



---

*Proyecto Regional*

**Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales  
en América Latina: Realidad y Potencial**

**Convenio IDRC – OPS/HEP/CEPIS  
2000 - 2002**

**ESTUDIO COMPLEMENTARIO DEL CASO  
VILLA EL SALVADOR, LIMA - PERÚ**

Este documento fue elaborado por:

IPES Promoción del Desarrollo Sostenible

- Merzthal Yupari, Gunther
- Roose Cotaquispe, Pamela
- Bergaray Delgado, Virginia

Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria  
y Ciencias del Ambiente (CEPIS)

- Jiménez Ludeña, Héctor
- Álvaro Hinojosa, Herbert

**2002**

## CONTENIDO

	Página
<b>1. RESUMEN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>1</b>
2.1 Estudios realizados .....	1
2.2 Población y niveles de ingresos nacional y local .....	3
2.3 Situación nacional y local del abastecimiento de agua, alcantarillado, tratamiento y reúso .....	6
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 General .....	11
3.2 Específicos .....	11
<b>4. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>12</b>
4.1 Descripción general del Área de Estudio .....	12
4.2 Evaluación del manejo de las aguas residuales .....	17
4.3 Evaluación agrícola del Área con Reúso actual y/o potencial .....	24
4.4 Evaluación de los impactos significativos en el ambiente y la salud, generados por el manejo de las aguas residuales y/o su uso en actividades productivas ...	34
4.5 Evaluación de aspectos económicos y financieros .....	39
4.6 Evaluación de aspectos socioculturales .....	42
4.7 Evaluación de aspectos legales e institucionales .....	47
<b>5. PROPUESTA PARA VIABILIZAR EL SISTEMA INTEGRADO .....</b>	<b>50</b>
5.1 Análisis de la demanda de los productos del proyecto .....	51
5.2 Desarrollo de la propuesta de integración .....	53
5.3 Criterios para la mitigación de los impactos existentes y potenciales .....	63
5.4 Gestión sostenible del sistema integrado .....	63
5.5 Otras propuestas que beneficien al proyecto .....	64
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>64</b>

# **SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LA ZONA AGROPECUARIA DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, LIMA - PERÚ**

## **1. RESUMEN DEL ESTUDIO**

El distrito de Villa El Salvador, ubicado en el cono sur de Lima Metropolitana, es el producto de una expansión urbana provocada por un crecimiento demográfico que no fue consecuencia de la planificación, ni de planes maestros de zonificación (Bartra, 1999).

En 1999, 71% de la población tenía una conexión domiciliar al alcantarillado, cuyas aguas residuales, en su mayoría, son depositadas al mar sin ningún tratamiento previo.

Se podría generar un incremento de la producción agrícola a través de la propuesta de cultivos que sí respondan a las necesidades del mercado y generen, mediante adecuados canales de comercialización, rentabilidad que en la actualidad es muy baja. Se trata de la zona más deprimida del distrito, con una densidad poblacional efectiva de 15 hab/ha (MLM, 1999), sobre la cual se debe proponer criterios técnicos para incrementar la rentabilidad agropecuaria, de modo que redunde en el bienestar de sus ocupantes, mediante alternativas amigables con el ambiente, tales como manejo de residuos sólidos, aguas residuales tratadas (León y Moscoso, 1996; MINAG, 1991), reforestación (DESCO, 1997), adecuados planes de zonificación (INADUR, 1996), desarrollo participativo (Irigoyen, 1998) entre otras.

Los problemas causados por la presión urbana e industrial sobre el entorno ecológico de los Pantanos de Villa (SGS, 1997): nuevos asentamientos humanos con escasas condiciones sanitarias, chancherías ilegales que constituyen un problema de salud ambiental, el cambio de uso de las tierras de potencial agropecuario en el cono sur (Moscoso, 1999), así como el agotamiento de la napa freática por la pérdida de tierras de riego (MLM-IPM, 1991), exigen el planteamiento de un plan de gestión ambiental que plantee una correcta zonificación y plan de desarrollo agropecuario para el distrito.

## **2. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN**

### **2.1 *Estudios realizados***

Existen pocos estudios realizados sobre la zona agropecuaria de Villa El Salvador, pero hay varios que están relacionados con el proyecto. Entre los principales destacan los dos trabajos publicados por el CEPIS en la década de los 90, el de Matos Mar y, el más reciente, los Estudios Generales del caso de Villa El Salvador.

Si bien José Matos Mar (1990), en el estudio titulado “Aguas Residuales, Agricultura y Alimentación en la Gran Lima” no menciona directamente a la ZAVES, lo

hace de manera indirecta ya que una de las zonas de estudio fue San Juan. Hace una revisión histórica de las principales zonas agrícolas de Lima con sus respectivos canales de irrigación, y cómo éstas han ido cediendo terreno a la creciente expansión urbana alrededor de la ciudad Capital. También hace mención de cómo los pobladores de las barriadas y de los barrios populares, en ausencia o deficiencia del sistema de alcantarillado, utilizan el río y las acequias contaminando de esta manera las aguas que los agricultores utilizan legalmente para el riego. Identifica como las áreas agrícolas críticas de la capital, porque hacen uso de las aguas residuales, a las zonas de: Santa Rosa, en las márgenes del río Chillón; San Agustín, vecino al Aeropuerto Internacional Jorge Chávez; y San Juan al extremo sur de Lima; e incluye a la zona de Huaycán Bajo en el curso del río Lurín, de aguas relativamente limpias, como área comparativa. También analiza la comercialización de los productos de las respectivas zonas y, a la vez, hace mención de las repercusiones en la salud de los alimentos regados con aguas residuales.

Los resultados parasitológicos muestran que la contaminación por protozoarios y helmintos, de interés sanitario, en verduras irrigadas con aguas residuales crudas fue de 91,06%, mientras que las irrigadas con aguas tratadas alcanzó el 31,11%; además comprobó que, de todas las especies analizadas, la lechuga presenta la mayor contaminación parasitaria, con 100% para las irrigadas con aguas crudas y 50% con aguas tratadas. También se observó que de las tres zonas de muestreo, el Callao (San Agustín) resultó con mayor porcentaje de contaminación parasitaria en las verduras.

En 1995 el CEPIS publica un nuevo estudio sobre el tema titulado “Impacto del Ambiente en la Salud de la Población Involucrada en el Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en Lima y Callao”, para lo cual selecciona tres lugares de estudio: las lagunas de estabilización de San Juan, la zona agrícola de San Juan y el área agrícola de San Agustín; las dos primeras en el distrito de San Juan de Miraflores, al sur de Lima, y la última en el Callao. Tiene como objetivo identificar los riesgos ambientales y los efectos en la salud de las personas involucradas en el uso y manejo de las aguas residuales en Lima y Callao.

El resultado clínico médico concluye que no habría relación entre el estado de salud y la manipulación de aguas residuales. En todo caso, el consumo de agua no potable y la disposición inadecuada de excretas son, en primera instancia, los factores involucrados con los antecedentes patológicos e indicadores epidemiológicos de la población estudiada.

Existe un estudio realizado por un grupo de tesis de la Universidad Agraria en la zona de ZAVES llamado “Diagnóstico Ambiental de la Zona Agropecuaria del distrito de Villa El Salvador” (Agosto 2000).

El estudio más reciente es el financiado por el CEPIS, titulado “Estudios Generales de Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Caso de Villa El Salvador - Perú (Mayo 2001)”. Dicho estudio tiene como objetivo evaluar el manejo de las aguas residuales y su uso actual y potencial en la zona agropecuaria de Villa El Salvador, con el propósito de proponer un sistema integrado de tratamiento de dichas aguas y su reúso en la actividad agropecuaria. En este trabajo se constata el cambio de uso de los terrenos destinados a la producción pecuaria, por la falta de agua para riego de cultivos que no sean forrajes.

En este estudio se comprueba que la producción agrícola predominante en la ZAVES es la producción de forrajes, siendo los más importantes la chala, la alfalfa, el king grass, entre otros. Esto se debe a que el agua para riego no cuenta con la calidad sanitaria para regar otro tipo de cultivos. Otra razón es que su producción forrajera está destinada al consumo de la producción pecuaria de la zona.

Se concluye con la propuesta de sustituir gran parte del área destinada a la producción de forrajes por la producción de hortalizas como: apio, poro, col, tomate; ampliar la frontera cultivada incorporando áreas que no estaban cultivadas. Se propone, además, mejorar los canales laterales del CP-I y CP-II. Y, también, implementar una granja de peces, es decir, la producción de tilapia.

## 2.2 Población y niveles de ingresos nacional y local

### 2.2.1 A nivel nacional

Según el IX Censo de Población y IV Censo de Vivienda de 1993, los Indicadores Demográficos y Socioeconómicos para el Perú y Lima Metropolitana, son los siguientes:

#### a. Características demográficas:

La superficie total del territorio peruano es de 1.285.215,6 km<sup>2</sup> y una densidad poblacional de 17,6 hab/km<sup>2</sup>. Lima Metropolitana tiene una superficie de 2.811,65 km<sup>2</sup> y una densidad poblacional de 2.288,5 hab/km<sup>2</sup>.

La población total de Perú es de 22.639.443 habitantes, de los cuales el 70,1% representa a la población urbana censada y el 29,9% la población rural; la población masculina representa el 49,7% y la femenina el 50,3% de la población total.

La población total en Lima es de 6.434.323 habitantes de los cuales 99,6% es población urbana y 0,4% población rural; la población masculina representa el 48,9% y la femenina el 51,1%.

**Cuadro 1. Proporción de la población de Lima Metropolitana respecto a la población total del País**

Años	Población total		Lima Metropolitana respecto al país (%)
	Perú	Lima Metropolitana	
1940	7.023.111	661.508	9,4
1961	10.420.357	1.901.927	18,3
1972	14.121.564	3.418.452	24,2
1981	17.762.231	4.835.793	27,2
1993	22.639.443	6.434.323	28,4

Fuente: INEI -Censos nacionales de 1940, 1961, 1972, 1981 y 1993.

La tasa de crecimiento anual del Perú es 2,0% y en Lima Metropolitana es 2,4%. El tiempo de duplicación de la población en el Perú es de 35 años, mientras que en Lima es de

29 años. La edad media en el Perú es 21 años, mientras que en Lima Metropolitana es 24 años.

A continuación se presenta la población censada, por grandes grupos de edades, en porcentaje.

**Cuadro 2. Población por edades**

<b>Grupos de edades</b>	<b>Porcentaje sobre población Perú (%)</b>	<b>Porcentaje sobre población Lima Metropolitana (%)</b>
0 – 14 años	37	29,8
15 – 64 años	58,4	65,5
65 a más años	4,6	4,7

Utilizando los criterios del INEI para definir población urbana y rural, los cuales son diferentes de aquéllos utilizados por el Sector de Agua y Saneamiento, la población urbana en 1993 representó 70,1% de la población nacional (15.870.250 habitantes), lo que demuestra el creciente proceso de urbanización al compararla con las cifras de 1972 (59,5%) y 1981 (65,2%). Entre 1981 y 1993 el crecimiento anual promedio de la población urbana fue de 2,8%, mientras que el de la población rural fue de 0,9%. Con los criterios del sector de agua y saneamiento donde, de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, 1995, el ámbito rural es definido como localidades con menos de 2.000 habitantes, la tendencia a la urbanización se confirma. La población urbana en 1972, 1981, 1993 y 1998 es de 52,1%, 58,1%, 65,7% y 68,4%, respectivamente, representando estos datos a 16.969.600 de población urbana y 7.831.100 de población rural.

**b. Características socioeconómicas:**

La tasa de analfabetismo a nivel nacional es de 12,8%, habiendo un analfabetismo mayor en mujeres (18,3%) que en hombres (7,1%). La tasa de analfabetismo en Lima es de 3,6%; el analfabetismo en mujeres (5,4%) es también mayor en Lima frente a los hombres (1,7%).

El nivel educativo en años de estudios en el Perú es de 7,7 años y en Lima Metropolitana es de 10 años.

La Población Económicamente Activa (PEA) en el Perú es de 7.109.527, siendo la tasa de actividad de 51,2%. En Lima Metropolitana la PEA es de 2.394.113 y la tasa de actividad es de 53,7 %. La tasa de desocupación a nivel nacional es de 7,1% y a nivel de Lima Metropolitana es de 8,0%.

La esperanza de vida en el país aumentó de 53,6 a 66,3 años entre 1970 y 1993, y la proyección del INEI para el periodo de 1995 al 2000 es de 68,3 años. La proyección del INEI para el año 2010 es de 70,5 años, y para el periodo de 2020 a 2025 es de 74,5 años.

En cuanto al Índice de Desarrollo Humano (IDH), según el Informe de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas, PNUD, 1999, el Perú ocupa el 80° lugar entre 174 países, y figura en la categoría de desarrollo humano medio (0,500 a 0,799, de una escala con valor máximo de 1). Desde 1990 hasta 1997 el Perú ha avanzado en su desarrollo humano, con índices de 0,703 y 0,739, respectivamente. En el mismo periodo el PIB pasó de 849 a 1.112.

### 2.2.2 A nivel local (Villa El Salvador)

#### a. Características demográficas:

A junio de 1999 se estima la población de VES en 347.991 habitantes; la población estimada de mujeres es 51,5% que equivale a 179.215 mujeres; la población estimada de hombres es de 49,5 % que equivale a 168.776 hombres.

**Cuadro 3. Población por edades**

Edades	Cantidad	Porcentaje (%)
0 a 4 años	38.975	11,2
5 a 14 años	78.472	22,55
15 a 29 años	97.162	27,95
29 a más años	133.382	38,3
<b>Total</b>	<b>347.991</b>	<b>100</b>

Estimados sobre datos de INEI, Censo 1993, y estimados y proyecciones de población por año calendario 1970-2025.

#### b. Características socioeconómicas:

El distrito de Villa El Salvador se caracteriza por ser una zona productiva impulsadora del desarrollo de la mediana y pequeña industria, principalmente del calzado, madera y metal mecánica, siendo el principal aporte del PBI del distrito. Ingreso per cápita de 500 nuevos soles (2 trabajadores por familia).

En cuanto al empleo, la población económicamente activa (PEA) de 15 y más años de edad es de 107,744 personas, de las cuales 73.804 son hombres y 33.940 son mujeres.

Dentro de las diez primeras causas de mortalidad del distrito tenemos 19,3% por enfermedades respiratorias y 15,6% por enfermedades del aparato respiratorio.

La tasa de analfabetismo de la población menor de 15 años es 4,50%, y la población de menos de 15 años con primaria completa es 4,90%.

34,08% de la población no cuenta con el servicio de agua potable; 38,61% no cuenta con servicio de alcantarillado; y 24,91% no poseen luz eléctrica.

## **2.3 Situación nacional y local del abastecimiento de agua, alcantarillado, tratamiento y reúso**

### **2.3.1 Características generales**

En el sector de agua y saneamiento, entre 1988 y 1998 se ha observado un crecimiento importante. La cobertura de agua potable se incrementó de 58,4% en 1988 a 70,6% en 1993, y a 75,4% en 1998; la de saneamiento se incrementó de 47% en 1988 a 63,5% en 1993, y a 73,7% en 1998; sin embargo, estas cifras deben ser analizadas considerando las limitaciones de intermitencia y calidad del servicio. Se debe destacar que las inversiones realizadas en el sector de agua y saneamiento forman parte de la "Estrategia focalizada para la lucha contra la pobreza para el periodo 1996-2000" del Ministerio de la Presidencia, que ha previsto incrementar el acceso al agua potable y a sistemas de eliminación de excretas a 80% y 75%, respectivamente. Se estima que estas metas podrán ser alcanzadas en el año 2000. En el país se ha invertido en el periodo 1990 a 1998 un promedio de US\$ 228.910.000 anuales para obras de infraestructura de agua y saneamiento, monto que incluye tanto la inversión del Estado, como de las Entidades Prestadoras de Servicios (EPS) y sector privado (las ONG y comunidades) y es equivalente a alrededor del 14% del total de inversiones del gobierno durante el mismo periodo.

### **2.3.2 Evolución del sector en los últimos 10 años**

En 1981, mediante Decreto Legislativo N.º 150, se creó el Servicio Nacional de Abastecimiento de Agua y Alcantarillado (SENAPA), conformado por una Empresa Matriz con 15 empresas filiales y 10 unidades operativas distribuidas a lo largo del país. En 1990 se dispone la transferencia de todas las empresas filiales y unidades operativas del SENAPA a las municipalidades provinciales y distritales, estableciéndose que el SENAPA se convierta en una empresa encargada sólo de brindar asistencia técnica a dichas municipalidades. Así mismo, se establece que la responsabilidad de la atención del medio urbano y rural es del Ministerio de Vivienda y Construcción, y para tal efecto se crea la Dirección de Saneamiento Básico, la misma que nunca fue implementada.

En el marco de la reforma y descentralización del Estado, en 1992 se encarga al Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (PRONAP) el reordenamiento legal e institucional del Sector, se crea la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), como instancia fiscalizadora de las empresas de agua, y se transfiere el SENAPA y SEDAPAL al Ministerio de la Presidencia (PRES).

En 1994 se promulga la Ley General de Servicios de Saneamiento, mediante la cual se designa al PRES como el ente rector del sector saneamiento; se ratifica el papel de los municipios asignado por la Ley Orgánica de Municipalidades; y se crea la figura jurídica de la Entidad Prestadora de Servicios (EPS) para designar a las empresas municipales encargadas de administrar los servicios de agua potable y alcantarillado en el área urbana. También, en 1994 se promulga la Ley General de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, que la designa como un organismo del Ministerio de la Presidencia, hasta que en 1998, por ley expresa, fue adscrita al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF).



En 1994 la Ley General de Servicios de Saneamiento establece que el Ministerio de Salud participará en políticas de saneamiento ambiental y calidad del agua, tarea que es desempeñada por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Hasta antes de esta disposición el Ministerio de Salud, de acuerdo a Ley, realizaba actividades de capacitación y educación sanitaria, formando Juntas Administradoras de Agua Potable y supervisándolas. Al cancelarse su rol no se estableció quien sería el ente sustituto, sólo que las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), empresas dedicadas al servicio de agua potable y alcantarillado en el medio urbano, deberían brindar asesoría técnica y administrativa a los servicios rurales, situación que ha ocurrido en muy pocas localidades.

En la actualidad, DIGESA, además de la responsabilidad de formular políticas y dictar normas de calidad sanitaria y protección ambiental, presta apoyo en la formulación de proyectos y construcción de sistemas de agua potable y sistemas de disposición de excretas en el medio rural, labor que ejerce de manera coordinada con la Direcciones de Salud (DISA) existentes en cada departamento del país, además de los Consejos Transitorios de Administración Regional (CTAR), municipios, FONCODES y las ONG.

### *2.3.3 Disponibilidad hídrica*

En el Perú se consideran tres grandes sistemas hidrográficos, los cuales a su vez corresponden a cuencas vertientes (Pacífico, Atlántica y lago Titicaca).

En términos de recursos hídricos totales, el agua superficial disponible es abundante constituyendo un gran potencial. A nivel nacional existen 106 cuencas hidrográficas que producen anualmente 2.046.287,5 mmc de origen superficial y subterráneo. No obstante, los factores que afectan el clima del país originan una gran variedad y discontinuidad del recurso agua a través del tiempo, lo que resulta en una vertiente de escasos recursos hídricos (Pacífico), principalmente, en la región Costa donde existen 2.885 m<sup>3</sup> superficiales por habitante, muy por debajo del promedio mundial de 8.500 m<sup>3</sup> superficiales por habitante, y otra de abundantes recursos (Atlántico) con un estimado de disponibilidad de 800.000 m<sup>3</sup> superficiales por habitante. Una característica importante de los ríos en el país es el régimen temporal de los mismos, considerando la irregularidad de sus caudales: un corto periodo de abundancia o avenida máxima de 3 a 5 meses (diciembre a mayo) y un prolongado periodo de estiaje de 7 a 9 meses (mayo a diciembre), situación adversa para las necesidades hídricas del país.

La disponibilidad actual (reservas explotables) de agua subterránea ha sido estimada en 2.739.3 mmc. En 1987, el volumen explotado en la vertiente del Pacífico, con fines de uso poblacional, pecuario, agrícola e industrial en 39 de las 53 cuencas, mediante 8.009 pozos tubulares a tajo abierto y mixto, fue estimado en 1.508 mmc. El volumen de agua subterránea explotada en la vertiente del Atlántico y el Titicaca no es conocido, y se estima que no es significativa.

