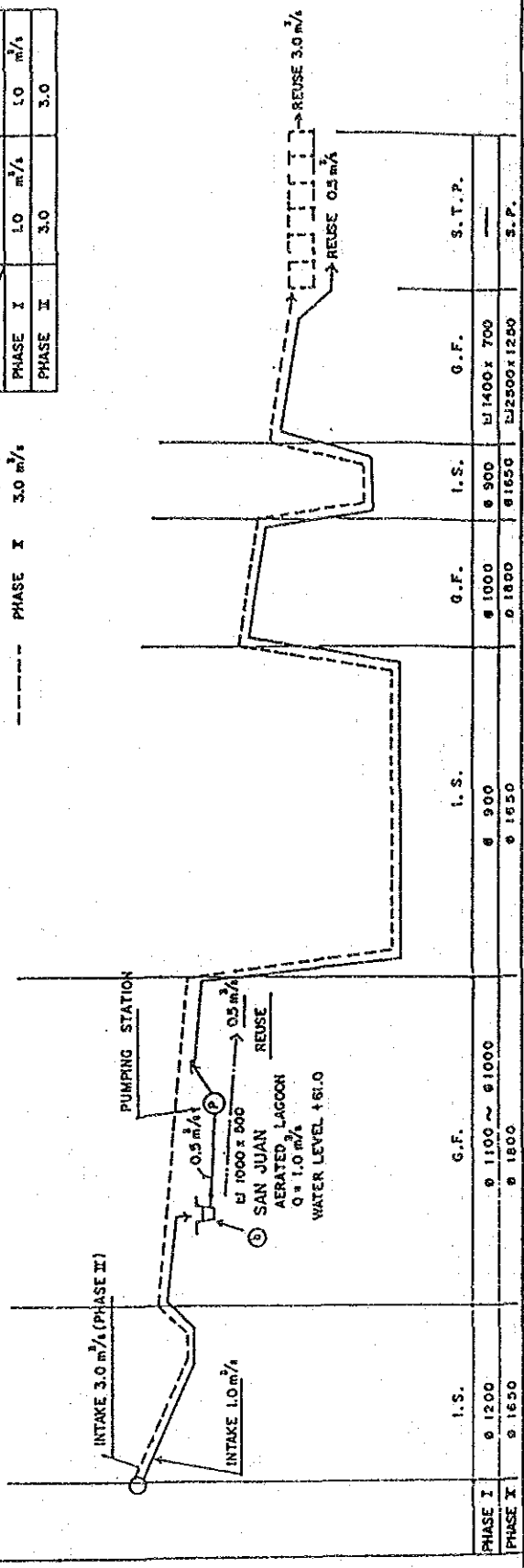


FIGURA S-8 Alternativa-D (Bombeo y Flujo por Gravedad)

