

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA SANITARIA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD
DE RECUPERACION DE AGUAS
CLOCALES

AUGUSTA DIANDERAS SALHUANA

1 9 7 2

T A B L A D E C O N T E N I D O

	PAG.
PROLOGO	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
1. RECUPERACION DE AGUAS CLOACALES	1
1.1. Introducción	1
1.2. Estado actual de la recuperación de las aguas cloacales en América	3
1.3. Estado actual de la recuperación en Eu- ropa	7
1.4. Estado actual de la recuperación en el Perú	11
1.5. Requisitos Sanitarios	18
1.6. Métodos de Recuperación	24
1.7. Procesos conexos de depuración de aguas cloacales	38
1.8. Rangos de costos de inversión y de ope- ración	42
1.9. Aspectos Legales en el Perú	43
1.10. Conclusiones	46
2. AGUAS CLOACALES DE LA CIUDAD DE CHINCHA ALTA	47
2.1 Aspectos geo-socio-económicos de la ciudad ..	47
2.2. Sistemas de aguas cloaca es	48
2.3. Tipo de aguas cloacales	53

	PAG.	
2.4.	Utilización actual de las aguas cloacales....	54
2.5.	Previsiones futuras en cuanto a la producción de aguas cloacales, disposición y eventual utilización	57
2.6.	Campos potenciales de aplicación del efluente cloacal	58
3.	RECUPERACION PARA USO AGRICOLA	60
3.1.	Valle de Chincha	60
3.2.	Fuentes de agua para riego	67
3.3.	Necesidades totales y estacionales efectivas de agua para riego eficiente por clase de cultivos	80
4.	APLICACION DE LAS AGUAS CLOACALES	83
4.1.	Mejoramiento y regularización estacional del riego de tierras en explotación	83
4.2.	Incorporación de nuevas tierras a la producción	84
4.3.	Areas utilizables	85
4.4.	Cédula considerada de cultivo	86
4.5.	Necesidades de agua	88
4.6.	Formas de aprovechamiento	89
4.7.	Sistema de obras generales	91
4.8.	Inversión requerida	92
4.9.	Financiación	95

PAG.

4.10.	Costo de operación	96
4.11.	Costo del metro cúbico de agua recuperada	98
4.12.	Beneficios	98
4.13.	Costo de operación actualizado	99
4.14.	Ingresos actualizados	100
4.15.	Costo de la Ha. de tierras incorporadas a la agricultura	100
4.16.	Relación ingreso - costo	101
4.17.	Relación beneficio - costo	102
5.	RECUPERACION COMO AGUA PARA PROCESOS INDUSTRIALES	104
5.1.	Industria local	104
5.2.	Fuentes de suministro de agua	106
5.3.	Utilización de las aguas cloacales	107

APENDICES

ANEXOS

BIBLIOGRAFIA

P R O L O G O

En nuestro país existen grandes extensiones de terreno con posibilidades inmediatas de ser incorporadas a la agricultura, pero que sin embargo, se mantienen erizas en su mayor parte por falta de agua de riego. Asimismo existen diversas industrias que requieren de nuevas fuentes de abastecimiento de agua para cubrir sus requerimientos de este elemento. Las fuentes de aprovisionamiento para estos fines son principalmente las aguas subterráneas y las aguas provenientes de los ríos existentes que por lo general tienen un régimen irregular.

La recuperación de las aguas cloacales nos brinda una alternativa para suplir los déficits de agua que presentan normalmente las fuentes señaladas. La recuperación de esas aguas nos puede proveer de una fuente de agua relativamente económica que puede usarse tanto en la agricultura como en las industrias y campos recreacionales.

Mi interés por este tema surgió al tratar de encontrar alguna otra alternativa al problema de déficit de agua de riego en el valle de Chíncha. Esto unido al problema existente de disposición de las aguas cloacales hizo que desarrollara este estudio de factibilidad.

El presente trabajo comprende un esbozo general de la recuperación de las aguas cloacales en el mundo con especial énfasis en el Perú. Seguidamente se describe el sistema existente de alcantarillado de la ciudad de Chíncha Alta, así como los aspectos agrícolas del mismo valle. Posteriormente se describen los posibles usos que se le podrían dar a las aguas cloacales, habiéndose estudiado la factibilidad técnico económica de la recuperación de las aguas cloacales de la ciudad de Chíncha Alta para su uso agrícola en terrenos del mismo valle.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones y recomendaciones son las siguientes:

1. Que siendo necesario, efectuar la mayor utilización del agua disponible, es conveniente y necesario efectuar la recuperación de las aguas cloacales para utilizarlas en la agricultura, industria o recarga de la napa acuífera siempre que sea posible técnica y económicamente.
2. Los resultados deducidos en cuanto a la relación I/C más desfavorable, y la consideración de los beneficios intangibles previsibles enunciados a ser generados como consecuencia de la actividad primaria, permiten presumir a este nivel de estudio una relación B/C sustancial del orden de 3:1 y por consiguiente la factibilidad económica del proyecto.
3. En mérito a los resultados expuestos, obtenidos en este estudio a nivel de pre-factibilidad, se encuentra justificado recomendar la realización de un estudio definitivo de factibilidad del proyecto.

1. RECUPERACION DE AGUAS CLOCALES

1. RECUPERACION DE AGUAS CLOACALES

1.1. INTRODUCCION

En tiempos pasados, no muy lejanos aún en la historia, en todas las partes del mundo las aguas de desecho producto de las actividades humanas eran vertidas sin tratamiento alguno en los cuerpos de agua polucionando y contaminando las aguas naturales. Los descubrimientos en la primera mitad del siglo pasado, acerca de, la transmisión y propagación de ciertas enfermedades en el género humano, por el agua conteniendo impurezas, mostraron la imperiosa necesidad de la depuración previa de las aguas efluentes de los sistemas de alcantarillado, en relación con la salubridad. Por otro lado, los avances logrados en la segunda mitad del mismo siglo, en el conocimiento de los complejos mecanismos de la química del agua y en la bacteriología establecieron las bases para el desarrollo de técnicas y métodos de tratamiento que permitieron la construcción de plantas, ideadas y diseñadas originalmente para la preservación sanitaria de los cuerpos de agua receptores y cuyo uso es hoy en día corriente en gran parte de las ciudades y poblaciones del mundo con sistema público de alcantarillado.

Se tiene también que el constante crecimiento de la población mundial y el acelerado desarrollo industrial impo -

nen cada día una mayor demanda de agua sobre las fuentes tradicionales de abastecimiento. Esto crea la necesidad de disponer de fuentes nuevas o complementarias, para el abastecimiento de agua en regiones semiáridas y áridas o donde las fuentes naturales han devenido, o están deveniendo, inutilizables debido a la contaminación.

Todo ello ha conducido a la concepción de un campo de aplicación del tratamiento de las aguas cloacales más allá de las consideraciones de orden puramente sanitario extendiéndolo al de la recuperación de un recurso natural vital para la subsistencia y progreso de la humanidad.

La definición de la viabilidad de la recuperación de las aguas residuales involucra obviamente, no sólo los aspectos técnicos y sanitarios sino también los relativos a la capacidad de soporte económico del proyecto considerando.

Aunque la recuperación de las aguas residuales cloacales urbanas y de las residuales industriales es más corrientemente destinada al riego agrícola y a la obtención de agua para procesos industriales, se le viene utilizando también cada vez más en algunos países en la recarga controlada de formaciones acuíferas subterráneas. Este último procedimiento ofrece algunas veces la perspectiva de una salida útil al problema sanitario

de la disposición de las aguas cloacales en poblaciones que no tienen otra alternativa, que la del vertimiento sobre el terreno.

1.2. ESTADO ACTUAL DE LA RECUPERACION DE LAS AGUAS CLOACALES EN AMERICA

En varios países de América y particularmente en los Estados Unidos, se está llevando a cabo la recuperación de las aguas servidas. Ese país considerando su zona árida o semi-árida del Sud-Oeste en los Estados de California, Arizona, Nueva México, Texas y su zona interior, principalmente los estados de Nevada y Utah, ha juzgado de gran valor el recuperar el agua cloacal tanto para utilizarla en la irrigación como en la industria. Se ha de señalar, sin embargo, que la mayor parte de las ciudades donde se recupera el agua cloacal son pequeñas exceptuando quizás San Francisco, California, que recupera de su efluente cloacal solo una parte, 26 a 30 l.p.s., que equivale a una población contribuyente de 100,000 habitantes. En esta ciudad el agua cloacal recibe un tratamiento tal, que el efluente cumple con los requisitos sanitarios indispensables para ser utilizado en la irrigación del Golden Gate Park y a la vez mantener un lago artificial en este parque. La mayor parte de las otras ciudades que recuperan el agua cloacal la emplean en industrias mineras,

procesos de refrigeración, agua para calderos, refinerías y en la irrigación de sembríos de algodón, maíz, plantas forrajeras, campos de golf y parques, recibiendo estas aguas un tratamiento previo al uso final de acuerdo a los requisitos que deba reunir en cada caso.

Usualmente el tratamiento que reciben las aguas cloacales destinadas a irrigación se basa en la estabilización de aquéllas ya sea en lagunas y zanjas de estabilización o simples lagunas en tierra. Para usar el agua recuperada en irrigación, estas ciudades toman en consideración principalmente las diferentes sustancias químicas que se incorporan a las aguas servidas domésticas por la combinación con desagues industriales, recurriendo muchas veces a la separación de ciertos elementos que podrían afectar la calidad de las aguas recuperadas.

Asimismo, los departamentos de salud de los estados mencionados, cuentan con reglamentos para aguas recuperadas donde se establece las concentraciones permisibles de varios constituyentes minerales y químicos para los diferentes tipos de suelos y cosechas.

Cuando se trata de la recuperación del efluente cloacal para los procesos industriales mencionados, se realiza un estudio más detallado para encontrar de acuerdo a cada tipo de industria el tratamiento más adecuado y

económico. Actualmente se están utilizando bastante las lagunas de estabilización como tratamiento único de las aguas cloacales obteniéndose efluentes satisfactorios para la industria, informándose que actualmente más de 30 industrias diferentes cuentan con aproximadamente un total de 1,000 de estas instalaciones. En California se ha encontrado recientemente, que este tipo de tratamiento reduce el contenido de Ca^{++} y Mg^{++} del agua cloacal en un 50% aproximadamente y el contenido de sólidos totales en un 25%, logrando así que el efluente sea utilizado en procesos de refrigeración. Pero quizás el mayor usuario industrial de las aguas recuperadas en los Estados Unidos sea la Corporación de Acero Belén en Baltimore, Estado de Maryland, que desde el año 1941 viene comprando 4,360 l.p.s. de los efluentes de la planta de tratamiento de desagües de esa ciudad.

Generalmente los usuarios industriales de EE.UU., como en el caso expuesto, compran los efluentes de la planta de tratamiento municipal resultándoles mucho más económico que si tuvieran que abastecerse del sistema público de agua o de fuentes subterráneas propias. Inclusive, se dan casos en ese país como el de Big Springs, Texas, en el que una refinería paga el costo total de operación de la planta de tratamiento de desagües de la ciudad y aún así obtiene un agua 25% más económica que si se abas

teciera de cualquier otra fuente. En muchos casos también, las industrias disponen de sus propias instalaciones de tratamiento, predominando entre éstas las lagunas de estabilización que ya pasan del millar en los Estados Unidos.

Las cargas de diseño empleadas en ellas son relativamente bajas, habiéndose encontrado que tanto los costos de capital como de mantenimiento son respectivamente 25% y 10% más económicos que el de una planta mecánica de tratamiento.

En la República de México, se reporta también, el incremento en varias ciudades de la recuperación de las aguas servidas para usarlas principalmente en el riego de áreas verdes. Este incremento en la recuperación de las aguas servidas se debe tanto a la insuficiencia de fuentes superficiales para el abastecimiento público que obliga al mayor ahorro posible del agua potable, como a los altos costos del tratamiento necesario para acondicionar dichas fuentes en caso de que existan. En Ciudad de México el agua recuperada sirve también para restablecer el equilibrio hidrológico. Como tratamiento emplean más comúnmente el proceso de lodos activados, siendo una de sus mayores plantas la de San Juan de Aragón que trata 500 - lts/seg. equivalente a una población contribuyente de 200,000 habitantes aproximadamente. El efluente de esta planta sirve para el riego de 1,000 Ha. de áreas verdes ,

ocupando la planta un área neta de 4 Ha.

En Costa Rica y Brasil se están recuperando también las aguas cloacales en menor escala. En la ciudad de Sao Paulo se está investigando con lagunas facultativas con cargas hasta 310 Kg/DB05/Ha/día obteniéndose efluentes bastantes aceptables para los requerimientos de diferentes industrias. Estas cargas se pueden incrementar más aún en climas cálidos como en las islas Trinidad, donde se está investigando con cargas que van desde los 580 a 620 Kg/DB05/Ha/día obteniéndose efluentes perfectamente acondicionados para ser utilizados en la agricultura. Estas cargas han sido obtenidas considerando que la cantidad de materia orgánica producida normalmente por una persona en un día es de 77 grs. de DB05. En Colombia, Argentina, Cuba, Chile, El Salvador, Nicaragua y el Perú, se están realizando también diversas investigaciones para la recuperación de las aguas cloacales. En acápite aparte se trata sobre la recuperación de las aguas servidas en el Perú.

1.3. ESTADO ACTUAL DE LA RECUPERACION EN EUROPA

En el continente europeo el problema de la recuperación de las aguas cloacales es de vital importancia, debido a la posibilidad de usar estas aguas conveniente-

mente antes de tratar de disponerlas en los cursos de agua naturales actualmente cargados de inmundicias que amenazan la salud, y afectan tanto a la producción agrícola como al desarrollo industrial.

Actualmente la mayor parte de los ríos europeos están virtualmente convertidos en verdaderas cloacas abiertas debido a los altos contenidos de bacterias y cargas nocivas que llevan. Tal el caso, por ejemplo del río Rin, que al entrar a Holanda lleva una carga de 200,000-bact./cm³ y arrastra 40,000 ton. de sal/día llevando además 300 ton./día de residuos petrolíferos. Asimismo se nota una disminución apreciable en la cantidad de peces existentes en los diversos ríos, ya que son pocos los que logran sobrevivir a las altas contaminaciones habiendo calculado los pescadores suizos que anualmente el estado sufre por esta causa una pérdida de S/. 22'000,000.

Así, por ejemplo, en la conferencia sobre Contaminación de Aguas realizada en Ginebra en 1961, se informó que unos 1,000 establecimientos industriales contribuían a la contaminación del río Sena, a la del Río Loire-unos 600 establecimientos, unos 500 contribuían a la contaminación del Rin-Mosela y otros 700 a la del río Ródano. Es asombrosa, la cantidad informada de industrias que vertían sus aguas residuales sin tratamiento directamente a los cursos de agua; encontrándose que de las 24 ciuda -

des francesas mayores sólo 5 disponían de plantas de depuración, menos de la mitad de las ciudades de Dinamarca tenían estas instalaciones y España e Italia no contaban con ninguna de importancia. Vale mencionar los elevados gastos, que por esta situación enfrentaban los países europeos, para la purificación de las aguas de abastecimiento - así como para el tratamiento de las aguas cloacales, informándose que, Suiza debía invertir aproximadamente 20,000 millones de soles, Alemania Occidental 132,000 millones de soles, Francia calculaba como mínimo 79,200 millones de soles y Noruega el 10% del presupuesto total del Estado.

Es por estas razones que resulta de gran importancia el desarrollo que puede alcanzar la recuperación de las aguas servidas en ese Continente, ya que se aprovecharían éstas y también se reduciría las cargas de materia orgánica en los diferentes ríos. Actualmente en Alemania, principalmente en Berlín y Leipzig, se vienen utilizando las aguas cloacales en la irrigación previo tratamiento que generalmente se realiza en lagunas naturales en tierra o lagunas de estabilización obteniéndose un efluente de calidad aceptable para la mayor parte de cultivos. En Francia, principalmente en París donde existen grandes campos irrigados con aguas servidas, se comenzó la recuperación adoptando las técnicas de cultivo para que sirvie-

ran como vías de disposición pero en la actualidad se están realizando diferentes tipos de tratamiento de acuerdo con las calidades de agua necesarias para los diferentes tipos de cultivos. Asimismo, como para diferentes procesos industriales es necesario el agua limpia y el tratamiento necesario para acondicionar las aguas del río Sena es muy costoso, se están recuperando las aguas servidas tratadas resultando esta solución más económica.

En Italia también se están haciendo diversas investigaciones para recuperar las aguas cloacales, habiéndose desarrollado nuevas técnicas para irrigaciones sub-superficiales de cultivos de legumbres. Asimismo, Holanda, también, ha desarrollado un nuevo tipo de tratamiento de aguas cloacales en zanjas de oxidación y cuyos efluentes pueden usarse en la irrigación.

En todos los países europeos mencionados se han efectuado diversos análisis encontrándose los siguientes contenidos promedio en N, P_2O_5 y K_2O : 70,000, 20,000, y 50,000 p.p.m. respectivamente. Asimismo, han podido comprobar, que al irrigar con aguas recuperadas la producción de hierbas forrajeras aumenta en un 300 a 400%, la de cereales en un 20 a 50% y la de tubérculos en un 100%. También han podido comprobar que el contenido de proteínas en las hierbas forrajeras aumenta de 6 a 7%.