Existen a nivel nacional otras fuentes superficiales disponibles del recurso hídrico que son las lagunas, depósitos de agua de régimen temporal o permanente, de tamaño variable, ubicados entre las cotas 4.000 y 6.000 msnm de la Cordillera de los Andes.

La ausencia estacional de agua superficial en las regiones costa y sierra ha motivado la ejecución de estudios y obras para el aprovechamiento hidráulico que ofrecen las lagunas como embalses naturales, regulándose actualmente 3.028 mmc. A esto se agrega el potencial que ofrecen las 11.673 lagunas sin estudio ni aprovechamiento y la posibilidad de aprovechar la fisiografía existente en la Cordillera de los Andes favorables para el almacenamiento y embalse de agua mediante represamientos.

La pérdida de calidad del agua es crítica en algunas regiones del país y se debe fundamentalmente a la contaminación por efluentes provenientes de las actividades productivas de la industria, sobre todo la minero-metalúrgica, y por los desechos domésticos y agroquímicos, que afectan las fuentes de abastecimiento de agua y ponen en riesgo la salud de la población. Además de existir dificultades para el control y vigilancia de la calidad del agua, principalmente al interior del país, existe un uso indiscriminado de aguas residuales sin tratamiento previo, debido a la escasez del recurso en las ciudades costeras y a la estacionalidad de las lluvias en la zona andina. Si bien no existe un inventario nacional, se ha reportado la existencia de 6.400 hectáreas de terreno agrícola irrigadas con aguas residuales, con y sin tratamiento, en los departamentos de Lima, Tacna, Trujillo, Lambayeque, Ica y Piura.

De acuerdo a la Ley, la responsabilidad por regular el uso del recurso hídrico (cantidad) es del Ministerio de Agricultura y el velar por la calidad de las aguas es responsabilidad del Ministerio de Salud, además de la autorización de vertimientos y proyectos de plantas de tratamiento de agua y aguas residuales.

#### *2.3.4 Estructura institucional del sector*

##### **a. Ente rector**

El Ministerio de la Presidencia (PRES) es el organismo rector que formula las políticas y dicta las normas generales para el desarrollo del sector. El PRES cuenta con el Programa Nacional de Agua Potable y Alcantarillado (PRONAP), de carácter transitorio y encargado de llevar a cabo el Proyecto de Apoyo al Saneamiento Básico (PASB).

##### **b. Ente regulador**

La función de regulación corresponde a la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS), organismo actualmente adscrito al Ministerio de Economía y Finanzas.

Las municipalidades provinciales son responsables de la prestación de los servicios de saneamiento en el ámbito de su jurisdicción, a excepción de los servicios en Lima Metropolitana que están a cargo de la empresa Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL). Las municipalidades otorgan el derecho de gestión de estos servicios a las EPS.

En el ámbito rural (con menos de 2.000 habitantes de acuerdo con el Reglamento de la Ley General de Servicios de Saneamiento, 1995) la explotación de los servicios

(administración, operación y mantenimiento) es realizada por acción comunal, mediante la organización de Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS). El funcionamiento de las JASS está regulada por la SUNASS.

El Ministerio de Salud, a través de DIGESA, es responsable de ejercer la vigilancia de la calidad de agua de consumo, y de la normativa sobre saneamiento ambiental; en tanto que el Ministerio de Agricultura otorga los derechos de uso del recurso hídrico y el Ministerio de Economía y Finanzas regula la actividad financiera de las empresas del estado.

### 2.3.5 Situación de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento

#### a. Cobertura de agua y saneamiento

Según el Informe de Evaluación del Decenio del Abastecimiento de Agua Potable y del Saneamiento en el Perú 1981-1990 de la OPS, al concluir el año 1988 se alcanzó los siguientes niveles de cobertura: a nivel nacional, se reportó una cobertura de 58,4% en agua potable y 47,0% en saneamiento. En el ámbito urbano 67,2% en abastecimiento de agua y 54,3% en saneamiento; en el ámbito rural 22,3% en agua potable y 6% en saneamiento. En el censo de 1993 las coberturas registradas por el INEI fueron de 70,6% en abastecimiento de agua y 63,5% en saneamiento. En el ámbito urbano 88,7% en abastecimiento de agua y 82,5% en saneamiento, en el ámbito rural 36,2% en abastecimiento de agua y 27% en saneamiento.

Para 1998 las coberturas estimadas por el equipo de trabajo de la evaluación son las siguientes, basadas en la información registrada por SUNASS y DIGESA y el análisis de los datos proporcionados por FONCODES e INEI: a nivel nacional, una cobertura de 75,4% en abastecimiento de agua y 73,7% en saneamiento. En el ámbito urbano 86,8% en abastecimiento de agua y 89,5% en saneamiento; en el ámbito rural 50,6% en abastecimiento de agua y 39,5% en saneamiento.

**Cuadro 4. Cobertura de agua y saneamiento (porcentaje)**

<b>Coberturas</b>	<b>1988</b>	<b>1993</b>	<b>1998</b>
<b>Nacional</b>			
Agua*	58,4	70,6	75,4
Saneamiento**	47,0	63,5	73,7
<b>Urbano</b>			
Agua*	67,2	88,7	86,8
Saneamiento**	54,3	82,5	89,5
<b>Rural</b>			
Agua*	22,3	36,2	50,6
Saneamiento**	6,0	27,0	39,5

Fuente: 1988 - Evaluación del decenio del abastecimiento de agua potable y del saneamiento en el Perú 1981-1990 -APIS

1993 - Censo Nacional - INEI

1998 - Equipo Nacional de Evaluación de la Década

\* Incluye red pública dentro y fuera de la vivienda, pilón de uso público y pozo

\*\* Incluye red pública, letrinas o disposición "in situ".

Respecto a Lima, la ciudad más grande del país, ésta cuenta con una población total de 7.221 millones de habitantes a 1998 y una tasa de crecimiento de la población de 2,5% por año, superando el promedio nacional que es de 1,8%. De la población total, 5.367 millones (74%) es abastecida con conexiones domiciliarias y 549.000 por fuentes públicas (8%), existiendo una población total servida de 5.916 millones de habitantes (82%) (SEDAPAL, 1999) y sin servicio de 1.305 millones de habitantes. En relación al desagüe, 5.163 millones (71%) tienen conexión domiciliaria al alcantarillado convencional y 1.191 millones (16%) cuenta con pozo o tanque séptico. La población total servida es de 6.354 millones (88%) y sin servicio es de 867.000 habitantes (12%).

#### **b. Tratamiento de aguas residuales**

La cobertura de tratamiento de aguas residuales es de 14%; sin embargo, debe destacarse que se están haciendo importantes esfuerzos para incrementar esta cobertura con los proyectos de plantas de tratamiento en las ciudades de mayor población del país (Lima, Chiclayo, Trujillo, Arequipa, entre otras). Algunas de estas plantas ya están construidas, otras en proceso de construcción, y las restantes en estudio. De concretarse la construcción de las plantas proyectadas, en el periodo 2001-2010, la cobertura de tratamiento de aguas residuales se incrementaría a 70%. Con el incremento de la cobertura de tratamiento no solo mejorará la calidad de los cuerpos de agua receptores, además se podrá aprovechar en condiciones sanitarias el agua residual tratada incrementando la frontera agrícola, liberando volúmenes de aguas superficiales a favor del uso urbano y reduciendo la práctica actual de riego con aguas residuales sin tratamiento previo. (Fuente SUNASS).

**Cuadro 5. Índice de Tratamiento de Aguas Residuales (porcentaje)**

	<b>Aguas residuales</b>	<b>Unidad</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>Crecimiento 1996-1998</b>
<b>Con</b>	Volumen estimado	Miles de m <sup>3</sup>	901.424	889.794	933.493	32.069
<b>SEDAPAL</b>	Volumen tratado	Miles de m <sup>3</sup>	94.338	111.957	130.596	36.258
	Índice de tratamiento	%	10,5%	12,6%	14,0%	3,5%
<b>Sin</b>	Volumen estimado	Miles de m <sup>3</sup>	358.384	375.384	369.231	10.847
<b>SEDAPAL</b>	Volumen tratado	Miles de m <sup>3</sup>	83.300	93.036	111.197	27.897
	Índice de tratamiento	%	23,2 %	24,8%	30,1%	6,9%

Fuente: SUNASS

Otro aspecto a destacar es la obligatoriedad de incluir el tratamiento de aguas residuales en todo proyecto de alcantarillado en el medio rural, requisito considerado por FONCODES y el MINSA de acuerdo con la reglamentación vigente (Reglamento Nacional de Construcciones). Sin embargo, se reconoce que existen serios problemas en la operación y mantenimiento de los sistemas construidos por la falta de capacitación a la población, evaluación y seguimiento por parte de alguna institución responsable del sector rural y por el vacío existente en la implementación de la reglamentación de las JASS.

**Cuadro 6. Tipo de plantas de tratamiento**

<b>Tipo de Tratamiento</b>	<b>N.º de Plantas de tratamiento</b>
Biofiltro	1
Lagunas	307
Lagunas/tanque séptico	3
Lodos activados	1
Rafa	1
Tanque im hoff	33
Tanque séptico	308
Sin identificar	40
<b>Total</b>	<b>694</b>

**Cuadro 7. Número de plantas de tratamiento según ámbito**

<b>Ámbito</b>	<b>N.º de plantas de tratamiento</b>
Urbano	142
Rural	552
<b>Total</b>	<b>694</b>

### **3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO COMPLEMENTARIO**

#### **3.1 General**

Complementar la evaluación del caso estudiado “Sistemas de aprovechamiento de las aguas residuales en la zona agropecuaria del distrito de Villa El Salvador, Lima – Perú”, en la etapa anterior del Proyecto (Estudio General), con un análisis más detallado sobre los aspectos ambientales, económicos, sociales, legales e institucionales, con el propósito de proponer un sistema integrado.

#### **3.2 Específicos**

- Elaboración de un documento orientado a la integración del tratamiento y el uso productivo de las aguas residuales domésticas, consolidando los aspectos relevantes contemplados en la etapa de Estudios Generales y ampliando los aspectos ambientales, sociales, económicos, legales e institucionales.
- Identificación de los impactos significativos que genera el proyecto en la salud y el ambiente, y definición de los criterios para su mitigación.
- Definición de los beneficios económicos que genera el proyecto y establecimiento de su viabilidad económica, a través de una evaluación económica y financiera.
- Definición del nivel de aceptabilidad del reúso y de la participación comunitaria, a través de una evaluación sociocultural de los actores.
- Formulación de una propuesta para implementar un sistema integrado, identificando los criterios de éxito y los aspectos que requieran mayor atención y desarrollo para lograr su viabilidad.

## **4. DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **4.1 Descripción general del área de estudio**

#### **4.1.1 Localización y extensión**

El distrito de Villa El Salvador se encuentra en la Costa Central, en el departamento de Lima, a 20 km del área central de Lima Metropolitana. Constituye parte de la denominada Área Sur de Lima. Es una zona árida que forma parte del desierto de Conchán, arenas de la Tablada de Lurín.

#### *Límites:*

Por el norte : Con los distritos de San Juan de Miraflores y Villa María del Triunfo.

Por el este : Con la Tablada de Lurín, Atocongo y José Galvez

Por el sur : Con el valle de Lurín, distrito de Pachacamac y Océano Pacífico.

Por el oeste : Con el distrito de Chorrillos y el Océano Pacífico.

De la gran ciudad de Lima, cuya superficie es de 2.664,67 km<sup>2</sup>, Villa El Salvador comprende 3.546 ha, observándose cuatro zonas bien definidas: zona agropecuaria, zona industrial, zona residencial y la zona recreacional de playas; también podemos diferenciar a los nuevos asentamientos humanos hacia los bordes del distrito.

Según la ordenanza N.º 195-MML-98 de la Municipalidad de Lima, Ordenanza Reglamentaria del Plan Urbano de Villa El Salvador en su artículo 6º, la zona agropecuaria corresponde al Sector XIV del distrito, y está delimitada por la antigua Panamericana Sur, Av. Primero de Mayo, Av. Separadora Agro Industrial, Av. Mariátegui, límite con la zona arqueológica y el cementerio.

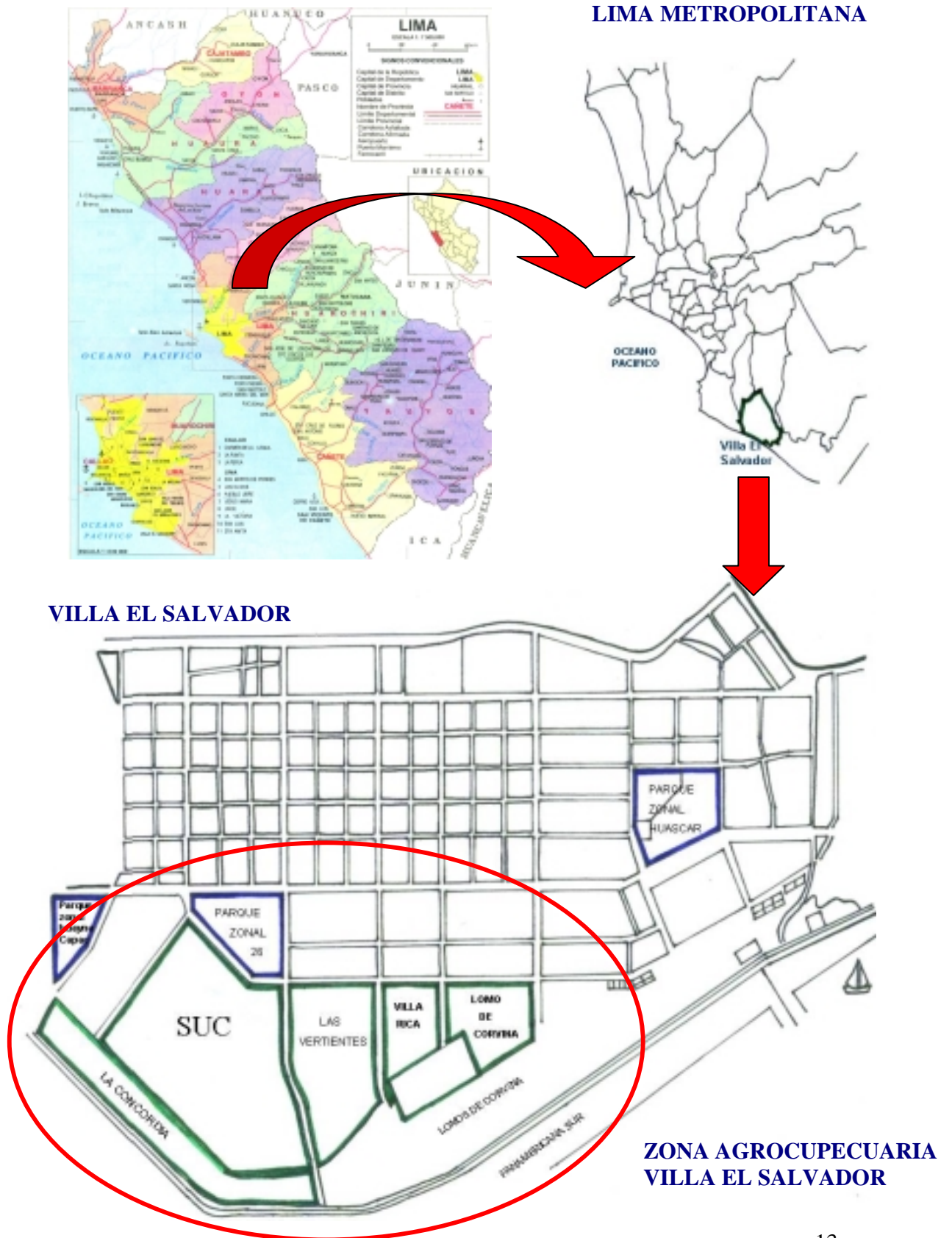
De las 3.546 ha que corresponden al total de la superficie del distrito, 333,50 pertenecen a la superficie de la zona agropecuaria, representando el 9,4% del distrito.

En la zona se encuentran dos tipos de ecosistemas, un ecosistema humedal, correspondiente a la franja marítima en donde encontramos las formaciones vegetales como: juncuales, totorales, pastizales halofíticos y otro ecosistema desértico en donde encontramos la formación vegetal xerofítica.

#### **4.1.2 Clima**

La ZAVES está ubicada en una zona desértica de la costa central peruana, que se caracteriza por un clima subtropical; es árido y nuboso en la mayor parte del año debido a la posición geográfica en el trópico, la cordillera de los Andes, el anticiclón del Pacífico Sur y la corriente oceánica de Humboldt. La temperatura media mensual del aire varía entre 15 y 23° C, valores extremos que corresponden a los meses de julio y febrero, respectivamente. La humedad relativa es alta y fluctúa entre 79 y 88% durante el año. La precipitación pluvial es escasa, con un promedio de 25 mm anuales. Los vientos alcanzan en promedio anual una velocidad de 7 km/h y, mayormente, se presentan durante las horas de la tarde y con mayor fuerza en los meses de diciembre a mayo.

Figura 1. Mapa de Ubicación



### Cuadro 8. Variables climáticas en el área de estudio

Datos mensuales de temperatura, precipitación y humedad relativa para Villa El Salvador (año normal, estación Von Humboldt, UNALM, 238 msnm, 12° 05' latitud sur, 76° 57' longitud oeste).

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Temperatura del aire (°C):</b>												
<b>Máxima</b>	26,36	28,58	27,27	25,51	22,27	19,55	18,55	18,35	18,88	20,20	21,73	24,25
<b>Mínima</b>	18,20	18,90	18,55	16,77	15,10	14,07	13,43	13,40	13,43	14,07	15,10	16,70
<b>Media</b>	21,71	22,63	22,23	20,46	18,01	16,39	15,49	15,16	15,37	16,33	17,76	19,84
<b>Precipitación (mm):</b>												
<b>Total</b>	1,64	0,85	0,58	0,95	1,39	1,88	1,95	2,16	1,62	1,19	0,99	0,60
<b>Humedad relativa (%):</b>												
<b>Media</b>	80,60	79,40	80,10	82,40	86,00	87,30	87,20	88,10	88,30	86,60	84,10	82,20
<b>Periodo de información: de 1966 a 1989, sólo años normales</b>												

Datos mensuales de temperatura, precipitación y humedad relativa para Villa El Salvador (año normal, estación Manchay Bajo, Pachacamac, 148 msnm, 12° 10' latitud sur, 76° 52' longitud oeste).

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
<b>Temperatura del aire (°C):</b>												
<b>Máxima</b>	25,61	27,76	26,13	25,96	24,17	20,48	19,47	19,10	19,69	20,51	22,99	25,01
<b>Mínima</b>	18,29	19,13	18,87	17,10	15,39	14,87	13,56	13,56	13,76	14,52	15,58	16,87
<b>Media</b>	22,07	22,92	22,49	20,92	18,75	16,94	16,10	15,86	16,09	17,20	18,37	20,35
<b>Precipitación (mm):</b>												
<b>Total</b>	3,16	0,85	0,46	0,22	1,11	2,21	3,16	5,17	4,62	1,85	1,24	1,44
<b>Humedad relativa (%):</b>												
<b>Media</b>	82,40	81,40	82,10	83,10	84,70	87,00	86,50	87,40	87,30	84,80	82,80	81,50
<b>Periodo de información: De 1955 a 1980, sólo años normales</b>												

#### 4.1.3 Recursos naturales y ambientes

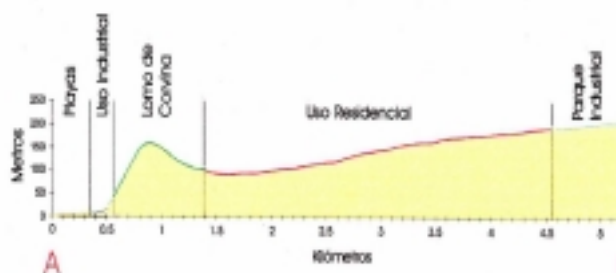
##### a. Características fisiográficas

Se han determinado dos paisajes fisiográficos en la ZAVES: colinas y la llanura eólico-marina. El paisaje colinoso integrado básicamente por el cerro Lomo de Corvina, ubicado paralelo al litoral y a la carretera Panamericana Sur (kilómetros 18-21), se caracteriza por presentar un relieve ligeramente ondulado y laderas con pendientes variables, que fluctúan entre 15-25% en la parte erizada del cerro Lomo de Corvina, y 9-10% en la Asociación La Concordia.