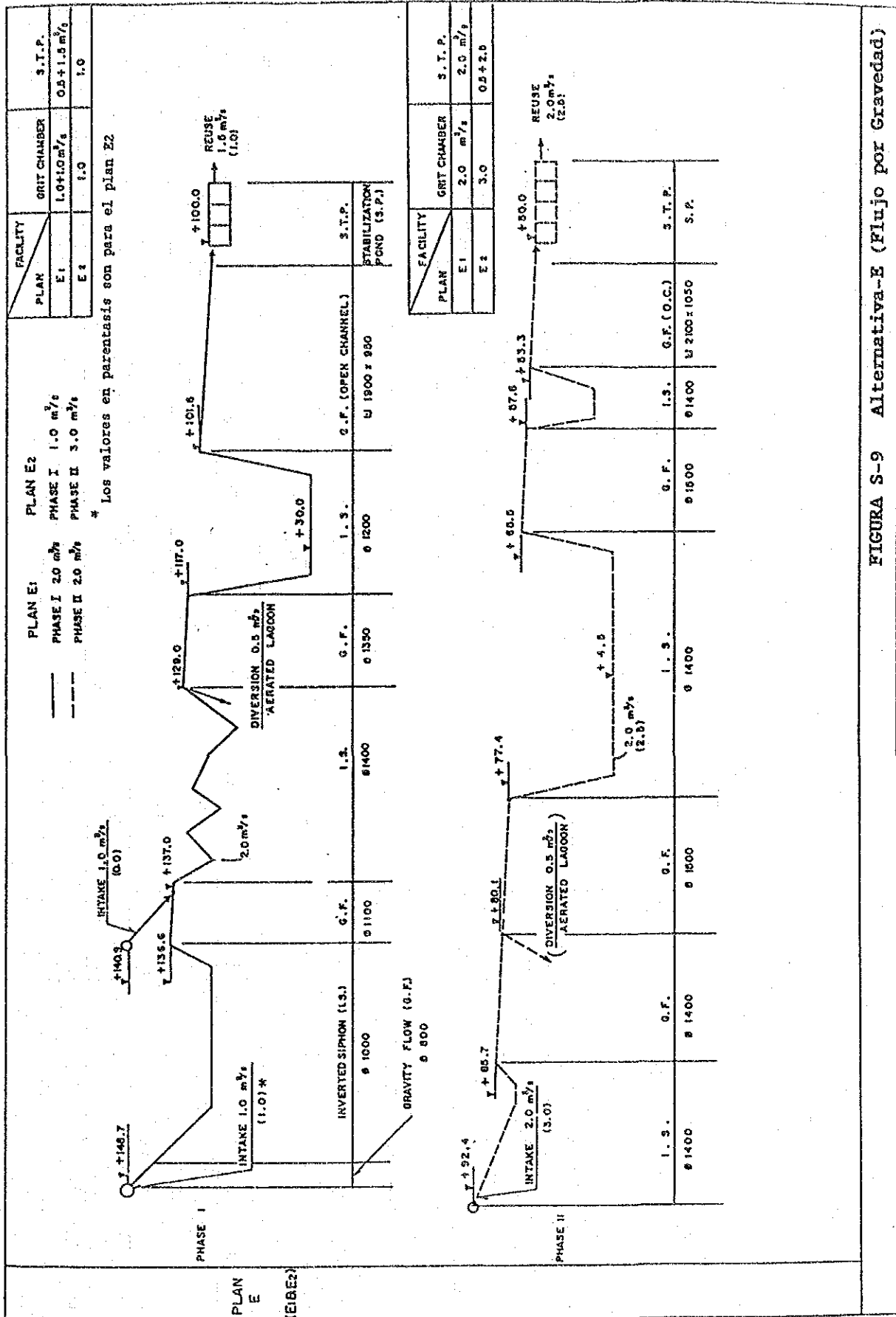


FIGURA S-9 Alternativa-E (Flujo por Gravedad)

CUADRO S-14 Resumen de los Caudales de Desagüe Planeado

		PROYECTO TOTAL													
Plan	Lugar de PTD	FASE I						FASE II						Comentario	
		(a)	(b)	(c)	(e)	(f)	Total	(b)	(c)	(e)	(f)	Total			
		SAN JUAN STP	SAN JUAN	VILLA EL SALVADOR	SAN BARTOLO	SAN BARTOLO	Total	SAN JUAN	VILLA EL SALVADOR	SAN BARTOLO	SAN BARTOLO	Total			
	Treatment Method	Laguna Aereada						Laguna de Estabilización							
A	A ₁			0.5 m ³ /s		3.5 m ³ /s	4.0 m ³ /s								
	A ₂			0.5		1.5	2.0				2.0 m ³ /s	2.0 m ³ /s			
	A ₃			0.5		0.5	1.0				3.0	3.0			
B	B ₁		0.5 m ³ /s			3.5 m ³ /s	4.0 m ³ /s								
	B ₂		0.5		1.5		2.0			2.0 m ³ /s		2.0 m ³ /s			
	B ₃		0.5		0.5		1.0			3.0		3.0			
C	C ₁	0.5 m ³ /s	1.0 m ³ /s *	0.83 m ³ /s			2.33 m ³ /s			1.67 m ³ /s		1.67 m ³ /s		* Es necesaria una estación de rebombeo	
	C ₂		1.0 *	0.83			1.83			2.17		2.17			
	C ₃			0.83			0.83	0.5 m ³ /s		2.67		3.17			
	C ₄			1.00			1.00	0.5		2.50		3.00			
D	D ₁	0.5 m ³ /s	1.0 m ³ /s *				1.5 m ³ /s			2.5 m ³ /s		2.5 m ³ /s		* Es necesaria una estación de rebombeo	
	D ₂		1.0 *				1.0			3.0		3.0			
E	E ₁			0.5 m ³ /s	1.5 m ³ /s		2.0 m ³ /s			2.0 m ³ /s		2.0 m ³ /s			
	E ₂				1.0		1.0	0.5 m ³ /s		2.5		3.0			

CAPITULO S.7

**DISEÑO PRELIMINAR DE INGENIERIA
DE LAS ALTERNATIVAS**

CAPITULO S.7 DISEÑO PRELIMINAR DE INGENIERIA DE LAS ALTERNATIVAS

El diseño preliminar de ingeniería, que está basado en los conceptos desarrollados en la Capítulo S.6, se hizo para obtener los datos básicos necesarios para la estimación de costos. Las instalaciones mayores que se necesitan construir para este proyecto son: las instalaciones de captación, las instalaciones de conducción, las instalaciones de bombeo y las instalaciones de tratamiento de aguas servidas.

