



OPORTUNIDADES DE MEJORAS AMBIENTALES POR EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL PERÚ

Preparado por: Maria Grazia Rossi Luna
Revisión técnica: Ing. Regina Ortega Gordillo
Revisión Final y Aprobación: Eco. Julia Justo Soto

CONTENIDO

CAPITULO I.....	3
PANORAMA DE LAS TECNOLOGIAS EXISTENTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.....	3
1.1. Tipos de Tratamiento existentes para aguas residuales domésticas	3
a) Pre Tratamiento	3
b) Tratamiento Primario.....	5
c) Tratamiento Secundario	7
d) Tratamiento Terciario.....	9
CAPITULO II.....	13
SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL PERÚ	13
2.1. Problemática de las aguas residuales	13
2.2. Tratamiento de Aguas Residuales	15
2.3. Avances en el manejo de las aguas residuales domesticas: Estudios y proyectos ejecutados y en ejecución	18
CAPITULO III.....	19
MARCO LEGAL DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN EL PERÚ Y ROLES DE LAS ENTIDADES COMPETENTES	19
CAPITULO IV	22
EXPERIENCIAS Y AVANCES EN GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES	22
CAPITULO V.....	31
MODALIDADES DE FINANCIAMIENTO.....	31
CONCLUSIONES.....	31
BIBLIOGRAFIA.....	33
ANEXOS	35

CAPITULO I

PANORAMA DE LAS TECNOLOGIAS EXISTENTES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

1.1. Tipos de Tratamiento existentes para aguas residuales domésticas

El proceso de autodepuración es inherente a los cuerpos de agua, ocurre gracias a la presencia de diversos microorganismos como bacterias y algas, que descomponen los desechos, metabolizándolos y transformándolos en sustancias simples tales como dióxido de carbono, nitrógeno, entre otros, además de ciertos microorganismos que absorben algunas sustancias inorgánicas.

Es por esto que, al arrojar sustancias extrañas a los cuerpos de agua, si estas se encuentran dentro de ciertas concentraciones límites, se inicia el proceso de autodepuración, este proceso se aplica a sustancias orgánicas como detergentes, fenoles, ciertas sustancias inorgánicas, entre otros. De lo contrario, si son vertidos que pasan las concentraciones límites para que el cuerpo de agua inicie el proceso de autodepuración natural, es necesario un tratamiento.

El diseño eficiente y económico de una planta de tratamiento de aguas residuales requiere de un cuidadoso estudio basado en aspectos, tales como: el caudal (m³/seg), el uso final del producto final (agua tratada), el área disponible para la instalación, la viabilidad económica, características meteorológicas (clima, precipitación). En tal sentido, teniendo en mente que la solución tecnológica más adecuada es aquella que optimiza la eficiencia técnica en la forma más simple y menos costosa, la tecnología debe hacer uso de los recursos humanos y materiales disponibles en el país. Asimismo, cabe señalar que la selección de los procesos y/o el tipo de planta serán diferentes dependiendo de cada caso específico.

Sin embargo, el proceso usual del tratamiento de aguas residuales domésticas puede dividirse en las siguientes etapas:

- Pretratamiento,
- tratamiento primario o físico,
- tratamiento secundario o biológico y
- tratamiento terciario que normalmente implica una cloración.

a) Pre Tratamiento

Esta etapa no afecta a la materia orgánica contenida en el agua residual. Se pretende con el pretratamiento la eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el funcionamiento eficiente de las maquinas, equipos e instalaciones de La estación depuradora.