1.4. ESTADO ACTUAL DE LA RECUPERACION EN EL PERU

Cuadro N° I

Se puede decir que la recuperación planificada de las aguas cloacales no existe como tal en el Perú, pero si es una práctica bastante generalizada en muchas de nuestras ciudades el riego de diferentes clases de cultivos con aguas cloacales crudas. Esta práctica se ha venido realizando desde tiempo atrás, sin mayor o algún control sistemático técnico y sanitario, principalmente en las ciudades de Lima, Arequipa, Piura, Tacna, Cuzco, Ica, Cajamarca, Chincha, y Trujillo entre otras. Actualmente sólo la ciudad de Arequipa cuenta con una planta completa para el tratamiento de sus aguas cloacales, encontrándose en vía de estudio y aprobación proyectos de tratamiento y disposición de las aguas cloacales para otras ciudades.

En la ciudad de Lima, principalmente los pobladores de las zonas bajas, siempre han hecho uso de las aguas cloacales crudas para el riego de cultivos. El estudio de factibilidad para la disposición de las aguas cloacales del área metropolitana efectuado por la compañía americana Greeley and Hansen en el año 1965 contemplaba la disposición en el Océano a base de dos emisores. El emisor Norte recibiría el efluente doméstico e industrial de la zona norte de la ciudad de Lima con una DB05 de 695 y 565 p.p.m. de sólidos suspendidos. Este emisor proyectado para ser -

SOBRE LAGUNAS DE ESTABILIZACION EN EL PERU

Cuadro Resumen

UBICACION		Estado de la Obra	Agencia Responsable	Población de Diseño	Tipo de Lagunas	Dimensiones
Departamento	Ciudad					
Ancash	Chimbote	Idea	D.G.O.S.			
Ayacucho	Ayacucho	Idea	D.G.O.S.			
Cuzco	Cuzco	Diseño	D.G.O.S.			
Ica	Ica	Idea	D.G.O.S.			
Junín	Cartagena	Construida	D.G.O.S.	6,000	Simple - Facultativa	2 de 50m x 200 m Prof. 0. 90m
La Libertad	Pto. Chicama	Construida	D.G.O.S.	6,000	Múltiple 1a. Anaeróbica y 2a. Aeróbica	2 baterías con Prof. 1.20m y 0. 90 m.
	Chocope	En Construc.	D.G.O.S.	10,000	Simple - Aeróbica (A.	2 de 1,236m3 Prof. 3,000 m
	Moche	Construida	D.G.O.S.	5,000	Simple - Facultativa	Sup. 12,000 m2 Prof. 1,10 m
	Virú	Construida	D.G.O.S.	4,900	Múltiple - 1a. Anaeróbica y 2a. Aeróbica	2 baterías
Lambayeque	Ulltimo	Construida	D.G.O.S.	5,500	Simple - Facultativa	2 de 6000 m2 Prof.1,10 m
	Jayanca	Construida	D.G.O.S.	6,000	Simple - Facultativa	1 de 12,000m2 Prof.1,10 m
	Monsefú	Construida	D.G.O.S.	18,000	Múltiple - 1a. Anaeróbica y 2a. Aeróbica	1a. de 11,000m2 y Prof.1,50m 2a. de 25,000m2 y Prof.0. 87m
	Pacora	Construida	D.G.O.S.		Simple - Facultativa	
	Safia	Construida	D.G.O.S.	5,000	Simple - Facultativa	Sup. 9,000 m2 Prof.1,10 m
Lima	Los Recaudadores	Eliminada	U.N.I.	3,200	Simple - Facultativa	Sup. 2,900m2 Prof. 1,23
	Puente Piedra	En Construc.	D.G.O.S.	40,000	Simple - Aeróbica (A. Mecánica)	2 de 50 m x 90 m Prof.2,10m
	Huaral	En Construc.	D.G.O.S.	50,000	Simple - Facultativa	2 de 100m x 160m Prof.1,50m
	San Juan	En Operación	Municipio	50,000	Múltiple	
	Ventamilla	En Operación	Municipio	50,000	Múltiple	
Piura	Piura	En Construc.	D.G.O.S.		Simple - Facultativa	
Tacna	Tacna	En Construc.	D.G.O.S.		Simple - Aeróbica (A. Mecánica)	

OBSERVACIONES:

- D.G.O.S. (Dirección General de Obras Sanitarias) pertenece al Ministerio de Vivienda
- Todos los desagües que reciben las lagunas son municipales
- Todas las lagunas son operacionales salvo de los Recaudadores que fue experimental

vir en una 1ra. etapa hasta 1985, a una población de 2'630,000 hab. con una contribución de 330 lt/hab/día y una contribución industrial de 1.29 mt³/seg., recibiría el efluente de una planta de tratamiento con capacidad para 12.50 mt³/seg. En una 2da. etapa calculada para el año 2,015 serviría a una población de 3'200,000 hab. considerando la misma contribución por habitante, el efluente industrial incrementado a 1.61 mt³/seg., y la capacidad de la planta a 15.25 mt³/seg. La planta de tratamiento proyectada consiste de un tanque sedimentador para la remoción de los sólidos flotantes y sedimentables y de un hipoclorador para la desinfección del efluente, considerando tan solo este tratamiento ya que el efluente no sería aprovechado, sea para irrigación o para la industria, debiendo simplemente ser lanzado 1,800 mts. mar afuera. El emisor Sur recibiría el efluente doméstico de la zona Sur de la Ciudad de Lima con una DB05 de 235 y 263 p.p.m de sólidos suspendidos. Este emisor proyectado para servir en una 1ra. etapa hasta 1985, a una población de 650,000 habitantes con una contribución de 330 lt/hab/día, recibiría el efluente de una planta de tratamiento de lodos activados con capacidad para 2.73 mt³/seg. En una 2da. etapa calculada para el año 2,015 serviría a una población de 800,000 habitantes considerando la misma contribución por habitante y la capacidad de la planta incrementada a 3.36

mt³/seg. En la zona Sur, el efluente sería aprovechado para la irrigación de 16,000 Ha. de las cuales ya se encuentran cultivadas 5,400 con algodón, pastos y alfalfa.

Para el distrito de Puente Piedra, al norte de Lima, se ha proyectado la construcción de una planta de filtros biológicos para el tratamiento de las aguas cloacales. La planta habrá de servir en una 1ra. etapa a una población de 10,000 habitantes siendo la capacidad proyectada de 0.01 mt³/seg. El proyecto contempla cuatro etapas previéndose que en la última sirva a una población de 40,000 habitantes con una capacidad de 0.04 mt³/seg. El proyecto considera que el efluente de la planta podría ser aprovechado para irrigación.

Las primeras investigaciones para la recuperación de las aguas cloacales en el Perú se iniciaron en la zona de San Juan que se encuentra a 17.5 kms. de la ciudad de Lima, considerando tan solo para el tratamiento lagunas de estabilización. El efluente sería aprovechado para el riego de un parque que se establecería en la zona. Las lagunas fueron proyectadas y construídas por la Junta Nacional de la Vivienda para servir a una población de 75,000 habitantes de las urbanizaciones de San Juan, Ciudad de Dios y Pamplona. Cubren una extensión de 20.5 Ha. y reciben una contribución promedio de aguas cloacales de 30,000 mt³/día. La eficiencia de tratamiento es -

tal que permite reducir el 75% de la DBO y el índice de coliformes en 99%.

El estudio integral de Arequipa Metropolitana - efectuado por el ex-Ministerio de Fomento y Obras Públicas en el año de 1959 contemplaba la disposición de las aguas cloacales en diferentes puntos. El efluente cloacal de la zona nor-este de la ciudad de Arequipa descargaría en una planta de tratamiento ubicada en Alata. La capacidad de la planta en un 1ra. etapa sería de $0.24 \text{ mt}^3/\text{seg.}$ y en una 4ta. etapa de $0.65 \text{ mt}^3/\text{seg.}$ La planta proyectada consiste de tanques Imhoff, considerando tan sólo este tratamiento ya que el efluente no sería aprovechado ni para irrigación ni para la industria debiendo simplemente ser lanzado al río Chili. Las aguas cloacales de la zona-sur de la ciudad de Arequipa con una DBO_5 de 250 p.p.m. descargan en una planta de filtros biológicos ubicada en Chilpina, con capacidad para $0.3 \text{ mt}^3/\text{seg.}$ El efluente es aprovechado para la irrigación de 300 Has. aledañas a la planta. Esta planta de tratamiento de tipo completo es la única que se encuentra actualmente en funcionamiento en el Perú.

Para las ciudades de Characato - Sabandía y Moll**o**baya - Santa Ana situadas aproximadamente a 8 y 10.5-Kms. al S.E de la ciudad de Arequipa, se ha proyectado

la construcción de dos plantas para el tratamiento de las aguas cloacales. Las plantas proyectadas tendrían una capacidad de $0.017 \text{ mts}^3/\text{seg}$ y $0.009 \text{ mt}^3/\text{seg}$. respectivamente y consistirían de tanques Imhoff, considerando tan solo este tratamiento ya que el efluente no sería aprovechado ni para irrigación ni para la industria debiendo simplemente ser lanzado al río Sabandía y Mollebaya respectivamente.

En la ciudad de Piura, las aguas cloacales de la ciudad descargan en una batería de tanques sépticos siendo el efluente aprovechado para irrigación. Como la capacidad de los tanques es limitada y no todo el efluente se aprovecha en irrigación, se ha formado una laguna en una depresión del terreno donde ocurren procesos de auto-purificación similares a los que se presentan en una laguna de estabilización. En Castilla, distrito de la provincia de Piura, el efluente cloacal también es aprovechado para irrigación sin recibir ningún tratamiento previo.

El proyecto integral de agua potable y alcantarillado de Piura Metropolitana elaborado por el ex-Ministerio de Fomento consideraba para el tratamiento de las aguas cloacales un sistema de lagunas de estabilización. Estas lagunas estarían ubicadas al Sur del área urbana

actual, a 1.8 Kms. siguiendo la carretera a Sechura.

En el diseño se contempla en una 1ra. etapa a una población de 109,000 habitantes cubriendo una extensión de 21.8 Ha. En una 2da. etapa servirían a una población de 180,000 habitantes cubriendo una extensión de 35.6 Ha. El proyecto por diversas causas no considera la obtención de un efluente inmediato, sino que ha de transcurrir un cierto período de tiempo para que este se obtuviere y se pudiese aprovechar para irrigación.

El estudio de factibilidad para la disposición de las aguas cloacales de la ciudad de Trujillo elaborado en el año 1968 contemplaba el aprovechamiento del efluente para la irrigación de 406 Has. de la hacienda "El Cortijo", propiedad de la Negociación Azucarera Laredo S.A. El estudio consideraba factible el riego con esas aguas crudas ya que se habría de irrigar una zona sembrada con caña de azúcar y que actualmente es irrigada mediante 21 pozos que no alcanzan a cubrir las necesidades de agua de riego requeridas.

La población considerada para la ciudad de Trujillo es de 150,000 habitantes contando el 66% de esta población con servicios de agua y desagüe. El caudal promedio de desagües de la ciudad es de 300 l.p.s. que han de servir según el estudio realizado para regar mediante un

bombeo un área de 136 Has. y por gravedad 70 Has. ubicadas en la parte baja cercana al mar. Además se ha considerado también tomar parte del colector de la calle Libertad para regar por gravedad 165 Has. y por bombeo de éste 35 Has. El área total a regarse con las aguas cloacales o sea las 406 Has. son equivalentes al 46% del área total de la hacienda "El Cortijo" cuya extensión es de 886 Ha. Además con los efluentes cloacales provenientes tanto de la población de la hacienda Laredo como con los de la fábrica de azúcar de caña de la propia Negociación, se ha considerado la irrigación de los fundos aledaños tales como el Porvenir, la Fortuna, la Merced, Sacachi. que y Trapiche.

En Chincha, provincia del departamento de Ica, también se utilizan las aguas cloacales crudas en el riego de diferentes cultivos. En esta ciudad, la Negociación Vitivinícola Santa Teresa intercepta el emisor general y riega sus cultivos con estas aguas. Esto lo realiza amparándose en la Resolución Ministerial expedida por la Dirección de Aguas e Irrigación en Febrero de 1943.

Como se ha expuesto, se han venido utilizando en nuestro país, sin ningún control técnico ni sanitario las aguas cloacales para el riego de diversos cultivos La Dirección General de Salud expidió el año de 1967 el

Decreto Supremo N° 84/67 con el que se aprobó el Reglamento Sanitario para la concesión de aguas negras con fines de irrigación el que fijaba las normas técnicas y sanitarias a cumplir por los diversos usuarios del país. De esta forma se reguló por primera vez el uso de las aguas cloacales. Posteriormente se promulgó la "Ley General de Aguas" que si bien derogó el reglamento citado mantiene dentro de su articulado las mismas disposiciones.

1.5 REQUISITOS SANITARIOS

De acuerdo con los usos que podría tener el agua recuperada ya sea en la agricultura, industria o recarga de la napa freática, se han considerado respectivamente condiciones sanitarias y estéticas. Estas condiciones son las que determinan el grado de tratamiento que debería aplicarse en cada caso a las aguas cloacales. El tratamiento se emplea y se ha empleado para satisfacer ciertas condiciones sanitarias previas a la disposición. Al pensar en la recuperación de las aguas cloacales, se ha constatado que muchas veces los requerimientos de disposición acompañan la tarea de la recuperación, logrando que ésta sea más factible económicamente.

1.5.1 Requisitos Sanitarios que deben cumplir las -
Aguas Cloacales a ser usadas en la Agricultura

Las condiciones sanitarias standard que deben -
cumplir las aguas a ser utilizadas en el riego de cultivos
dependen básicamente de la clase de éstos y las condicio-
nes bajo las cuales se desarrollan. Así tenemos que tanto
las autoridades de salud pública como las de agricultura-
no permiten la irrigación de cultivos de tallo corto como
legumbres, hortalizas, fresas o frutas de tallo corto con
aguas cloacales parcialmente tratadas. Aguas de esta natu-
raleza se pueden utilizar para el riego del algodón, cul-
tivos de forraje como cebada, alfalfa, maíz forrajero, re-
molachas forrajeras, etc. Sin embargo, no es conveniente-
que el ganado se alimente de estos cultivos cuando han si-
do regados con aguas cloacales.

Entre los requisitos sanitarios, que deben sa-
tisfacer las aguas cloacales a ser usadas en la agricultu-
ra, podríamos citar los siguientes:

- Libre de olores
- Libre de grasas o aceites
- Libre de materias suspendidas o flotantes que sean re-
pugnantes.
- Debe existir oxígeno disuelto ya que la ausencia de éste
indicaría la descomposición anaeróbica de la materia or-
gánica o la que es lo mismo la existencia de putrefacción.

Los requisitos citados podrían considerarse como los básicos, debiendo anotarse que la recuperación de las aguas cloacales para uso agrícola ha tenido que cumplir con ciertos aspectos técnicos, económicos y más aún consideraciones psicológicas que ya han logrado ser superadas.

1.5.2 Requisitos Sanitarios que deben cumplir las Aguas Cloacales a ser usadas en la Industria

De acuerdo con los diferentes tipos de industria, se podría decir que existen algunas en las cuales no es necesario disponer de un agua de alta calidad mientras que existen otras en las cuales el agua tiene que recibir un tratamiento previo al de su utilización.

Muchos procesos industriales requieren un agua clara, incolora, sin sabor, relativamente blanda, libre de fierro, manganeso, hidrógeno sulfurado y materia orgánica y de una adecuada calidad bacteriológica. Dentro de estos procesos podríamos citar el empacamiento de carnes, operaciones de lavado y teñido de textiles, etc. Es obvio que para que las aguas cloacales pudieran ser utilizadas en los procesos industriales mencionados, tendrían que ser sometidas a un tratamiento cuyo costo resultaría bastante elevado.

Para poder recuperar las aguas cloacales y utilizarlas en la industria, se tendría entonces que tomar en cuenta la calidad del agua requerida por ésta, así como su ubicación dentro del área de recuperación, ya que estos son factores influyentes en las consideraciones económicas.

Como se ha mencionado anteriormente ciertas industrias no requieren agua de alta calidad, pudiendo emplearse en estos casos aguas cloacales recuperadas, pero que cumplan los siguientes requisitos sanitarios:

- Libre de olores
- Libre de materias suspendidas y flotantes repugnantes
- Libre de materias grasas
- Presencia de oxígeno disuelto

Otras industrias que también pueden hacer uso de las aguas cloacales recuperadas previo tratamiento de éstas, requieren asimismo que se cumplan los tres requisitos sanitarios citados en primer término y preferiblemente el oxígeno disuelto debe ser ≥ 5 mgr/lt. y consecuentemente es preferible que el anhídrido carbónico (CO_2) sea ≤ 20 mgr/lt.

1.5.3 Requisitos Sanitarios que deben satisfacer las Aguas Cloacales a ser usadas en la recarga de la Napa Freática

Consideraciones estéticas como los altos costos necesarios para el tratamiento del agua cloacal en caso de que ésta fuera a ser usada en el abastecimiento público han hecho prohibitivo este uso, pero, sin embargo, se ha pensado recargar la napa freática con esta agua, lo que permitiría posteriormente usarla en el abastecimiento público. Sin embargo, este uso es todavía motivo de experimentación e investigación ya que aún se desconocen ciertas técnicas a seguir, así como los efectos de una posible polución que podría sufrir la napa freática al adicionársele el agua cloacal.

De acuerdo con los sistemas de recarga artificial de la napa freática que existen actualmente que son básicamente para la recarga con agua superficial podría mos decir que los requisitos sanitarios que deberían cumplir las aguas cloacales tendrían que satisfacer las condiciones de cada sistema.

En caso de que se empleará el método de inundación de cuencas distribuidas sobre extensas áreas porosas o simplemente el de la descarga del desagüe en fosas, surcos o canales de donde se permitiría la infiltración hacia la zona de saturación, los requisitos sanitarios que

deberían reunir las aguas cloacales serían mínimos ya que de acuerdo con investigaciones hechas en California en 1954 por Butter y otros, durante un período de 28 meses demostraron que no es un peligro para la salud pública - el recorrido que siguen las bacterias en los suelos y en el agua subterránea. Esto se debe a que el propio suelo sirve como manto filtrante pero indudablemente es preferible que los desagües tengan un contenido de sólidos totales bajo, ya que esto evitaría la posible colmatación de los suelos. Se tendría que pensar asimismo que en el momento del vertimiento debe existir oxígeno disuelto para evitar olores putrescibles que si podrían ser nocivos para la salud.