S.7.1 Instalaciones de Captación

La captación del desagüe se hará desde varios puntos en los Colectores Surco, Circunvalación, Villa María del Triunfo y el Colector Villa El Salvador como se puede ver en la FIGURA S-10. El CUADRO S-15 muestra los caudales a ser captados según las alternativas presentadas en la sección anterior.

CUADRO S-15 Caudales Planeados de Captación

Alcantarilla Principal	Colector Circunvalacion	Emisor General Villa Maria Del Triunfo	Colector Surco	Emisor General Villa El Salvador	
A	A1	0.9	0.5	2.6	-
	A2	0.9 (II)	0.5 (I)	1.5 (I) 1.1 (II)	-
	A3	0.5 (I)	0.5 (I)	3.0 (II)	-
B	B1	0.9	0.5	2.6	-
	B2	0.9 (II)	0.5 (I)	1.5 (I) 1.1 (II)	-
	B3	0.9 (II)	0.5 (I)	0.5 (I)	-
				2.1 (II)	-
C	C1	-	0.5 (I)	1.5 (I) 1.67(II)	0.33 (I)
	C2	-	0.5 (I)	1.0 (I) 2.17(II)	0.33 (I)
	C3	-	0.5 (I)	3.17(II)	0.33 (I)
	C3'	-	0.5 (I)	3.00(II)	0.33 (I) 0.17 (I)*
D	D1	-	-	1.5 (I) 2.5 (II)	-
	D2	-	-	1.0 (I) 3.0 (II)	-
E	E1	1.0 (I)	1.0 (I)	2.0 (II)	-
	E2	1.0 (I)	-	3.0 (II)	-

*: Colector secundario del Emisor General Villa El Salvador

Las instalaciones de captación serán del tipo que se muestra en la FIGURA S-11.