La llanura eólica-marina presenta una topografía más uniforme y se ubica en la parte baja y oriental del cerro Lomo de Corvina. Las tierras cultivadas y en descanso de Villa Rica, SUC y parte de las vertientes se localizan dentro de este paisaje. Su pendiente es casi plana, variando de 0-5% y con un relieve plano ligeramente ondulado.



**Figura 2: Relieve de la ZAVES**



Fuente: DESCO, 1997.

La ZAVES es un cinturón verde que se extiende desde las márgenes de la autopista Panamericana Sur por todo el este y sureste del distrito, uniendo el cerro Lomo de Corvina (la elevación más alta de la zona, con 165 msnm) con el entorno ecológico de las lagunas de estabilización de San Juan de Miraflores. La franja constituye una unidad agrícola periurbana con aproximadamente 4,8 km de longitud y 1,5 km de ancho.

La zona agropecuaria de Villa El Salvador (ZAVES) es la mayor área de agricultura periurbana en Lima Metropolitana. Su extensión es de 632,5 ha y contribuye el 21,3% del área total del distrito. 219 ha están dedicadas a la agricultura, 93 ha a la ganadería, 36 ha a la silvicultura y 161 ha que no tienen un uso definido.

#### **b. Recursos Hídricos**

La principal fuente de abastecimiento de agua del distrito es el río Rímac, cuyos caudales varían entre 15,2 m<sup>3</sup>/s (setiembre) y 66,2 m<sup>3</sup>/s (febrero, época de precipitaciones en la sierra). La precipitación pluvial es mínima (25,48 mm/año), por lo que no podría ser considerada como fuente de recursos hídricos. Las aguas subterráneas son otra fuente importante de agua potable; SEDAPAL registra en el distrito la existencia de 15 pozos que generan 537 l/s de agua.

#### **c. Recursos naturales**

Existe un componente asociativo geográfico y físico con la zona reservada de pantanos de Villa (ZRPV), dado que el acuífero secundario que alimenta la ZRPV pasa por la ZAVES y conduce aguas infiltradas provenientes de San Juan de Miraflores y algunas tierras agrícolas de riego en los alrededores de Surco, Chorrillos y VES (Berrocal, 1993). Esta asociación es extensiva para lo referente a aves migratorias y residentes (mayormente Ardeidae) que suelen aparecer en los parques zonales (Parque Zonal 26 y Parque Huáscar), dado que éstos también presentan cuerpos de agua y zonas verdes en la ZAVES contigua, pero este componente es pequeño, ya que un mayor número de aves prefieren los ambientes acuáticos someros presentados en los humedales de Villa. La generación de algas y los consecuentes invertebrados asociados a ellas en las pozas de tratamiento de la PTAR San Juan de Miraflores y Parque N.º26 atrajeron una población residente de garzas (*Egretta caerulea*, *E. Thula*, *Nycticorax nycticorax*), yanavicos (*Plegadis ridgwayi*) y gallinazos (*Coragyps atratus*). Por lo tanto, las relaciones ecológicas que se desarrollan entre la ZRPV

y ZAVES son estrechas, tanto en el componente avifauna, como en el componente hidrológico, que determina los distintos tipos y patrones de vegetación en ambas zonas.

**Cuadro 9. Listado inicial de aves en Parque 26 y alrededores**

Nombre común	Nombre científico	Familia
Turtupilín	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Tyrannidae
Guarda caballo	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Cuculidae
Paloma cuculí	<i>Zenaida asiática</i>	Columbidae
Gaviota capucho gris	<i>Larus cirrocephalus</i>	Laridae
Gaviota de Franklin	<i>Larus pipixcan</i>	Laridae
Pata amarilla menor	<i>Tringa flavipes</i>	Scolopacidae
Garza blanca grande	<i>Egretta alba</i>	Ardeidae
Garza blanca pequeña	<i>Egretta thula</i>	Ardeidae
Garza tricolor	<i>Egretta tricolor</i>	Ardeidae
Garza bueyera	<i>Bubulcus ibis</i>	Ardeidae
Garza huaco	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Ardeidae
Yanavico	<i>Plegadis ridwayi</i>	Threskiornithidae
Gallinazo cabeza negra	<i>Coragyps atratus</i>	Cathartidae
Gallinazo cabeza roja	<i>Cathartes aura</i>	Cathartidae
Polla de agua	<i>Gallinula chloropus</i>	Rallidae
Cigüeñuela	<i>Himantopus mexicanus</i>	Recurvirostridae
Loro cabeza roja	<i>Aratinga erythrogenys</i>	Psittacidae
Pamperito peruano	<i>Geositta peruviana</i>	Furnariidae

Fuente: Evaluación propia a partir de visitas de campo.

**Cuadro 10. Listado inicial de plantas en Parque 26**

Nombre común	Nombre científico	Familia
Tuna	<i>Opuntia ficus indica</i>	Cactaceae
Grevillea	<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae
Melia	<i>Melia azederach</i>	Meliaceae
Higuerilla	<i>Ricinus comunis</i>	Euphorbiaceae
Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i>	Myrtaceae
Tomate	<i>Lycopersicum esculentum</i>	Solanaceae
Floripondio enano	<i>Brugmansia x candida</i>	Solanaceae
Chamico	<i>Datura inoxia</i>	Solanaceae
Yuyo	<i>Amaranthus dubius</i>	Amaranthaceae
Hierba del gallinazo	<i>Quenopodium murale</i>	Quenopodiaceae
Pega-pega	<i>Cenchrus echinatus</i>	Poaceae
Gramma china	<i>Sorghum halepense</i>	Poaceae
Pasto americano	<i>Stenopharum secundatum</i>	Poaceae
Gramma dulce	<i>Cynodon dactylon</i>	Poaceae
Diente de león	<i>Taraxacum sp.</i>	Asteraceae
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitaceae
Mora	<i>Morus nigra</i>	Moraceae

Fuente: Evaluación propia a partir de visitas de campo.

#### 4.1.4 Principales actividades en el área de estudio y su entorno

##### a. Actividades económicas

El distrito de Villa El Salvador se caracteriza por ser una zona productiva, impulsora del desarrollo de la pequeña y mediana industria, principalmente del calzado, madera y metal mecánica; siendo el principal aporte del PBI en el distrito. También se impulsó, como consecuencia del desarrollo de la pequeña y mediana industria, el comercio en el distrito, siendo la zona industrial de Villa El Salvador uno de los centros comerciales más visitados de la ciudad de Lima y con alto movimiento económico. Otra actividad muy puntual que se desarrolla dentro del distrito es la minería no metálica para la fabricación de cemento Portland.

La agricultura es la actividad que ocupa el tercer lugar de importancia dentro del distrito; la zona agropecuaria es el principal centro productor de cultivos forrajeros a través del uso de las aguas residuales tratadas en las lagunas de San Juan y Huáscar. En el cuadro 11 observamos las principales actividades económicas del Distrito.

**Cuadro 11. Principales actividades económicas del Distrito de Villa El Salvador**

Orden de importancia	Actividad	Breve descripción
4	Minería	No metálicos. Cementeras (Cementos Lima)
3	Agricultura	En base al reúso de las aguas residuales tratadas
1	Industria	Cuenta con un parque industrial en una zona nucleada de 153 ha, en donde predominan los talleres de carpintería en madera y metálica, así como la industria del calzado.
6	Silvicultura	Plantas silvestres que crecen naturalmente en el distrito de Villa El Salvador, producto de los humedales en la parte del litoral y de la zona agropecuaria de VES
7	Pesquería	No consignado
5	Turismo y recreación	Existen dos parques recreacionales (Huáscar y Huayna Capac)
2	Otras: Comercio	El comercio metropolitano así como el comercio distrital han cobrado una importancia creciente. (aproximadamente 5.000 establecimientos comerciales).

#### 4.2 Evaluación del manejo de las aguas residuales

Para fines del estudio del manejo de aguas residuales se contemplará, como ámbito, la zona sur de Lima Metropolitana, que está constituida por el emisor Surco (costero, sin tratar), emisor submarino de la Chira, sistema Lurín/San Bartolo (tratado) y sistema San Juan (tratado).

El más importante sistema de drenaje de Lima Metropolitana es el de Surco, manejado por SEDAPAL, el cual descarga actualmente un caudal promedio de 6,3 m<sup>3</sup>/s en Punta La Chira (distrito de Chorrillos), después de atravesar el Morro Solar a través de un túnel de 2,1 m de diámetro y 3,7 km de longitud.

#### 4.2.1 Población servida y producción de aguas residuales actuales y proyectadas

La población actual censada en el distrito de Surco es de alrededor de 2,5 millones de personas. Se estima que esta población podrá alcanzar los 4,5 –5,0 millones de habitantes entre el 2025.

**Cuadro 12. Población atendida actual y proyectada para el sistema de drenaje del surco**

Indicadores	Urbana	
	Actual 2000	Proyectado al 2025
Población (miles de habitantes)	2,5 millones	4,5-5,0 millones
Cobertura de agua (%)	84,66	-
Cobertura de alcantarillado (%)	81,0*	
Producción de agua residual (m <sup>3</sup> /seg)	6,5	9,6

Fuente : PROMAR – Estudio de Impacto Ambiental , Vol. 4: Impacto San Bartolo  
Anuario estadístico de SEDAPAL – 1999  
Memoria SUNASS 1999

\* La cobertura de alcantarillado especificada es para Lima Metropolitana.

#### 4.2.2 Caracterización y disposición final de las aguas residuales

En el siguiente cuadro se enumeran los 15 puntos de descarga, el lugar de disposición final y los caudales vertidos por cada sistema de alcantarillado de la ciudad, incluyendo los efluentes de las plantas de tratamiento existentes.

**Cuadro 13. Disposición final de las aguas residuales según los puntos de descarga existentes en la ciudad de Lima Metropolitana**

N° de descarga	Cuerpo receptor (marcar con X)			Caudal de descarga (m <sup>3</sup> /s)
	Río	Lago	Mar	
Descarga 1: Emisor Costanero			X	3,2 (Bahía de Miraflores)
Descarga 2: Colector N.º 6	X			2,689 (Canal principal del exfundo San Agustín)
Descarga 3: Colector Surco			X	5,5 (Punta La Chira)
Otras descargas menores: Planta de Tratamiento San Juan			X	1 (Playa Venecia – VES)

En la zona de estudio, el colector Surco descarga sus aguas en Punta La Chira y parte de ésta es desviada a las plantas de tratamiento de San Juan, Huáscar y San Bartolo. Las aguas de la laguna de San Juan descargan sus aguas en la playa Venecia de Villa El Salvador.

**Cuadro 14. Indicadores de calidad del agua del Colector Surco**

Parámetro	Colector Surco
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	250
Sólidos suspendidos (mg/l)	250
Helmintos (N/L)	60
Coliformes totales (NMP/100 ml)	4x 10 <sup>7</sup>
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	x 10 <sup>7</sup>

4.2.3 Descripción del sistema de tratamiento existente

**a. Datos generales de la planta Proyecto Mesías:**

Nombre de la planta:	San Juan, Huáscar y Parque 26 (Proyecto Mesías)
Localidades servidas:	VES, San Juan, Villa María del Triunfo
Dirección de la planta (empresa):	San Juan y VES
Población servida:	3.000.000 habitantes
Periodo de diseño:	30 años
La planta tiene:	Planos de instalación, manual de operación y mantenimiento, memoria de cálculo y diseño de las instalaciones y especificaciones técnicas
La planta fue diseñada por:	Nipón Jogesuido Sekkes Co. Ltd.
Fecha de diseño:	1996
Fecha de construcciones:	1998 – 2001 (se encuentra en la fase final de construcción)

**b. Descripción del Proyecto Mesías**

El objetivo de este proyecto es derivar 3,2 m<sup>3</sup>/s de desagüe, desde el área de drenaje del colector Surco a otras áreas para su tratamiento y reúso. Esto proporcionará efluente tratado adicional para la irrigación de nuevas áreas, remoción de desagüe crudo, que está siendo descargado al Océano en Punta La Chira, con la cual mejorará las condiciones estéticas de la playa de Miraflores y reducirá los riesgos de la salud pública. Además, la sobrecarga en los desagües en el área aguas debajo de la cuenca de Surco será aliviada, retrasando la construcción de troncales adicionales de desagüe y permitiendo un nuevo crecimiento en el área para el uso de la capacidad reservada. Bajo esta concepción, el proyecto implica derivar 2,20 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales de los colectores Circunvalación y Villa María del Triunfo hacia las zonas de Villa El Salvador y Pampas de San Bartolo en Lurín, así como tratar 1,00 m<sup>3</sup>/s de desagües provenientes de los colectores de Villa El Salvador y San Juan hacia las zonas de las lagunas de San Juan, ampliando y mejorando el actual sistema de tratamiento de San Juan.

### c. Características del sistema de conducción de crudo a la planta

#### Líneas de conducción

Está compuesto por tres grandes sifones y un sistema de tuberías que conducirán, por gravedad, los efluentes desde la zona de Monterrico, en el distrito de Surco, hasta las pampas de San Bartolo; además consta de tres líneas de conducción de efluentes tratados, desde las plantas de tratamiento hacia los reservorios de almacenamiento o descarga en el mar. Estos sistemas de conducción tienen las siguientes características:

- La línea de conducción de aguas residuales hacia San Bartolo se inicia en el punto B, ubicado en la intersección de las calles Jerónimo de Aliaga y Alonso de Molina, en Monterrico, donde capta los desagües del colector Circunvalación, sigue por las calles de los distritos de Surco, San Juan de Miraflores y VES hasta llegar a la planta de tratamiento Huáscar, ubicada en el parque zonal N.º 24, donde se dejará 0,5 m<sup>3</sup>/s, continuando la línea hacia el área reservada para la planta de tratamiento de San Bartolo con un caudal de 1,70 m<sup>3</sup>/s. La descarga hacia la playa Arica, desde la planta de tratamiento de San Bartolo, se realiza después de pasar por el tanque de desinfección, mediante una línea de conducción, hasta llegar a la playa Arica.
- La línea de conducción de efluentes tratados de la planta San Juan hacia playa Venecia, tendrá un alineamiento sudoeste hacia la antigua Panamericana Sur a través de los campos de cultivo y a lo largo de caminos de tierra. Una presión de aproximadamente 3,0 kg/cm<sup>2</sup> será mantenida en la tubería para que pueda ser utilizada en irrigación por los agricultores y granjeros de la zona; una válvula de control de presión será construida cerca al cruce de la carretera Panamericana Sur. Salidas para irrigación estarán ubicadas a lo largo de la tubería cada 500 metros, aproximadamente, y la descarga al mar se realizará sólo cuando la tubería exceda los 50 metros o cuando se presenten casos de emergencia.
- La línea de conducción de la planta de tratamiento Huáscar al Parque Zonal 26, conducirá el efluente tratado para almacenarlo en el Parque Zonal 26 y proporcionar agua de riego a la zona.

**Cuadro 15. Características de las líneas de conducción – Mesías**

Línea de Conducción	Longitud	Caudal	Diámetro
	(metros)	(m <sup>3</sup> /s)	(mm)
Punto B al Punto C	6.234	1,623	1.200
Punto C a Huáscar	10.110	2,211	1.400
Huáscar a San Bartolo	16.393	1,711	1.400
Huáscar a Parque Zonal 26	5.492	0,100	450
San Bartolo a Playa Arica	5.650	1,711	900
San Juan a Playa Venecia	5.100	1,000	700

Fuente: Ministerio de la Presidencia, Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de la Zona Sur de Lima.

**d. Caudales y cargas contaminantes**

**Cuadro 16. Calidad del efluente de las PTAR – SEDAPAL**

Parámetro	Irrigación (Tipo II)	Silvicultura (Tipo III)	Descarga Río / Mar	Recarga Acuífero
DBO (mg/l)	30	50	50	50
DQO (mg/l)	70	120	120	120
SS (mg/l)	40	40	40	40
Huevo de helmintos (huevos/l)	<1	<1	<1	<1
Coliformes totales (NPM/100 ml)	<5000	<5000	<5000	<5000
Coliformes fecales (NPM/100 ml)	<1000	<1000	<1000	<1000
pH	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0	6,0-9,0
OD (mg/l)	2,0	2,0	2,0	2,0
N - Total (mg/l)	<20	<20	<20	<20

Fuente: MP-SEDAPAL-PRONAP-PROMAR, 1998.

**e. Procesos unitarios de la planta de tratamiento**

**Plantas de tratamiento de San Juan y Parque Huáscar**

Comprende el mejoramiento y ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales de San Juan, ubicada en las actuales lagunas de oxidación, mediante el suministro y construcción de tres rejillas, desarrendares, lagunas aeradas de mezcla completa, lagunas aeradas de mezcla parcial, lagunas de maduración e instalaciones de cloración para 1,00 m<sup>3</sup>/s. Las lagunas de San Juan tienen 4 baterías conformadas por 2 lagunas de mezcla completa, 3 lagunas de mezcla parcial, 2 lagunas de sedimentación y 3 lagunas de maduración.

Las lagunas de mezcla completa han sido diseñadas con 40 aereadores tipo aspiradora y 20 del tipo vertical, y las lagunas de mezcla parcial con 30 aereadores tipo aspiradora.

**Cuadro 17a: Características de las lagunas de San Juan**

Tipo de laguna	Mezcla completa	Mezcla parcial	Sedimentación	Maduración
<b>N.º de orden</b>				
Longitud (m)	80	80	72	90
Ancho (m)	72	48	40	80
Profundidad útil (m)	3	3	3	4
Profundidad de lodos (m)				
Borde libre (m)				
Profundidad total (m)				
Inclinación de taludes	90	90	90	90
Área de espejo de agua (m <sup>2</sup> )				
Volumen de agua (m <sup>3</sup> )				

La planta de tratamiento de Huáscar se construye en los terrenos no utilizados del Parque Zonal Huáscar o N.º 24. La planta consiste de 6 lagunas aeradas de mezcla completa con 6 aeradores cada una, 9 lagunas de mezcla parcial, lagunas de sedimentación, una laguna de maduración e instalación para cloración. Tendrá una capacidad de tratamiento de 500 l/s.

Para determinar la calidad de efluente, para el diseño se realizaron estudios de caracterización de desagües y se examinaron registros de datos pasados e información relacionada. Como resultado de estas revisiones se recomendaron los siguientes valores como la calidad del afluente para el diseño. Adicionalmente dentro del esquema de tratamiento, se considera el Parque Zonal 26, que recibirá el agua tratada de la Planta de Tratamiento Huáscar, 100 l/s, y las almacenará en 8 lagunas que servirán como lagunas de maduración para disponer las aguas para riego agrícola, paisajístico y piscicultura.

**Cuadro 17b. Características de las lagunas de Huáscar**

Tipo de laguna	Mezcla completa	Mezcla parcial	Sedimentación	Maduración
<b>N.º de orden</b>				
Longitud (m)	67	67	100	145
Ancho (m)	62	48	48	50
Profundidad útil (m)	3	3	3	1.6
Profundidad de lodos (m)				
Borde libre (m)				
Profundidad total (m)				
Inclinación de taludes	90	90	90	90
Área de espejo de agua (m <sup>2</sup> )				
Volumen de agua (m <sup>3</sup> )				

#### **Planta de tratamiento de San Bartolo**

Consiste de un sistema de lagunas aeradas que se encuentran ubicadas a la altura de los kilómetros 37 y 41 de la autopista Panamericana, desarrollándose entre los niveles 100 y 85 msnm. El caudal promedio diario de tratamiento de esta planta será 1,62 m<sup>3</sup>/s captado en el punto B, más 0,58 m<sup>3</sup>/s captado en el punto C, que hacen un total de 2,2 m<sup>3</sup>/s menos 0,5 m<sup>3</sup>/s que se derivan a la planta del parque Huáscar, resultando para la línea San Bartolo un promedio de 1,7 m<sup>3</sup>/s.