El otro método o sistema existente para la recarga es el de la inyección directa de agua pura dentro de pozos. Este método se hace casi prohibitivo para las aguas cloacales recuperadas ya que éstas tendrían que recibir un tratamiento de depuración bastante eficiente.

Para este caso los requisitos sanitarios que deberían reunir las aguas cloacales serían:

- El agua cloacal debe ser clara
- El oxígeno disuelto debe estar cerca del punto de saturación.
- En caso de que se empleara solamente la cloración el -

n.m.p. de coliformes debe ser de 50/100 ml.; en caso de que el tratamiento fuera completo entonces el n.m.p. de biera ser de 20,000/100 ml.

- Las sustancias que no son removidas por los métodos comunes de tratamiento deben estar dentro de los standards-químicos permisibles.

Como conclusión se podría decir que quizás la única objeción válida para el uso extensivo del agua recuperada está basada en los posibles efectos de contaminación o polución de abastecimientos subterráneos al recargar directamente la napa de agua. Indudablemente que con las investigaciones y estudios que se vienen llevando a cabo especialmente en U.S.A. e Israel se podrá llegar a conclusiones que serán de gran beneficio para la humanidad.

1.6 METODOS DE RECUPERACION

De acuerdo con la experiencia existente en la recuperación de las aguas cloacales vemos que éstas están siendo utilizadas ventajosamente en la agricultura, industria y para otros propósitos. En la mayoría de estos casos se puede clasificar el uso como incidental ya que se utilizan los efluentes del tratamiento previamente a la disposición constituyendo por lo tanto los métodos más económicos de recuperación y disposición final.

En contraste con la recuperación incidental existe la recuperación planificada que consiste en producir un abastecimiento de agua para el uso diario, con la materia líquida del desagüe, pero que debido a consideraciones económicas no ha sido factible, excepto en ciertas circunstancias cuando las fuentes de agua natural han sido escasas o insuficientes.

Los métodos de recuperación dependen de los diferentes usos que se le fuera a dar al agua cloacal, por lo que se mencionarán separadamente estos métodos.

1.6.1 Métodos de Recuperación empleados en la Agricultura

Para la determinación de los diferentes métodos de recuperación existentes, se han realizado investigaciones principalmente sobre los efectos causados por las aguas recuperadas sobre el suelo, el valor nutritivo de estas aguas así como los grados de tratamiento requeridos por éstas para los diferentes tipos de suelos tomando en cuenta las diferentes clases de cultivos.

De las investigaciones realizadas se han determinado los diferentes procedimientos que se pueden emplear en la irrigación o habilitación de tierras y que son básicamente:

- Almacenamiento de las aguas cloacales en lagunas de tierra.

- Almacenamiento de las aguas cloacales en tanques de sedimentación para usar los efluentes en el riego de cultivos.
- Vertimientos de las aguas cloacales sobre el terreno con la idea de la absorción como proceso de tratamiento.

El primer procedimiento se basa en la construcción simple de dos o tres lagunas rectangulares de tierra que actúan como tanques de almacenamiento donde se producen los procesos de sedimentación, oxidación y de desinfección. La práctica aconseja que por cada 18 Kgs/día de BOD aplicado se requiera de aproximadamente media hectárea. Asimismo, se aconseja una profundidad no mayor de 1.5 mts. para la laguna y se recomienda taludes de 1:4. Estas lagunas se diseñan para períodos de retención de aproximadamente 3 meses de tal manera de obtener una destrucción bacteriana efectiva, así como también una oxidación y evaporación adecuadas. El efluente de las lagunas puede ser usado en la irrigación excepto cuando se trate de cultivos de tallo corto. Al utilizar estos efluentes en la irrigación hay que tener en cuenta las pérdidas que se producen por evaporación y absorción que lógicamente disminuyen la cantidad de agua que primitivamente iba a ser usada.

El segundo y tercer procedimiento se basan en la eliminación de la materia sólida del desagüe para lue-

go utilizar el efluente en el riego de cultivos o simplemente verterlo sobre tierras permeables.

En ambos casos las aguas cloacales crudas descargan en tanques sedimentadores rectangulares diseñados para un período de retención de 2 horas y para una tasa superficial igual a 150% del flujo promedio. El efluente de los sedimentadores es el que se utiliza para el riego de cultivos pero bajo las condiciones siguientes:

- La existencia de terrenos fértiles que produzcan al ser irrigados.
- La escasez de otras fuentes de suministro de agua o la insuficiencia de éstas.
- Lugares donde las precipitaciones pluviométricas sean de poca intensidad y donde la temperatura se mantenga más o menos estable sin sufrir mayores cambios.
- El sistema de alcantarillado de la población debe ser del tipo separativo.
- Los costos tanto de mano de obra como los de bombeo deben estar dentro de ciertos límites factibles.
- Los terrenos deben ser permeables ya que si éstos fueren rocosos o arcillosos, la absorción no se llevará a cabo
- El área propuesta para la disposición debe estar algo apartada de la población urbana para evitar posibles malos olores y molestias.

- El área propuesta para la disposición debe estar ubicada de tal manera que no impida el crecimiento rápido y ordenado de la población.

En los tres procedimientos mencionados interviene la fuerza de gravedad, la acción germicida de los rayos solares, la oxidación efectiva, la simbiosis y la auto destrucción de bacterias. Asimismo se le proporciona al suelo elementos nitrogenados y sales de potasio y fósforo orgánico que generalmente se encuentran presentes en las aguas cloacales.

De lo expuesto, se deduce que los costos para acondicionar los desagües para que puedan ser utilizados en la irrigación o riego de cultivos son reducidos. Esto hace más factible la recuperación agrícola para los países de bajo nivel económico. Asimismo, es muy recomendable este uso para zonas en que los regímenes de los ríos son muy variables y para zonas poco lluviosas, ya que permite aprovechar al máximo el agua cloacal.

Para lograr los mejores éxitos en la recuperación de las aguas cloacales para la irrigación, se debería contar con un Departamento de Salud Pública que controle la calidad de los efluentes a ser usados, debiendo esa entidad determinar a que clase de cultivos podrían aplicarse esos efluentes.

1.6.2 Métodos de Recuperación empleados en la Industria

Las industrias que en general están ubicadas dentro del radio urbano son las llamadas a utilizar el agua cloacal recuperada pero en contraste con la recuperación para uso agrícola, al pretender usar estas aguas en industrias se requiere realizar estudios más detallados. Esto es indudable ya que al existir tal diversidad de industrias y siendo los requerimientos de cantidad y calidad también diversos, se requiere estudiar si es factible o no usar el agua cloacal recuperada para la clase de industria investigada.

Las aguas cloacales recuperadas actualmente se usan principalmente en procesos de refrigeración, en agua para calderos, en plantas de refinamiento de petróleo, en diversas industrias mineras, en siderúrgicas, etc. En las plantas de refinamiento de petróleo y en las industrias siderúrgicas se utiliza el agua principalmente en procesos de refrigeración y producción de vapor. El agua cloacal puede usarse en los procesos de refrigeración de diversas industrias excepto cuando se trate de industrias de conservas o enlatado de bebidas y alimentos de consumo humano ya que en estos casos es necesario que el agua a emplearse sea bacteriológicamente pura y libre de metales

tóxicos. Los calderos requieren un agua que no forme espumas, incrustaciones ni corrosiones, por lo que ésta deberá tener un bajo contenido de materia orgánica y sólidos-totales. Asimismo, estas aguas deberán tener un porcentaje bajo de turbiedad, color, dureza, sílice, alúmina e iones de bicarbonato. En contraposición se requieren aguas básicas o de pH alto para suprimir la corrosión.

Pero, en general se podría decir que para que las aguas cloacales puedan ser usadas en la industria se les debe acondicionar previamente de acuerdo con los requerimientos de cada una de ellas. En muchos casos, especialmente en EE.UU., debido a los problemas creados con la distribución de los efluentes de las plantas de tratamiento a los usuarios industriales, se ha determinado que éstos tomen directamente el agua cloacal de la red de alcantarillado y la traten de acuerdo con las necesidades propias de cada industria. Sin embargo, lo más común es que los usuarios industriales compren los efluentes de las plantas de tratamiento de desagües; aunque también existen casos en que las propias industrias pagan el costo total de operación de la planta de tratamiento de los desagües de la ciudad en la que están ubicadas.

De lo expuesto podemos apreciar que para poder beneficiar a la mayor parte de usuarios industriales con aguas cloacales recuperadas, éstas deben ser de buena ca-

lidad para lo cual deben recibir un tratamiento secundario ya sea de tipo convencional o no convencional. El tratamiento convencional comprende los lechos percoladores, lodos activados y filtros percoladores que pueden proporcionar un efluente adecuado para ciertas industrias. El tratamiento no convencional comprende expresamente a las lagunas de oxidación que dependen del crecimiento de algas para que le proporcionen a la materia orgánica inestable del desague el oxígeno requerido. Se han realizado diversos experimentos con las lagunas de oxidación habiéndose encontrado en la mayor parte de ellas una reducción de aproximadamente 44% en la dureza total y 25% en el contenido de sólidos resultando un efluente bastante recomendable para los procesos industriales tales como refrigeración, agua para calderos, etc. Asimismo, se ha observado que con las lagunas de oxidación se logra una reducción del 80 a 90% del BOD del desagüe obteniendo un efluente bastante estabilizado, que nos puede servir no sólo para el uso industrial sino también en irrigación de parques, campos de golf, etc.

Por lo expuesto, se aprecia que la recuperación para uso industrial es la más propicia en muchos casos, debido tanto a consideraciones de cantidad de agua disponible y necesaria para cada industria como a situaciones geográficas. En algunos casos dependiendo del tipo de in-

dustria, los costos de tratamiento indispensables para acondicionar los desagües domésticos, también resultan ser bastante económicos.

1.6.3. Métodos de recuperación empleados en la recarga de la napa freática

Desde tiempo atrás, se ha tenido gran interés - en recuperar las aguas cloacales para la recarga de la napa de agua debido al desequilibrio que se viene observando en la napa acuífera del subsuelo. Este desequilibrio se debería a la gran explotación que sufre esta napa y que excedería al régimen de reabastecimiento. Este aspecto ha reforzado la teoría de no disponer las aguas cloacales en el mar sino tratar de reutilizarlas en el reabastecimiento de las napas acuíferas subterráneas. Pero, el propósito de la recarga no es solamente restablecer la napa de agua a su nivel normal sino también evitar la infiltración de agua salada, así como también satisfacer las necesidades de agua en épocas de sequía o de alta demanda. Por otro lado, se podría agregar que el agua almacenada en el subsuelo se encuentra protegida convenientemente contra cualquier tipo de contaminación, incluyendo la de desechos radioactivos.

Existen actualmente varios métodos de recuperación siendo los más comunes y prácticos el vertimiento de

las aguas cloacales sobre el terreno y los métodos operacionales de recarga directa. Se ha comprobado con estos métodos que la recarga subterránea es técnicamente factible satisfaciéndose también : los límites permisibles señalados por la salud pública. De las diversas investigaciones realizadas involucrando mayormente el vertimiento del agua cloacal sobre el terreno se ha podido determinar:

- Que el tratamiento artificial que requeriría el agua cloacal es simple ya que la percolación a través de un estrato poroso generalmente asegura un tratamiento completo y protege la napa freática de contaminación; esto es, al percolar a través del terreno, el desagüe adquiere una purificación final que de no ser así, se tendrían que usar plantas de tratamiento mecánico con costos elevados. En las investigaciones realizadas se ha encontrado que la polución producida tanto por bacterias como por agentes químicos que podrían estar presentes en las aguas cloacales, no presenta un problema serio para la salud pública. Esto se ha demostrado mediante un estudio realizado en California en 1954 durante un período de 28 meses en que se aplicaron aguas cloacales a un terreno agrícola. El estudio demostró que el número más probable/100 ml. de organismos coliformes presentes en el desagüe puede variar indistintamente pero va disminuyendo conside

rablemente conforme el líquido percola el terreno, siendo que a una profundidad de 3 mts. el número de organismos colis encontrados es despreciable. Asimismo, sabiendo que los iones son bastante estables, es decir que pueden recorrer grandes distancias hay que asegurarse que las aguas-cloacales a ser usadas en el vertimiento no contengan residuos industriales dañinos. Al verter simplemente los desechos domésticos no existiría este problema al provenir éstos de aguas naturales que no contienen iones dañinos a la salud pública.

- Que constituyendo la napa freática el almacenamiento general de agua de la zona, se daría bastante flexibilidad para efectuar los trabajos de la recuperación. Es decir, que no se requerirían trabajos especiales para el almacenamiento del agua recuperada ni tampoco se requeriría que el agua sea producida para una demanda particular sino cuando se aseguraran operaciones de gran economía, libre de olores nocivos y dañinos.
- Que se haría un uso máximo de las facilidades existentes para la disposición de desagües en una zona, ya que en el momento que se produjeran olores nocivos o en general problemas con la salud pública, se podría dejar de verter los desagües, e inclusive si fuese necesario se podría regresar todo el desague tomado, al punto de descarga o disposición.

- Que al beneficiarse toda una zona servida por la napa subterránea de agua es simplificada la ejecución del proyecto, ya que los posibles usuarios podrían organizarse facilitando la labor del gobierno y podrían adquirir fuerza propia para establecer tarifas, etc.

Aún se encuentran ciertas limitaciones y dificultades inherentes a este tipo de operación y que se basan principalmente en la falta de ciertos datos técnicos relacionados con la operación del vertimiento. Para hacer posible esta operación se debe contar con extensas áreas porosas a una proximidad razonable de la planta de recuperación, pero muchas veces estas áreas no son muy abundantes. También se tendría que estudiar las dificultades que se desprenderían del crecimiento de algas, así como también, las dificultades que se presentarían si las aguas cloacales tuvieran un alto contenido de desechos industriales.

Para lograr los mejores éxitos con el método del vertimiento de las aguas cloacales sobre el terreno se recomiendan estudiar los siguientes factores:

- La permeabilidad del suelo. Es de gran importancia ya que debe permitir una percolación continua sin colmatarse los poros del suelo.

- La capacidad del suelo, para darle el acondicionamiento final de tratamiento al efluente del desagüe que se le aplica, de tal manera de asegurar una protección para las aguas subterráneas.
- La fertilidad del suelo para lograr obtener los mayores beneficios.
- La calidad química y bacteriológica de las aguas del subsuelo.
- Control del crecimiento de algas - que podría ocurrir durante la operación del vertimiento así como el control de olores nocivos que podrían producirse con el vertimiento de efluentes parcialmente tratados.

Como ya se ha mencionado, existen igualmente los métodos de recarga directa mediante: a) Fosas o cuencas y b) Inyección del agua dentro de pozos. Tanto las fosas como las cuencas se limitan a almacenar el agua cloacal para que a través de materiales granulares se llegue a filtrar ésta. Generalmente estas fosas tienen una profundidad de 3 mts., y sus bases están revestidas con material granular, que sirve como material filtrante. En cuanto a la inyección del agua cloacal dentro de pozos, es un método que aún está siendo estudiado ya que para lograr éxito con esta operación, se requeriría que el agua no esté contaminada, cosa que tratándose de aguas cloacales es algo que puede resultar poco económico. Pero, de -

acuerdo con investigaciones que se vienen realizando, se ha logrado observar que las bacterias no llegan a recorrer más de 30 mts. con el agua del sub-suelo, aunque el desagüe hubiere tenido concentraciones muy altas de organismos, por lo que se recomienda que los pozos a perforarse estén a una distancia prudencial de 30 mts. o más del lugar donde se realiza la recarga. El mayor problema que se ha encontrado es la progresiva obstrucción de los pozos, debido ya sea a los sólidos suspendidos remanentes o a la materia orgánica del efluente, es decir, el desarrollo de las bacterias es capaz de saturar los poros superficiales en 7 o 9 días. Se ha logrado solucionar este problema adicionando 250 p.p.m. de cloro, durante 5 minutos, debiendo mantenerse un período de contacto de 20 a 30 minutos para poder restablecer la capacidad del acuífero, pero, previamente es necesario bombear hacia afuera el 4% del agua inyectada. Los sólidos extraídos con esta operación se han encontrado que son de fácil floculación y de sedimentación rápida, pudiendo emplearse el efluente de estas operaciones para la recarga.

De lo expuesto, se deduce que la recuperación de las aguas cloacales para la recarga de la napa freática es un problema actual al cual se le está dando gran importancia. Al haberse demostrado que la fuente subterránea no es un recurso inagotable y que está siendo so-

metida a una explotación que en promedio es mucho mayor-
alreabastecimiento natural, se ha visto la necesidad de de-
sarrollar diferentes métodos para recargar esos depósi-
tos subterráneos. Asimismo se ha creído conveniente pro-
teger estos depósitos contra la contaminación por agua -
salada principalmente en las zonas litorales, pudiendo -
lograrse este propósito con la recuperación de las aguas
cloacales.

1.7 PROCESOS CONEXOS DE DEPURACION DE AGUAS CLOACA LES

Además de los requisitos sanitarios ya descri-
tos que deben cumplir las aguas cloacales para poder ser
recuperadas, existen otros procesos ligados a éstos que
deben cumplirse de acuerdo con los diferentes usos que -
se le vaya a dar al agua cloacal recuperada.