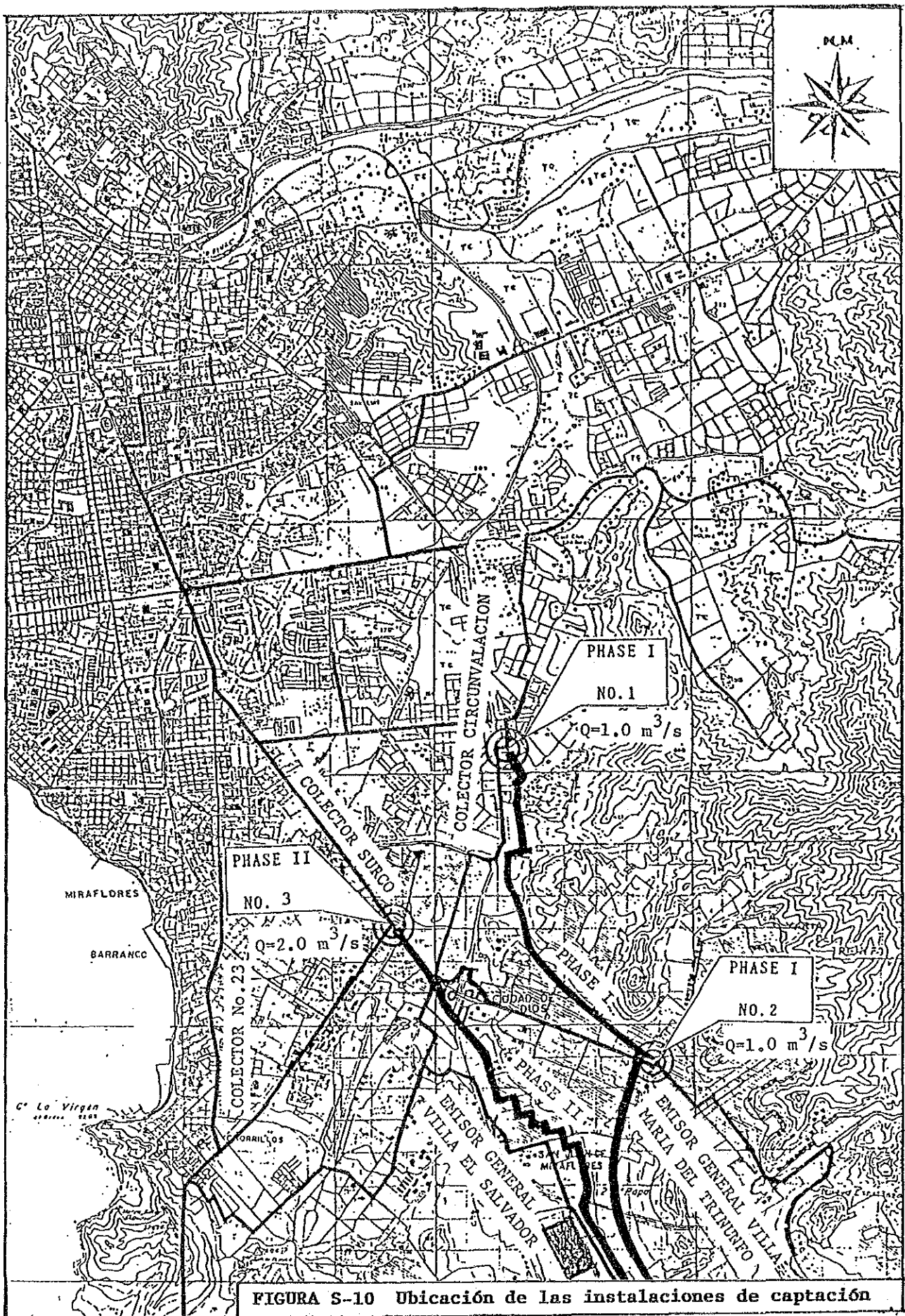


FIGURA S-10 Ubicación de las instalaciones de captación

Possible capacity Q is 1.0m³/sec/basin

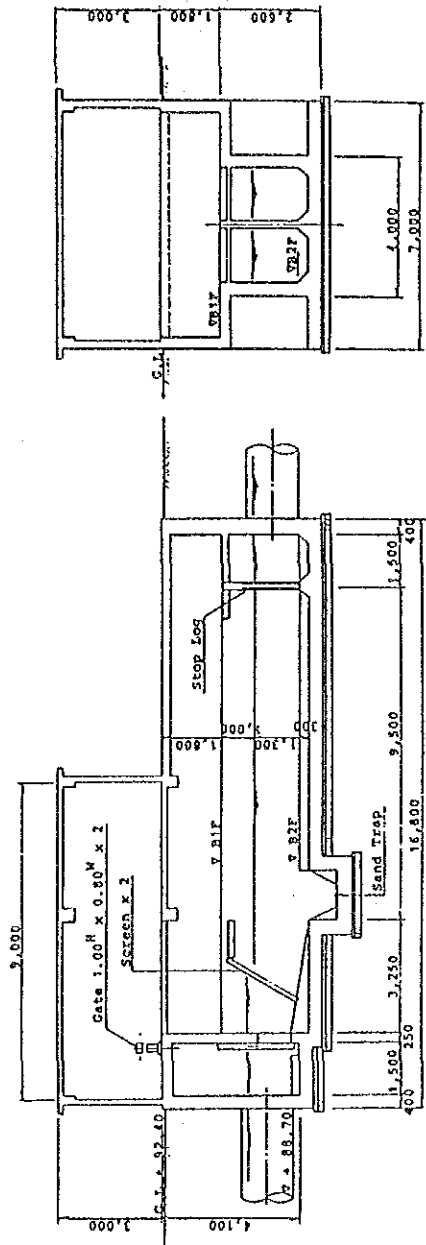
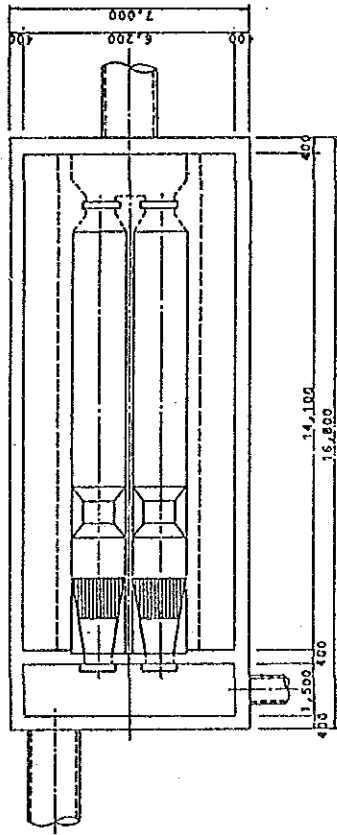
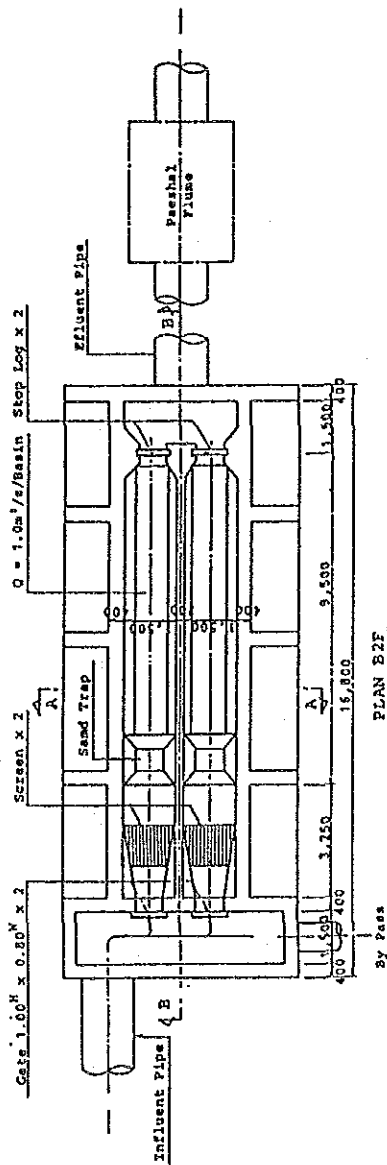