#### *4.2.4 Eficiencia sanitaria del proceso actual:*

El sistema de tratamiento de aguas servidas del Proyecto Mesías aún no entra en funcionamiento, se proyecta empezar a finales del presente año.

Los indicadores de eficiencia considerados para el diseño de las plantas son de 88,8% para sólidos suspendidos, 88,8% para materia orgánica (DBO), 0% de coliformes fecales con procesos de desinfección y parásitos un máximo de 1 huevo/100 ml.



#### 4.2.5 Calidad y disposición final del efluente del sistema existente

El Proyecto Mesías empezará su funcionamiento a finales del año 2001, por lo que las características de operación y funcionamiento aún no se pueden describir; sin embargo, mientras la planta está en remodelación los agricultores de la zona agropecuaria están usando aguas residuales sin ningún tratamiento. Por este motivo se observa problemas de malos olores, coloración correspondiente a aguas crudas, problemas de mosquitos y zancudos, acumulación de natas en los bordes de los canales, problemas con los vecinos que rodean la zona, etc. A continuación presentaremos el Cuadro 18, con los valores medios de los parámetros de calidad de las aguas residuales antes del tratamiento.

**Cuadro 18. Valores medios de los principales parámetros de calidad de las aguas residuales en el proceso de tratamiento – Planta San Juan**

Parámetro de evaluación	Valores promedio de calidad de las aguas residuales	
	Agua cruda	Efluente de la planta
- Caudal (m <sup>3</sup> /d)	1,0 m <sup>3</sup> /s	1,0 m <sup>3</sup> /s
- pH		6,0 – 9,0
- Temperatura (°C)		
- Sólidos (mg/l):		
Totales	1.182	
Disueltos	906	
Suspendidos	276	40
Suspendidos volátiles	390	
Sedimentables	27	
- D.B.O. (mg/l)	160	30
- D.Q.O. (mg/l)	587	70
- Oxígeno disuelto (mg/l)		2,0
- Fósforo total (mg/l)		
- Fósforo soluble (mg/l)	8,1	
- Nitrógeno total (mg/l)	46,8	< 20
- Nitrógeno amoniacal (mg/l)	37,2	
- Nitritos (mg/l)	0,0013	
- Nitratos (mg/l)	0,3	
- Coliformes totales (NMP/100 ml)	6,76 E 07	< 5000
- Coliformes fecales (NMP/100 ml)	2,89 E 07	< 1000
- Nematodos (huevos/litro)	60	< 1
- Otros		

La disposición final del efluente será con calidad adecuada y mediante una tubería se conducirá hacia la playa Venecia en las costas del distrito de VES, depositándolo a mar abierto. Una parte del mismo podrá ser usado en el riego de la zona agropecuaria del distrito y de las áreas verdes de la zona urbana de VES. La calidad del efluente está diseñada para poder regar sin restricciones de cultivos para consumo humano.

### 4.3 Evaluación agrícola del área con reúso actual y/o potencial

El distrito de Villa El Salvador cuenta con un Plan de Ordenamiento que responde a criterios de zonificación urbanos singulares. Cuenta con zonas bien definidas: industrial, agropecuaria, residencial y de playas. Es justamente la oportunidad que se presenta a los pobladores de la zona agropecuaria de Villa El Salvador (ZAVES) de disponer de aguas tratadas gracias a la puesta en marcha del Proyecto Mesías, el cual pondría a disposición agua tratada que bien puede ser utilizada para el riego de cultivos, acuicultura, riego de bermas y jardines, etc.

La zona agropecuaria de VES está formada por 5 sectores principales:

*Sector Lomo de Corvina (también conocido como zona agropecuaria CIZAVES)*

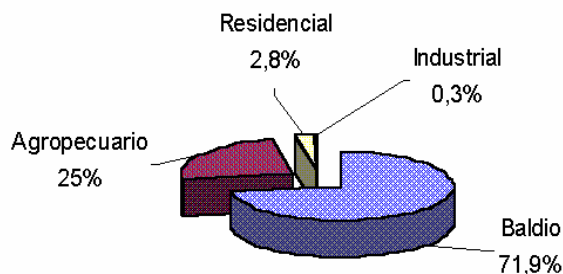
El sector Lomo de Corvina es uno de los asentamientos humanos rurales más recientes en la ocupación del distrito, su evolución es a causa del avance espontáneo de las actividades agropecuarias. Esta zona está delimitada por la Av. Separadora Agroindustrial, José Carlos Mariátegui, César Vallejo y Los Forestales (antes avenida Circunvalación), comprendiendo en la actualidad nueve manzanas con una extensión de 53,37 ha.

El área del Sector Lomo de Corvina, definida por el Ministerio de Agricultura, tiene una zonificación de Zona Agropecuaria Productiva. En las zonas altas, donde no es posible desarrollar agricultura por falta de agua, se realiza actividad pecuaria (crianza de pollos, patos, ganado vacuno, carneros, porcinos, etc.).

La zona abastecida por el agua residual representa el 6,18% del área total, cultivándose forraje para animales, maíz, alfalfa, etc. a través de canales de regadío que, debido a la topografía del terreno, pueden garantizar el agua de riego sólo hasta la cota +100,00.

La subdivisión de los lotes hace que por su tamaño y dimensión no se garantice el uso agropecuario.

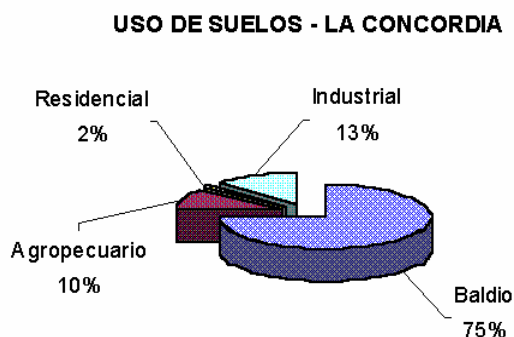
**USO DE SUELOS - LOMO CORVINA**



### **Asociación Agrícola de Granjeros “La Concordia”**

Está ubicada en la zona norte del distrito. Comprende seis manzanas con 80 lotes; en la actualidad el área de la Concordia es de 67,9 ha, limitando por el norte con la Avenida Mateo Pumacahua, por el sur con la Cooperativa de Colonizadores Las Vertientes, por el este con la Sociedad Unión de Colonizadores y por el oeste con la Panamericana Sur.

En el sector de La Concordia se plantea cambiar, en términos generales, el uso agropecuario como respuesta de la utilización real del suelo. Este cambio consiste en la implementación de toda el área de La Concordia para uso de Reglamentación Especial de Servicios Agropecuarios (ZSA), el cual no se contrapone con el uso de la actividad agropecuaria y, por el contrario, puede potenciarlo con usos afines a éste.



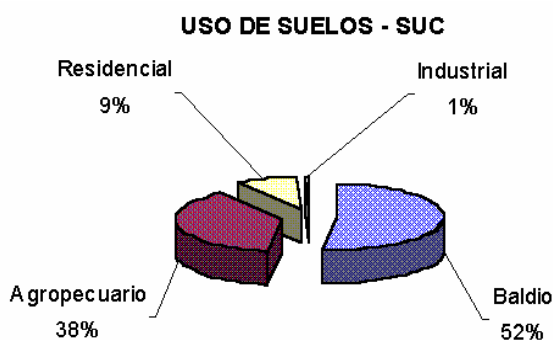
### **Sociedad de Unión de Colonizadores de la Tablada de Lurín (SUC)**

El sector se asienta sobre terrenos, que en sus inicios fueron eriazos, de topografía con pendientes relativamente horizontales que van desde 3% hasta 10%, aproximadamente. La problemática de la zona pasa básicamente por la cercanía de los predios respecto de la infraestructura de riego y la fuerte presión urbana.

Los terrenos de la SUC se encuentran en la parte norte del distrito de VES; comprenden en su jurisdicción 35 parcelas que abarcan una extensión total de 187,77 ha, comprobándose que en este sector la zonificación es de Zona Agropecuaria Productiva (ZAP). La SUC limita por el norte con la Avenida Mateo Pumacahua, por el sur con la calle de los Cedros seguida de la Asociación Agropecuaria Villa Rica, por el este con la vía que colinda con el Parque Zonal N.º 26 y la zona residencial del distrito, y por el oeste con el área de propiedad de la Asociación Agrícola de Granjeros La Concordia.

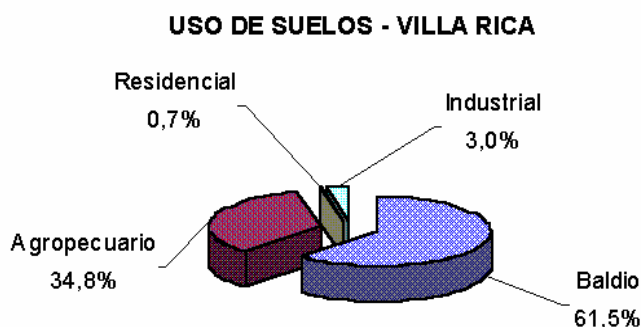
El sistema de irrigación está conformado por canales principales y secundarios. Los canales principales conducen el agua desde las lagunas de oxidación de San Juan de Miraflores al SUC; tienen sección trapezoidal y están revestidos de concreto. Los canales secundarios en tierra distribuyen las aguas a cada una de las parcelas.

La infraestructura en general se encuentra en buen estado, faltando la definición de la faja marginal de protección para los canales. La zona se encuentra produciendo forrajes para la alimentación de animales, maíz, alfalfa, jojoba, frutales y flores, entre otros.



### Sociedad Agropecuaria “Villa Rica”

El área geográfica del sector de la Sociedad Agropecuaria Villa Rica de Villa El Salvador comprende 45 predios y un área total de 101,754 ha. El sector está dedicado, en su mayor parte, al cultivo de forrajes y la crianza de ganado lechero y de engorde. Este sector se irriga, en su parte baja, con el Canal Principal CP1. La parte alta de Villa Rica no tiene infraestructura de riego, ya que por gravedad el agua no puede llegar a cotas mayores de +100. Esta zona también es comprendida en el estudio para abastecer de aguas para riego a la parte alta de Lomo de Corvina.



### Cooperativa de Colonización “Las Vertientes”

#### 4.3.1 Actividades agrícolas: áreas y producción por cultivos

El cuadro 19 muestra la distribución espacial de las diferentes actividades agropecuarias realizadas en la zona de estudios. En ella podemos observar que están destinadas a la agricultura 219,5 ha (29% de toda la zona agropecuaria), de las cuales 122 ha son cultivadas y 97,5 ha están en descanso; 93,5 ha están dedicadas a la actividad

agropecuaria, principalmente a la crianza de chanchos, ganado vacuno de engorde y lechero, pequeñas granjas de animales menores como pollos, patos, cuyes, etc. Además de éstas existen 122 ha de terrenos ubicados en Lomo de Corvina, de los cuales gran parte de ellos no tenían una actividad definida, pero actualmente existe una gran inclinación por la crianza de chanchos aprovechando los residuos orgánicos producidos en la zona urbana. Esta actividad se genera por la falta de agua de riego para la zona y por el peligro de ser invadidos y expropiados para terrenos con fines de vivienda, como viene sucediendo con 155,6 ha dentro de la zona agropecuaria que ahora tienen uso urbano.

**Cuadro 19. Uso de la tierra en la ZAVES (1997)**

Actividad	Área (ha)	%	Tipo de Uso	ha	%
Pecuario	93,5	12,4	Uso agropecuario	313,0	41,3
Agrícola cultivada	122	14,1			
Agrícola sin cultivar	97,5	14,9			
Uso urbano	155,6	20,5	Uso no agropecuario	191,4	25,3
Parque Zonal 26	35,8	4,7			
Se desconoce (baldíos, basurales)	253,0	33,4	Se desconoce	253,0	33,4
<b>Total</b>	<b>757,4</b>	<b>100</b>		<b>757,4</b>	<b>100</b>

En el cuadro siguiente se muestran las áreas de tierras regadas en la actualidad con aguas residuales y las áreas potenciales para ser adicionadas a alguna actividad productiva, teniendo mayor proyección en actividades agrícolas y áreas paisajistas.

**Cuadro 20. Extensión actual y potencial de tierras regadas con aguas residuales domésticas en la ZAVES (en hectáreas)**

Actividades	Extensión actual	Extensión potencial adicional
Agricultura	219,5	100
Ganadería	93,5	0
Silvicultura	35,8	0
Áreas paisajistas	24,8	110
Otros	161	0

El Cuadro 21 muestra la extensión de tierras asignadas por diferentes cultivos para la campaña 1999-2000. Cabe destacar que toda el área sembrada depende únicamente del riego con aguas residuales tratadas, donde resalta la siembra de cultivos forrajeros, principalmente, por el actual estado de las aguas de riego que son prácticamente crudas, sin ningún tratamiento, debido a la remodelación de las lagunas de tratamiento de San Juan por el Proyecto Mesías. El maíz amarillo duro es un cultivo que tiene regular aceptación en la zona, dado que existen medianos ganaderos que demandan este tipo de producto para la preparación de las raciones de concentrado para alimento del ganado.

Existe el riego de siete hectáreas de frutales, tales como manzano y palto, principalmente. Estos cultivos son llevados de manera muy tradicional y los rendimientos

son muy bajos, lo cual no motiva al agricultor a inclinarse por la siembra de este tipo de cultivos.

Dentro de las áreas paisajísticas se encuentran los parques zonales, las bermas centrales y los parques vecinales regados con las aguas residuales de VES; estas áreas paisajísticas corresponden al 5% del área potencialmente aprovechable para esta actividad.

**Cuadro 21. Extensión de tierras asignadas por tipo de cultivo (en hectáreas)**

Cultivos principales	Área total regada	Área regada con agua residual
Cultivos temporales:		
1. Maíz chala	50	50
2. Alfalfa	32	32
3. King grass	25	25
4. Maíz amarillo	15	15
Cultivos perennes:		
1. Frutales (manzano, palto)	7	7
Plantaciones forestales:		
Eucaliptos	35,8	35,8
Grevilla		
Áreas paisajistas	24,8	24,8

#### 4.3.2 Características de los suelos

**Cuadro 22. Características de los principales grupos de suelos regados con aguas residuales en la Zona Agropecuaria de Villa El Salvador**

Característica	Grupo 1:	Grupo 2:
Textura	Arena franca	Arena
Contenido de materia orgánica (%)	0,1	0,07 – 0,1
pH	7,2	7,5 – 7,7
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	30	4,9
C.I.C. (meq/100 gr)	3,2 – 3,4	2,3 – 2,8
Profundidad (m)	2	2
Pendiente (%)	5 - 10	5 - 10

#### 4.3.3 Abastecimiento de agua para las actividades agrícolas: sistemas de riego, volúmenes y caudales, calidad sanitaria y agronómica

La única fuente de abastecimiento de agua para riego es a través de las aguas residuales tratadas en las lagunas de tratamiento de San Juan y Parque Huáscar, que sumadas tienen una capacidad de 1,50 m<sup>3</sup>/s. Las lagunas de San Juan abastecen principalmente para el riego de los terrenos de cultivo de la Tablada de Lurín; y las aguas tratadas en el parque Huáscar son para irrigar las áreas verdes de la zona urbana y es el abastecedor potencial de riego para el sector Lomo de Corvina.

Actualmente la zona agropecuaria está siendo regada con aguas residuales, sin ningún tipo de tratamiento, debido a la ampliación y remodelación de las lagunas de San Juan y a la construcción de las lagunas de Huáscar; esto es un riesgo contra la salud de los pobladores de la zona, además que genera conflictos entre los pobladores de la ZAVES y los vecinos de la zona urbana.

**Cuadro 23. Tipo de agua y caudales utilizados en las diferentes zonas de riego con aguas residuales de la Zona Agropecuaria de Villa El Salvador**

Lugar	Tratamiento		Caudal (m <sup>3</sup> /s)*		
	Sí	No	Promedio	Máximo	Mínimo
a. ART San Juan	X		0,4 m <sup>3</sup> /s		
b. ART Huáscar	X		0,170 m <sup>3</sup> /s		

\*Es el caudal de diseño de las plantas.

Se tiene una oferta de agua tratada de 0,570 m<sup>3</sup>/s y la demanda potencial es de 1,38 m<sup>3</sup>/s que irrigarán la ZA-SJM (0,2 m<sup>3</sup>/s), ZAVES (0,69 m<sup>3</sup>/s) y parques, jardines y bermas de VES (0,49 m<sup>3</sup>/s).

**Cuadro 24. Características de las fuentes de abastecimiento de agua para la actividad agrícola en el área de estudio**

Características	Agua residual sin tratar	Agua residual tratada
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	3,2	570 l/seg
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	160	30
pH	-	6,0 – 9,0
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	2,89 E07	< 1000
Huevos de nematodos (u/l)	60	< 1
Nitrógeno	46,8	< 20
Fósforo	8,1	-
Potasio	-	-
Micronutrientes	-	-
Conductividad eléctrica (Omhs/s)	-	-

En la zona agropecuaria de VES el sistema de riego es 100% por gravedad; la distribución se realiza mediante dos canales principales revestidos de concreto (CPI y CPII), que conducen las aguas tratadas en las lagunas de San Juan y las lagunas de maduración del Parque 26, los cuales tienen una capacidad de 400 y 100 l/s, respectivamente. Los canales secundarios que llevan el agua a las parcelas son en su totalidad canales sin revestir, en los cuales existen pérdidas considerables por infiltración y permanentes desbordes por el inadecuado mantenimiento que se les brinda.

El riego a nivel de parcelas es a través de surcos e inundación. Estos sistemas tienen eficiencias muy bajas de riego por lo que se pierde agua por infiltración y también se pierden los suelos por afloramiento de sales y falta de drenaje, haciéndolos improductivos

para cualquier cultivo. La tasa de riego aplicada para estas formas de riego están en promedio entre 27.000 y 31.000 m<sup>3</sup>/ha/año. (Ver Cuadro 25).

**Cuadro 25. Sistemas de riego aplicados a las áreas regadas con aguas residuales de la Zona Agropecuaria de Villa El Salvador**

Sistemas de riego	Área regada (ha)		Tasa aplicada (m <sup>3</sup> /ha/año)	
	Sí	No	Sí	No
Inundación	120		31.000	
Surcos	99		27.000	
Aspersión	0			
Microaspersión	0			
Goteo	0			
Otros	0			

En la actualidad está en ejecución la elaboración del estudio para abastecer de agua para riego a la parte alta del sector Lomo de Corvina; por medio de bombas de impulsión serán almacenadas en un sector cuya altura permita irrigar con riego tecnificado los predios agropecuarios.

#### 4.3.4 Características agronómicas de los principales cultivos: labores culturales, rendimientos y uso de agroquímicos

El cuadro 26 muestra las características principales de los cultivos sembrados en la ZAVES, en él podemos destacar que el nivel tecnológico utilizado en la zona es predominantemente bajo, al igual que el uso de la maquinaria.

**Cuadro 26. Principales características del manejo agronómico de los cinco principales cultivos en la Zona Agropecuaria de VES**

Detalles del manejo agronómico	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4	Cultivo 5
Nombre del cultivo	Maíz chala	Alfalfa	King grass	Maíz amarillo	Frutales
Sistema: monocultivo (M) o policultivo (P)	M	M	M	M	M
Abastecimiento de agua preponderante: seco (S) o riego (R)	R	R	R	R	R
Consumo de agua por campaña (m <sup>3</sup> /ha)	6.000	20.000	4.000	8.000	8.000
Nivel tecnológico: bajo (B), medio (M), alto (A)	B	B	B	B	B
Nivel de mecanización: bajo (B), medio (M), alto (A)	B	B	B	B	B
¿Se combina tracción animal y mecanizada? (Sí/No)	No	No	No	No	No
Tipo de semilla utilizada: tradicional (T), mejorada (M) o híbrida (H)	T	T	T	T	T
Disponibilidad de abonamiento orgánico: escasa (E), media (M) o abundante (A)	M	M	M	M	M
Volumen utilizado (TM/ha/año)	5	5	5	5	5
Tasa de fertilización química NPK (kg/ha/año)	100-0-0	0	0	250-0-0	0



Detalles del manejo agronómico	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4	Cultivo 5
¿Se fertiliza con elementos menores? (Sí/No)	No	No	No	No	No
¿Se reconoce el aporte de nutrientes de las aguas residuales? (Sí/No)	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
¿Se ha cuantificado este aporte? Detalles	No	No	No	No	No
Número de aplicaciones de agroquímicos por campaña	1	3	0	1	0
Productos más aplicados (los 3 principales)	Lannate	Lannate Monitor	-	Lannate Dipter	-
¿Se respetan los periodos de carencia? (Sí/No)	No	No	No	No	No
Experiencias de control no químico de plagas y enfermedades: escasas (E), medias (M) o abundantes (A)	E	E	E	E	E
Mencionar las 2 principales experiencias de control no químico de plagas y enfermedades	-	-	-	-	-
Productividad (kg/ha): promedio	32.000	4.000	60.000	6.000	
Promedio nacional					
Máxima en la región					
Máxima potencial					
Requerimiento de mano de obra: jornales (días-hombre/ha/campaña)	55	228	50	67	-

#### 4.3.5 Poscosecha y comercialización (mercado actual)

Un gran porcentaje de la producción agrícola, que es básicamente forraje, es destinada para la alimentación del ganado del propio productor agropecuario, es decir, para auto consumo.