Para poder hacer uso del agua recuperada en el
riego de cultivos, hay que investigar la calidad de ésta
determinando la concentración y composición de sus cons-
tituyentes disueltos. Entre éstos los que encontramos más
frecuentemente en aguas naturales y consecuentemente en
los desagües provenientes de estas aguas, están el boro,
nitritos, sulfatos, amonio, calcio, magnesio, sodio, po-
tasio, carbonatos, bicarbonatos y nitratos.

De los constituyentes nombrados, el boro es el de mayor importancia desde el punto de vista de la agricultura ya que es elemento esencial para el desarrollo normal de todas las plantas pero que si se encuentra en una concentración mayor de la necesaria puede causar graves daños a las plantas. Las especies vegetales varían tanto en lo que se refiere a sus necesidades de boro, como a su tolerancia al exceso de dicho elemento , pero se recomienda para todo tipo de cultivo que las concentraciones de este elemento sean < 0.5 p.p.m.; en caso de tener concentraciones de 1 p.p.m. o hasta un límite permisible de 4 p.p.m. para ciertos cultivos tolerantes, se han encontrado ciertos daños causados a diversas plantas, como enrollamientos y quemaduras o chamuscamientos. Entre los cultivos más sensibles a las altas concentraciones de boro están los frutales como el manzano, ciruelo, peral, naranjo, limonero, etc. Los cultivos semitolerantes están constituidos principalmente por el frijol, tomate, maíz, trigo, algodón, papa y los más tolerantes son la lechuga, cebolla, alfalfa, remolacha y espárrago. Generalmente se ha encontrado que los efluentes de los desagües tienen una alta concentración de boro así como también de sodio, bicarbonatos y nitratos.

De los constituyentes mencionados, también son de gran importancia los cationes sodio, calcio, mag-

nesio y potasio encontrándose este último sólo en pequeñas concentraciones, pero es elemento esencial para el desarrollo de las plantas. Al encontrarse mayor cantidad de sodio que de calcio y magnesio en las aguas, se llegan a formar suelos sódicos que acumulan el sodio intercambiable y se caracterizan por su baja permeabilidad y difícil manejo. Por lo tanto, se prefiere para la irrigación las aguas duras ya que con varios experimentos realizados especialmente por Scofield y Headley (1921), se ha llegado a demostrar que estas aguas hacen las tierras blandas y las aguas blandas las endurecen. Asimismo, teniendo los desagües considerable concentración de nitratos y siendo éstos uno de los mayores nutrientes de las plantas es importante determinar la presencia de los mismos

Además de determinar las concentraciones de todos los elementos mencionados hay que hallar también la concentración total de las sales solubles en el agua, es decir, hallar la conductividad, el total de aniones o cationes y los sólidos disueltos. Para realizar estas mediciones de salinidad se aplica frecuentemente el método de la conductividad eléctrica que se basa en la propiedad que tienen las sales inorgánicas disueltas en el agua para ionizarse y así conducir la corriente eléctrica. Este método es bastante preciso y a la vez sencillo siendo el contenido de sales directamente proporcional a la con

ductividad que se expresa en mhos por cm. Generalmente - las aguas para riego tienen una conductividad $< 2,250$ micromhos/cm. y se dice que un suelo es salino cuando tiene una conductividad $> 4,000$ micromhos/cm.

Al determinar los límites permisibles de concentración de los diversos constituyentes de las aguas, vemos que intervienen ciertos factores de importancia como: la permeabilidad del suelo, la cantidad de agua usada, los métodos de irrigación, las lluvias, el clima y - las diferentes clases de cultivos.

Al margen de la determinación de los constituyentes mencionados, hay que investigar sobre la acumulación del Alquil Benceno Sulfonado en el terreno. Este problema relativamente reciente se debe al uso cada vez mayor de detergentes derivados del alquil benceno. Este elemento al estar presente en los desagües, permanece prácticamente estable ocasionando serios problemas a los usuarios especialmente a los agricultores.

Actualmente, para solucionar este problema se está investigando con nuevos productos que se degraden - en mayor extensión con el tratamiento biológico.

1.8 RANGOS DE COSTOS DE INVERSION Y DE OPERACION

Cuadros N°s II y III

Para poder establecer los costos de inversión y operación de plantas de depuración de aguas cloacales hay que tomar en cuenta una serie de factores, como son: tipo de planta a adoptarse, caudal a ser depurado, díversos factores locales (costo de la mano de obra, materiales, etc). Al haber determinado los dos factores nombrados en primer término, se pueden hallar los costos de inversión aproximados para el tipo de planta deseado, de acuerdo con "diversos rangos de costos establecidos para plantas ya ejecutadas.

En el cuadro N° II se muestran los promedios de inversión para diferentes tipos de plantas de tratamiento de los Estados Unidos de Norteamérica. En estos costos están incluidos los gastos directos más no así los costos de los terrenos ni gastos legales.

En el cuadro N° III se muestran los costos de inversión para diferentes plantas de tratamiento proyectadas para diversas ciudades del Perú. La única planta que está ya ejecutada y en funcionamiento es la de Chilpina en Arequipa. Los costos que aparecen para las otras plantas podrían estar sujetos a alteraciones de acuerdo con la estabilidad de la moneda. En estos costos presen

CUADRO N° II

COSTOS PROMEDIOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS CLOCALES EN LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMERICA

Caudal m ³ /d	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
76	0.75		0.70		0.21
190	1.50	1.61	1.21		0.40
303	2.09	2.42	1.50	1.80	0.48
378.5	2.44	2.82	1.69	2.12	0.56
757	3.84	4.51	2.26	3.38	0.91

1. Lodos activados
2. Filtros percoladores
3. Tanques Imhoff
4. Tratamiento primario con digestores separados
5. Lagunas de oxidación

Observaciones: Los costos están expresados en millones de soles, estando excluido de éstos, los costos del terreno y los gastos legales.

Una planta particular puede variar su costo con respecto a los expresados dependiendo de los factores locales que se presenten, ya que aquí se muestran costos promedios

La DBO promedio varía entre 150 y 200 ppm.

FUENTE DE INFORMACION : "Modern Sewage Treatment Plants", U. S. Public Health Service, División of Water Supply and Pollution Control, Washington D. C.

CUADRO N° III

COSTOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS CLOCALES EN EL PERU

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Arequipa	330										
a) Chilpina		250	25.9	x	x					12.240	F
b) Characato y Sabandfa		220	1.5	x						0.755	P
c) Mollebaya y Santa Ana		220	.9	x						0.418	P
Lima											
a) Descarga Norte	2,630	695	980.0			x			x	389.400	
b) Descarga Sur	650	235	214.0			x			x	202.594	P
Puente Piedra	10		0.95	x	x					6.327	P*
Piura	180	200	116.0				x			53.173	P
Trujillo	557	800	167.1			x				30,400	P
Pisco	87	250	4.4					x		3.890	P
Jullaca	37		11.0			x				8.673	P*

1. Ciudades
2. Población de diseño expresada en miles de habitantes
3. D.B.O. de diseño expresada en p.p.m.
4. Caudal de diseño expresado en miles de mt³/dfa
5. Tanques Imhoff
6. Filtros Biológicos de Alta Capacidad
7. Lodos Activados
8. Lagunas de Oxidación
9. Zanjas de Oxidación
10. Unidades Complementarias
11. Costo Total expresado en millones de soles
12. Observaciones:
 - F - En funcionamiento
 - P - En proyecto
 - P* - En proyecto, No se ha anotado ningún valor para la DBO, por no contar estas ciudades con sistemas de desagües.

FUENTE DE INFORMACION: Presupuestos de Instalaciones proyectados por Entidades Nacionales y Extranjeras.

tados también se han incluido los gastos directos e indirectos.

En el presente estudio no se presentan rangos de costos de operación para los diferentes tipos de plantas de tratamiento debido a la falta de información disponible.

1.9 ASPECTOS LEGALES EN EL PERU

El Gobierno ha expedido el Decreto Ley N°17752 "Ley General de Aguas" de fecha 24 de Julio de 1969 y su Reglamento correspondiente. Posteriormente, el 20 de Febrero de 1970 se aprobó la "Complementación del Reglamento del Título III" del Decreto Ley mencionado, cuyos capítulos VIII, IX y X hacen mención al uso de aguas servidas en el irrigación, a las tarifas por el uso de estas-aguas y a las sanciones para los infractores del Reglamento citado. Este nuevo Reglamento deja sin efecto el Reglamento aprobado mediante el Decreto Supremo N°84/67 DGS del 16 de Junio de 1967 mencionado en el acápite 2.4.

La "Complementación del Reglamento" antes anotada, considera en el Capítulo VIII, el uso de las aguas servidas con fines de irrigación, pudiendo resumirse los artículos que componen dicho capítulo de la siguiente manera:

- Toda solicitud de licencia para el uso de aguas servidas con fines de irrigación deberá contar con la autorización correspondiente del Ministerio de Salud Pública. Dicha autorización deberá ponerse en conocimiento del Ministerio de Agricultura y de la Zona de Salud.
- Los cultivos de tallo corto y rastrero que se consumen crudos, no podrán ser regados con estas aguas con o sin tratamiento
- Los vegetales están clasificados de la siguiente manera:
 - a) Vegetales que se consumen previa cocción pueden ser regados con efluentes de plantas de tratamiento primario o secundario.
 - b) Vegetales que se consumen luego de ser sometidos a procesos de industrialización que incluyan la esterilización como etapa final del proceso pueden ser regados con efluentes de plantas de tratamiento primario como mínimo, siempre y cuando entre el último riego y la cosecha transcurran por lo menos 20 días.
 - c) Cultivos de tallo largo pueden ser regados con las aguas servidas sin tratar, siempre y cuando los campos de cultivo sean preparados para el riego sub-superficial o cuando entre el último riego y la cosecha transcurran por lo menos 20 días.

d) Vegetales usados para forraje de ganado (alfalfa, - chala, etc) pueden ser regados con efluentes de plantas de tratamiento secundario, prohibiéndose al ganado pastar en estas áreas. Asimismo, este forraje antes de ser consumido debe permanecer almacenado - por lo menos 20 días.

El capítulo IX del mismo reglamento, fija las tarifas que se deberán abonar, de acuerdo con las cantidades de aguas servidas utilizadas en la irrigación, variando las tasas fijadas desde S/. 500 (1 a 10 lts/seg) hasta S/. 5,000 (más de 201 lts/seg).

El capítulo X del Reglamento en mención, se refiere a las sanciones previstas en los casos de infracciones, habiéndose anotado en uno de los artículos de este capítulo "Que toda persona o razón social que utilizara las aguas servidas en la irrigación sin obtener antes la autorización sanitaria respectiva, se hará acreedora a multas comprendidas entre los S/. 1,000 y 20,000". Asimismo, en caso de que se incumpliera con lo dispuesto - por la Autoridad Sanitaria, se duplicaría la multa impuesta

1.10

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo expuesto en el presente capítulo, se concluye lo siguiente:

- La recuperación de las aguas servidas se viene reali - zando intensamente, en varios países de América y con muy buenos resultados (U.S.A., México, Costa Rica, Bra sil, etc). Las aguas servidas recuperadas son utiliza - das en la agricultura, industria y en el riego de par ques y jardines.
- En Europa se han intensificado los programas de recupe - ración de aguas servidas, utilizándolas especialmente en la agricultura, habiéndose logrado con esto un au - mento de la productividad.
- En el Perú no existe una planificación para la recupe - ración de las aguas cloacales. Es una práctica bastan - te generalizada, el uso de las aguas cloacales sin tra tamiento en la agricultura.
- Es necesario realizar estudios técnico-económicos para la recuperación de las aguas servidas. Las aguas servi - das tratadas serían utilizadas en la agricultura, in - dustria o recarga de la napa acuífera.

2. AGUAS CLOACALES DE LA CIUDAD DE CHINCHA ALTA

2. AGUAS CLOACALES DE LA CIUDAD DE CHINCHA ALTA

2.1 ASPECTOS GEO-SOCIO-ECONOMICOS DE LA CIUDAD

La Ciudad de Chincha Alta, capital de la provincia de Chincha, departamento de Ica, geográficamente está situada en la Costa Sur de la Región Central del Perú, en los 12°30' de Latitud Sur y 76°12' de Longitud Oeste del Meridiano de Greenwich. Tiene una altura sobre el nivel del mar de 97.00 mts. acotados en el B.M. ubicado en la Plaza de Armas.

La carretera Panamericana que atravieza la costa peruana de norte a sur une a la ciudad de Chincha con Lima e Ica, siendo las distancias de 200 y 108 Kms. respectivamente. Además existen otras vías secundarias también asfaltadas que unen a la ciudad con otros distritos de la Provincia, como las carreteras a Sunampe, Grocio Prado, Chincha Baja, Tambo de Mora y El Carmen. Existen asimismo otros caminos de tierra que unen a las principales haciendas de la Provincia con estas vías secundarias o con la carretera Panamericana.

La Ciudad de Chincha Alta cuenta según el Censo Nacional de 1961 con 20,800 habitantes, considerándose que en la actualidad la población sea de 30,000 habitantes aproximadamente. El tipo de construcción predominante es de un solo piso construido con material noble. El tra-



UBICACION DE LA CIUDAD DE
CHINCHA ALTA

zado de la ciudad corresponde al de un sistema cuadrangular, con manzanas separadas entre sí por vías que en un 10% son pavimentadas.

Las actividades económicas de la población derivan principalmente de la agricultura, existiendo en el valle diversos caseríos constituidos por pequeños agricultores y un buen número de haciendas y fundos que dan ocupación agrícola a la mayor parte de la población. Al realizar este estudio, existían trece fábricas de harina de pescado en el Puerto de Tambo de Mora que dan ocupación a otra parte de la población. Dentro del campo industrial, también existen otras fuentes de trabajo como son las fábricas de hielo, de gaseosas, las vitavínícolas o bodegas, etc. que le dan mucho movimiento a la ciudad. Funciona en la ciudad de Chincha Alta, el Programa Académico de Veterinaria dependiente de la Universidad de Ica, así como también el Instituto Técnico para el Desarrollo del Agro de reciente creación. La ciudad de Chincha se encuentra bien situada con respecto a la capital de la República y a la capital del Departamento.

2.2 SISTEMAS DE AGUAS CLOACALES

2.2.1 Disposición Actual

El sistema de alcantarillado para la ciudad de Chincha Alta fue diseñado para descargar directamente sin ningún tratamiento previo, al mar. Se proyectó una

descarga del tipo libre, ubicada en la playa de Cànchamaná. Esta playa esta situada junto al puerto de Tambo de Mora.

Actualmente la descarga no llega al mar debido a que el emisor en su tramo final se encuentra totalmente destruído, siendo las aguas cloacales crudas utilizadas por los agricultores de la zona en irrigación.

2.2.2 Sistema General de Evacuación

Gráfico N° I

El sistema actual de recolección y disposición de las aguas servidas de la ciudad comprende las de tipo doméstico y residuales de establecimientos industriales. No existe un sistema de recolección para las aguas pluviales debido a que las precipitaciones en la ciudad son casi nulas.

De acuerdo al estudio de las redes existentes, hecho por la Dirección de Obras Sanitarias, éstas tienen una longitud total de 20,000 mts. aproximadamente, estando constituidas por:

Ø 6"	-	60%
Ø 8"	-	25%
Ø 10"	-	6%



COLECTORES PRINCIPALES
EXISTENTES

GRAFICO N° 2

El sistema cuenta con dos colectores principales: el Grau y el Lima cuyos trazos se indican en el Gráfico N° I. El sistema se encuentra trabajando sobrecargado presentándose por tal motivo, continuos aniegos.

2.2.3 Caudales

El Proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillado de Chincha elaborado por la Dirección de Obras Sanitarias del antiguo Ministerio de Fomento en 1966, señala que de acuerdo con los aforos realizados tanto a la entrada como a la salida del reservorio de agua potable, el caudal promedio de entrada al sistema de distribución es de 65 lt./seg., cifra que se considera no representa el consumo efectivo de la ciudad, debido a las pérdidas en las líneas de alimentación, instalaciones domiciliarias defectuosas, falta de medidores, usos ilícitos etc.

Asimismo, con el propósito de determinar las actuales variaciones de gasto en la descarga del emisor, la Dirección de Obras Sanitarias aforó ésta, reportando un caudal promedio de 52 lts/seg, cifra que representa el 80% del caudal de ingreso al sistema de distribución, relación que se ha adoptado en este estudio.

2.2.4 Contribución por Persona

De acuerdo con el Censo Nacional realizado en 1961, la ciudad de Chincha tenía una población de 20,800 habitantes, estimándose la población actual en 30,000 habitantes. Asumiendo que el 100% de la misma tuviera servicio domiciliario, el consumo promedio diario anual aparente, por habitante sería:

$$\frac{65 \text{ l.p.s.} \times 86,400 \text{ seg.}}{30,000 \text{ hab.}} = 188 \text{ l.p.h.d.}$$

Considerando que la ciudad tiene una densidad de 6 habitantes/lote y que dispone en la actualidad de 3,612 conexiones domiciliarias, esto es que el 73% de la población cuenta con servicio domiciliario, el consumo efectivo aparente, resulta de:

$$\frac{65 \text{ l.p.s.} \times 86,400 \text{ seg.}}{22,000 \text{ hab.}} = 255 \text{ l.p.h.d.}$$

Para este consumo diario actual encontrado, la contribución nominal de aguas servidas por persona, resulta de:

$$255 \text{ l.p.h.d.} \times 0.80 = 204 \text{ l.p.h.d.}$$

El Proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillado de Chíncha elaborado por la Dirección de Obras Sanitarias, considera recomendable adoptar una dotación-promedio futura para el suministro de agua potable de 280 lts/hab/día, la que daría una contribución de aguas-servidas de 224 lts/hab/día.