FIGURA S-11
FIG Instalación de Captación

SEDAPAL Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima PLAZA DE ARRIETA, STREET OF INDEPENDENCE OF SPECIALIST INSTIT. IN SOURCEWATER PART OF LIMA
TITLE: Intake Facility
SCALE: as shown DATE: 11-79 DRAWING No.: JUNJA INTERNATIONAL CORPORATION 100CT

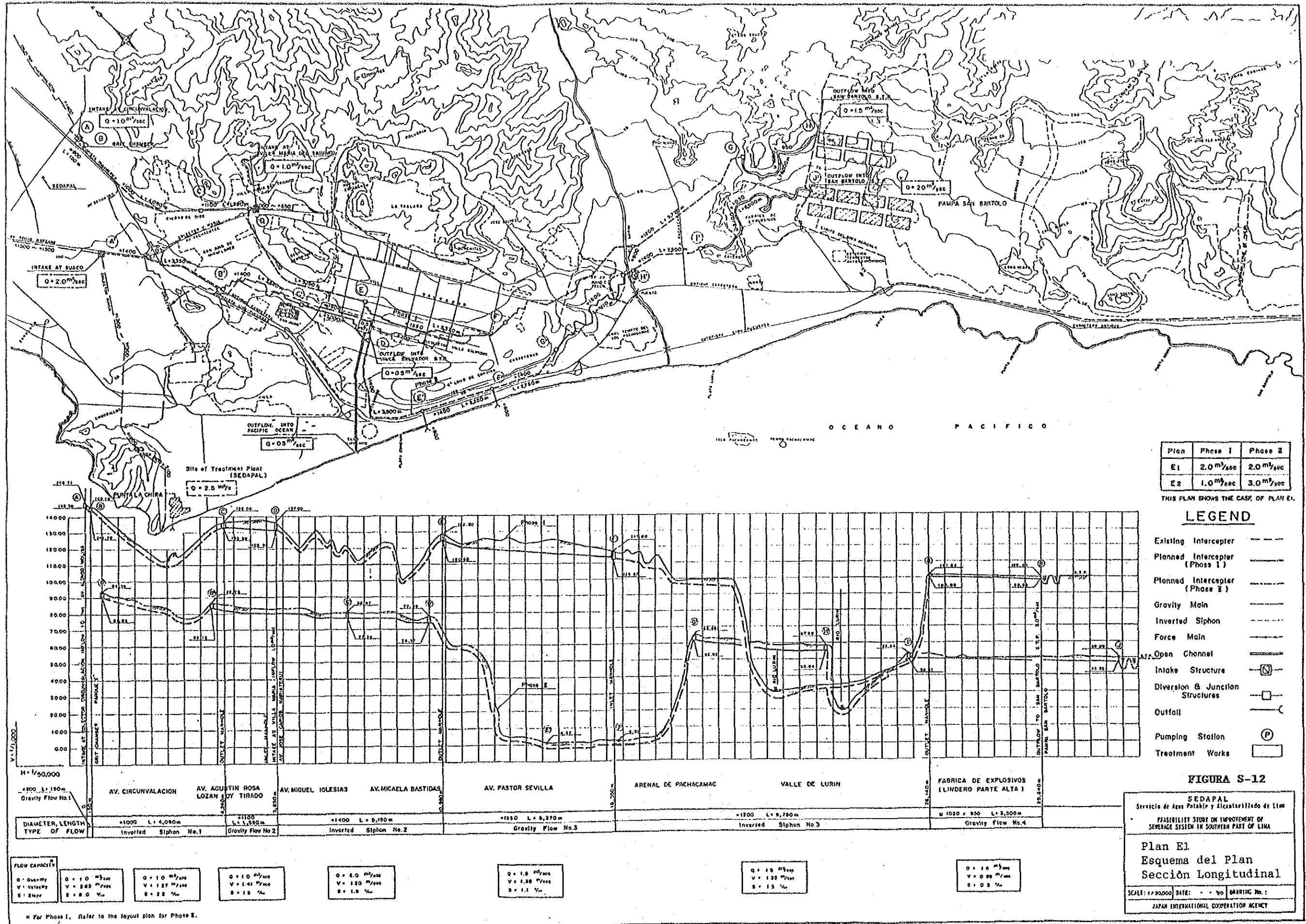
S.7.2 Instalaciones de Conducción

La capacidad de las líneas de conducción está basada en la cantidad de desagüe a ser captado, teniendo en cuenta su fluctuación horaria. La fórmula de Manning fue aplicada para el cálculo de las secciones con flujo tipo canal abierto, mientras la fórmula de Hazen-Williams se adoptó para las secciones de flujo a presión.