Otra parte de la producción agrícola es destinada a los mercados minoristas de VES. La venta es a través de intermediarios, los cuales envían a sus trabajadores para que corten por bloques la cosecha y éstos le pagan al contado al productor. La producción es comercializada en el mercado local de VES.

Los productores no realizan ningún tratamiento especial o empaquetan el producto. El mayor gasto de la producción es la mano de obra, a través del auto empleo de los productores, teniendo un bajo o casi nulo uso de plaguicidas y/o fertilizantes.

En el caso de la producción pecuaria la comercialización se da de dos maneras: la venta directa del productor al consumidor, donde se llevan a los animales vivos y el pago es al contado; o el traslado por parte del productor al camal de “Yerbateros” o de “Lurín”, donde venden su producción, pero con grandes dificultades, como un menor precio y robo en el peso; el pago es al contado.

Los productores pecuarios alimentan a sus animales con residuos orgánicos de restaurantes y con alimento balanceado, un bajo porcentaje brinda medicinas a sus animales.

#### 4.3.6 Integración de la agricultura con otras actividades

Existen casos en que los criadores de ganado alimentan a sus animales con la cosecha del forraje, pero la comercialización se da con la producción del ganado, como leche, yogurt, queso, etc. Ya que el forraje no es tan rentable para ellos, se ven obligados a realizar otras actividades paralelas, como la carpintería y venta de distintos productos para el hogar, no pudiendo así dedicarse plenamente al trabajo agrícola. Otros utilizan los residuos de la zona comercial de Villa El Salvador para así alimentar a sus animales, por ejemplo, los cerdos son alimentados con residuos orgánicos de los restaurantes.

#### 4.3.7 Inversión y costos de producción agrícola

##### **a. Inversión en la implementación agrícola**

La Zona Agropecuaria de Villa El Salvador tiene costos bajos en cuanto a la implementación de sus áreas de cultivo, al ser su producción básicamente forrajera, y tener un escaso capital de inversión en la actividad que desarrollan.

El acondicionamiento del terreno consiste básicamente en el movimiento de tierra que le dan al finalizar cada campaña, y escasa nivelación. La mayoría de agricultores no incorporan materia orgánica al suelo, salvo al estancar el agua residual después de mover el terreno, reconociendo así el aporte de nutrientes al suelo por parte del agua residual.

La infraestructura de riego consiste en canales revestidos, éstos son los dos canales principales de la ZAVES, el Canal Principal I (CP1), con un caudal de diseño de 400 l/s y de sección trapezoidal, y el Canal Principal II (CP2), con un caudal de diseño de 100 l/s. Las estructuras de protección de residuos sólidos de los canales principales, a través del techado de tramos cercanos a zonas urbanas, tienen además una cámara de rebombeo que impulsa el agua desde el CP2 al CP1, para así irrigar la zona de Villa Rica. Los costos de inversión de los canales principales y la cámara de bombeo fue asumida por el Ministerio de agricultura y por las ONG, que trabajan en la zona.

Sería conveniente, en este sentido, gestionar el financiamiento de estructuras complementarias tales como (mejora de canales, revestimiento de laterales y sublaterales, colocación de compuertas, estructuras de paso, estructuras de protección de residuos sólidos, estructuras de medición, etc).

##### **b. Costos de operación y mantenimiento de la infraestructura de riego**

La comisión de regente, a través del aporte del agricultor con el pago por el derecho de uso de agua, es el encargado de realizar con este aporte, la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego. La inversión por parte del agricultor, en este sentido, sería el costo del pago por el derecho de uso de agua, que es, en promedio, de diez soles mensuales.

**c. Precios y costos de producción de los cultivos agrícolas o acuícolas**

Actualmente todos los cultivos se riegan con agua residual sin tratar, dado que el sistema de tratamiento aún no está operando.

Como se puede apreciar, los costos de producción son bajos, al igual que los ingresos. Para el caso de la alfalfa, presenta una estructura de costos alta en relación con los otros cultivos. Para simplificar los cálculos, se ha tomado todo un año como una campaña, porque este cultivo se cosecha varias veces durante un año, pero la siembra se hace una sola vez.

**Cuadro 27. Costos de producción de los cultivos temporales (US\$)**

Costos	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 3	Cultivo 4
Nombre del cultivo	Maíz chala	Alfalfa	King grass	Maíz amarillo
Alquiler del terreno	144,86	285,71	20,57	1.283,57
Preparación del terreno	57,14	114,19		51,43
Labores culturales (1)	133			
Siembra	34,29	45,14	17,14	34,29
Riego	27,43	164,57	54,86	48,0
Abonamiento y fertilización	13,71	20,57	6,86	6,98
Control de malezas	28,57	411,43	6,86	41,14
Controles fitosanitarios	11,43	27,43	6,89	13,61
Cosecha	17,14	-	41,14	34,29
Otros	0	-	0	0
Insumos				
Agua	8,49	33,94	16,97	11,31
Materia orgánica	21,43	42,86	21,43	42,86
Fertilizantes	28,57	28,57	0	22,86
Plaguicidas	22,86	16,81	11,43	0,0
Semillas	5,71	14,29	8,57	5,71
Gastos administrativos	42,86	85,71	42,86	42,86
TOTAL	464,49	1.449	370,4	526,74
Costo total por ha	464,49	1.449	370,4	526,74
Costo total por TM	14,52	60	20,58	105,35

(1) Mano de obra y maquinaria.

**4.3.8 Diferencias de productividad y costos por el riego con aguas residuales**

La productividad en la zona es baja, en comparación con otras zonas, como es el caso de la chala que en Ica tiene un rendimiento de 45 TM/ha, mientras en ZAVES bordea las 30 TM/ha. Esto se debe básicamente a la escasa asistencia técnica en los cultivos y a la falta de capital para suministrarle los insumos necesarios. Existen algunos agricultores que tienen a la vez establos de ganado vacuno y rendimientos del cultivo de chala que bordean las 55 TM/ha. Como se puede apreciar, el rubro abono y fertilizantes representan costos muy bajos para la producción agrícola en la zona, igual sucede con el uso de plaguicidas. Existe una relación directa entre baja productividad y costos de producción bajos.

#### 4.4 *Evaluación de los impactos significativos en el ambiente y la salud, generados por el manejo de las aguas residuales y/o su uso en actividades productivas*

##### a. **Ambientales:**

- El Ministerio de Salud, a través de su Dirección General de Salud Ambiental, (DIGESA), en su informe de control de calidad de las aguas de las playas del litoral peruano, califican a las playas Venecia y Conchán dentro de la categoría de “malas”, debido a que en los análisis de control bacteriológico de las aguas de mar se detectaron valores superiores a los máximos permisibles establecidos por la Ley General de aguas (Decreto Ley N.º 17752), que establece un máximo de 1.000 NMP/100 ml en el 80% de un total de 5 muestras en un mes. A continuación se muestran los valores promedios de coliformes totales y fecales en las playas Venecia y Conchán.

**Cuadro 28a. Calidad Microbiológica de la Playa Venecia**

Análisis bacteriológico	NMP Coliformes/100 ml			
	1997	1998	1999	2000
Fecales	4.600	11.000	1.100	2.400
Totales	4.600	24.000	2.400	11.000

**Cuadro 28b. Calidad Microbiológica de la Playa Conchán**

Análisis bacteriológico	NMP Coliformes/100 ml			
	1997	1998	1999	2000
Fecales	2.400	24.000	2.400	2.400
Totales	2.400	24.000	4.600	11.000

- Existen varios pozos que están en desuso por la drástica disminución de la napa freática debido a la explotación del agua subterránea en sectores industriales del litoral. En el periodo de 1986 al 2000 el nivel del agua descendió en más de 10 metros, con consecuencias negativas sobre la flora y fauna de las áreas protegidas (Pantanos de Villa).
- En la actualidad el riego sobre los terrenos de la ZAVES se realiza con aguas crudas y mediante prácticas de riego por gravedad e inundación. Esto trae como consecuencia la afloración de sales y acumulación de sedimentos contaminados.
- La actividad agrícola sin rentabilidad dentro de la ZAVES hace que los propietarios de terrenos cambien de actividad hacia la crianza de chanchos con residuos orgánicos y botaderos, recicladores de basuras ilegales, que traen consecuencias sobre la calidad del aire, generando olores putrescibles. El 54% de la basura producida en VES no es cubierta por ningún tipo de servicio; esta importante fracción es muchas veces quemada, depositada en las bermas centrales o depositadas en terrenos baldíos de la ZAVES. Por otro lado, existen canteras clandestinas de extracción de materiales para construcción, los cuales al ser

removidos y cargados generan ruidos y polvo sobre la ZAVES, perjudicando el normal desarrollo de los cultivos y la tranquilidad de la gente.

- El uso de aguas residuales sin tratamiento no permite cultivar vegetales comestibles, por tal razón los agricultores se dedican a la siembra de forrajes, los que son focos de diseminación de enfermedades a través del consumo de animales alimentados con forrajes regados con aguas crudas. La Dirección General de Sanidad Animal del SENASA, en el monitoreo de la situación zoonosológica del sector, encontró animales contaminados con ántrax (3 casos), cólera porcina (5 casos) y fiebre aftosa tipo A (2 casos).

**b. De salud:**

- El riego con aguas residuales sin tratar dentro de la ZAVES determina un alto índice de enfermedades infecciosas intestinales (EII), vía alimentos contaminados, y un índice respetable de parásitos helmintos debido a un problema más amplio de falta de infraestructura sanitaria que involucra, por ejemplo, una mala disposición de excretas, y es que aun cuando se ha determinado que la ZAVES no exporta alimentos frescos en abundancia, sí produce alimentos frescos de autoconsumo para algunos agricultores afincados en las asociaciones. A continuación presentamos los cuadros de prevalencia de enfermedades infecciosas intestinales y de Helmintiasis en VES.

**Cuadro 29a. Prevalencia de enfermedades infecciosas intestinales en VES (hasta 1998)**

Enfermedades infecciosas intestinales	N.º Casos	Tasa/1.000 hab.
Cólera	42	625,4
Fiebre tifoidea	668	1,6
Fiebre paratifoidea	7	26,2
Salmonella	150	0,3
Shigella	81	5,9
Otras intoxicaciones	142	3,2
Amebiasis	95	5,6
Giardiasis*	852	3,7
Diarrea**	1.2640	33,5
Enfermedades intestinales mal definidas	1.036	496,4
<b>Total</b>	<b>15.925</b>	<b>40,7</b>

\* La Giardiasis se asocia a zonas de saneamiento inadecuado y consumo de alimentos contaminados.

\*\* Las diarreas se consideran en una sólo categoría debido a que presentan un único tratamiento.

Fuente: Talavera, 1998.

**Cuadro 29b. Prevalencia de Helmintiasis en ZAVES (hasta 1998)**

<b>Helmintiasis</b>	<b>N.º casos</b>	<b>Tasa /1.000 hab.</b>
Hidatosis	10	0,4
<i>Taenia solium</i>	36	1,4
<i>T. sanguinata</i>	---	---
Cisticercosis	4	0,2
Otros céstodes	106	4,2
Triquinosis	4	0,2
Uncinariasis	11	0,4
Ascariasis	849	33,3
Estrongilodiasis	3	0,1
Enterobiasis	134	5,3
Otras no especificadas	2.523	99,1
<b>Total</b>	<b>3.679</b>	<b>144,5</b>

Fuente: Talavera, 1998.

#### 4.4.1 Calidad de los recursos hídricos (superficiales y subterráneos)

La principal fuente de abastecimiento de agua del distrito es el río Rimac, cuyos caudales varían entre 15,2 m<sup>3</sup>/s (setiembre) y 66,2 m<sup>3</sup>/s (febrero, época de precipitaciones en la sierra). La precipitación pluvial es mínima (25,48 mm/año) por lo que no podría ser considerada como fuente de recursos hídricos. Las aguas subterráneas son otra fuente importante de agua potable, SEDAPAL registra en el distrito la existencia de 15 pozos que generan 537 l/s de agua.

La zona agropecuaria del Distrito se desarrolla debido a la construcción de las lagunas de estabilización de San Juan a partir del año 1959 gracias a las gestiones del Ingeniero Alejandro Vincés; tenían una capacidad de 250 l/s e irrigaba alrededor de 100 ha de árboles forestales, cultivos de tallo alto, y se crearon los parques zonales 26 y 23. Estas lagunas impulsan el desarrollo de lo que es ahora la zona agropecuaria del distrito; pero a la vez este crecimiento poblacional hace que se sobrecargue la capacidad de las lagunas generando deficiencias en el funcionamiento. Por ello en 1999 se desarrolla el Proyecto Mesías que deriva 3,2 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales del colector Surco para tratarlas en un sistema de lagunas aireadas en San Juan, Villa El Salvador y San Bartolo. El Proyecto Mesías, que aún se encuentra en ejecución, abastecerá de 1,5 m<sup>3</sup>/s de agua para el riego de la ZAVES y de las áreas verdes del distrito de VES.

#### 4.4.2 Calidad sanitaria y agronómica del suelo y los productos

Dentro de la ZAVES se determinó dos unidades de mapeo, la Consociación Arenal (AR) y la Serie Arenal. Los suelos de la ZAVES presentan restricciones para cualquier tipo de cultivo, por lo que el manejo a realizar debe ser el más adecuado posible, empleando las tecnologías apropiadas para la conservación de los recursos y mejoramiento de la calidad de los suelos, apostando por una agricultura orgánica y sostenible de manera que se mejore la aptitud agronómica de los suelos en el transcurso del tiempo.

Según estudios (MINAG-PRONADRET, 1989; Robles, 1991) el 8,3% de las tierras con aptitud agronómica en VES tiene problemas de salinidad, de las cuales el 10,8% presentan concentraciones mayores a 30 mmhos/cm a 25AC, aunque el promedio se mantiene en menos de 4 mmhos/cm. Para poder rehabilitar estas tierras se necesita someterlas a lavados rigurosos de los suelos a fin de disminuir la concentración de sales.

De acuerdo a sus características químicas, los suelos de la ZAVES presentan una fertilidad muy baja, escaso contenido de materia orgánica, contenido medio de fósforo (33 kg/ha) y alto contenido de potasio (1,061 kg/ha).

Los valores de infiltración básica en tierras eriazas de ZAVES llegan hasta 72,6 cm/hora. En terrenos cultivados alcanza 25 cm/hora. Esto se debe a que están sometidos a manejo intenso, observándose la presencia de películas delgadas de limo y materia orgánica sobre la superficie por la colmatación del agua de riego.

De acuerdo al sistema de clasificación de tierras para el riego del Bureau of Reclamation (USDI) vol. V, las clases de tierras para riego son 6. En la ZAVES se hallan las clases 3, 4 y 6 (MINAG-PRONADRET, 1989).

Con respecto a la producción de la zona, que es básicamente forrajes, no se cuenta con información sanitaria sobre los productos, pues son para el consumo de animales.

#### *4.4.3 Incidencia en la salud de los productores y consumidores: costos de enfermedades, tasa de mortalidad, días de enfermedad*

La ZAVES no produce cultivos de consumo directo, por lo que los impactos en las enfermedades se dan básicamente por el manipuleo de las aguas residuales en las labores agrícolas y la cercanía de los canales a zonas urbanas, permitiendo la exposición de la población al contacto con estas aguas.

En la posta médica Fernando Luyo Sierra, ubicada el Sector 7 Grupo 1, que atiende a la población de Lomo de Corvina, el Dr. Ernesto Contreras especifica que se presentan 5 pacientes por semana, por enfermedades diarreicas, y de 3 a 5 pacientes por semana, entre adultos y menores de 5 años, por parasitosis intestinal con cuadros de fiebre y dolor, siendo muy probable que el motivo de estas enfermedades sea la exposición de la población a las aguas residuales.

#### **a. Datos de morbilidad general**

Según los datos obtenidos de la DISUR II, el acumulado de enero a diciembre de 1996 registró un total de 35.499 casos de infecciones respiratorias agudas, ésta es la enfermedad de mayor incidencia, siendo lo más preocupante que el 59,1%, es decir, 20.970 casos, se den en niños de 0 a 4 años; luego siguen las enfermedades infecto-intestinales que presentaron un total de 17.365 casos, de los cuales 12.765 (73,5%) corresponden a niños de 0 a 9 años. A continuación se ubican las enfermedades bucales con un total de 9.644 casos, de los cuales la mayor incidencia se ubicó en personas de 20 a 49 años, con 5.072 casos

(52,6%); las infecciones a la piel tuvieron un total de 4.590 casos, de los cuales 2.625 (57,2%) corresponden a niños entre 1 a 9 años.

El total de casos atendidos es 138.257, de los cuales 38,9% son hombres y 61,1% son mujeres. Podemos ver que las mujeres presentan mayor incidencia en los casos atendidos.

**Cuadro 30. Morbilidad según causas**

N.º	Causas	Total	%	Tasa x 1.000 hab.
1	Infecciones respiratorias agudas	6.665	49,79	995,67
2	Enfermedades infecto-intestinales	2.350	17,55	351,06
3	Enfermedades pulmonares, obstruc. crónicas	506	3,78	75,59
4	Otras enf. a la piel, tejido cel. subcutáneo	457	3,41	68,27
5	Deficiencia de nutrición	409	3,06	61,1
6	Infecciones a la piel, tejido cel. subcutáneo	383	2,86	57,22
7	Causas mal definidas, morbilidad	293	2,19	43,77
8	Micosis	282	2,11	42,13
9	Enfermedad a la sangre. org. hematopoy.	256	1,91	38,24
10	Enteritis, colitis n/infecciosa	189	1,41	28,23
	Otras causas	1.597	11,93	238,57
	<b>Total</b>	<b>13.387</b>	<b>100,00</b>	<b>1.999,85</b>

Fuente: Red de Servicios de Salud de Villa El Salvador – I Semestre 2001.

**Cuadro 31. Mortalidad general según causas en VES, en 1996**

Causas	Número	Porcentaje (%)
1. Enfermedades del aparato respiratorio	82	19,34
2. Tumores	69	16,27
3. Traumatismos y envenenamientos	67	15,8
4. Enfermedades del aparato circulatorio	66	15,57
5. Tuberculosis	22	5,19
6. Enfermedades neurológicas	18	4,25
7. Sepsis o septicemias	17	4,01
8. Enfermedades del aparato urinario	17	4,01
9. Enfermedades hepáticas	12	2,83
10. SIDA	12	2,83
11. Paro cardíaco	09	2,12
12. Causas mal definidas	09	2,12
13. Enfermedad diarreica aguda	08	1,89
14. Enfermedades del aparato digestivo	05	1,18
15. Deficiencias de la nutrición	05	1,18
16. Enfermedades hematológicas	03	0,71
17. Afecciones en el periodo natal	02	0,47
18. Diabetes mellitus	01	0,24
<b>Mortalidad general</b>	<b>424</b>	<b>100</b>

Fuente: Oficina de Servicios Básicos de Salud de Villa El Salvador. Programas de salud que se desarrollan en el distrito.

Según un estudio realizado por DIGESA en 1995, se concluye que no existiría relación entre el estado de salud de las personas y la manipulación de las aguas residuales,



ya que la población evaluada que estuvo enferma es 7,3% menor que el promedio nacional estimado para los estratos que pertenecen las poblaciones evaluadas.