En el pretratamiento se efectúa un desbaste (rejas) para la eliminación de las sustancias de tamaño excesivo y un tamizado para eliminar las partículas en suspensión. Un desarenado, para eliminar las arenas y sustancias sólidas densas en suspensión y un desengrasado para eliminar los aceites presentes en el agua residual así como elementos flotantes.

i. Desbaste

Esta operación consiste en hacer pasar el agua residual a través de una reja. De esta forma, el desbaste se clasifica según la separación entre los barrotes de la reja en:

- Desbaste fino: con separación libre entre barrotes de 10-25 mm.
- Desbaste grueso: con separación libre entre barrotes de 50-100 mm. En cuanto a los barrotes, estos han de tener unos espesores mínimos según sea:
- Reja de gruesos: entre 12-25 mm.
- Reja de finos: entre 6-12 mm. También tenemos que distinguir entre los tipos de limpieza de rejas igual para finos que para gruesos:
- Rejas de limpieza manual
- Rejas de limpieza automática

ii. Tamizado

Consiste en una filtración sobre soporte delgado, y sus objetivos son los mismos que se pretenden con el desbaste, es decir, la eliminación de materia que por su tamaño pueda interferir en los tratamientos posteriores. Según las dimensiones de los orificios de paso del tamiz, se distingue entre:

- Macrotamizado: Se hace sobre chapa perforada o enrejado metálico con paso superior a 0,2 mm.. Se utilizan para retener materias en suspensión, flotantes o semiflotantes, residuos vegetales o animales, ramas,... de tamaño entre 0,2 y varios milímetros.
- Microtamizado: Hecho sobre tela metálica o plástica de malla inferior a 100 micras. Se usa para eliminar materias en suspensión muy pequeñas contenidas en el agua de abastecimiento (Plancton) o en aguas residuales pretratadas. Los tamices se incluirán en el pretratamiento de una estación depuradora en casos especiales:
- Cuando las aguas residuales brutas llevan cantidades excepcionales de sólidos en suspensión, flotantes o residuos.

iii. Desarenador

El objetivo de esta operación es eliminar todas aquellas partículas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión, y para evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguiente.

Los desarenadores se diseñan para eliminar partículas de arenas de tamaño superior a 0,200 mm y peso específico medio 2,65, obteniéndose un porcentaje de eliminación del 90%. Si el peso específico de la arena es bastante menor de 2,65, deben usarse velocidades de sedimentación inferiores a las anteriores.

iv. Desaceitado y desengrasador

El objetivo en este paso es eliminar grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el agua, que podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores.

El desaceitado consiste en una separación líquido-líquido, mientras que el desengrase es una separación sólido-líquido. En ambos casos se eliminan mediante insuflación de aire, para desemulsionar las grasas y mejorar la flotabilidad.

Se podría hacer esta separación en los decantadores primarios al ir provistos éstos de unas rasquetas superficiales de barrido, pero cuando el volumen de grasa es importante, estas rasquetas son insuficientes y la recogida es deficitaria.

Si se hacen desengrasado y desarenado junto en un mismo recinto, es necesario crear una zona de tranquilización donde las grasas flotan y se acumulan en la superficie, evacuándose por vertedero o por barrido superficial, y las arenas sedimentan en el fondo y son eliminadas por uno de los métodos que desarrollamos en el apartado anterior.

b) Tratamiento Primario

El tratamiento primario que recibe las aguas residuales consiste principalmente en la remoción de sólidos suspendidos floculentos bien mediante sedimentación o floculación, en la neutralización de la acidez o alcalidad excesivas y en la remoción de compuestos inorgánicos mediante precipitación química. En algunos casos se puede utilizar la coagulación como auxiliar del proceso de sedimentación.

Entre los principales procesos y operaciones de tratamiento primario están:

i. Sedimentación

La separación de los sólidos por gravedad se basa en la diferencia que existe entre los pesos específicos del líquido que es la fase continua y el de las partículas, las cuales constituyen la fase discreta. Para que se produzca la separación entre el líquido y los sólidos pueden seguirse dos caminos: aquellas partículas que tienen un peso específico mayor que el del agua sedimentada, y que aquellas otras con un peso específico menor que el del agua flotante. Se puede pues utilizar la sedimentación o la flotación para separar del agua residual los sólidos en suspensión presentes en ella.