Los materiales de las tuberías a ser usadas en las diversas alternativas son: tubería de hormigón armado para la sección de flujo a gravedad, ii) tubería de hierro dúctil para la sección de flujo a presión, iii) tubería de concreto pretensado y tubería de hierro dúctil para el sifón invertido, y iv) revestimiento de concreto para el canal abierto.

Los sifones invertidos serán construidos con una cámara de entrada que dispondrá de rejillas y desarenadores. Se instalarán buzones de acceso en lugares donde hallan: cambios en el diámetro del tubo, cambios de pendiente, intersecciones de tubería, y donde lo requiera el mantenimiento. Se instalarán válvulas de purga de gasa intervalos apropiados en los sifones invertidos. Tuberías de drenaje serán conectadas a las alcantarillas más cercanas excepto en el caso del Río Lurin, donde se conectarán a unas zanjas de secado del lodo para evitar la contaminación del agua.

Como ilustración, la FIGURA S-12 presenta el trazo en planta y una sección longitudinal de la línea de transmisión para el Plan Alternativo E1.



Plan	Phase I	Phase II
E1	2.0 m ³ /sec	2.0 m ³ /sec
E2	1.0 m ³ /sec	3.0 m ³ /sec

THIS PLAN SHOWS THE CASE OF PLAN E1.

LEGEND

- Existing Interceptor
- Planned Interceptor (Phase I)
- Planned Interceptor (Phase II)
- Gravity Main
- Inverted Siphon
- Force Main
- Open Channel
- Intake Structure
- Diversion & Junction Structures
- Outfall
- Pumping Station
- Treatment Works

FIGURA S-12

SEDAPAL
Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima

FEASIBILITY STUDY ON IMPROVEMENT OF SEWERAGE SYSTEM IN SOUTHERN PART OF LIMA

Plan E1
Esquema del Plan
Sección Longitudinal

SCALE: 1/50,000 DATE: - - '60 DRAWING No.:
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

DIAMETER, LENGTH	AV. CIRCUNVALACION	AV. AGUSTIN ROSA LOZAN	AV. MIGUEL IGLESIAS	AV. MIKAELA BASTIDAS	AV. PASTOR SEVILLA	ARENAL DE PACHACAMAC	VALLE DE LURIN	FABRICA DE EXPLOSIVOS (LINDERO PARTE ALTA)
TYPE OF FLOW	Inverted Siphon No.1	Gravity Flow No.2	Inverted Siphon No.2	Gravity Flow No.3	Inverted Siphon No.3	Inverted Siphon No.3	Gravity Flow No.4	Gravity Flow No.4

* For Phase I, Refer to the layout plan for Phase I.

S.7.3 Tanque Desarenador y Estación de Bombeo

S.7.3.1 Tanque Desarenador

Estos estación ubicados en los punto de diversión, aguas arriba del sifón invertido, y en la estación de bombeo ó en la instalación de tratamiento, para impedir que entren sólidos inorganicos y materiales gruesos en el sistema.

La FIGURA S-13 muestra una esquema de la estructura de los tanques desarenadores, que son de tipo rectangular y flujo pistón. Los siguientes criterios se usarán en el diseño de la estructura:

Carga superficial: $S = \text{Aprox. } 1,800 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$