2.2.5 Explotación del Servicio

La Oficina de Administración del Servicio de Agua Potable y Desague de Chíncha tiene a su cargo la administración, conservación y mantenimiento de estos servicios de la ciudad. Dicha oficina, dependiente de la Dirección de Obras Sanitarias del ex-Ministerio de Fomento-hoy Ministerio de Vivienda cuenta con el siguiente personal:

- Un Ingeniero Administrador encargado del funcionamiento del sistema de agua potable y desague de las ciudades de Chíncha, Nazca, Palpa y Chala.
- 5 Empleados
- 12 Obreros

Los usuarios de los sistemas de agua potable y desagüe de la ciudad de Chíncha están sujetos al pago de tarifas establecidas en el año 1964 por Resolución Ministerial. Estas tarifas varían de acuerdo con el tipo de consumo:

- Consumo Doméstico:

Hasta	30	mt ³	S/. 21.00
Hasta	20	mt ³	S/. 14.00
Hasta	15	mt ³	S/. 10.50

- Consumo Industrial y Comercial

Hasta	100	mt ³	S/. 80.00
Hasta	60	mt ³	S/. 48.00
Hasta	30	mt ³	S/. 24.00

Por cada mt³ de exceso, los usuarios deberán abonar S/. 0.70 y S/. 0.80 respectivamente.

A pesar de haberse establecido estas tarifas, todos los usuarios contribuyen con los pagos correspondientes por lo que el Estado es quien ha absorbido en parte esos pagos.

2.3 TIPO DE AGUAS CLOACALES

Por su origen, las aguas cloacales de una población no industrial son de tipo standard o corriente. Las pocas industrias existentes, establecidas dentro de las zonas de servicio están clasificadas como no molestas.

2.3.1 Características Físico-Químicas

Los resultados de los análisis efectuados en el Laboratorio de la ex-facultad de Ingeniería Sanitaria de la Universidad Nacional de Ingeniería, de una muestra

representativa tomada del emisor en el mes de Abril de 1966, según consta en el Proyecto Integral de Agua Potable y Desague de Chíncha elaborado por la Dirección de Obras Sanitarias, indicaron:

- pH	6.8 p.p.m.
- Oxígeno Disuelto	0.0 p.p.m.
- Sólidos Totales	1,052.0 p.p.m.
- Sólidos Volátiles	578.0 p.p.m.
- Sólidos Fijos	474.0 p.p.m.
- Sólidos Disueltos	736.0 p.p.m.
- Sólidos Suspendidos	316.0 p.p.m.
- Sólidos Sedimentables	5 ml/lt/hr.
- D.B.O - 20° C - 5 Días	300 p.p.m.

Comparando estos resultados con otros análisis químicos típicos realizados, encontramos que éstos se acercan a los valores comunes de un agua cloacal corriente.

2.4 UTILIZACION ACTUAL DE LAS AGUAS CLOACALES

En 1943 la Dirección de Aguas e Irrigación emitió una Resolución Ministerial mediante la cual se autorizó el riego del fundo Canchamaná con las aguas servidas de la ciudad, pero en la actualidad son los propietarios del fundo a Cachimba (distrito de Sunampe) los que amparados en dicha resolución han interceptado el emisor,

llevando sus aguas a través de canales de tierra descubiertos hacia sus campos de cultivo. Este fundo ocupa una extensión de 192 Has. aproximadamente que son irrigadas tanto por estas aguas servidas como por las aguas del canal de riego de Acequia Grande. Entre los sembríos predominantes en esta área están el maíz y los frutales.

2.4.1 Forma y Régimen de Utilización

Las aguas cloacales del emisor interceptado son derivadas hacia tres canales de tierra descubiertos y conducidos hacia los campos de cultivo; pero al no existir un sistema regulador de la descarga, estas aguas no son aprovechadas íntegramente en el riego habiéndose apreciado que el exceso de ellas se pierde por infiltraciones en el terreno arenoso de la zona, sin que se logre apreciar ninguna descarga en el mar.

No se ha podido obtener mayor información respecto al sistema de riego empleado, su duración, cantidad de agua aplicada por Ha., etc.

2.4.2 Disposiciones Reglamentarias

En el año 1967, el gobierno aprobó el "Reglamento Sanitario para la Concesión de Aguas Negras con fines de Irrigación" no habiendo existido previo a esa fecha, ningún tipo de disposición que reglamentara la utilización de las aguas servidas para el riego de cultivos.

Dentro de las principales disposiciones que contempla el reglamento citado, en cuanto al uso para riego agrícola, se encuentran las siguientes:

Las aguas crudas con o sin tratamiento no podrán ser utilizadas para regar cultivos de tallo corto.

- Cuando se realice el tratamiento primario y/o secundario de las aguas cloacales éstas podrán ser utilizadas para regar campos cultivados tanto con vegetales, que serán utilizados en la alimentación previa coacción, como con vegetales que serán sometidos a procesos de industrialización que incluyan la esterilización.
- Cuando las aguas cloacales no sean sometidas a ningún tipo de tratamiento éstas podrán ser utilizadas tanto para el riego de especies vegetales (algodón, maíz, caña de azúcar, etc.) como para el riego de vegetales (alfalfa, gramalote, chala, etc.) debiéndose cumplir en cada caso ciertos requisitos adicionales.

Estas disposiciones se mantienen vigentes a la fecha, ya que no han sido variadas, apesar de que se ha expedido un nuevo Decreto Ley N° 17756, "Ley General de Aguas" el que ha mantenido en su contenido las mismas disposiciones.

2.5 PREVISIONES FUTURAS EN CUANTO A LA PRODUCCION DE AGUAS CLOCALES, DISPOSICION Y EVENTUAL UTILIZACION

El Proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillado de Chincha elaborado por la Dirección de Obras Sanitarias del antiguo Ministerio de Fomento en 1966, señala que estos servicios se ejecutarán en dos etapas. En el proyecto se ha contemplado una población de saturación de 90,000 habitantes distribuidos en un área de servicio de 960 Ha. En la primera etapa se ejecutarán las obras para las necesidades de servicio de 40000 habitantes. Este estudio considera también una dotación promedio futura de 280 lt/hab/día, con variaciones máximas diarias y horarias de 120% y 200% sobre el consumo promedio respectivamente.

Aceptando que el 80% del suministro de agua potable ingreso a la red de alcantarillado, la contribución que se espera por habitante es de 224 lt/día. La producción promedio anual de aguas cloacales en la primera etapa sería de 8,960 mt³/día, pudiendo llegar hasta 10,750 mt³ y 18,000 mt³ en el día y hora de máximos consumos respectivamente. Al ejecutarse el total del proyecto la producción promedio anual alcanzaría el valor de 20,160 mt³/día pudiendo llegar hasta 24,200 mt³ y 40,300 mt³ en el día y hora de máximos consumos respectivamente.

El Proyecto Integral mencionado contempla abandonar el emisor actual, habiéndose proyectado la construcción de uno nuevo de 24' de diámetro cuya longitud total sería de 6,312 mt. y que evacuaría las aguas cloacales, luego de pasar éstas por un sistema de rejas, desarenador y cámara de carga, en la playa de Tambo de Mora, 700 mts. mar adentro.

De lo expuesto, se observa que el proyecto de la Dirección de Obras Sanitarias contempla tan sólo la recolección y conducción de las aguas servidas además de la disposición por dilución de las aguas cloacales en el mar.

2.6 CAMPOS POTENCIALES DE APLICACION DEL EFLUENTE CLOACAL

El efluente cloacal puede mediante procesos adecuados de depuración ser utilizado en la agricultura, industria y recarga de la napa freática. De acuerdo a las características y necesidades de la zona, aparecen como campos potenciales para el aprovechamiento de las aguas cloacales, el riego agrícola y el agua para proceso industrial.

El valle de Chincha cuenta con una agricultura intensiva por sus condiciones climatológicas, características de suelos y régimen de explotación, pero asimismo

acusa una deficiencia estacional de agua de riego que restringe su desarrollo económico y social. Al tener el valle un régimen irregular de riego, se limitan los cultivos a sólo aquellos que logren adaptarse a estas condiciones, aunque pudieren estar mal cotizados en el mercado como sucede con el algodón por ejemplo. Al incorporar al agua de riego existente el efluente cloacal, se podría incorporar nuevas tierras para la producción así como lograr mayores rendimientos por cultivos.

El sector industrial que ha alcanzado mayor desarrollo es el de aceite y harina de pescado. La escala de desarrollo de las otras industrias no es significativo. El campo potencial de aplicación del efluente cloacal sería por lo tanto el de la industria de aceite y harina de pescado. El actual abastecimiento de agua de estas industrias ubicadas en el puerto de Tambo de Mora son las aguas subterráneas las que tienen un alto contenido de sales teniendo que ser acondicionadas para su utilización.

3. RECUPERACION PARA USO AGRICOLA

3. RECUPERACION PARA USO AGRICOLA

3.1 VALLE DE CHINCHA

3.1.1 Generalidades

El Valle de Chíncha ubicado en la provincia del mismo nombre, departamento de Ica, está situado en la franja costera del Sur Medio. Geográficamente, el valle se encuentra ubicado entre los 12°30' y 13°38' de Latitud Sur y 75°34' a 76°22' de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

El valle de Chíncha es angosto en su parte superior o sea en la zona de ingreso del río a la quebrada, - ensanchándose luego hacia el océano, siendo considerado - por ello, un valle del tipo clásico de la costa. El clima como casi en todos los valles de la costa, es cálido, sin mayores contrastes, siendo así mismo las precipitaciones pluviales casi nulas. Los vientos predominantes en casi - todo el valle soplan del Sur y Sur Oeste. Los suelos, de textura ligera y buen drenaje presentan una gran cantidad de arena y deficiencia de materia orgánica, factores que pueden ser limitantes para ciertos cultivos pero que pueden mejorarse con técnicas agrícolas convenientes.

3.1.2 Extensión Agraria

De conformidad con los padrones de la Administración Técnica de las Aguas del Río San Juan, el valle de Chincha tienen una extensión de 23,782 Has., debiendo incrementarse en el futuro 3,500 Has. más pertenecientes a las Pampas de Noco. De esta extensión total se ha determinado que el área neta bajo cultivo es de 21,500 Ha. aproximadamente (Consultores Bustamante, Williams y Asociados S.A.), habiéndose excluido áreas no cultivables como caminos, canales, zonas urbanas etc. Del área total empadronada, el 69% o 16,356 Ha. corresponden a propiedades mayores de 100 Ha., el 18% o 4,223 Ha. corresponden a medianas propiedades (entre 10 y 100 Ha.) y el 13% o 3,203 Ha. corresponden a propiedades menores de 10 Ha.

3.1.3. Cultivos

Cuadros N° IV y V.

Los cultivos predominantes en el valle y sus regímenes de explotación son los siguientes:

Algodón

La época de siembra de este cultivo varía de acuerdo con los diferentes sectores agrícolas sembrándose en:

- a) Sector Chincha Baja, de Marzo a Junio
- b) Sector La Pampa, de mediados de Julio a Setiembre

c) Sector Chincha Alta, de Marzo a mediados de Noviembre.

Es general para todos los sectores, que la siembra del algodón se realice cada 2 años, siendo la variedad predominante la "Tanguis". Este cultivo debe recibir por lo menos un chapado anual, aprovechándose por lo tanto en un 60% de los casos de siembra, las últimas aguas de avenida. Luego se comienza con los riegos regulares a partir de Setiembre-October hasta Marzo. Para el 40% de los casos restantes en que la siembra se realiza entre Julio y Setiembre se procede a regar con agua de lagunas y pozos, regándose regularmente hasta Marzo y cosechándose en Abril. La cosecha se realiza en todos los sectores entre Marzo y Agosto.

Debido a los graves problemas por el que está atravesando el cultivo del algodón, tanto en el mercado interno como externo, es que el agricultor ha tenido que decidirse por incrementar paulatinamente otros cultivos como el maíz y los frutales.

Maíz

Este cultivo puede ser sembrado durante todo el año considerándose para el maíz híbrido, Setiembre, el mes de mayor siembra. Este cultivo tiene un período vegetativo relativamente corto, pudiendo obtenerse muchas ve

ces hasta dos cosechas al año, siendo la época de cosecha generalmente entre Setiembre y Febrero.

Debido principalmente a las bajas cantidades de agua necesarias para su buen desarrollo, así como también a las grandes utilidades que se están obteniendo dentro del mercado por el uso de la semilla híbrida, es que el cultivo del maíz se ha incrementado últimamente en el valle.

Frijol y otras menestras

La época de siembra para el frijol varía entre Marzo y Junio pudiendo sembrarse menestras y otros cultivos de panllevar durante todo el año, ya que todos ellos participan del sistema intensivo de rotación y se intercalan con los cultivos principales. El cultivo del frijol significa un mercado seguro para el agricultor, ya que cuenta con un precio refugio dado por Decreto Supremo y además este cultivo se ajusta bastante a las condiciones hidrológicas del valle ya que no requiere de grandes cantidades de agua para su desarrollo. La época de cosecha del frijol varía entre Agosto y Octubre y otras menestras y cultivos de panllevar se cosechan principalmente entre Abril y Setiembre.

Frutales: Vid, cítricos, paltos etc.

La vid y los cítricos se siembran en los meses-

de Agosto y Setiembre, sembrándose los otros frutales también en estos meses así como en Octubre y Noviembre.

La vid es un cultivo permanente que aprovecha las aguas de avenidas y el agua de lagunas entre Octubre y Diciembre, siendo la mayor parte de los viticultores, - pequeños agricultores que venden parte de su producción a los industriales para la elaboración de los vinos y aguardientes. Actualmente el sistema de conducción más usado - entre los medianos y grandes agricultores es el de "Espalderas", de alambre y paradores y entre los pequeños agricultores, el sistema de "Arbolito" difundido por el SIPA.

Los cítricos y los paltos son otros frutales que están incrementando su sembrío dentro del valle y en menor cuantía están los manzanos, melocotoneros, plátanos etc.

Pastos Cultivados

Entre los principales pastos cultivados con que cuenta el valle de Chincha están la alfalfa, el gramalote y en menor proporción la chala, siendo sus épocas de siembra entre Mayo y Setiembre.

La alfalfa es un cultivo que requiere para su mantenimiento una buena cantidad de agua y siendo ésta limitada dentro del valle, debe contarse con pozos para su explotación lo que hace que indudablemente se incremente

el costo de producción. La alfalfa con un buen cuidado puede durar hasta cuatro años.

El gramalote es otro pasto que encontramos bastante en este valle principalmente en la zona sur cerca a la ribera marítima, siendo adecuado para esta zona debido a su resistencia a la salinidad. Tiene un bajo costo de implantación.

Los pastos se cosechan cada dos meses durante todo el año.

Papa

La época de siembra de este cultivo varía entre Marzo y Junio siendo en muchas zonas del valle, el cultivo principal con determinadas extensiones debido a que la papa cuenta con un mercado seguro y generalmente no reporta pérdidas. El inconveniente que existe con este cultivo es que necesita para su desarrollo humedad constante, debiendo contarse con agua del sub-suelo lo que aumenta los costos de producción.

Se cosecha este cultivo entre Agosto y Noviembre.

Espárragos

Este es un cultivo que se ha implantado en el valle recientemente, especialmente en la zona Sur, siendo la variedad predominante La Mary Washington 500. Este cul

tivo altamente industrializable tiene buenas perspectivas de mercado tanto en Norteamérica como en Europa.

Este cultivo requiere de oportunas labores culturales para lograr su adultez a los dos años aproximadamente; el tiempo de conservación antes del enlatado es de dos a tres horas al medio ambiente y en refrigeración puede ser hasta 24 horas.

3.1.4 Producción

Cuadro N° VI.

A pesar de haber sufrido en los últimos ocho años una baja en su producción, el cultivo del algodón sigue siendo el predominante dentro del valle ocupando una extensión de 13,500 Ha. equivalentes al 62.7% del total del área neta bajo cultivo que es de 21,500 Ha. aproximadamente. Por el contrario, el cultivo que viene incrementando su producción es el maíz híbrido, que actualmente ocupa una extensión aproximada de 3,000 Ha. equivalentes al 14% del área neta bajo cultivo. Asimismo, el frijol, las menestras, el camote la yuca, la arveja y otros cultivos de panllevar están ocupando una extensión aproximada de 2,000 Ha. que significan en conjunto un 9.3% del área neta cultivada. La vid, los frutales (cítricos, paltas, manzanas, plátanos), la papa, los espárragos, la alfalfa y otros pastos ocupan una extensión de aproximadamente

de 3,040 Ha. equivalentes al 14% del área neta bajo cultivo.

Actualmente existe la tendencia a incrementar - tanto los cultivos del maíz como de los frutales, por las ventajas evidentes que presentan el mercado de precios y las condiciones hidrológicas del valle.

3.2 FUENTES DE AGUA PARA RIEGO

Cuadros N°s VII, VIII y IX.

El valle de Chincha cuenta actualmente con las siguientes fuentes de agua para riego:

- Aguas superficiales
- Aguas del sub-suelo

3.2.1 Aguas superficiales

Las aguas superficiales del valle están constituidas por:

- a) Aguas de Avenida
- b) Aguas de Lagunas.

Las primeras son las provenientes del río San Juan, que es el que irriga el valle y nace en la Cordillera Occidental de los Andes en las alturas limítrofes de las provincias de Huancavelica, Yauyos y Castrovirreyna. La cuenca colectora de este río es de 3.090 Km² estando solamente 2,200 Km² de esta superficie situados dentro de

la zona alimentada por las lluvias anuales regulares, lo que ha generado una cuenca relativamente pequeña compara da con otras de la misma región, como la de Cañete al Norte de 5,000 Km² y la de Pisco al Sur de 4,300 Km²

El río San Juan corre en dirección Noroeste a Suroeste bifurcándose en dos brazos de 26 Kms. de su desembocadura al océano, en el Partidor de Conta. Uno de los brazos es el río Chico que recibe aproximadamente el 43% del caudal, tiene una extensión de 25.9 Kms. y un ancho que varía entre 40 y 200 mts. ocupando su cauce un área de 259 Ha. El otro brazo es el río Matagente que recibe aproximadamente el 57% del caudal; tiene una longitud de 21.05 Kms. y un ancho variable ocupando su cauce un área de 210 Ha. Estos dos ríos son los que irrigan el valle propiamente dicho.