#### *4.4.4 Eficiencia en el uso del agua*

Como se menciona anteriormente bajo el ítem 4.3.4, en la zona agropecuaria de VES el sistema de riego es 100% por gravedad, la distribución se realiza mediante dos canales principales revestidos de concreto (CPI y CPII). El riego a nivel de parcelas es a través de surcos e inundación, teniendo eficiencias muy bajas de riego (50%) por ello se pierde agua por infiltración y también los suelos por afloramiento de sales y falta de drenaje, lo que los hace improductivos para cualquier cultivo. La tasa de riego aplicada para estas formas de riego están en promedio entre 27.000 y 31.000 m<sup>3</sup>/ha/año.

Los canales principales de conducción del ART en la ZAVES presentan, en su recorrido, una serie de bocatomas que se encargan de distribuir el agua a todas las parcelas mediante canales laterales. El esfuerzo realizado por mejorar las eficiencias de conducción se ve mutilado con estos canales laterales, ya que se encuentran en mal estado de conservación y no están revestidos; por ello se pierden cantidades considerables de agua por filtraciones en su recorrido.

El trazo de estos canales en muchos tramos es inadecuado, ya que algunos de ellos están en plena vía y sin ningún tipo de obras complementarias, perjudicando a los transeúntes y corriendo el riesgo de la diseminación de enfermedades.

Los beneficiados directos de este proyecto serán las familias pertenecientes a las asociaciones SUC, las vertientes Concordia y Villa Rica, porque dispondrán de mayor cantidad de ART para ampliar la frontera agrícola y mejorar la calidad de los suelos.

#### *4.4.5 Riesgos de contingencias en los sistemas: sobrecargas, estabilidad de diques, pérdida de capacidad*

EL Proyecto Mesías cuenta con planes de contingencia para la protección de todas sus estructuras. En cuanto al sistema de riego de la ZAVES, no tiene determinado los planes de contingencia contra una eventualidad que deteriore la infraestructura de riego existente.

### **4.5 Evaluación de aspectos económicos y financieros**

#### *4.5.1 Análisis de la capacidad de pago de los usuarios para el tratamiento*

La cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado (desagüe) corresponde a la población de Lima – Callao, que pasó de 6.629.149, en 1994, a 7.408.829 habitantes, en 1999, teniendo una cobertura directa de 85,22% para el año 1999, es decir una población servida directa de 6.128.265 habitantes.

La tarifa doméstica promedio para agua potable pasó de 0,51 soles/m<sup>3</sup>, en 1994, a 1,014 soles/m<sup>3</sup>, en 1999, lo cual significa un incremento de casi el 100%; mientras que la

tarifa por alcantarillado pasó de 1,06 a 1,76 soles/m<sup>3</sup> (según Anuario Estadístico de SEDAPAL de 1999, página 7), de 1994 a 1999, respectivamente, es decir, experimentando un incremento de 60%.

Actualmente los usuarios del servicio de agua potable y alcantarillado están pagando por el tratamiento de las aguas residuales, ya que en la tarifa por consumo de agua potable se incluye el tratamiento. El punto de partida es que SEDAPAL es el dueño de las aguas residuales y está obligada a tratar el agua residual según las normas de calidad establecidas en la ley de aguas.

Con respecto a la disposición de pagar por el servicio de desagüe con tratamiento, es una interrogante que no tiene sentido, pues la población ya está pagando por ese servicio.

En todo caso deberíamos analizar la disposición de los agricultores de las ZAVES, de pagar por el tratamiento de las aguas con la calidad adecuada para el uso agrícola. La mayoría de los agricultores está de acuerdo en asumir un pago por el agua residual tratada, la única interrogante es definir cuál es el monto que estarían dispuestos a pagar. Esto tiene que resultar de una negociación entre los actores involucrados. Aquí juega un papel muy importante la SUNAS, ya que, según el D.S. 017-2001-PCM Art. 26-f, es el organismo encargado de regular la tarifa de las aguas residuales.

Aquí hay un precedente negativo, los agricultores de ZAVES no están acostumbrados a pagar por el agua de riego, si bien hacen un pago a sus respectivas comisiones de riego, es sólo para cubrir gastos administrativos.

#### *4.5.2 Análisis de viabilidad financiera del sistema existente (tratamiento y/o reúso)*

El sistema existente consta de una serie de plantas de tratamiento de la actividad agrícola que reúsa aguas residuales sin tratar, y de la actividad pecuaria que se articula con el agro. Si bien existen plantas de tratamiento, éstas aún no entran en operación; por lo tanto no evaluaremos la rentabilidad del sistema de tratamiento. Debe quedar claro que el costo de inversión del sistema de tratamiento lo ha asumido SEDAPAL.

- a. Viabilidad financiera y sistema de reúso existente de la producción agrícola y pecuaria de la zona.

En el Cuadro 32 se presenta el flujo de caja para determinar el nivel de rentabilidad que presentan los cultivos con reúso sin tratamiento, junto con la actividad pecuaria. Como se puede apreciar, se incluye como costos todos los conceptos: inversión, operación. La inversión, básicamente, corresponde al valor de los terrenos y al capital de trabajo.

Asumimos que toda la inversión es financiada con aporte propio, ya que casi no existe acceso al crédito; no se descarta que existan casos aislados. En este caso la evaluación financiera sería igual a la evaluación económica, si es que no se tomaran tasas de descuento diferentes.

**Cuadro 32. Flujo de caja del sistema de reúso de aguas residuales (en miles de US\$)**

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Ingresos</b>		3.795	3.795	3.795	3.795	3.795	3.795	3.795	3.795	3.795	7.030
Cultivos temporales		272	272	272	272	272	272	272	272	272	272
Actividad pecuaria		3.523	3.523	3.523	3.523	3.523	3.523	3.523	3.523	3.523	3.523
Valores de recupero:											3.236
Terreno											2.155
Instalaciones											39
Capital de trabajo											1.041
<b>Egresos</b>	-3.262	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910
Inversión	-3.262										
Costos operativos		-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910	-2.910
Cultivos temporales		-178	-178	-178	-178	-178	-178	-178	-178	-178	-178
Actividad pecuaria		-2.732	-2.732	-2.732	-2.732	-2.732	-2.732	-2.732	-2.732	-2.732	-2.732
<b>Flujo económico</b>	<b>-3.262</b>	<b>885</b>	<b>885</b>	<b>885</b>	<b>885</b>	<b>885</b>	<b>885</b>	<b>885</b>	<b>885</b>	<b>885</b>	<b>4.120</b>

#### 4.5.3 Análisis de viabilidad económica del sistema existente (reúso)

Con el flujo de caja calcularemos el VAN y la TIR. La tasa de descuento aplicada para el VAN es la de los proyectos gubernamentales.

Si bien los índices de rentabilidad que presenta ZAVES no son nada despreciables, esto básicamente se debe a la actividad pecuaria, que es una buena fuente de ingresos para la zona.

El valor actual neto nos indica que luego de descontar el capital propio y el valor del aporte propio en el valor de los terrenos, les permite tener un excedente de US\$ 3.470.000 al cabo de 10 años. La Tasa Interna de Retorno (TIR) es 27,1%, es decir, 18 puntos porcentuales por encima de la tasa de descuento, lo cual da un gran margen para afrontar eventualidades.

**Cuadro 33. Índices de rentabilidad del sistema de reúso**

Índice de rentabilidad	Valor
VAN (miles de US\$)	3.470
TIR (%)	27,10
Tasa de descuento (%)	9

#### **4.6 Evaluación de aspectos socioculturales**

##### **a. Aspectos generales de la población involucrada**

La ZAVES cuenta con aproximadamente 425 familias, con un promedio de 5 personas por familia que hacen un total de 2.270 habitantes, que representa aproximadamente el 1% de la población total del distrito de VES.

En cuanto a vivienda, podemos decir que una gran parte de la población de la ZAVES vive dentro de sus parcelas de terreno (principalmente los grupos asentados en la Tablada de Lurín); las casas se encuentran en forma dispersa, de acuerdo a la ubicación de la parcela, y las construcciones son mayormente de material noble y con buenas condiciones de habitabilidad. Un gran número de propietarios de las parcelas de Lomo de Corvina viven en la zona urbana de VES y ocupan las parcelas sólo para la crianza de chanchos o animales menores; tienen los lotes ordenados y las construcciones predominantes en la zona son a base de estera y triplay, de manera muy rústica, y están destinadas para que duerma el guardián.

Según el censo agropecuario de 1997, el 18% de la población de la ZAVES no tiene ningún nivel de educación, 34% tiene nivel primario, 29% alcanza el nivel secundario y 19% llega a estudiar una carrera técnica o universitaria. La población acude a los centros educativos “Príncipe de Asturias” y Centro Educativo N.º 7077, ubicados en la zona urbana de VES.

Dentro de la ZAVES existe el Colegio Agropecuario diseñado para una educación vivencial agrícola, contando con granjas de conejos, cuyes y aves así como áreas para huertos; actualmente toda su infraestructura está desactivada debido a la falta de agua para riego y capacitación sobre producción de animales menores y cultivos rentables.

En la zona agropecuaria existen dos realidades bien diferenciadas, la primera, que se ubica en la Tablada de Lurín, cuenta con servicio de luz, habilitación de calles y avenidas y el tamaño de las parcelas está entre 1 y 10 ha. La segunda, la zona de Lomo de Corvina, es la zona más deprimida, no tiene acceso a la energía eléctrica y las vías de acceso son muy restringidas, presentando pendientes muy elevadas, lo que dificulta el tránsito de vehículos motorizados.

En ambas zonas el acceso al agua potable es mediante camiones cisterna que dejan el agua en pequeños reservorios, construidos en cada parcela, a un costo de hasta dos nuevos soles por cilindro de 200 litros.

Los habitantes de la ZAVES tienen que solicitar los servicios de salud en los establecimientos “Juan Pablo II” de ESSALUD (Seguro Social de Salud) y otros ubicados en la zona urbana del distrito de VES, ya que no cuentan con un establecimiento de salud dentro de los límites de la ZAVES.

## **b. Instituciones de saneamiento ambiental**

La institución encargada del tratamiento de aguas residuales es SEDAPAL, empresa estatal de derecho privado, íntegramente de propiedad del Estado, constituida como Sociedad Anónima, a cargo del Ministerio de la Presidencia, con autonomía técnica, administrativa, económica y financiera. Sus servicios son de necesidad y utilidad pública y de preferente interés social.

La misión de SEDAPAL es la de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población, administrando eficientemente el recurso agua, la recolección y disposición final de aguas servidas, propiciando la preservación del medio ambiente, procurando la satisfacción global e implementando oportunidades de negocio que posibiliten el desarrollo sostenido.

En el caso del uso de las aguas residuales tratadas para la producción agrícola, es la Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA, la que analiza y aprueba esta actividad. DIGESA es una dirección de línea del Ministerio de Salud, desempeña un rol técnico normativo a nivel nacional respecto a los aspectos de Protección del Ambiente, Saneamiento Básico, Higiene Alimentaria, Control de Zoonosis y Salud Ocupacional.

La función principal de la Dirección General de Salud Ambiental, DIGESA, es la de normar, supervisar, controlar, evaluar y concertar con los gobiernos locales y demás componentes del Sistema Nacional de Salud, así como con otros sectores, los aspectos de Protección del ambiente, Saneamiento Básico, Higiene Alimentaria, Control de Zoonosis y Salud Ocupacional.

### *4.6.1 Percepción de los actores sobre el reúso: aceptabilidad del riego y consumo de los productos*

La ZAVES es producto de las aguas residuales tratadas en las lagunas de San Juan y de las aguas crudas de Lima Metropolitana. La agricultura comienza gracias a esta agua y la experiencia de sus nuevos pobladores provenientes de la sierra, principalmente, donde su actividad principal es la agricultura.

La experiencia de tratar las aguas en San Juan comienza como iniciativa de regar los terrenos eriazos de la Tablada de Lurín y de disminuir la contaminación de las playas del litoral, que eran los cuerpos receptores de los desagües de la ciudad de Lima.

Actualmente las aguas residuales tratadas y crudas se vienen usando para el riego de cultivos forrajeros para la crianza de animales mayores y menores; para riego de árboles forestales dentro de los parque zonales; para el riego de las vermas centrales y parques de los diferentes sectores de la zona urbana; y para la producción de Tilapias del Nilo. El abastecimiento de estas aguas residuales es permanente durante todo el año y es la mayor fuente de agua de riego para la zona. Existen otras fuentes, pero de muy poca importancia, como el agua subterránea que sirve para alimentación de los animales de las granjas existentes en la zona.

Los agricultores están informados, de alguna manera, sobre los riesgos de utilizar las aguas crudas en la agricultura, por lo que siembran, principalmente, cultivos forrajeros debido a que el agua actual de riego no recibe tratamiento y no reúne las condiciones para riego, ni siquiera de cultivos forrajeros.

Con las aguas tratadas del Proyecto Mesías, los productores piensan diversificar su producción cultivando hortalizas, plantas ornamentales, plantas medicinales, con la autorización de DIGESA, con lo cual podrán potenciar el desarrollo de la ZAVES y generar mayores ganancias que las actuales. Así mismo el Municipio de Villa El Salvador, en el marco de su Plan de Desarrollo elaborado participativamente con la comunidad, busca utilizar parte de las aguas residuales tratadas para la recuperación de terrenos baldíos convirtiéndolos en áreas verdes recreacionales y para forestar la zona alta de Lomo de Corvina, buscando recuperar y conservar el cinturón ecológico de VES.

Para que los agricultores puedan utilizar las aguas residuales deben pedir permiso a SEDAPAL, que es la entidad administradora de este recurso. Además, deben gestionar, en la organización de regantes con aguas residuales de la zona, para poder obtener un turno de riego. En la actualidad son pocos los agricultores que tienen derecho a las aguas residuales de riego, principalmente, los que están cerca de las lagunas de tratamiento y a los que les favorece la topografía porque la conducción es enteramente por gravedad.

#### *4.6.2 Disposición de los actores a participar en un sistema integrado*

A través de la metodología participativa propuesta para el Estudio, se realizaron entrevistas y talleres con los dirigentes de la zona agropecuaria de Villa El Salvador con el fin de elaborar una propuesta participativa para un sistema integrado de reúso de las aguas residuales tratadas del Proyecto Mesías.

Durante los talleres fue muy grande el interés por participar en un sistema integrado que busque potenciar la ZAVES; los representantes de las asociaciones que forman esta zona, no buscaban su propio desarrollo sino el desarrollo de toda la zona.

El Municipio de Villa El Salvador busca potenciar la zona y convertirla en el segundo polo de desarrollo del distrito, siendo el primero la zona industrial. La participación activa, como movilizadora y concertadora del Municipio, representada a través de la Regidora del Medio Ambiente, Donatilda Gamarra, fue vital para la realización del estudio y la elaboración de la propuesta.

Por su parte, los responsables del Proyecto Mesías esperan una propuesta integral para el uso de las aguas residuales de las Plantas de San Juan y Huáscar proveniente del Municipio de Villa El Salvador, y las asociaciones de la zona agropecuaria, para concertar con éstos el destino de las aguas tratadas.

### 4.6.3 Organización de los productores

Los agricultores de la ZAVES tienen la organización de riego con aguas residuales aún no reconocida dentro de la Junta Nacional de Regantes, pero en trámite por buscar el reconocimiento.

Además de esta organización, los agricultores están organizados en cinco organizaciones de productores agropecuarios que detallamos a continuación:

- Asociación Agropecuaria Unión de Colonizadores
- Asociación Agropecuaria Villa Rica
- Asociación Agropecuaria La Concordia
- Asociación Agropecuaria Las Vertientes
- Asociaciones de Lomo de Corvina

En promedio, cada organización tiene 50 miembros asociados y todas tienen sus representantes en la organización general de riego con aguas residuales. Cada asociación cuenta con Presidente, Vicepresidente, Secretario de Economía y Secretario de Actas, Fiscal y dos vocales, elegidos para un periodo de dos años.

Las principales labores que desarrolla la organización de regantes son: Asignación periódica de agua a sus miembros, construcción o rehabilitación de la infraestructura de riego y solución de conflictos entre agricultores regantes. Además, una de las funciones importantes de la organización es la búsqueda de financiamiento para la rehabilitación de la infraestructura de riego.

La asignación de agua residual es de 25.000 m<sup>3</sup>/ha/campaña y la frecuencia de riego es semanal, con un caudal de 75 l/s durante 4 horas por ha. El costo del agua residual de riego es de 4 soles la hora de riego.

Las necesidades más importantes de los productores son:

Producción agrícola:

- Saneamiento del terreno, arreglar la situación de las titulaciones.
- Falta de agua tratada para el riego que abastezca a todas las cooperativas de la zona agropecuaria.
- Falta de canales para distribuir el agua tratada del Parque Huáscar (Proyecto Mesías) a zonas que carecen de ella.
- Necesidad de asistencia técnica para diversificar la producción, la que ahora en su mayoría es forraje, por otro tipo, como por ejemplo árboles frutales o floricultura.
- Inadecuados canales para la comercialización directa de sus productos y obtener mayores ingresos.

Producción pecuaria:

- Falta de agua potable para la crianza.
- Saneamiento del terreno, arreglar la situación de las titulaciones.
- Necesidad de orientación técnica y práctica para la crianza.
- Falta de energía eléctrica en la zona.
- Falta de canales adecuados para comercializar sus productos y obtener mayores ganancias.
- Necesidad de control sanitario en la zona.
- Necesidad de un apoyo crediticio para ampliar la producción.

#### *4.6.4 Tenencia y uso de la tierra y el agua*

Las asociaciones de la zona Lomo de Corvina, que es la más deprimida y la que tiene mayor número de habitantes y también litigios por terrenos, no tienen títulos de propiedad de los terrenos (16%) y en el mejor de los casos están en trámite (78,5% de las parcelas de Lomo de Corvina) y son considerados como posesionarios. Por el contrario, las asociaciones de la zona baja que tienen menor densidad de habitantes, menor pobreza y mejor organización, tienen títulos de propiedad en forma privada colectiva (en promedio es el 70% de estas asociaciones).

De las 757 ha que tiene la zona agropecuaria, sólo el 41% está dedicado a dicha actividad y las otras áreas están cambiando el uso a zonas urbanas (California y Quinto sector), actividades industriales (depósitos de Saga y First Com) y botaderos ilegales de basura (principalmente en los terrenos de la Concordia).

La ZAVES está rodeada de la zona urbana del distrito de VES por lo que es una zona sin posibilidad de expansión, por el contrario, corre el riesgo del cambio de uso por la fuerte presión urbana que se tiene sobre esta zona, que es un lunar dentro de la gran urbe de Lima Metropolitana. Otra amenaza de cambio de uso es la industria, que pone los ojos sobre las grandes áreas de terreno por la buena ubicación que tiene respecto a la ciudad de Lima.

Actualmente los productores no pagan por las aguas tratadas, pero están conscientes de que tendrán que pagar por las aguas tratadas del Proyecto Mesías. Lo que se busca es que esta cantidad sea “simbólica” y no el costo total del tratamiento de las aguas.

#### *4.6.5 Segmentos sociales, género y generación de los productores*

Los segmentos sociales de los productores de la zona agropecuaria son muy variables, por ejemplo, en la zona Lomo de Corvina la población es de muy escasos recursos económicos, mientras que en la SUC los productores tienen mayores ingresos, y mayor producción.

La gran parte de los productores de la ZAVES son hombres mayores de 40 años, los cuales se encargan de la producción y cría de animales; las mujeres apoyan a sus esposos,



pero mayormente realizan las labores del hogar. La mayoría de dirigentes y líderes de la zona son hombres.

#### **4.7 Evaluación de aspectos legales e institucionales**

##### **4.7.1 Problemática legal actual del tratamiento y reúso de las aguas residuales**

El uso de las aguas residuales domésticas crudas para el riego agrícola está prohibido. Según la legislación peruana, algunos cultivos están prohibidos de regarse con aguas residuales, existiendo regulaciones para su uso, como por ejemplo:

#### **Decreto Ley N.º 17752 – Ley General de Aguas del 29 de julio de 1969, enmendado por D.S. 007-83 SA del 11 de febrero de 1983**

Esta Ley, en su título tercero, describe las condiciones para el uso de las aguas residuales en Agricultura. Esta norma ha recogido la propuesta de la Organización Mundial de la Salud, enmarcada en sus directrices sanitarias, para el uso de las aguas residuales en agricultura y acuicultura (1989). La norma establece que las aguas residuales deben tener menos de un huevo de nematodos por litro para ser utilizadas en el riego agrícola. Además, el nivel de coliformes fecales debe ser menor a 1.000 UFC/100 ml cuando esta agua se aplique a campos de hortalizas de tallo corto y consumo crudo.