Velocidad media: $V = \text{Aprox. } 0.30 \text{ m/seg}$

Tiempo de retención: $T = \text{de } 30 \text{ a } 60 \text{ segundos}$

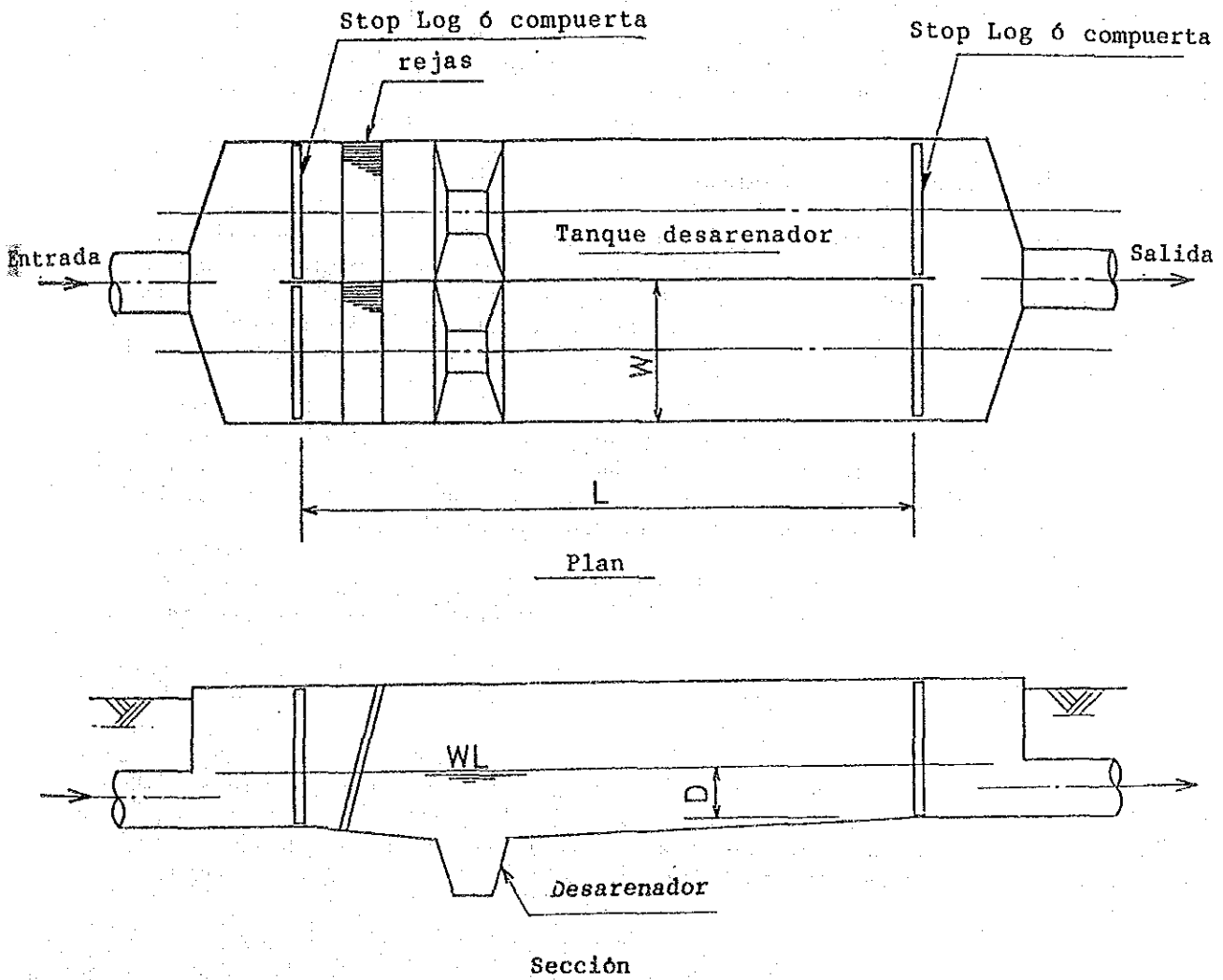


FIGURA S-13 Esquema de la Estructura del Tanque Desarenador

S.7.3.2 Estaciones de Bombeo

En el diseño de la estación de bombeo, es conveniente tener el mínimo número de bombas posible. Y cada bomba deberá tener una capacidad y rendimiento uniforme para permitir una fácil operación y mantenimiento.

Los arreglos óptimos en el número de bombas que serán instaladas se describen en la "Guía y Recomendaciones para el Diseño de Instalaciones de Alcantarillado" (Japan Sewage Works Association, 1984), y son los siguientes:

<u>Caudal de Diseño(m³/seg)</u>	<u>Número de Bombas (equipos)</u>
menos de 0.5	3 (incluyendo una de emergencia)
de 0.5 a 1.5	de 3 a 5 (incluyendo una de emergencia)
mas de 1.5	de 4 a 6 (incluyendo una de emergencia)

Las bombas serán del tipo centrífugo de eje vertical, por requerir de un menor espacio y ser las mas apropiadas para los caudales de diseño y altura de bombeo del proyecto.

Teniendo en cuenta la posibilidad de interrupciones de energía eléctrica, se deberá considerar un bypass.

S.7.4 Instalaciones de Tratamiento

Los puntos considerados durante la selección de los métodos de tratamiento incluyen: cantidad y calidad del desagüe y su variación, condiciones en las zonas de descarga y uso del agua, la amplitud de la planta de tratamiento, lugar y el medio ambiente de la instalación de tratamiento, la operación y organización de mantenimiento y los gastos de operación y mantenimiento.