Existe la sedimentación floculenta o llamada también sedimentación de partículas aglomerables. Se presentan cuando la velocidad de asentamiento de las partículas aumenta a medida que descienden hacia el fondo del tanque. Los aumentos en la velocidad de sedimentación se deben a que las partículas incrementan su tamaño por acción de la floculación que ocurre en el tanque. Esta floculación puede deberse a la acción de barrido que ejercen algunas partículas, o a corrientes de densidad o turbulencia.

Asimismo, se tiene la sedimentación primaria, que es uno de los procesos más utilizados en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, bien sea como tratamiento único, o bien como proceso de tratamiento anterior o previo al tratamiento biológico propiamente dicho. El objetivo fundamental de la sedimentación primaria es remover de las aguas residuales aquella fracción de los sólidos que es sedimentable, además de la carga orgánica asociada con dichos sólidos. La base o criterio práctico de diseño es la carga superficial, la cual usualmente se expresa en términos de $m^3/día/m^2$ o $m^3/hr/m^2$, o sea el resultado de dividir el caudal en $m^3/día$ o m^3/hr por la superficie total del tanque de sedimentación en metros cuadrados.

Se recomienda que la carga superficial de un sedimentador primario para aguas residuales domésticas no exceda el valor de 24 m³/día/m², cuando el caudal de tratamiento es inferior a 4000 m³/día. Si el caudal de aguas residuales a tratar es mucho mayor que 4000 m³/día, entonces es posible utilizar cargas superficiales del orden de los 30-32 m³/día/m² y aun mayores.

Para el diseño se debe considerar las zonas de entrada y de salida del tanque de sedimentación, la profundidad mínima que debe tener el tanque y sobre la forma y tamaño que este debe tener. Además es preciso recordar que las variaciones bruscas en la temperatura del agua, así como las características de cada agua residual pueden afectar considerablemente la eficiencia del tanque en la remoción de sólidos sedimentables.

ii. Coagulación y Floculación

Los procesos de coagulación-floculación facilitan el retiro de los SS y de las partículas coloidales. Algunas veces existe la confusión entre estas dos por el hecho que frecuentemente ambas operaciones se realizan de forma simultánea. En ese sentido, se define a la coagulación como la desestabilización de la suspensión coloidal, mientras que la Floculación se limita a los fenómenos de transporte de las partículas coaguladas para provocar colisiones entre ellas promoviendo su aglomeración.

Por tanto, la Coagulación es la desestabilización de las partículas coloidales causadas por la adición de un reactivo químico llamado coagulante.

Históricamente, los coagulantes metálicos, sales de Hierro y Aluminio, han sido los más utilizados en la clarificación de aguas y eliminación de DBO y fosfatos de aguas residuales. Tienen la ventaja de actuar como coagulantes-floculantes al mismo tiempo. Sin embargo tienen el inconveniente de ser muy sensibles a un cambio de pH. Si éste no está dentro del intervalo adecuado la clarificación es pobre y pueden solubilizar Fe ó Al y generar problemas. Entre los coagulantes más utilizados son: sulfato de alúmina, sulfato férrico, cloruro férrico,

La floculación es un proceso de separación de líquido-sólido utilizado para la remoción de partículas o sólidos suspendidos en las aguas residuales. Se usa principalmente para la separación de grasas, aceites, material fibroso y otros sólidos de densidad baja. Los principales componentes de un proceso de flotación son el compresor de aire, un tanque de retención donde se almacenan las aguas residuales presurizadas, una válvula reductora de presión y el tanque de flotación. El proceso puede realizarse bien inyectando el aire directamente a las aguas residuales crudas, o bien al efluente recirculado del tanque de flotación, el cual se mezcla con las aguas residuales crudas. Los floculantes más usados son los siguientes: oxidantes, adsorbentes, sílice activa,

Los factores, que pueden promover la coagulación-floculación, son el gradiente de la velocidad, el tiempo, y el pH. El tiempo y el gradiente de velocidad son importantes al aumentar la probabilidad de que las partículas se unan. Por otra parte el pH es un factor prominente en el retiro de coloides.

iii. Tanques Imhoff

El tanque Imhoff es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos

sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se llama tanques de doble cámara.