En el cuadro N^o VII se puede apreciar que el río San Juan tiene un régimen de descarga sumamente **variable**, presentándose generalmente la época de creciente entre los meses de Enero y Abril. Esta época es de corta duración pero se presentan grandes volúmenes de agua que muchas veces ocasionan daños en la captación, en las defensas ribereñas, etc. Sin embargo, se puede considerar - excluyendo la época antes anotada, que durante el resto del año las aguas de avenida son prácticamente nulas generando una escasez de agua en el valle bastante considerable.

Esta falta de agua ha sido la razón primordial por la que el valle cuenta ahora con aguas de lagunas, - nombradas en segundo término. Estas aguas son las provenientes de la Cordillera de los Andes donde se han hecho diversas obras de represamiento en aproximadamente ocho lagunas del departamento de Huancavelica, que están situadas a 4,500 mts. sobre el nivel del mar, derivándose hacia el valle de Chíncha las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales y deshielos de los nevados de la zona en mención. Estas lagunas están ubicadas tanto - en la vertiente del Atlántico como en la del Pacífico de la Cordillera de los Andes y están conectadas mediante - túneles y canales con las nacientes del río San Juan.

En el cuadro N° VIII se puede apreciar que generalmente el valle puede contar con volúmenes apreciables de aguas de lagunas durante los meses de Noviembre y Diciembre, siendo muy poco frecuente que el riego se efectúe con estas aguas durante otros meses del año.

En el cuadro N° IX en que se resumen tanto las descargas provenientes del río San Juan como las de las lagunas, se puede apreciar que el valle cuenta con volúmenes apreciables de agua durante los primeros cuatro meses del año, comenzando éstos a disminuir en Mayo, para ser prácticamente nulos durante el período de Junio a Setiembre. En el mes de Octubre nuevamente se puede apreciar

cierto volumen de agua proveniente de lagunas, volumen que continua incrementándose durante los dos últimos meses del año.

3.2.2. Aguas del Sub-suelo

Cuadro N° X.
Anexos 1 y 2.

Debido a la irregularidad e insuficiencia estacional del río San Juan, el agua subterránea está siendo utilizada por los agricultores del valle para el riego complementario. La profundidad de la mesa de agua es variable en el valle siendo la profundidad promedio de 50 mt. Existen en el valle 269 pozos registrados (anexos 1 y 2) que son en su mayor parte tubulares, existiendo también algunos de tajo abierto. Los rendimientos que alcanzan estos pozos varían entre 15 y 120 l.p.s. El perfil estratigráfico mostrado en el cuadro N° X, tipifica las características del sub-suelo de la zona, apreciándose que éste es bastante permeable.

La mesa de agua es recargada por las migraciones laterales del cauce del río San Juan, pero principalmente por las filtraciones de las superficies de conducción que componen el sistema de riego superficial del valle y por la percolación de las aplicaciones de riego.

El volumen de agua suministrado por los pozos

C U A D R O N° X

PERFIL ESTRATIGRAFICO TIPICO

0 - 20 mts.	Arena arcillosa y cascajo me nudo.
20 - 50 mts.	Canto rodado, arena : gruesa, arcilla suelta y ripio
50 - 80 mts.	Piedras grandes, arcilla com pacta y ripio grueso
80 - 120 mts. o más	Arcilla dura y roca.

para el riego no ha podido ser determinado en este estudio, debido a que no existen estadísticas que registren el volumen mensual o estacional extraído de cada pozo, además del rendimiento variable que existe entre un pozo y otro y la irregularidad existente en el tiempo de bombeo de cada pozo. Sin embargo, para poder estimar los recursos de agua con que cuenta el valle, se ha aceptado, como volumen de agua de pozos utilizado en el riego, la cifra aproximada de 85 millones de mts.³ anuales. (Estudio para la Regularización del Riego del Valle de Chincha).

3.2.3. Recursos de Agua

Cuadro N° XI

El volumen total de agua disponible provéniente de las diversas fuentes de agua para riego del valle de Chincha, se muestra en el cuadro N° XI. Para la elaboración de este cuadro en lo que respecta al agua de río y lagunas, se han tomado los datos estadísticos de los últimos 10 años que aparecen en los cuadros N° VII y VIII respectivamente, habiéndose hallado en cada caso la mediana de todos estos datos por considerarse ésta la medida de tendencia central más representativa. Para el volumen de agua de pozos como se ha expresado anteriormente, se ha aceptado la cifra dada por el Estudio para la Regularización del Riego del Valle de Chincha.

3.2.4. Sistema Actual de Regadío

Cuadros N^os XII y XIII

Anexo N^o 3

De acuerdo con las diferentes fuentes de agua para riego existentes en el valle y para lograr una adecuada distribución de estas aguas, se ha dividido el valle de Chincha en cuatro distritos agrícolas que son:

- Distrito Agrícola la Quebrada con 347 Ha inscritas - que reciben solamente aguas de avenida del río **San Juan**.
- Distrito Agrícola la Pampa con 7,800 Ha. inscritas aproximadamente, recibiendo 7,600 Ha. tanto aguas de avenida como las de los represamientos de lagunas y 150 Ha. solamente los sobrantes del cauce la Pampa en época de abundancia.
- Distrito Agrícola Chincha Baja con 9,700 Ha. inscritas aproximadamente, recibiendo 9,430 Ha. de éstas, aguas de avenidas y de lagunas; 270 Ha. reciben tanto aguas de lagunas como de desagües y sobrantes de los predios ubicados superiormente.

Distrito Agrícola Chincha Alta - Larán con 5,935 Ha. inscritas, recibiendo 5,382 Ha. de éstas, aguas de avenidas y de lagunas; 358 Ha. reciben tanto agua de los represamientos de las lagunas como de los desagües y los

sobrantes de los predios ubicados superiormente y 195 Ha. reciben solamente los sobrantes del río en época de abundancia.

En el cuadro N° XII se puede apreciar que en el período de abundancia y represamientos, considerado entre los meses de Noviembre y Abril, el 95% aproximadamente de la extensión total del área agrícola del valle recibe dotaciones de agua, mientras que el 5% restante se abastece solamente con aguas de los represamientos de lagunas, de los desagües y los sobrantes.

En el cuadro N° XIII se ha hallado el volumen total del agua superficial con que cuenta el valle, considerando el mes de 75% de persistencia de la serie 1958 1967. En dicho cuadro se aprecia que durante los períodos de abundancia y represamiento de lagunas (Setiembre-Abril) se tiene un volumen de agua equivalente al 99% del volumen total, mientras que durante los otros meses del año, el volumen de agua superficial en el valle es casi nulo.

La ciudad de Chíncha Alta está ubicada en el distrito agrícola Chíncha Alta - Larán, el cual cuenta para una mejor distribución del agua de riego con un sistema de regadío compuesto por tomas, partidores, canales y drenes. El partidore principal sobre el río San Juan -

se encuentra en un lugar denominado Conta; en este punto el río se bifurca, como se ha mencionado en el acápite 3.2.1, en dos brazos, siendo uno de éstos el río Chico - que es el que irriga propiamente este distrito agrícola. Sobre este río se encuentran dos obras de captación denominadas : "Toma de la Irrigación de Ñoco" y "La Compuerta", ubicadas a 9.466 Kms y 9.766 Kms. aguas abajo del Partidor de Conta respectivamente. A 250 mt. aproximadamente de "La Compuerta. se inicia el canal principal "Chincha Alta - Larán" de 7.207 Kms. de longitud, cuya capacidad es de 20,000 lts/seg. y sirve un área de 155 Ha. - aproximadamente. Al término de este canal se halla el Partidor Ñoco - Acequia Grande, de donde se derivan dos canales con estos nombres. El primero, de 9.207 Kms. de longitud y 8,000 lts/seg. de capacidad sirve un área aproximada de 1,450 Ha. El segundo de 1.050 Kms. de longitud y 8,000 lts/seg. de capacidad sirve en todo su recorrido un área aproximada de 1,235 Ha. Al término de este canal Acequia Grande existe otro Partidor denominado Pilpa - Acequia Grande que deriva las aguas nuevamente entre estos dos cauces. El primero de 4.815 Kms. de longitud y capacidad para 2,000 lts/seg. sirve un área de 420 Ha. aproximadamente. El segundo de 9.26 Kms de longitud, continúa con la capacidad y área de servicio mencionados.

3.2.5. Régimen de Riegos

Cuadro N° XIV

Como se ha indicado las fuentes de agua para riego existentes en el valle están constituidas por las aguas superficiales (río y lagunas) y las aguas del subsuelo, pudiendo ser consideradas estas últimas, conjuntamente con las aguas de lagunas, de régimen regular, mientras que las aguas de río tienen un régimen irregular

Durante la época de avenida considerada generalmente de Enero a Abril, los regantes de los cuatro distritos agrícolas disponen de "Toma Libre" es decir aprovechan el agua para satisfacer las necesidades que tengan, existiendo en esta época excesos de agua. La época de "estiaje", es la que se considera generalmente de Mayo a Agosto, realizándose en este período el riego por turnos en los diferentes distritos agrícolas de acuerdo principalmente con la extensión y necesidades del riego establecido previamente. Es durante esta época que los regantes usan mayormente el agua de pozos para los cultivos que requieren agua en este tiempo.

El riego en los meses de Setiembre a Diciembre se efectúa con el agua almacenada en las lagunas que son liberadas a razón aproximadamente de $6 \text{ mt}^3/\text{seg.}$, efectuándose la distribución del total de las aguas de acuer

do con los siguientes porcentajes establecidos para cada distrito agrícola:

1) Distrito Agrícola Chíncha Alta - Larán	25.35%
2) Distrito Agrícola Chíncha Baja	41.16%
3) Distrito Agrícola La Pampa	33.49%

No obstante, también en este período algunos regantes hacen uso del agua del sub-suelo ya que muchas veces resulta insuficiente el agua de lagunas o sea que prácticamente el agua subterránea es utilizada por los regantes durante casi todo el año.

El valle de Chíncha propiamente dicho está constituido por 22,412 Ha. que tienen derecho a dotaciones de agua del río San Juan distribuyéndose ésta en el Partidor de Conta de la siguiente manera:

1) De la primera avenida al 3 de Mayo, para el:

Distrito Agrícola Chíncha Alta - Larán	
(R. Chico)	43.00%
Distrito Agrícola Chíncha Baja	
(R. Matagente)	28.50%
Distrito Agrícola La Pampa	
(R. Matagente)	28.50%

2) Del 3 de Mayo al 30 de Agosto

Distrito Agrícola Chíncha Alta-Larán	33.33%
Distrito Agrícola Chíncha Baja	33.33%

Distrito Agrícola La Pampa	33.33%
3) Del 30 de Agosto a la primeras avenidas:	
Distrito Agrícola Chincha Alta-Larán	50.00%
Distrito Agrícola La Pampa	50.00%

El distrito agrícola Chincha Alta Larán está -
dividido asimismo en cuatro sectores que son:

- a) Sector "La Calera" donde se dispone de "toma libre" para la época de avenida y turnos de riego o mitas de 40 lts/seg. durante 1 día cada 10 días en época de estiaje.
- b) Sector "Chincha Alta-Larán" donde la campiña de Chíncha Alta recibe en la época de avenida el 50% del total del caudal, en la época de estiaje el 66% y en la época de lagunas el 50%, repartiéndose el resto del caudal entre diferentes haciendas de la zona de Larán.
- c) Sector "La Cuartilla" donde se dispone de toma libre" durante la época de avenida y turnos de riego de 40 lts/seg. ininterrumpidos durante la época de estiaje.
- d) Sector Chíncha Alta (Campiña) donde se dispone de "toma libre" cuando hay sobrantes del río Chico en la época de avenida y en la época de estiaje se realiza el riego por turnos entre los cauces de Ñoco, Pilpa y Acequia Grande de acuerdo a como crea conveniente la

Administración de Aguas del Río San Juan.

El cuadro XIV elaborado en base a las dotaciones asignadas para cada distrito agrícola y a los volúmenes promedio de agua disponible (serie 1958-1967), muestra que actualmente existe una mala distribución del agua superficial en el valle de Chíncha. Por ejemplo, se puede apreciar que a pesar de que el sector agrícola Chíncha Alta - Larán es el de menor extensión (25% del área agrícola) es el que recibe un mayor volumen de agua superficial (41.5% del volumen total), mientras que el sector agrícola Chíncha Baja cuya extensión es aproximadamente el 41% del área agrícola recibe un volumen equivalente solamente al 29.5% del volumen total

3.2.6. Dotaciones Disponibles de Agua

Cuadro N° XV

De acuerdo con el régimen existente de distribución del agua superficial, se ha elaborado el cuadro XV, en el cual se especifican las dotaciones disponibles de agua en miles de mts.³/Ha/año en el valle de Chíncha. En dicho cuadro se puede apreciar, nuevamente, que a pesar de que el sector agrícola Chíncha Alta - Larán tiene menor extensión que los sectores agrícolas, la Pampa y Chíncha Baja, recibe una dotación mayor que la que reciben éstos. La dotación promedio disponible de agua en el

valle resulta ser de 17,146 mts³/Ha/año o lo que es lo mismo 0.545 lts/seg/Ha.

3.2.7. Costo del Agua

El costo del agua de riego en el valle de Chincha resulta ser bastante alto debido a que gran parte del año tiene que hacerse uso del agua de pozo para cubrir las necesidades de riego de los diversos cultivos.

La Administración Técnica de las Aguas del Río San Juan ha establecido el canon de S/. 30/millar de mts³ de agua de los represamientos de lagunas a ser utilizados por los diferentes regantes. No se ha encontrado disponibilidad de datos respecto al costo del mt³ de agua de pozo, debido a la diversidad de regímenes de operación llevados a cabo por los agricultores del valle. Sin embargo, se ha estimado que este costo varía entre S/.0.40 y S/. 0.50/mt³.

3.3. NECESIDADES TOTALES Y ESTACIONALES EFECTIVAS DE AGUA PARA RIEGO EFICIENTE POR CLASE DE CULTIVO

Cuadros N° XVI y XVII.

Para las necesidades totales y estacionales de agua para riego eficiente por clase de cultivo del Valle de Chincha se ha adoptado las cifras dadas en el Estudio para la Regularización del Riego del Valle de Chin -

cha, calculadas a partir de la fórmula de Blanney and Criddle, la cual considera ciertos factores como la temperatura media mensual, el porcentaje mensual de horas de sol en el año y características fisiológicas y culturales del cultivo considerado.

En el cuadro XVI, se puede apreciar que los cultivos son sembrados en diferentes épocas del año requiriendo cada uno de ellos, también diferentes cantidades de agua de riego en períodos distintos. Los pastos y los cultivos de panllevar requieren agua durante todos los meses del año, mientras que, otros cultivos tales como la papa, el frijol y los cítricos requieren solamente este elemento durante seis meses del año.

En el cuadro XVII se aprecia que los cultivos de pastos y panllevar a pesar de ocupar solamente el 3.6% y 5.6% respectivamente del área cultivada, requieren una cantidad de agua equivalente al 20.58% y 17.72% del total de agua requerida. En contraste, otros cultivos como el algodón y el maíz que ocupan superficies equivalentes al 62.7% y 13.9% del total del área cultivada requieren solamente de una cantidad de agua equivalente al 12.34% respectivamente del total de agua requerida.

3.3.1 Balance Hidrológico

Cuadros N^{os} XVIII y XIX.

Para el balance hidrológico se ha elaborado el cuadro XIX en el cual se anota mes a mes la cantidad de agua total disponible, de agua requerida, los excedentes y los déficits de agua. La cantidad de agua disponible con que cuenta el valle está constituida por el agua de río, de lagunas y de pozos, tal como se muestra en el cuadro XI. La cantidad de agua requerida ha sido hallada en base a los requerimientos mensuales de los cultivos, tal como se muestra en el cuadro XVIII.

Al analizar el cuadro XIX, se puede pensar que el valle de Chíncha cuenta con suficiente agua de riego ya que el excedente es aproximadamente cinco veces mayor que el déficit existente; pero, además de existir una mala distribución del agua existente, ya que se puede apreciar en este cuadro que solamente hay excedentes de agua en cinco meses del año, ocurre que, el 50% del agua disponible se pierde en el mar, lo que origina que realmente exista el problema de déficit de agua en el valle de Chíncha.