La presencia del Proyecto Mesías ("Mejoramiento del Sistema de Alcantarillado de la Zona Sur de Lima"), ofrecerá aguas residuales tratadas de calidad tipo III, de acuerdo al Cuadro del Anexo N.º 1 de la Ley General de Aguas, D.L. 17752, con las que se puede sembrar cultivos de consumo directo y ofrecerlos en los mercados del cono sur de Lima, aprovechando la cercanía a los mercados (costos de transporte), ofreciendo así alimentos frescos y contribuyendo a la seguridad alimentaria. De esta manera se puede diversificar la actividad de los agropecuarios disminuyendo los riesgos de la variación de los precios del mercado y asegurando producciones permanentes durante los 365 días del año.

En el cuadro 34 se precisa el cuadro anexo de la Ley General de Aguas-Decreto Ley N.º 17752 con las especificaciones y parámetros para las aguas de la clase de uso III. Estas son aguas usadas para regadío de vegetales a consumirse crudos.

**Cuadro 34. Norma de calidad de aguas para riego de vegetales para ser consumidos crudos y abrevar animales (Clase de Uso III)**

Parámetro	Unidad	Limite para la clase de uso III	Fuente
<b>LIMITES BACTERIOLÓGICOS :</b> (Valor máximo del 80% de 5 a más muestras)			
Coliformes totales	N.M.P./100 ml	5,000	L.G.A.
Coniformes fecales	N.M.P./100 ml	1,000	L.G.A.
<b>LIMITES DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y OXÍGENO DISUELTO:</b>			
Demanda Bioquímica de oxígeno (en 5 días a 20°C)	mg/l	15	L.G.A.
Oxígeno disuelto	mg/l	3	L.G.A.
<b>LIMITES DE SUSTANCIAS POTENCIALMENTE PELIGROSAS:</b>			
Arsénico	mg/l	0.2000	LGA
Bario	mg/l	0.2000	DIGESA
Cadmio	mg/l	0.0500	LGA
Cianuros	Mg/l	0.0010	LGA
Cobalto	mg/l	0.2000	DIGESA
Cobre	mg/l	0.5000	LGA
Cromo hexavalente	mg/l	1.0000	LGA
Esteres/estaratos	mg/l	0.0003	LGA
Fenoles	mg/l	0.0010	LGA
Fluoruros	mg/l	1.5000	DIGESA
Litio	mg/l	5.0000	DIGESA
Magnesio	mg/l	150.0000	DIGESA
Manganeso	mg/l	0.0500	DIGESA
Mercurio	mg/l	0.0100	LGA
Nitratos	mg/l	0.1000	LGA
Níquel	mg/l	0.0010	LGA
pH	Unidad	5-9	DIGESA
Plata	mg/l	0.0500	DIGESA
Plomo	mg/l	0.0100	LGA
P.C.B.	mg/l	0.0010	LGA
Selenio	mg/l	0.0500	LGA
Sulfatos	mg/l	400.0000	DIGESA
Sulfuros	mg/l	0.0010	LGA
Zinc	mg/l	25.0000	LGA

(LGA) = Ley General de Aguas No. 17752

(DIGESA) Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud

El Decreto Legislativo N.º 1343 establece la participación del sector privado en la prestación de los servicios de saneamiento, como una ayuda para solucionar la baja cobertura del tratamiento de las aguas residuales domésticas. Allí se menciona que los

gobiernos municipales o empresas de agua, como responsables de la prestación de los servicios de saneamiento en el ámbito de su competencia, están facultadas para otorgar el derecho de explotación de las aguas residuales a entidades públicas, privadas o mixtas.

Los siguientes dispositivos legales existentes a nivel local y nacional están relacionados con el tratamiento y uso de aguas residuales:

- Decreto Legislativo N.º 613 - Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales.
- Ley N.º 27446 (23 de abril de 2001) – Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Ley N.º 27314 (21 de julio de 2000) - Ley General de Residuos Sólidos.
- Decreto Supremo N.º 034 (SA, 1985). Dictan normas para la crianza y/o engorde de cerdos desde el punto de vista sanitario.
- Ley N.º 23853 (Municipalidad de Lima Metropolitana, 1984), Ley Orgánica de Municipalidades.
- Decreto Supremo 022-91-AG, en donde se prohíbe la comercialización de sustancias tóxicas organocloradas.
- Ley N.º 26744 (AG, 1997), Ley de promoción del manejo integral para el control de plagas.
- Decreto Supremo N.º 001 (SA, 1997), Aprueba el reglamento higiénico sanitario de alimentos y bebidas de consumo humano.
- Decreto Legislativo N.º 635-91, Código Penal, Título XIII: Delitos contra la ecología, en donde se menciona la sanción a los que depositan, comercializan o vierten desechos industriales o domésticos en lugares no autorizados o sin cumplir las normas sanitarias y de protección del medio ambiente.
- Ordenanza 184 de la Municipalidad de Lima Metropolitana (11/11/1998), “Zona de Reglamentación Especial y Zona de Amortiguamiento de los Pantanos de Villa”, donde Villa El Salvador ha formalizado un ordenamiento territorial de sus zonas urbana, industrial y agropecuaria, además ha declarado, en reciente consulta ciudadana, su mayoritario interés en constituirse como distrito ecológico.
- La Ordenanza 195 “Reglamento del Plan Urbano Distrital de Villa El Salvador” (Municipalidad de Lima Metropolitana, 1999), plan rector de la planificación urbana y rural del distrito para el periodo 1998-2010.
- El DS 007-85-VC “Reglamento de acondicionamiento territorial, desarrollo urbano y medio ambiente del año 1988.
- El DS 037-89-PCM “Cinturón ecológico de Lima Metropolitana” (Presidencia del Consejo de Ministros, 1989).
- Acuerdo N.º 287 - Decreto de la Municipalidad de Lima Metropolitana (MLM) N.º 127 - 1992 “Plan de desarrollo Metropolitano Lima - Callao 1990 – 2010” (MLM, 1992).
- Propuesta de un Parque Arqueológico en Lomo de Corvina - VES (DESCO, 1997), Ordenanza N.º 122 (Municipalidad de Lima Metropolitana, 1997), Declaran de interés público para Lima la ampliación y desarrollo del gran Parque Ecológico Metropolitano de Villa.
- Ley N.º 26878 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 1997), Ley General de Habilitaciones Urbanas.

- Decreto Supremo N.º 022 ((Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 1997), Aprueban Reglamento General de Habilitaciones Urbanas.
- Ley 24047 (Congreso de la República, 1997), en donde se declara la zona Lomo de Corvina como Patrimonio Cultural de la Nación.
- Ley N.º 27015 (Congreso de la República, 1999), Ley que regula las concesiones mineras en áreas urbanas y de expansión urbana.
- Ordenanza Municipal N.º 016 (Municipalidad de Villa El Salvador, 1999), Establecen disposiciones para la erradicación de criaderos de ganado porcino que opere en condiciones insalubres.
- Decreto Legislativo N.º 776-93, Ley de Tributación Municipal. Establece el manejo legal de la tributación, se regulan arbitrios y se establecen criterios para la distribución y utilización del Fondo Compensatorio Municipal.

#### 4.7.2 *Problemática de las relaciones interinstitucionales*

Relación entre la organización de riego y la entidad administradora de la planta de tratamiento.

La relación es de independencia ya que la finalidad de la entidad administradora de la planta de tratamiento no es la zona agrícola sino la disminución de la contaminación de los cuerpos receptores de aguas residuales (las playas). Pero sí existen algunas coordinaciones muy puntuales, principalmente, para la información de avances del proyecto y algunas consultas sobre los puntos de captación de las aguas residuales en la tubería de conducción.

La mayoría de los conflictos generados en la ZAVES se debe a problemas de zonificación de los terrenos. Otro problema es por el uso de las aguas residuales, principalmente, por la organización para el acceso a este recurso, los de la parte alta no tienen acceso al agua residual tratada; también por robos de agua asignada y por incumplimiento en el mantenimiento de la infraestructura de riego. Otro conflicto que se presenta con frecuencia es entre los pobladores de la zona urbana, por donde pasan los canales de conducción de las aguas residuales, y los pobladores de la zona agropecuaria.

Entre otras relaciones institucionales podemos mencionar la Municipalidad Distrital de Villa El Salvador con quien tienen estrechos lazos en la búsqueda común de financiamiento de obras de infraestructura.

## **5. PROPUESTA PARA VIABILIZAR EL SISTEMA INTEGRADO**

Los agricultores de la Zona Agropecuaria del Distrito de Villa El Salvador a inicios del próximo año utilizarán las aguas residuales tratadas en las lagunas de San Juan y Parque Huáscar con eficiencia y actitudes responsables hacia el medio ambiente, disminuyendo la contaminación, contribuyendo con el embellecimiento de la zona urbana, generando nuevos puestos de trabajo y mejorando el ingreso de las familias del lugar.

El Proyecto Mesías tratará en las Lagunas de San Juan y Parque Huáscar, en esta primera etapa en que las plantas de tratamiento no funcionarán al 100% de su capacidad de diseño, 570 l/s de aguas residuales del colector Surco, los que servirán para regar la ZAVES y las áreas verdes del distrito de Villa El Salvador

Las lagunas de San Juan tratarán 400 l/s, de los cuales 20 l/s están destinados a parques y 380 l/s para la ZAVES, a través de la incorporación de dicho caudal al Canal Principal 2 (CP2) del sistema de riego de la ZAVES.

Las lagunas del Parque Huáscar tratarán 170 l/s, de los cuales: 20 l/s están destinados a parques, 100 l/s para el Parque 26 donde se desarrolla la acuicultura y 50 l/s para la ZAVES, que serán conducidos a través del Canal Principal 1 (SP1) del sistema de riego de la ZAVES.

Existe además la ejecución de un estudio para irrigar Lomo de Corvina, que conducirá agua tratada hasta la cota 100 msnm, y de allí impulsará con una cámara de bombeo el agua a la cota más alta de Lomo de Corvina, donde se proyecta construir un reservorio, beneficiando de esta forma con agua residual tratada a Lomo de Corvina, Las Vertientes – parte alta y Villa Rica parte alta.

### **5.1 *Análisis de la demanda de los productos del Proyecto***

Si bien no se cuenta con las series históricas de precios, volumen y producción de los últimos 10 años sobre los principales cultivos de ZAVES, sí contamos con los datos para la campaña agrícola 97-98 recogida en el Censo Agropecuario de VES (MDVES, 1997), con los que podemos calcular los volúmenes de producción e ingresos. Lo que queda claro es que el mercado local absorbe toda la producción agrícola de la zona. Es decir, para la producción forrajera actual existe un mercado asegurado.

Por falta de información no se puede hacer un análisis del comportamiento de la producción y ventas. Menos aún saber cuál es la tendencia de cada serie.

#### **5.1.1 *Productos agrícolas***

Se plantea mantener las áreas de producción forrajera, ya que abastece a la actividad pecuaria de la zona. Los cultivos temporales son: chala con cuatro campañas al año, alfalfa la cual se cosecha seis veces al año, king grass con 2,5 campañas al año y maíz amarillo con dos campañas al año.

También tenemos como cultivo permanente al manzano. Si bien existen otros frutales, éstos no tienen una presencia significativa. El área de frutales es de 7 ha, que se mantendrá.

Además, se propone introducir en la zona el cultivo de hortalizas, por ser más rentable que los forrajes. Esto se haría aprovechando las 89 ha agrícolas que no tienen uso. Existen dos razones para hacer este planteamiento: la primera que pronto se contará con el

recurso hídrico con la calidad sanitaria necesaria para estos cultivos y, segundo, es el hecho de tratarse de cultivos más rentables.

Los cultivos propuestos son los siguientes :

- apio, pudiéndose tener tres campañas al año,
- poro, con 2,5 campañas al año,
- tomate, con 2 campañas al año,
- col, con 3 campañas al año.

Estos productos, por ser altamente perecibles, necesitan estar cerca de un gran mercado que pueda absorber toda la producción. Lima es un gran mercado, que cada vez está perdiendo las áreas de agricultura urbana y periurbana que lo abastecen de hortalizas. Es importante recalcar la ventaja geográfica que tiene ZAVES, con respecto a otras zonas.

#### *5.1.2 Productos forestales*

El eucalipto es una plantación forestal con una presencia significativa en la zona, se encuentran sembrados en el Parque 26 alrededor de 35 ha, y en muchos lugares de ZAVES.

#### *5.1.3 Otros productos: acuícolas y pecuarios*

El sistema de tratamiento y uso de aguas residuales del Proyecto Mesías será implementado con una granja de peces que producirá un promedio de 52,8 toneladas métricas anuales de tilapias, con un peso promedio de 500 gramos cada una. Dicha producción se realiza en un periodo total de 14 meses de crianza dividida en cinco etapas: reproducción, reversión sexual, precría, crecimiento y engorde. La granja, con un espejo de agua de 7,25 ha, operará con un caudal promedio de 19,7 l/s del efluente de la planta de tratamiento Huáscar. Es necesario hacer un estudio de mercado, antes de proponer una réplica por parte de los agricultores.

También se propone mantener e incentivar la producción pecuaria como es la crianza de cerdos, el engorde y crianza de ganado vacuno, y otro animales menores. Esto es muy importante porque genera ingresos para la zona y es el principal demandante de la producción forrajera. Para esta actividad se destinan 93 ha de ZAVES.

En el siguiente cuadro se observa el volumen de producción e ingresos aproximados de la actividad agrícola en el año 2000.

**Cuadro 35. Producción, precios y ventas de los principales productos cultivados en la zona del proyecto de tratamiento y reúso**

<b>Cultivo</b>	<b>Año</b>	<b>2000</b>
Maíz chala	Volumen (TM)	1.600,00
	Precio (\$/TM)	22,29
	Ingreso (US\$)	35.657,14
Alfalfa	Volumen (TM)	768,00
	Precio (\$/TM)	110,29
	Ingreso (US\$)	84.699,43
King grass	Volumen (TM)	450,00
	Precio (\$/TM)	21,43
	Ingreso (US\$)	9.642,86
Maíz amarillo	Volumen (TM)	75,00
	Precio (\$/TM)	137,14
	Ingreso (US\$)	10.285,71
Manzano	Volumen (TM)	162,5
	Precio (\$/TM)	286
	Ingreso (US\$)	46.488,4

## 5.2 Desarrollo de la propuesta de integración

### 5.2.1 Determinación de las fortalezas y limitaciones del sistema existente

A través de la información recogida en campo, la revisión bibliográfica, la aplicación de la metodología participativa en los talleres efectuados en la ZAVES, y la entrevista con personajes claves involucrados con la ZAVES, se desarrolla a continuación un análisis FODA de la zona.

**Cuadro 36. Diagnóstico FODA de la ZAVES**

<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las organizaciones de productores</li> <li>• Cercanía a los mercados</li> <li>• Poco uso de fertilizantes químicos</li> <li>• Tradición en el uso de ART</li> <li>• Normatividad: Ordenanza 184, 195, DL 17752</li> <li>• Cultura participativa de la población</li> <li>• Experiencia exitosa de la zona industrial de VES</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suelos pobres</li> <li>• Falta de capacitación técnica</li> <li>• Ausencia de infraestructura adecuada de producción</li> <li>• Saneamiento físico legal en trámite</li> <li>• Parcelas pequeñas en Lomo de Corvina</li> <li>• Expansión urbana e industrial</li> <li>• Conflicto entre Asociaciones</li> </ul>
<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El Proyecto Mesías</li> <li>• Mesa de concertación del cono sur</li> <li>• Acceso a mercados más exigentes</li> <li>• Plan integral de VES al 2010</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presión urbana</li> <li>• Presión industrial</li> </ul>

### 5.2.2 Estructura del Sistema integrado: propuesta de alternativas

A base del análisis FODA del sistema de reúso de aguas residuales en la actividad agropecuaria de la ZAVES, se plantean las siguientes propuestas:

- Introducción de cultivos rentables como las hortalizas. Esto se haría en las casi 90 ha agrícolas sin uso, aprovechando las aguas residuales tratadas, pero manteniendo los cultivos actuales, es decir, las 122 ha de cultivos de forraje. Las hortalizas propuestas son:
  - 36 ha de apio, pudiéndose tener tres campañas al año,
  - 26 ha de poro, con 2,5 campañas al año,
  - 17 ha de tomate, con dos campañas al año,
  - 9 ha de col, con tres campañas al año.
- Conservar las 93 ha dedicadas a la actividad pecuaria, fomentando sobre todo la crianza de cerdos y reses.
- Mejoramiento de los canales principales (CP-1 y CP-2), revestimiento de canales laterales.
- Continuar manteniendo la producción pecuaria existente y hacer programas de capacitación técnica.
- Instalación de la Unidad Agropecuaria Modelo.

El proyecto también incluye la instalación de una Unidad Agropecuaria Modelo (UAM), que tiene la finalidad de brindar a los agricultores, mediante demostraciones prácticas, conocimiento en cuanto al manejo de las aguas residuales tratadas, mejoramiento de suelos, agricultura orgánica, gestión de recursos y productos, información de mercado, además de efectuar investigaciones aplicativas para la zona, realizar extensión y transferencia de tecnología. Todo esto mediante tecnificación que responda a las necesidades de los agricultores

- Fomento de la actividad pecuaria en Lomo de Corvina. Este proyecto consiste en bombear ART hacia la zona de Lomo de Corvina con la finalidad de proveer agua de riego a las pequeñas parcelas establecidas en este sector y consideradas dentro de la ZAVES.
- Hacer un estudio de mercado sobre la piscicultura, y a su vez hacer un seguimiento a la crianza de tilapias en el Parque 26, antes de proponer el fomento de esta actividad.
- Elaboración de estudios de mercado y potencialidad de la ZAVES, para ofrecer alternativas más rentables a los agricultores de la zona.

Todas estas propuestas están enmarcadas en un plan integral de desarrollo de la ZAVES, concebido de manera que esta zona pueda ser fuente de alimentación para las zonas urbanas del cono sur, zona de generación de empleo y conservación del medio ambiente a través del reúso eficiente de las aguas residuales tratadas.



### *5.2.3 Implementación, rehabilitación, mejoramiento y/o ampliación del sistema de tratamiento*

El sistema de tratamiento del Proyecto Mesías, empezará a operar a inicios del próximo año con tecnología adecuada para proveer agua de excelente calidad, apropiada para el desarrollo de todo tipo de cultivos, por lo que no se hace necesario la rehabilitación y/o mejoramiento del Sistema.

En cuanto a la implementación del sistema de tratamiento, está a cargo de SEDAPAL (Empresa prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Lima Metropolitana), la cual cuenta con la capacidad y experiencia suficiente en este sentido, motivo por el cual, este estudio no estipulará la implementación del sistema, ya que está asegurada de antemano con la participación de SEDAPAL.

No se hace necesaria la ampliación del sistema de tratamiento, debido a que el caudal que proporcionará dicho sistema es más que suficiente para cubrir las necesidades hídricas de los cultivos a implantar en la ZAVES.

### *5.2.4 Implementación, rehabilitación, mejoramiento y/o ampliación del sistema de reúso*

Se plantea :

- Implementación y mejoras del sistema de riego, a través del mejoramiento de los canales principales CP-1 y CP-2, así como el revestimiento de los canales laterales, lo que permitirá una mayor eficiencia en la distribución del agua.
- Mejoramiento del manejo y, por consiguiente, de la producción de los cultivos forrajeros en la zona, a través de la capacitación técnica en labores culturales, manejo del agua, comercialización de los productos.
- Sustitución, de gran parte de la producción de la ZAVES, por hortalizas, de gran demanda en el mercado de Lima Metropolitana, que podrán ser regadas con la calidad del efluente del sistema de tratamiento.
- Implementación de piscicultura.
- Cálculos hidráulicos para revestimiento de canales.
- Metrado para mejora y revestimiento de canales.