Los tanques Imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas, sin embargo, para su uso concreto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de cribado y de remoción de arenas. El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación.

Estas unidades no cuentan con unidades mecánicas que requieran mantenimiento y la operación consiste en la remoción diaria de espuma, en su evacuación por el orificio más cercano y en la inversión del flujo dos veces al mes para distribuir los sólidos de manera uniforme en los dos extremos del digestor de acuerdo con el diseño y retirarlos periódicamente al lecho de secado.

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conduce a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y se disponen de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos.

iv. Digestión Primaria de Lodos

En la decantación primaria y secundaria se producen lodos primarios o secundarios.

Estos lodos están compuestos por agua y partículas sólidas. El agua se encuentra agregada o como agua capilar. Las proteínas hidrófilas absorben, por otra parte, moléculas de agua.

La proporción del líquido es del 95-99%.

El volumen de lodos que se produce depende del tipo de tratamiento de las aguas residuales y de factores externos, como la climatología o el volumen residual tratado.

Estos lodos pueden entrar rápidamente en putrefacción y producir, además, malos olores. En tal sentido, la digestión de los lodos primarios requiere de sistemas que garanticen tiempos de detención de sólidos superiores a los 25 días cuando se tienen aguas residuales con temperaturas promedio entre los 20-25°C.

c) Tratamiento Secundario

Su finalidad es la reducción de la materia orgánica presente en las aguas residuales una vez superadas las fases de pretratamiento y tratamiento primario. El tratamiento secundario o biológico ha sido diseñado, tomando como ejemplo el proceso biológico de autodepuración, anteriormente mencionado, que ocurre naturalmente. La aplicación de éste en aguas servidas, previene la contaminación de los cuerpos de agua antes de ser descargadas. En estos procesos, la materia orgánica biodegradable de las aguas residuales domésticas actúa como nutriente de una población bacteriana a la cual se le proporciona oxígeno y condiciones controladas, en resumen, el tratamiento biológico es por tanto una oxidación de la materia orgánica biodegradable con participación de bacterias que se ejecuta para acelerar un proceso natural y evitar posteriormente la presencia de contaminantes y la ausencia de oxígeno en los cuerpos de agua.

Para que la transformación biológica se haga efectiva y de manera eficiente, deben existir condiciones adecuadas para el crecimiento bacteriano, considerando temperatura (30-40°C), oxígeno disuelto, pH adecuado (6,5-8,0), salinidad (menor a 3.000 ppm). En estos procesos, actúan como sustancias inhibitoras las sustancias tóxicas, como metales pesados Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb y otros, así como cianuros, fenoles y aceites, por este motivo es necesario evitar la presencia de estos.

La biomasa bacteriana puede estar soportada en un lecho fijo, como superficies inertes (rocas, escoria, material cerámico o plástico) o puede estar suspendida en el agua a tratar, siendo estos de lecho móvil o lecho fluidizado. En cada una de estas situaciones la concentración de oxígeno en el agua determina la existencia de bacterias aeróbicas, facultativas o aerobias. Los procesos aerobios con biomasa suspendida que más se aplican son los de lagunas aireadas y los de lodos activados que se describen a continuación:

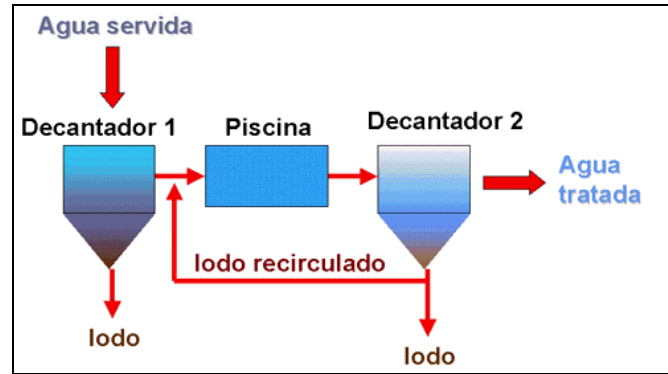
i. Lagunas aireadas

Son embalses de agua servida que ocupan una gran superficie de terreno, por lo que se emplean cuando éste es un bien barato. El agua servida así dispuesta se oxigena mediante aireadores superficiales o difusores sumergidos para generar oxidación bacteriana. Estos dispositivos crean una turbulencia que mantiene la materia en suspensión. El tiempo de residencia normal de este proceso es de 3 a 6 días, tiempo en que las bacterias poseen un crecimiento acelerado, dependiendo de las condiciones climáticas y suponiendo una aireación suficiente. La separación de sólidos de este tratamiento se logra por decantación que demora de 6 a 12 horas. La calidad del efluente de este proceso es inferior al de lodos activados, cuya diferencia fundamental es que en el primero no hay recirculación de lodos.

ii. Proceso de lodos activados

El agua servida aireada se mezcla con bacterias aeróbicas que se han desarrollado con anterioridad. A diferencia del anterior, la mezcla del agua servida, previamente decantada, se agita por medio de bombas para que la materia esté en suspensión y en constante contacto con oxígeno en el interior de piscinas de concreto armado. La materia orgánica degradada del agua servida flocula, por lo que luego se puede decantar. Una parte de la biomasa sedimentada se devuelve al tratamiento biológico, para mantener una población bacteriana adecuada, y el resto se separa como lodo. La siguiente imagen muestra un esquema de un proceso de lodos activados:

Gráfico 1. Esquema de proceso de lodos activados



Fuente: www.aguamarket.com. 2009.

Las ventajas principales de este proceso son el corto tiempo de residencia de la biomasa en las piscinas (6 horas), permitiendo tratar grandes volúmenes en espacios reducidos y la eficiencia en la extracción de las materias suspendidas. Sin embargo, la eficiencia en la eliminación de bacterias patógenas es baja:

El agua tratada en un proceso de lodos activados o en lagunas aireadas puede servir para regadío si previamente se somete a cloración para desinfectarla.

iii. Procesos Anaerobios

También podemos considerar en los procesos anaerobios que consiste en una serie de procesos microbiológicos que ocurren dentro de un recipiente hermético, que realizan la digestión de la materia orgánica con producción de metano. Pueden intervenir diferentes tipos de microorganismos, pero es desarrollado principalmente por bacterias. Ejemplos de tratamientos anaeróbicos son los tanques sépticos y los reactores anaerobios que tratan el agua en un sistema sin luz, oxígeno ni movimiento.

Las ventajas principales sería que generalmente requiere de instalaciones menos costosas, y no hay necesidad de suministrar oxígeno, por lo que el proceso es más barato y el requerimiento energético es menor. Produce una menor cantidad de lodos (el 20% en comparación con un sistema de lodos activos).

Por otro lado, sus desventajas sería que es más lento que el tratamiento aeróbico, es decir, requiere un mayor tiempo de contacto o retención hidráulica, así como más tiempo de aclimatación, lo que impide el tratamiento de grandes volúmenes de aguas servidas.

d) Tratamiento Terciario

Los objetivos del tratamiento terciario son eliminar la carga orgánica remanente de un tratamiento secundario, eliminar microorganismos patógenos, eliminar color y olor indeseables, remover detergentes, fosfatos y nitratos residuales, que ocasionan espuma y eutrofización respectivamente. La cloración es parte del tratamiento terciario o avanzado que se emplea para lograr un agua más pura, incluso hasta llegar a potabilizarla si se desea.