4. APLICACION DE LAS AGUAS CLOACALES

4. APLICACION DE LAS AGUAS CLOACALES

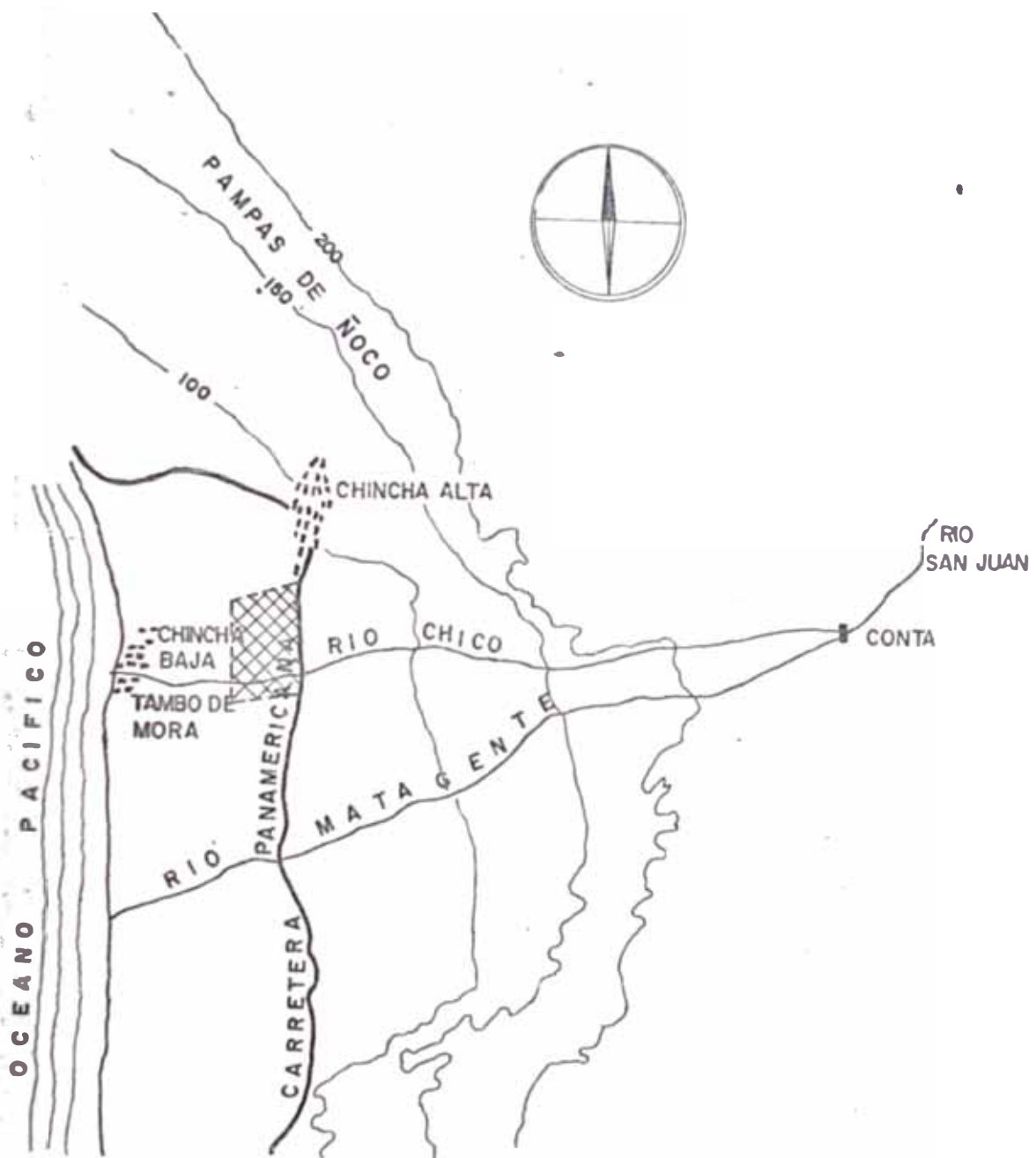
4.1. MEJORAMIENTO Y REGULARIZACION ESTACIONAL DEL RIEGO DE TIERRAS EN EXPLOTACION

Cuadros N° XX al XXXI

Gráfico N° 3

En esta parte del estudio se examinan las posibilidades de recuperación de las aguas cloacales de la ciudad de Chincha Alta, para fines de riego aplicado a diversos cultivos en el valle. El área que de acuerdo con la topografía de la zona podrá ser irrigada con las aguas cloacales mencionadas está ubicada en la parte baja del valle, tal como se detalla en el gráfico N° 3. Dicha zona cuenta en la actualidad, con agua de regadío durante la época de avenida del río San Juan, pero durante otras épocas carece de este elemento. Con la recuperación de las aguas servidas, esta zona contaría con un caudal permanente de riego, que en una primera etapa sería de 100 l.p.s. y en una segunda etapa de 230 l.p.s., con lo que evidentemente se lograría una mejora en las condiciones actuales de riego.

La utilización óptima del efluente cloacal y por consiguiente la extensión de la superficie regable con estas aguas demanda la regularización de la entrega del caudal diario-anual disponible respecto a las necesidades del riego agrícola.



AREA A SER IRRIGADA CON LAS AGUAS CLOCALES TRATADAS

De acuerdo a los requerimientos de agua para los diferentes cultivos actuales del valle, y considerando los caudales efluentes de aguas cloacales proyectados para las dos etapas indicadas así como las clases de cultivo para los dos tipos de tratamiento considerados, se han elaborado, los diagrama-masa mostrados en los cuadros N° XX al XXXI.

En los diagramas indicados se observa que dependiendo del régimen de riego considerado, del tipo de tratamiento y de los caudales proyectados de aguas cloacales, se requerirían para los efectos de regadío volúmenes de almacenamiento de regulación de magnitud significativa tal, que descartan sin necesidad de mayor extensión de cálculos, la viabilidad económica de la recuperación total de estas aguas para los fines materia del estudio.

4.2. INCORPORACION DE NUEVAS TIERRAS A LA PRODUCCION

En esta parte del estudio se examina la posibilidad de incorporación a la producción agrícola de tierras actualmente eríáceas utilizando aguas del río San Juan liberadas de la dotación de riego de un sector del valle actual, que sería regado en este caso utilizando tan solo una parte del efluente cloacal previamente depurado. Sobre el río Chico, como ya se ha mencionado en el acápite 3.2. 4., se dispone de las obras de captación, y de un canal de

capacidad de diseño de 8,000 lts/seg. que sirve para irrigar la parte alta del valle denominada Pampas de Ñoco. El proyecto de irrigación de estas Pampas comprende un área de 3500 Has., de las cuales actualmente solo se encuentran habilitadas 800 Has no habiéndose podido habilitar el resto debido a la falta de agua de riego.

La aplicación del efluente cloacal de la ciudad al riego de un sector de tierras agrícolas en actual explotación en el valle de Chincha, permitiría destinar la dotación equivalente de riego liberada del río San Juan en el riego de otras tierras en el área, pudiendo en tal caso ser aplicadas a la incorporación a la producción de una cierta superficie de la irrigación de las Pampas de Ñoco.

4.3. AREAS UTILIZABLES

Gráfico N° 4.

El área que podría ser irrigada con las aguas cloacales tratadas, sería la ubicada al sur de la ciudad de Chincha Alta, en la zona aledaña el trazo del nuevo emisor proyectado para la ciudad, tal como se muestra en el gráfico N° 4. En este mismo gráfico se muestra el área de las Pampas de Ñoco que podría ser incorporada a la producción con la recuperación de las aguas cloacales para los fines ya indicados.

4.3.1. Situación

El área a ser irrigada con las aguas cloacales tratadas, se encuentra situada hacia el oeste de la Carretera Panamericana y aproximadamente entre los 30 y 50 m. s.n.m. El área que ha de ser incrementada a la producción se encuentra situada al norte de la ciudad de Chincha Alta y aproximadamente entre los 120 y 150 m.s.n.m.

4.3.2. Extensión

De acuerdo con las necesidades de agua para riego de los diferentes cultivos del valle y considerando los caudales efluentes de aguas cloacales proyectados para la primera etapa, con un tratamiento secundario, se ha obtenido un módulo mensual de riego de 0.40 l.p.s./ Ha. (cuadro N°XXXVIII). Considerando este módulo y los caudales de aguas cloacales a descargarse en la primera y segunda etapas, se obtiene que el área irrigable con las aguas cloacales de la ciudad sería de 250 Has. y 575 Has. para las mencionadas etapas, respectivamente.

4.4. CEDULA CONSIDERADA DE CULTIVO

Cuadro N° XXXII

Apéndice N° 1

Sobre la base de los cultivos existentes en el valle (cuadro N° VI) y considerando las correspondientes restricciones en cuanto a la cantidad de tierra disponible

disponibilidad de agua y de mercado, se ha elaborado el cuadro N° XXXII, en el cual se pueden apreciar las cédulas actuales, así como las consideradas en el estudio para la regularización de riego del valle de Chíncha. Asimismo se muestran en este cuadro, las cédulas de cultivo proyectadas para el presente estudio, según los tipos considerados de tratamiento de las aguas cloacales.

Estas cédulas proyectadas difieren de las propuestas en el estudio para la regularización del riego del valle de Chíncha debido a que con ellas se logra obtener mayores beneficios en la producción agrícola. Asimismo, en el estudio mencionado no se consideraba la utilización de las aguas cloacales en el riego, por lo que no se habían analizado los tipos de cultivo que pudieran ser irrigados con estas aguas tratadas. Por ser todos los cultivos anotados en este cuadro recomendables para el valle de Chíncha, en el presente estudio, se han considerado las cédulas de cultivo de la columna (3) o sea las adoptadas considerando un tratamiento secundario de las aguas cloacales.

Se observa en el cuadro XXXII que en la actualidad, el cultivo del algodón ocupa más de la mitad del área cultivada del valle de Chíncha, siguiéndole los cultivos del maíz y panllevar, pero sin llegar a ocupar éstos ni siquiera la quinta parte del área total cultivada. Con las

cédulas de cultivo a adoptarse en el presente estudio, el cultivo del algodón continuará siendo el que ocupa mayor área, pero ésta no llegaría a ser más de la mitad del área total cultivada y por el contrario el cultivo del maíz ocuparía un área equivalente a la quinta parte del área total cultivada.

4.5. NECESIDADES DE AGUA

(Cuadros N°s XXXIII al XXXVIII)

En el cuadro N° XXXII, como ya se ha expuesto, se han propuesto las cédulas de cultivo a adoptarse para los dos tipos de tratamiento de las aguas cloacales, requiriendo cada uno de estos cultivos una cantidad óptima de agua distribuída durante los doce meses del año y que varíe de acuerdo con las exigencias de cada cultivo (cuadro N° XVI).

Tomando en consideración lo anotado, se han elaborado los cuadros XXXIII al XXXVIII en los cuales se han anotado los requerimientos de agua por cultivo, habiéndose adoptado para el presente estudio el cuadro N°XXXVIII elaborado bajo las condiciones de considerar un régimen - anual de riego de 24 horas-día y un tratamiento secundario de las aguas cloacales. En este cuadro podemos apreciar que el módulo mensual de riego vendría a ser de 0.40 l.p. s./Ha. y es en base a este módulo que se han obtenido las extensiones anotadas en el acápite 4.3.2

4.6. FORMAS DE APROVECHAMIENTO

Cuadro N° XXXIX

Apéndice N° 2.

La aplicación de las aguas cloacales en el riego de cultivos de tallo corto y largo plantea como condición previa indispensable un tratamiento de alto grado de depuración de tales aguas. Tal grado de depuración puede ser obtenido mediante una planta de tipo convencional, la gunas de estabilización o zanjas de oxidación. La naturaleza de los métodos y clase de instalaciones involucradas en cada caso, así como los procedimientos de operación, exigencias de mantenimiento y conservación conocidos, permiten aceptar a priori sin necesidad de mayor análisis, la desventaja económica de la utilización en este caso de una planta de tipo convencional, dejando por consiguiente como opciones a escoger el empleo de las lagunas de estabilización o zanjas de oxidación.

En el cuadro N° XXXIX, se puede apreciar que el tratamiento en base a lagunas de estabilización requeriría para la primera etapa y segunda etapa de desarrollo, aproximadamente 5.5 Ha. y 13 Ha. de terreno respectivamente. Las extensiones indicadas de terreno para este tipo de tratamiento son bastante apreciables. Teniendo en consideración la demanda existente por mayores extensiones de terrenos agrícolas, así como el

FORMAS DE APROVECHAMIENTO

TIPO DE TRATAMIENTO	SUPERFICIE REQUERIDA EN HAS.	
	I ETAPA	II ETAPA
LAGUNAS DE ESTABILIZACION	5.5	13.0
ZANJAS DE OXIDACION	0.6	1.38

alto valor de las tierras agrícolas en actual explotación en el valle de Chincha, esta solución resultaría en la anulación de una apreciable extensión de valiosas tierras en producción y una alta inversión inicial en costo de terreno. La alternativa de zanja de oxidación requeriría tal como se muestra en el cuadro N°XXXIX, tan solo 0.6 y 1.38 Ha. de terreno para la primera y segunda etapas de desarrollo respectivamente.

Las consideraciones anteriores, particularmente la relacionada con la apreciable reducción de tierras en actual producción que contaría uno de los propósitos primordiales de este estudio, recomienda desestimar la solución en base a lagunas de estabilización y analizar la recuperación del efluente cloacal en base al tratamiento mediante el procedimiento de zanja de oxidación, aún cuando este último por razones de requerimiento de energía demandaría aparentemente un posible mayor costo de operación.

El efluente cloacal de la ciudad ingresará por gravedad a la planta, que estaría ubicada a 0.5 Km. al sur de la ciudad. El efluente tratado habría de ser bombeado una moderada altura a un lugar del sistema existente de distribución de aguas de riego. Para el riego de la

zona a incorporar a la producción agrícola en las Pampas de Ñoco, con la dotación liberada del río San Juan, se utilizarían las estructuras de captación y conducción existentes de irrigación de las Pampas de Ñoco suplementadas con las obras necesarias para la habilitación agrícola de las tierras de la zona indicada.

4.7 SISTEMA DE OBRAS GENERALES

Para el tratamiento de las aguas cloacales se ha de requerir la construcción de una planta de depuración constituida por una zanja de oxidación, dos unidades de sedimentación, una instalación de bombeo del efluente al sistema existente de regadío y los elementos de control de distribución de entrada y salida.

En la zona de las Pampas de Ñoco será necesario que se efectúe la habilitación de los lotes debiendo los terrenos nivelarse y acondicionarse para su producción futura. Asimismo, se requerirá que se construya el sistema de distribución con los elementos de control volumétrico del agua y los senderos de acceso a los lotes a ser habilitados.

4.8. INVERSION REQUERIDA

Cuadro N° XL

Apendices N°s 3 y 4

El monto total calculado a nivel de estudio preliminar, en base a precios y costos promedios referenciales, representaría una inversión del orden de S/. 31'6 millones producto de la suma de las inversiones requeridas para la planta de recuperación de aguas cloacales, la habilitación en la Irrigación Pampas de Ñoco de tierras actualmente eriazas incorporables al agro, más la consideración de un margen razonable da este nivel de estudio, por gastos, contingentes.

Inversiones Parciales Componentes:

A. Planta de recuperación

Con una inversión total del orden de S/. 18 millones, integrada por los siguientes rubros generales:

1. Terreno, 1.38 Ha. S/. 691,000

El sitio considerado para la instalación de la planta viene a quedar situado 0.5 Km. al sur de la ciudad de Chíncha al lado Este de la Carretera Panamericana. La zona seleccionada está constituida por tierras de alta calidad agrícola, en actual explotación con elevada productividad, cuyo valor real podría de este punto de vista representar actualmente al rededor de S/.70,000-Ha. La nueva filosofía y política del sistema agrario-

nacional han modificado sustancialmente, tanto el régimen de tenencia como los factores determinantes del valor de transferencia de las tierras, cuyo valor efectivo viene a estar definido en cada caso por las circunstancias y factores gobernantes al efectuarse la enajenación del predio. Para los efectos de este estudio se ha considerado como precio referencial de compra-venta, el valor estimado de S/. 50,000 Ha. informado por los agricultores de la zona.

2. Instalaciones de depuración y complementarias, S/.
10'656,000

Comprenden la zanja de estabilización, los conductos - afluente, efluente y elementos de control de gasto, las instalaciones sanitarias y de alumbrado y las instalaciones para la entrega del efluente depurado al sistema existente de distribución de aguas de regadío.

3. Rotores de aereación, S/. 6'150,000.

Consisten en las unidades para la aereación por agitación de la masa de agua en la zanja de estabilización. El costo unitario, estimado en base al precio referencial CIF Callao, gastos de Aduana y Despacho, transporte al pie de obra e instalación, representa alrededor de S/. 150,000 en números redondos siendo 41 unidades - el número total considerado para las dos etapas de desarrollo de la planta.

4. Obras complementarias, S/. 800,000

Comprenden las edificaciones para oficina, almacén, taller, etc., y una camioneta de servicio tipo pick-up - de 1 TM de capacidad.

5. Abastecimiento de energía eléctrica, S/. 800,000

Considera el tendido de una línea de transmisión de 10 KVA y 4 Km de extensión, entre la estación de transformación de la zona de la concesión CORMAN, proyectada - en la proximidad del desvío a Tambo de Mora, y la planta de recuperación, y la instalación de un transformador aéreo a la entrada de la misma.

6. Diversos, S/. 100,000

Incluyen la preparación del terreno, acondicionamiento de la superficie libre, vías interiores de circulación, muebles, enseres, artículos y útiles de escritorio, herramientas etc.

B. Habilitación de tierras

Con una inversión calculada en S/. 5'750,000

Comprende las obras de parcelación, el sistema de distribución de aguas y el de regadío, en un sector de la Irrigación Pampas de Noco para la incorporación al agro de tierras actualmente eriazas por falta de agua.

C. Contingencias

Representan una previsión de S/. 7'297,500, equivalente al 30% de la suma de las inversiones calculadas para las partidas: A. Planta de recuperación y B. Habilitación de tierras.

4.9. FINANCIACION

Apéndice N° 5

El orden calculado de magnitud de la inversión requerida plantea la posibilidad de la financiación del proyecto;

- a) Por agricultores interesados, a través de la constitución de una sociedad agrícola ad-hoc que actuando como agente de gestión y ejecución, concretaría el otorgamiento en préstamo de los fondos necesarios por parte de algún organismo crediticio nacional o/y internacional;
- b) Por el Gobierno Central, con recursos propios del Estado.
- c) Mixta, con fondos del Estado y de algún organismo crediticio de desarrollo nacional y/o internacional.