La descarga del Colector Surco proyectada será de 6.5 m³/seg para el año 2000. Los caudales de diseño de las instalaciones de tratamiento propuestas en cada alternativa en la Capitulo S.6 se resumen en el CUADRO S-16. La calidad deseada para el agua tratada es la siguiente:

<u>Sitio</u>	<u>Nivel de Tratamiento</u>	<u>DEO₅</u>	<u>Coliformes Fecales</u>
		(mg/l)	(NMP/100 ml)
Margen occidental del Rió Lurin	3	35	1,000
San Bartolo	2	45	10,000

Los métodos de tratamiento propuestos serán: lagunas aireadas (LA) para la PTD San Juan, San Juan y Villa El Salvador, y Lagunas de Estabilización (LE) para San Bartolo. Los CUADROS S-17 y S-18 presentan los criterios de diseño de las Lagunas de Estabilización y de las Lagunas Aireadas.

CUADRO S-16 Caudales de Diseño para las Instalaciones de Tratamiento de Desagües en cada Sitio Propuesto

(unidad : m³/seg)

Sitio Propuesto	a. PTD San Juan		b. San Juan		c. Villa El Salvador		e. & f. San Bartolo	
	Ph-I	Ph-II	Ph-I	Ph-II	Ph-I	Ph-II	Ph-I	Ph-II
A1	-	-	-	-	0.5	-	3.5	-
A2	-	-	-	-	0.5	-	1.5	2.0
A3	-	-	-	-	0.5	-	0.5	3.0
B1	-	-	-	-	0.5	-	3.5	-
B2	-	-	-	-	0.5	-	1.5	2.0
B3	-	-	-	-	0.5	-	0.5	3.0
C1	0.5*1	-	1.0	-	0.83	-	-	1.67
C2	-	-	1.0	-	0.83	-	-	2.17
C3	-	-	-	0.5	0.83	-	-	2.67
C3'	-	-	-	0.5	1.0	-	-	2.5
D1	0.5*1	-	1.0	-	-	-	-	2.5
D2	-	-	1.0	-	-	-	-	3.0
E1	-	-	-	-	0.5	-	1.5	2.0
E2	-	-	-	0.5	-	-	1.0	2.5

*1 0.5 m³/seg representa el aumento de capacidad debido a la reconstrucción.

CUADRO S-17 Criterios de Diseño de las Lagunas de Estabilización

Parámetros	Símbolo	Unidad	Fórmula ó Valor	Aplicación
Laguna Facultativa Primaria				
. Temperatura del Agua	T _w	°C	$T_w = 8.49 + 0.82 T_a$	$T_a = 15$ °C $T_w = 8.49 + 0.82 \times 15 = 20.8$ °C
. Carga Superficial de DBO ₅	L ₁₁	kg-BOD/ha/d	under 400 $L_{11} = 357.4 \times 1.085^{(T_w-20)}$	$L_{11} = 357.4 \times 1.085^{(20.8-20)} = 382$
. Profundidad del Agua	D1	m	1.3 - 1.6	1.5
. Eficiencia en la Eliminación de la DBO ₅	R1	%	65 - 75	70
Laguna Facultativa Secundaria				
. Carga Superficial del DBO ₅	L12	kg-BOD/ha/d	40 - 210	200
. Profundidad del Agua	D2	m	1.3 - 1.6	1.5
. Eficiencia en la Eliminación de la DBO ₅	R2	%	30 - 40	35

**CUADRO S-18 Criterios de Diseño de las Lagunas Aireadas
(Sistema de Aireación de doble potencia)**

Parámetros	Símbolo	Unidad	Fórmula ó Valor	Aplicación
<u>Laguna Aireada de Mezcla Completa</u>				
. Período de Retención	t*c	día	1.5 - 2.0	2.0
. Profundidad del Agua	Dc	m	3.0 - 4.0	3.0
. Número de Lagunas	Nc	-	1	1
. Requerimientos de Oxígeno	Ro	kg/hr	$Ro=6.24 \times 10^{-5} \times Q.Li$	Igual
. Potencia Requerida para Mezcla Completa	pc	w/m ³	$pc \geq 6w/m^3$	$6w/m^3$
<u>Laguna Aireada Facultativa</u>				
. Período de Retención por Celda	t*f	día	0.5 - 1.0	0.67
. Profundidad del Agua	Df	m	3.0 - 4.0	3.0
. Potencia Requerida para la Mezcla Parcial	pf	w/m ³	$pf \geq 1 w/m^3$	1.0-1.5w/m ³
. Número de Lagunas	nf	-	1 - 3 (series)	3 células
<u>Lagunas de Sedimentación</u>				
. Período de Retención	t*s	día	1 - 2	1