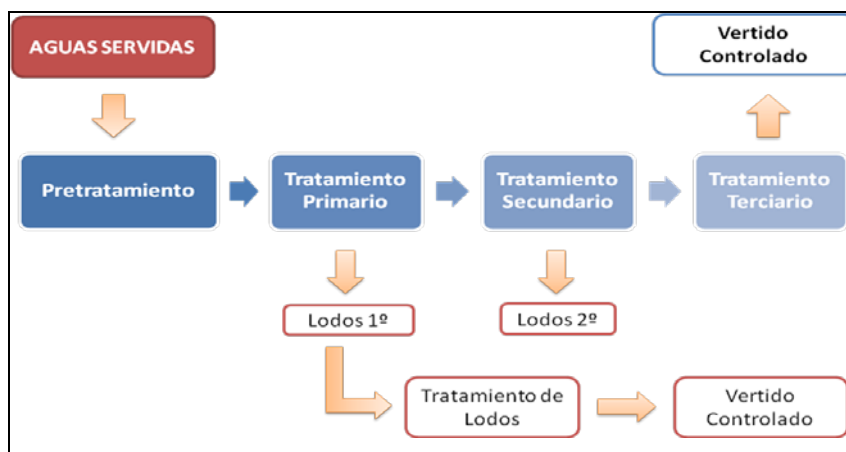
En el tratamiento de aguas servidas, es importante tener en cuenta el manejo de los lodos provenientes de los tratamientos primario y secundario. Estos lodos, no tienen valor económico, pero si ocasionan daños al medio ambiente.

Para estabilizar estos lodos, es decir, destruir las bacterias patógenas y volverlos inocuos al medio ambiente, el lodo se concentra por sedimentación y coagulación-floculación durante el tratamiento secundario. Este lodo, así concentrado, se puede tratar con cal como bactericida y eliminar el agua mediante exposición al sol, filtros de arena, filtros al vacío o centrifuga. Sin embargo, éstas técnicas poseen costos elevados y problemas técnicos.

El lodo deshidratado puede disponerse en vertederos, incinerarlo, o lo más deseable, usarlo como fertilizante y acondicionador del suelo, aunque su composición limita este empleo.

Un resumen de la secuencia completa de tratamientos que pueden aplicarse a aguas residuales domésticas, y también aguas residuales industriales, se representa en este esquema.

Gráfico 2. Secuencia completa de tratamientos de aguas residuales domésticas



Elaborado por FONAM (2010)

Cuadro N° 1 Sumario de Otros Procesos Convencionales de Tratamiento de Aguas Residuales

Proceso	Aplicación Común	Cambios Principales en el Aspecto de Calidad
Separación Por Gravedad		
Sedimentación Simple	Desarenado de aguas residuales crudas	Remoción de sólidos en suspensión no transportables a una velocidad de 30 cm/seg
	Tratamiento primario con o sin remoción de natas	25-40% reducción de DBO 40-70% reducción de sólidos en suspensión 50% reducción de turbiedad 25-75% reducción de bacterias 2% reducción de detergentes (SAL)
	Concentración de lodo activado de retorno en tratamiento secundario	Concentra el lodo al 20-50% de su volumen original Concentra el lodo de 2 a 10 veces su contenido de sólidos original
ntación después de coagulación	Aguas residuales domésticas	50-85% reducción de DBO 70-90% reducción de sólidos en suspensión

		40-80% reducción de bacterias
	Remoción de fosfatos de aguas residuales	Reduce fosfatos solubles a cantidades trazas