Para los efectos analíticos de este estudio se ha considerado la financiación del proyecto por el Gobierno.

4.10. COSTO DE OPERACION

Cuadro N° XLI

Apéndices N°s 6,7 y 8

Estaría relacionado en este caso particular con los rubros relativos a los gastos directos de administración, a insumos para la operación, mantenimiento y conservación, y a la depreciación de las instalaciones concernientes a la planta de recuperación de aguas cloacales. De conformidad a las normas del procedimiento corriente en la administración de aguas de regadío, los costos de operación, mantenimiento y conservación del sistema de distribución de riego son cubiertos por los agricultores usuarios, estando por consiguiente incluidos en los costos de producción agrícola consignados en el Cuadro N° XLII.

Los costos anuales de operación referidos a la planta de recuperación, calculados para la I Etapa y la Etapa Final de desarrollo del proyecto, ascenderían a S/. 1'397,319 y S/. 2'583,746 respectivamente.

Costos parciales componentes:

A. Planta de recuperación

1. Remuneraciones de personal, S/. 413,100/año

De conformidad a las disposiciones y estructura vigentes en el campo del manejo de las aguas urbanas resi -

COSTOS ANUALES DE OPERACION

SOLES

COSTOS I ETAPA II ETAPA EN ADELANTE

1.- PERSONAL, JORNALES Y LEYES SOCIALES	413,100.00	413,100.00
2.- ENERGIA ELECTRICA	298,272.00	705,432.00
3.- MANTENIMIENTO Y CONSERVACION	239,780.00	525,380.00
4.- DIVERSOS	60,000.00	104,000.00
5.- DEPRECIACION	386,167.00	835,834.00
TOTALES	1'397,319.00	2'583,746.00

duales la planta habría, en principio, de depender administrativamente de la Oficina de Administración del Servicio de Agua Potable y Desagües de Chíncha, requiriéndose en tal caso tan sólo de un cierto personal extra para la operación y administración auxiliar de la planta, consistente en un mecánico-operador, un ayudante administrativo y tres obreros.

2. Energía eléctrica, I Etapa S/. 298,272/año, Etapa Final S/. 705,432/año.

Los requerimientos anuales de energía para fuerza e iluminación se calculan en 229,440 Kw-h en la I Etapa y en 542,640 en la Etapa Final. Teniendo en cuenta el desarrollo del programa de interconexión eléctrica se ha considerado que el abastecimiento de energía habría de provenir a corto plazo de la concesión CORMAN, para la cual la Comisión Nacional de Tarifas, mediante la Resolución N° 023-71, fija el precio de venta de Kw-h en S/. 1.60 con un descuento del 20% para Servicios Eléctricos Nacionales, esto es S/. 1.30 Kw-h

3. Mantenimiento y conservación, I etapa S/. 239,780; Etapa final S/. 525,380
4. Diversos, I Etapa S/. 60,000, Etapa Final S/. 104,000
5. Depreciación, I Etapa S/. 386,167, Etapa Final soles 835,834.

4.11 COSTO DEL M³ DE AGUA RECUPERADA

En la Etapa Final de desarrollo del proyecto se tendría una masa anual recuperada de unos 7'253,300 m³ y un costo de operación de S/. 2'583,746, determinando un costo de S/. 0.35 el m³ el cual compara muy favorablemente respecto al costo promedio del orden de S/. 0.50 el m³ informado para el agua subterránea bombeada de pozos en el valle.

4.12. BENEFICIOS

Cuadro N° XLII

Apéndices N°s 9 y 10

Los beneficios tangibles expectables resultarían básicamente de la actividad primaria traducida en una mayor producción agrícola y en la creación de nuevas plazas de trabajo. Esta actividad generaría a su vez beneficios intangibles consistentes en el incremento de la capacidad adquisitiva de empleados y obreros por el efecto multiplicador correspondiente, una mayor demanda de servicios auxiliares que se traduce en un incremento del movimiento comercial con el correspondiente impulso al desarrollo para la ciudad de Chincha, de las áreas vecinas y de buena parte del departamento de Ica en general.

Concurrentemente a los beneficios anteriormente enunciados, se tendría en este proyecto los muy importan-

tes de la recuperación de un recurso natural escaso en la zona, el agua, y el hecho de aprovechar utilmente la inversión efectuada en las obras de evacuación de las aguas urbanas residuales.

Sin embargo, en el análisis de la factibilidad económica del proyecto sólo es posible establecer los beneficios directos generados por la actividad primaria, determinados por la diferencia entre los ingresos netos para la I Etapa y Etapa Final y el ingreso neto actual. Definiéndose el ingreso neto como la diferencia entre el ingreso bruto de la producción y los costos de producción.

Los mayores ingresos expectables en base a las cédulas de cultivo proyectadas, alcanzarían a S/. 67'7 millones en la I Etapa de desarrollo y a S/. 142'7 millones en la Etapa final.

4.13. COSTO DE OPERACION ACTUALIZADO

Cuadro N° XLIII

Apéndice N° 11

El cuadro N°XLIII muestra los valores presentes para los costos de operación de la I Etapa y de la Etapa Final de desarrollo, definidas según los períodos de construcción considerados en el Proyecto Integral de Agua Potable y Alcantarillado de Chincha elaborado por el ex-Ministerio de Fomento. En él se pueden apreciar los valores -

COSTOS DE OPERACION (a)

MILES DE SOLES

VALOR PRESENTE

TASAS DE INTERES %	1ª ETAPA (10 AÑOS)	ETAPA FINAL
6	6,875.6	15,179.2
8	6,319.7	13,057.4
10	5,824.2	11,370.8

a) SE HA REALIZADO LA ACTUALIZACION DE LOS COSTOS DE OPERACION SIN CONSIDERAR LAS COSTAS DE DEPRECIACION.

actualizados de los costos de operación, exclusive de la depreciación, para la Etapa Final, con tasas de interés de 6, 8 y 10%

4.14. INGRESOS ACTUALIZADOS

Cuadro N° XLIV

Apéndice N° 12

Si bien las obras e instalaciones contempladas en el proyecto de este estudio tienen una vida útil variable, se ha tenido presente que las fases de construcción y desarrollo agrícola de esta clase de tierras hacen que el retorno de la inversión tenga lugar en no menos de 3 años, por lo que, los beneficios recién se estabilizarían al final de este período.

El valor presente de los ingresos expectables para la I Etapa y la Etapa Final de desarrollo, para diferentes tasas de interés, se muestra en el Cuadro N° XLIV.

4.15. COSTO DE LA HA. DE TIERRAS INCORPORADAS A LA AGRICULTURA

Cuadro N° XLV

El costo, deducido de la inversión total calculada incrementada en un 35% por concepto de intereses, comisiones y gastos de administración del proyecto, respecto a la superficie bruta incorporada, resulta en S/. 79,000 Ha para la extensión considerada si se ejecutara solo la I -

INGRESOS

MILES DE SOLES

VALOR PRESENTE

TASA DE INTERES %	1ª ETAPA. (10 AÑOS)	ETAPA FINAL (20 AÑOS)
6	37,826.5	44,494.5
8	31,377.4	30,616.7
10	26,117.3	21,211.2

CUADRO N° XLV

RESUMEN DE PROYECTO DE IRRIGACION EN EL PERU

Proyectos	Ubicación	Areas Ha.		Costos Miles de S/.	Costo por Ha. S/.
		Nuevas	Mejoradas		
La Cano	Arequipa	2,800	—	159,372.45	56,920.00
La Huaca	Piura	580	—	43,383.30	74,800.00
Apata	Junfn	—	1,340	56,127.50	41,890.00
Huanta	Ayacucho	1,295	510	135,271.22	74,950.00
El Huevo	Arequipa	2,435	—	145,525.15	59,760.00
Iberia	Arequipa	1,060	—	50,869.70	48,000.00
El Hatillo	Lima	430	—	24,469.66	56,900.00
Miraflores	Huánuco	715	—	42,036.50	58,800.00
Huachibamba	Cuzco	530	—	29,153.68	55,000.00
La Papaya	Amazona	1,400	—	61,074.68	43,600.00
Cajabamba	Cajamarca	—	1,400	95,368.86	68,120.00
El Cural	Arequipa	3,000	—	156,450.00	52,150.00
T O T A L		14,245	3,250	999,102.70	

$$\text{Costo Promedio por Ha.} = \frac{999,102.70}{17,495} = 57,110.00$$

NOTA:

1. FUENTE DE INFORMACION: La Irrigación en el Perú 1968
2. Los costos de los Proyectos que aparecen en el presente cuadro corresponden a Presupuestos elaborados antes de la devaluación de la moneda.

Etapa de desarrollo y en S/. 74,200 Ha. para la extensión total considerada en la Etapa Final.

En ambos casos el costo esperado encuadra bien dentro de los costos de presupuesto de proyectos de irrigación en el país, comparando muy bien respecto al costo de presupuesto de la Ha. con relación a determinados proyectos. Esto se puede apreciar en el cuadro XLV, en que el costo promedio por Ha. para diversos proyectos de irrigación en el Perú resulta ser de S/. 57,110.00. Sin embargo este costo corresponde al promedio de los proyectos presupuestados antes del año 1967 o sea antes de la devaluación de la moneda.

4.16. RELACION INGRESO COSTO

La factibilidad financiera queda definida por la capacidad del proyecto para generar ingresos que sean suficientes para cubrir los costos de operación incluyendo los intereses sobre los préstamos. Los ingresos cuantificables vendrían a estar dados, en este caso particular, por el valor de la producción agrícola adicional que ha de ser generada por las obras proyectadas.

Considerando la tasa de actualización a valor presente del 6%, se tendría para la relación ingreso-costo:

Ingresos

Valor en la Primera Etapa	S/. 37'826,455.38
Valor en la Etapa Final	S/. 44'494,483.60

Costos de Operación

Valor en la Primera Etapa	S/. 6'875,833.60
Valor en la Etapa Final	S/. 15'179,207.05

Relación Ingreso-Costo

Primera Etapa de desarrollo:

$$I/C = \frac{S/. 37'826,455.38}{S/. 6'875,833.60} = 5.5$$

Etapa Final

$$I/C = \frac{S/. 44'494,483.60}{S/. 15'179,207.05} = 2.9$$

Los valores obtenidos, tanto para la Primera Etapa y Etapa Final, demostrarían que las inversiones y los costos de operación requeridos quedarían ampliamente cubiertos con los ingresos expectables.

4.17. RELACION BENEFICIO-COSTO

En proyectos de la naturaleza del contempla do en este estudio, la definición de la relación B/C involucra la consideración tanto de beneficios tangibles como intangibles.

La relación ingreso-costo deducida representa un beneficio tangible, que en el caso más desfavorable - para el proyecto en consideración sería 2.9:1, relación- que permitiría por si misma afirmar a este nivel de estudio la factibilidad económica del mismo.

Aún cuando la evaluación cuantitativa de los beneficios intangibles resulta muy difícil y relativa - la existencia de tales beneficios es innegable y consolidan definitivamente la concluyente relación I/C deducida anteriormente.

Por tanto, se puede decir que siendo mayor de 2 la relación ingreso - costo del estudio, la relación beneficio-costos será aún mayor, lo que hace recomendable - el presente estudio.

5. RECUPERACION COMO AGUA PARA PROCESOS INDUSTRIALES

5. RECUPERACION COMO AGUA PARA PROCESOS INDUSTRIALES

5.1 INDUSTRIA LOCAL

La provincia de Chincha cuenta con dos industrias principales que son la vitivinícola y la industria de la harina y aceite de pescado. La primera es la más antigua de la Provincia habiendo contribuido siempre sustancialmente, en el movimiento comercial así como en el desarrollo económico de la zona. La segunda de desarrollo relativamente reciente, a partir del año 1963, está constituida en la actualidad por trece fábricas de harina de pescado que se encuentran situadas en la playa de Tambo Mora a 8 Kms. al SO de la ciudad de Chincha Alta. Esta industria ha creado nuevas fuentes de trabajo y ha generado una serie de actividades industriales y comerciales complementarias que han repercutido favorablemente en la economía provincial.

Además de las industrias mencionadas se han desarrollado otras, tales como la de enlatado de jugos de frutas y verduras y desmotadoras de algodón.

Existen además, en el valle varios establos cuya producción de leche sirve para reforzar la producción de Lima. La avicultura industrial en la actualidad está desarrollándose con mucho éxito, por lo que se prevee muy buen futuro en este renglón.

5.1.1 Perspectivas de Desarrollo

Cuadros N°s. XLVL y XLVII

La industria que actualmente tiende a alcanzar un desarrollo mayor es la de la harina y aceite de pescado que año a año va en aumento (cuadros N°s XLVI y XLVII). La producción de harina y aceite de pescado en el puerto de Tambo de Mora ha sido en el año 1967 equivalente aproximadamente al 11% y 8% de la producción anual del país, - respectivamente. Dichas cifras demuestran que en un tiempo relativamente corto (1963 - 1967), esta industria ha logrado un desarrollo bastante satisfactorio en la zona notándose aún que podrá incrementarse, con el consiguiente aumento en la producción.

Aparte de esta industria no se tiene conocimiento de ningún proyecto para la implantación, en un futuro próximo, de alguna otra de magnitud.

5.1.2 Necesidades de Agua

La industria de la harina y aceite de pescado, de acuerdo a los datos proporcionados por los industriales, requiere por 720 T.M. de producción bruta, aproximadamente 1 lt/seg. de agua, utilizándose ésta principalmente en calderos (previo ablandamiento) y para consumo humano (previa clorinación). No se ha podido obtener para otras industrias, información sobre el particular.

CUADRO N° XLVI

PRODUCCION TOTAL DE HARINA DE PESCADO EN LAS FABRICAS DE TAMBO DE MORA (T.M.B.)

1963	1964	1965	1966	1967
25, 656	91, 328	133, 806	149, 843	198, 121
(2. 3%)	(5. 9%)	(10. 4%)	(10. 4%)	(10. 9%)

• Composición Porcentual de la Producción Anual de Harina de Pescado

FUENTE DE INFORMACION: Sociedad Nacional de Pesquería

PRODUCCION TOTAL DE ACEITE DE PESCADO EN LAS FABRICAS DE TAMBO DE MORA (T.M.B.)

1963	1964	1965	1966	1967
2, 260	9, 666	11, 129	12, 929	14, 976
(1. 4%)	(5. 9%)	(8. 9%)	(8. 8%)	(7. 8%)

• Composición Porcentual de la Producción Anual de Aceite de Pescado

FUENTE DE INFORMACION: Oficina Sectorial de Planificación Pesquera

CUADRO N° XLVII

PRODUCCION DE HARINA DE PESCADO POR FABRICAS (T.M.B.)

RAZON SOCIAL	1966/1967	1967/1968
Carmen Rota Empresa Pesquera S.A.	16.227	19.755
Industrial Tambo de Mora S.A.	14.257	16.448
Pesquera Industrial Constanca S.A.	28.687	27.357
Pesquera Moquegua S.A.	18.073	19.546
Pesquera Tambo de Mora S.A.	18.888	17.061
Santa Magdalena S.A.	23.950	27.856
Yan Pacifico S.A.	14.270	17.480
Pesquera Industrial Helland S.A.	9.453	2.341
Industrial Pesquera San Juan Bosco	1.590	8.617
Pesquera América S.A.	1.059	6.188
Pesquera Continental S.A. (Stones)	1.105	7.645
Gold Kist S.A.	5.422	28.657
Negociación Peruana Ultramar S.A.	2.491	5.480

FUENTE DE INFORMACION: Sociedad Nacional de Pesquería

5.1.3 Requisitos Físico - Químicos

Para que las aguas puedan ser utilizadas en los diferentes procesos de producción, la dureza del agua debido a la presencia de iones Ca^{++} y Mg^{++} debe ser nula o prácticamente nula por lo que todas las fábricas harineras cuentan con ablandadores que reducen en un 98% esta dureza. Asimismo en algunos casos el agua es clorada para el consumo humano.

5.2 FUENTES DE SUMINISTRO DE AGUA

La industria vitivinícola y otras de menor magnitud, se abastecen en general de la red pública, cuando están situadas dentro del área de servicio de la ciudad, pero en los casos en que no estén así situadas, se abastecen del agua del sub-suelo.

La industria de la harina y aceite de pescado se abastece en un 100% con agua del sub-suelo, encontrándose la napa de agua a una profundidad que oscila entre los 4 y 6 mts. Cada una de las fábricas de acuerdo con sus necesidades, cuenta con uno o más pozos cuyas profundidades y rendimientos oscilan entre los 6 - 10 mts. y 10 - 15 lts/seg. respectivamente.

5.2.1 Calidad

Respecto a las características de las aguas del sub-suelo utilizadas por las fábricas harineras, hay poca o virtualmente nula disposición de parte de éstas - para informar sobre el particular.

De acuerdo con la información general obtenida las aguas presentes en el sub-suelo utilizadas por las - fábricas antes mencionadas, tienen un alto contenido de cloruros y de dureza.

5.2.2 Procesos Empleados para Acondicionamiento

Las fábricas de harina y aceite de pescado necesitan reducir la dureza del agua del sub-suelo, para - lo cual acondicionan éstas con procesos standards de abian - damiento de agua. En ciertos casos también se clora el - agua para el consumo humano.

5.3 UTILIZACION DE LAS AGUAS CLOACALES

Se ha desechado la posibilidad de recuperar el agua cloacal para utilizarla en la industria debido a la enorme distancia que existe entre el emisor de desagües de la ciudad y la zona donde están ubicadas las fábricas. Así mismo, el tratamiento a que debieran someterse las - aguas cloacales para ser utilizadas en los procesos in - dustriales existentes, sería tal, que sin entrar a mayo - res cálculos se vislumbra la no factibilidad económica de la recuperación.