Los parámetros generales utilizados para la implementación del plan de cultivo se presenta en el siguiente cuadro.

**Cuadro 37. Parámetros generales para el diseño del sistema**

Parámetros	
Caudal de crudo (l/s)	
San Juan	0,4 l/s
Parque Huáscar	0,17 l/s
DBO <sub>5</sub> en el crudo (mg/l)	
San Juan	160
Huáscar	160
Coliformes fecales en el crudo (NMP/100ml)	1,00E <sup>+08</sup>
San Juan	
Parque Huáscar	
Área total disponible para el sistema (ha)	632,5 ha
Área para agricultura	219 ha
Área para ganadería	93 ha
Área para silvicultura	35 ha
Área sin uso definido	161 ha

Se seleccionarán los cultivos en función a la calidad del efluente y la producción actual o potencial en el área de estudio, como se muestra en el Cuadro 38.

**Cuadro 38. Cultivos seleccionados para el sistema de tratamiento y uso de aguas residuales**

Efluente	Calidad del efluente	Cultivo	Tipo de cultivo	Área (ha)	(l/s)
Efluente San Juan y Huáscar		Manzano	Perenne	7	1,78
		Eucalipto	Perenne	35	11,0
		Apio	Temporal	35,8	22,5
		Poro	Temporal	26,85	16,3
		Tomate	Temporal	17,9	10,8
		Col	Temporal	8,95	5,4
		Chala	Temporal	50	42,5
		Alfalfa	Temporal	32	27,2
		King grass	Temporal	25	21,25
		Maíz	Temporal	15	12,75
		Granja de tilapia			7,25

El detalle de los costos de producción de los cultivos perennes y temporales se consigna en los cuadros 39 (cultivos perennes) y 40 (cultivos temporales).

**Cuadro 39. Costos de producción de los cultivos perennes**

Cultivo		Año								
		0	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Manzano</b>	Preparación de terreno (US\$/ha)	650		-	-	-	-	-	-	-
	Siembra (US\$/ha)	450		-	-	-	-	-	-	-
	Labores culturales (US\$/ha)		1.900	1.800	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600	1.600
	Cosecha (US\$/ha)		0	50	100	150	400	400	400	400
	Gasto directos (US\$/ha)		1.750	1.600	1.600	1.550	1.550	1.500	1.500	1.500
	Gastos indirectos (US/ha)		650	750	800	900	1.050	1.050	1.050	1.050
	Producción (TM/año)		0	80,1	160,2	267	667,5	667,5	667,5	667,5
	Costo de producción (US\$/ha)		5.400	4.200	4.100	4.200	4.450	4.450	4.450	4.450
	Costo de producción (US\$/TM)		0	1.400	683	420	178	178	178	178
	<b>Eucalipto</b>	Preparación de terreno (US\$/ha)	80		-	-	-	-	-	-
Siembra (US\$/ha)		550								
Labores culturales (US\$/ha)			40	40	40	40	40	40	40	40
Cosecha (US\$/ha)			-	-	-	-	-	-	-	500
Gastos directos (US\$/ha)			140	140	140	140	140	140	140	140
Gastos indirectos (US\$/ha)			80	80	80	80	80	80	80	80
Producción (m <sup>3</sup> /año)										891
Costo de producción (US\$/ha)			890	260	260	260	260	260	260	760
Costo de producción (US\$/TM)			-	-	-	-	-	-	-	6,91

**Cuadro 40. Costos anuales de producción de cultivos temporales - Hortalizas (en US\$/ha)**

Costo de producción	Cultivo			
Nombre del cultivo	Apio	Poro	Tomate	Col
Preparación del terreno	51,43	51,43	62,86	51,43
Siembra	171,43	148,57	27,43	28,57
Labores culturales	213,4	261,7	390,9	139,4
Gasto directo	1.354,1	674,9	2.484,9	941,9
Cosecha	285,71	342,86	514,29	274,29
Gasto indirecto	534,3	548,6	664,3	557,1
Costo de producción	2.610,4	2.028,0	4.144,61	1.992,80
Costo de producción (US\$/TM)	52,21	42,25	82,89	37,37

**Cuadro 41. Costos anuales de producción de cultivos temporales - Forrajes  
(en US\$/ha)**

Costo de Producción	Cultivo			
	Chala	Alfalfa	King grass	Maíz
Nombre del cultivo				
Preparación del terreno	57,14	114,29	41,14	51,43
Siembra	34,29	45,14	17,14	34,29
Labores culturales	81,14	624,00	75,43	109,71
Gasto directo	87,06	289,37	58,40	125,60
Cosecha	17,14	0,00	41,14	34,29
Gasto indirecto	187,71	377,14	137,14	171,43
Costo de producción	464,5	1449,9	370,4	526,7
Costo de producción (US\$/TM)	14,52	60,41	20,58	105,35

La granja de peces será construida por administración directa del Ministerio de Transportes, siendo el costo de construcción de US\$ 82.174,27, de acuerdo a las partidas indicadas en el siguiente cuadro.

**Cuadro 42. Costo de construcción de la granja de peces (US\$)**

	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Subtotal	Parcial
<b>1. Construcción de lagunas</b>					
1.1 Trazado y replanteo	ha	8,7	138,96	1.208,95	
1.2 Corte masivo de terreno natural	m <sup>3</sup>	22.032,00	1,11	24.455,52	
1.3 Relleno y compactación de diques	m <sup>3</sup>	27.540,00	0,89	24.455,52	
1.4 Estanques de tabulación	unidad	3	455,00	1.365,00	51.540,07
<b>2. Redes de conexión</b>					
2.1 Trazado y replanteo	ml	600,00	0,08	48	
2.2 Canal de abastecimiento	m	280	32,29	9.041,2	
2.3 Colector de captación	unidad	1	706,94	706,94	
2.4 Dispositivo de entrada	unidad	8	40,27	322,16	
2.5 Arquetas	unidad	8	222,13	1.777,04	
2.6 Canal de desagüe	m	320	7,20	2.304	14.199,34
<b>3. Imprevistos</b>	%	5			3.286,97
<b>4. Gastos generales y utilidad (BDI)</b>	%	20			13.147,88
<b>Costo de construcción de la granja</b>					<b>82.174,27</b>

La granja tiene un costo anual de operación de US\$ 30.467,24, e incluye los servicios de un ingeniero pesquero a medio tiempo para la supervisión de la producción. Los costos de operación específicos se indican en el cuadro 43.

**Cuadro 43. Costo anual de operación (US\$)**

Rubro	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Mensual	Anual
Supervisor (Ing. Pesquero)	Mes	0,50	600,00	300,00	3.600,00
Técnico de campo	Mes	1,00	300,00	300,00	3.600,00
Operario (8 horas/día)	Mes	5,00	150,00	750,00	9.000,00
Operarios eventuales	Jornal	106,00	5,00	44,17	530,04
Vigilancia (12 horas/turno)	Mes	2,00	180,00	360,00	4.320,00
Alimento para reversión sexual	kg	11.255	1,50	1,41	16,88
Vehículo (camioneta rural)	US\$/km	20.000,00	0,25	416,67	5.000,04
Equipo y herramientas (operación granja)	Global		600,00	50,00	600,00
Agua residual tratada	m <sup>3</sup>	612.948,0	0,0062	316,69	3.800,28
<b>Costo anual de operación</b>					<b>30.467,24</b>

*5.2.5 Cronograma general de implementación de la propuesta*

El proyecto consiste en el reúso de las aguas residuales, tratadas en las plantas de San Juan y Huáscar, en la zona agropecuaria de VES. Por lo tanto se partirá de una infraestructura ya existente, es decir, la inversión y costos de operación de las plantas de tratamiento son asumidas por el Proyecto Mesías. Lo que nos toca asumir es el costo de mejoramiento de laterales de los canales CP-I y CP-II, el costo de producción de los cultivos temporales y los costos de construcción de la granja de peces. La figura 6 muestra las actividades desarrolladas durante la implementación del sistema integrado de uso de aguas residuales de VES, que tuvo una duración total de 12 meses.

**Cronograma de implementación del Proyecto ZAVES**

Descripción	Meses del Año											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Estudio de pre-inversión</b>												
Recopilación de información sobre la ciudad y la cuenca												
Estudios Topográficos y edafológicos del terreno												
Estudio de Impacto ambiental del Proyecto												
Diseño del sistema integrado de tratamiento y Uso												
<b>Trámite y financiamiento</b>												
Tramites y aprobación del Proyecto												
Constitución de la empresa												
Gestión y aprobación del financiamiento												
<b>Implementación del Proyecto</b>												
Limpieza y desbroce del terreno												
Trazo y replanteo												
Construcción de la granja de peces												
Mejoramiento de canales												
Construcción de la UAM												
Nivelación e implementación de las parcelas agrícolas												
Implementación del área administrativa												
<b>Organización y puesta en marcha del proyecto</b>												
Organización de la empresa												
Capacitación del personal												
Implementación de los sistemas de control y evaluación												
Puesta en marcha de la granja de peces												
Siembra de cultivos agrícolas.												

Para la elaboración de los estudios de preinversión se utilizará cuatro meses. Antes de implementar el proyecto, se requiere tres meses para efectuar las gestiones legales y obtener el financiamiento. La implementación física se logrará en otros cuatro meses, y finalmente la organización y puesta en marcha se realizará en los últimos 4,5 meses del año. A partir del segundo año se iniciará la actividad productiva propiamente dicha.

#### 5.2.6 Inversión y costos de operación

Hasta hoy no se ha tenido acceso a los costos de operación y construcción de la planta de tratamiento.

En los cuadros 44 y 45 se consignan los montos de inversión en infraestructura (estanques de producción acuícola, sistemas de riego, instalaciones pecuarias), activos (terrenos y cultivos perennes) y capital de trabajo, así como los costos operativos y de mantenimiento.

**Cuadro 44. Programa de inversiones del proyecto (en US\$)**

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1. Inversión fija	3889.27										
1.1 Terrenos	3537.5										
1.2 Estudios	16.35										
1.3 Mejoramiento de canales	94.96										
1.4 Granja de peces	82.17										
1.5 Cultivos perennes	22.84										
1.6 U.A.M	70										
1.7 Instalaciones pecuarias	65.45										
2. Capital de trabajo	399.32	7.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		
2.1 U.A.M	35										
2.2 Granja de peces	30.47										
2.3 Cultivos perennes	7.144	7.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		
2.4 Cultivos temporales	979.5										
<b>Inversión Anual</b>	<b>4957.05</b>	<b>7.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>	<b>3.0</b>		

**Cuadro 45. Costos de operación y mantenimiento del proyecto (en US\$)**

<b>Año</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1. UAM	35.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
2. Granja de peces	30.47	30.47	30.47	30.47	30.47	30.47	30.47	30.47	30.47	30.47
3. Cultivos perennes	69.7	38.7	38.0	38.7	38.7	38.7	38.7	56.6		
4. Cultivos temporales	1070.93	1070.93	1070.9	1070.9	1070.9	1070.9	1070.9	1070.9	1070.93	1070.93
5. Actividad pecuaria	2731.78	2731.78	2731.78	2731.78	2731.78	2731.78	2731.78	2731.78	2731.78	2731.78
<b>Total costos operativos anuales</b>	<b>1206.1</b>	<b>1170.1</b>	<b>1169.37</b>	<b>1170.07</b>	<b>1170.07</b>	<b>1170.07</b>	<b>1170.07</b>	<b>1187.97</b>	<b>1131.4</b>	<b>1131.4</b>

### 5.2.7 Análisis económico y financiero de cada alternativa.

Se está pensando en una línea de crédito de fomento al agro urbano, canalizado a través de la Corporación Financiera de Fomento de Desarrollo del Perú (COFIDE), en convenio con alguna organismo extranjero. En el siguiente cuadro se especifican las características de esta línea de crédito.

**Cuadro 46. Características de las fuentes de financiamiento identificadas**

Línea de crédito	1
Fuente de crédito (entidad crediticia)	Organismo internacional
Monto (miles de US\$)	797.37
Estructura deuda/capital (%)	16,09
Tasa de interés (%)	8
Plazo de pago (años)	8
Periodo de gracia (años)	2
Tasa de riesgo (%)	5

El programa de financiamiento (Cuadro 47), se determinará en función a las condiciones de la línea de crédito seleccionada del Cuadro 46, dentro del periodo de evaluación de 10 años.

**Cuadro 47. Programa de financiamiento del proyecto (en miles de US\$)**

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Inversión Año 0	4.957.05										
2. Aporte propio	4.159.68										
3. Préstamo:	797.37										
3.1 Principal	797.37	797.37	797.37	797.37	664.47	531.58	398.68	265.79	132.89		
3.2 Amortización	0	0	0	132.89	132.89	132.89	132.89	132.89	132.89		
3.3 Intereses	0	63.8	63.8	63.8	53.2	42.5	31.9	21.3	10.6		
3.4 Anualidad	0	63.8	63.8	196.7	186.1	175.4	164.8	154.2	143.5		

Se elaborará el flujo de fondos haciendo un consolidado de los flujos de ingresos y egresos del sistema integrado durante los 10 años siguientes al inicio del proyecto, con la finalidad de determinar los beneficios económicos netos del proyecto mediante el cálculo de los indicadores de rentabilidad. El flujo de fondos se muestra en el Cuadro 48.

**Cuadro 48. Flujo de fondos del sistema integrado (en miles de US\$)**

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
1. Ingresos	0	6974	6988	6996	7026	7026	7026	7026	7420	7420	12178
1.1 Cultivo de peces		87	95	95	95	95	95	95	95	95	95
1.2 Cultivos perennes	0	6	12	20	50	50	50	50	444	444	444
1.3 Cultivos temporales		6881	6881	6881	6881	6881	6881	6881	6881	6881	6881
1.4 Valores de recuperó:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4758
- Terreno											3538
- Instalaciones											188
- Capital de trabajo											1033
2. Egresos	-4957	-3938	-3902	-3901	-3902	-3902	-3902	-3902	-3920	-3863	-3863
2.1 Inversión	-4957										
2.2 Costos operativos		-3938	-3902	-3901	-3902	-3902	-3902	-3902	-3920	-3863	-3863
- Cultivo de peces		-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
- Cultivos perennes		-70	-39	-38	-39	-39	-39	-39	-57	0	0
- Cultivos temporales		-1071	-1071	-1071	-1071	-1071	-1071	-1071	-1071	-1071	-1071
- Actividad pecuaria		-2732	-2732	-2732	-2732	-2732	-2732	-2732	-2732	-2732	-2732
- UAM		-35	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30	-30
3. Flujo económico	-4957	3037	3086	3095	3124	3124	3124	3124	3500	3557	8315
4. Servicio de la deuda	0	-64	-64	-197	-186	-175	-165	-154	-144	0	0
- Amortización	0	0	0	-133	-133	-133	-133	-133	-133		
- Intereses	0	-64	-64	-64	-53	-43	-32	-21	-11		
5. Flujo Financiero	-4957	2973	3022	2898	2938	2949	2960	2970	3357	3557	8315

a. Indicadores de rentabilidad.

Si se logra cumplir con las metas contempladas, el sistema integrado alcanzará los índices de rentabilidad que se aprecian en el Cuadro 49.

**Cuadro 49. Índices de rentabilidad del sistema integrado**

<b>Índice de rentabilidad</b>	<b>Valor</b>
VANF (miles de US\$)	9.598.79
TIRF (%)	60%
Relación Beneficio/Costo	1:48
Tasa de descuento (%)	15,62

El valor actual neto financiero (VANF) indica que los US\$ 4.159.680 aportados por la ZAVES, luego de pagar la deuda y todos los costos financieros del préstamo y del capital propio, del riesgo y la inflación, les permitirá obtener un excedente neto de US\$ 9.598.790 al cabo de 10 años.



La rentabilidad anual del proyecto es muy atractiva ya que la tasa interna de retorno financiera (TIRF) es de 60%, lo cual indica que el proyecto aún cuenta con más de 44 puntos por encima de la tasa de descuento establecida que les permitiría absorber, con tranquilidad, mayores costos eventuales que se presenten. Por último la relación beneficio/costo de 1:48 indica que el proyecto tendrá una utilidad de US\$ 0.48 por cada dólar americano invertido.

### **5.3 Criterios para la mitigación de los impactos existentes y potenciales**

Proponemos una serie de medidas preventivas, correctivas y compensatorias que estén siendo aplicadas para evitar o reducir los impactos negativos en el ambiente, la salud y el ámbito socioeconómico y cultural de la ciudad. Entre ellas se podrían identificar las siguientes:

- Nivelación y remoción de los suelos agrícolas para evitar áreas de concentración de agua que favorecen la salinización.
- Control riguroso de las operaciones de la planta de tratamiento (caudales), para evitar procesos anaerobios que generen olores desagradables.
- Campañas informativas a la comunidad acerca de los resultados de la gestión del proyecto respecto a la calidad de los efluentes de la planta de tratamiento y de los productos regados con éstos, a fin de mantener un nivel adecuado de información y propiciar buena imagen institucional.
- Chequeo anual del estado de salud de los trabajadores de la planta de tratamiento y de los agricultores de la zona de riego con aguas residuales.
- Elaboración de un Programa de Vigilancia Ambiental, por cuenta de la empresa de agua y saneamiento, en el ámbito del sistema de tratamiento.
- Elaboración de un Programa de Vigilancia Ambiental, por cuenta de la Municipalidad de Villa El Salvador, que incluya a la zona agropecuaria.

### **5.4 Gestión sostenible del sistema integrado**

#### **5.4.1 Planteamiento de una estructura organizativa integral**

En este caso se trata de una empresa de agua y saneamiento que asume la responsabilidad de un tratamiento eficiente para vender ese producto a la comunidad agrícola demandante. SEDAPAL cuenta ya con una estructura organizativa.

#### **5.4.2 Mejora de las relaciones institucionales**

Se debe mantener las relaciones coordinadas existentes entre la Municipalidad de VES y SEDAPAL. A esto debe sumarse el continuo diálogo entre los dirigentes de ZAVES y los representantes del municipio, sin dejar de lado los valiosos aportes de las instituciones, como las ONG que están haciendo estudios en la zona.

#### *5.4.3 Mejora de la participación comunitaria*

Se debe buscar mecanismos de integración entre todos los actores que de alguna u otra manera sean beneficiados y/o afectados por el reúso, para evitar las polarizaciones.

#### *5.4.4 Mejora del marco regulatorio y de políticas*

Incorporar en la nueva Ley de Aguas, normas que regulen de manera más específica los límites tolerables de contaminación de aguas utilizadas en la actividad agropecuaria.

#### **5.5 Otras propuestas que beneficien al Proyecto**

La implementación de una estación de inseminación de cerdos mejorados, cuyo costo es de US\$ 5.700. Dicha implementación será ejecutada por iniciativa privada.

### **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- Se cuenta con un sistema de tratamiento que recién va a ser inaugurado, lo que nos puede garantizar que la calidad del efluente sea la esperada.
- El financiamiento de los costos operativos del sistema de tratamiento lo asume la empresa prestadora del servicio de agua potable y alcantarillado, SEDAPAL. Se tiene pensado que SEDAPAL asuma el costo del consumo de energía eléctrica de las plantas. Como el sistema de tratamiento aún no entra en operación no se sabe cuál será el futuro de la situación económica. La gran mayoría de agricultores criadores de animales en ZAVES están descapitalizados y necesitan financiamiento para poder mejorar e introducir nuevas técnicas a la zona.
- Necesariamente se debe hacer un estudio técnico para evaluar las posibles filtraciones de agua de la zona agrícola, y su responsabilidad en el aumento del nivel de agua de la zona baja de las Vertientes (zona de playas), lo cual afecta directamente a sus viviendas.
- Es importante el gran interés que tienen los pobladores de ZAVES por mejorar la infraestructura existente, capacitarse en nuevas técnicas que les ayude a aumentar su producción, mejorar sus canales de comercialización y concluir con el saneamiento físico-legal de sus terrenos.
- Las propuestas del estudio son muy alentadoras ya que implican: incorporar tierras agrícolas sin uso para la producción de hortalizas, aumentar los ingresos y mejorar la rentabilidad de zona.
- Se cuenta con el apoyo decidido de la Dirección de Medio Ambiente de la Municipalidad de Villa El Salvador, lo cual es una fortaleza para hacer realidad la propuesta.