Proceso	Aplicación Común	Cambios Principales en el Aspecto de Calidad
Tratamiento Biológico		
Filtros percoladores con sedimentación secundaria	Tratamiento secundario de aguas residuales domésticas	60-85% reducción de DBO 70-90% reducción de sólidos en suspensión 90-95% reducción de bacterias
Lodos activados con sedimentación secundaria	Tratamiento secundario de aguas residuales domésticas	70-98% reducción de DBO 85-98% reducción de sólidos en suspensión 95-98% reducción de bacterias
Laguna de estabilización	Tratamiento de aguas residuales domésticas	75-95% reducción de DBO 90-99% reducción de sólidos en suspensión 98-99% reducción de bacterias
Aireación		
Aeración con aire comprimido	Desarenadores aireados, separación de grasa, separación de sólidos por flotación, tratamiento biológico, fraccionamiento de espuma, transferencia de oxígeno	Mantener condiciones aeróbicas Contrarrestar fuerza de gravedad en flotación
Aeración mecánica superficial	Tratamiento biológico, mezcla de biomasa, transferencia de oxígeno	Mantener condiciones aeróbicas

Proceso	Aplicación Común	Cambios Principales en el Aspecto de Calidad
Filtración		
Cribas finas	Aguas residuales domésticas	5-10% reducción de DBO 2-20% reducción de sólidos en suspensión 10-20% reducción de bacterias
Microcribas	Clarificación de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.	87-96% reducción de organismos microscópicos 60-90% reducción en partículas microscópicas 50-60% reducción de sólidos en suspensión de efluente de filtro biológico

		30-40% reducción en turbiedad
Filtros lentos	Tratamiento terciario de agua residual.	90-95% reducción de DBO 85-95% reducción de sólidos en suspensión 95-98% reducción de bacterias
Filtros rápidos en efluente secundario	Tratamiento terciario de agua residual doméstica	52-70% reducción de DBO 72-91% reducción de sólidos en suspensión
Filtros rápidos en efluente secundario después de coagulación química	Tratamiento avanzado de agua residual doméstica para remoción de fósforo, sólidos en suspensión y complejos orgánicos disueltos	Cerca de 100% reducción de turbiedad 90-99% reducción de bacterias 90-95% reducción en sólidos en suspensión
Filtros de efluente de lodos activados en carbón activado (adsorción)	Tratamiento avanzado de agua residual doméstica para remoción de fósforo, sólidos en suspensión y complejos orgánicos disueltos	Efluente con: 0-1 mg/lit DBO 5-15 mg/lit DQO 0.1-1 mg/lit turbiedad 0-1 mg/lit sólidos s. 0.1-1 mg/lit fosfatos (PO4-) 1-10 mg/lit nitrógeno amoniacal (N)

Proceso	Aplicación Común	Cambios Principales en el Aspecto de Calidad
Cloración		
Cloros líquidos y compuestos de cloro	Desinfección de efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Ayuda en remoción de grasas, control de moscas en filtros, limpieza de difusores, remoción de H ₂ S y NH ₃ , control de formación de películas biológicas en alcantarillado.	99.9% reducción en bacterias 1) Con 15 min contacto a) Primario 20-25 mg/lit b) Filtros biológicos 15 mg/lit c) Lodos activados 8 mg/lit d) Aeración extendida 5 mg/lit 2) Con 2 h contacto Lagunas de estabilización 15 mg/lit
Digestión		
Digestión anaeróbica	Estabilización de lodos primaria y secundaria	50% reducción de sólidos volátiles en suspensión. Mineralización de lodos.

CAPITULO II

SITUACIÓN ACTUAL DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL PERÚ

2.1. Problemática de las aguas residuales

Se estima que a fines del año 2007 el Perú tenía una población total de 28,3 millones de habitantes, de los cuales 21,1 millones vivían en zonas urbanas; y los restantes 7,2 millones, en zonas rurales. Políticamente, el país está dividido en 24 departamentos que, a su vez, se subdividen en 196 provincias y 1.833 distritos. Por otro lado, de los 1.833 distritos del Perú, 1.520 son atendidas por las municipalidades, juntas administradoras de servicios de saneamiento u otras; mientras que 312 se encuentran bajo el ámbito de EPS Supervisadas por la SUNASS.

En el ámbito de supervisión de SUNASS se tienen 50 EPS¹ (Ver Anexo N° 1), de las cuales 48 son empresas municipales; una, SEDAPAL, se encuentra bajo la responsabilidad del Gobierno Central; y una, Aguas de Tumbes (ATUSA), se encuentra en Concesión.

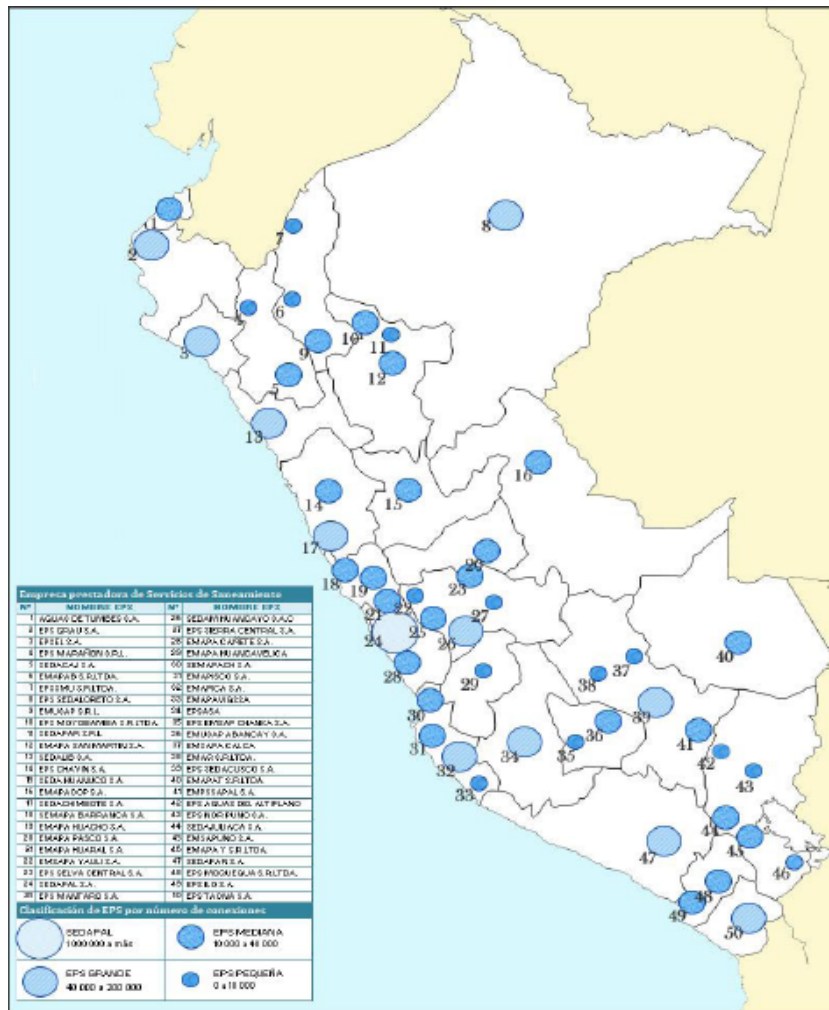
Cada cual en su ámbito, estas EPS brindan los servicios de agua potable y alcantarillado a un total 314 distritos a nivel nacional, encontrándose bajo su ámbito de administración un total de 18,1 millones de habitantes, es decir un 85 % de la población urbana y un 62 % de la población total a nivel nacional, de los cuales cuentan con los servicios de agua potable y alcantarillado un total de 15,2 y 13,7 millones de habitantes respectivamente.

De todas las EPS, SEDAPAL, que atiende a la capital de la República y a la provincia constitucional del Callao, es la mayor de todas; en el área geográfica de su jurisdicción están concentrados 8,4 millones de habitantes, siendo la mayor parte (48,8%) de la población urbana del ámbito de todo el conjunto de las EPS supervisadas por la SUNASS.

Según el número de conexiones cubiertas, las EPS se han clasificado en 4:

- a) SEDAPAL: Por ser la EPS que abastece a la ciudad de Lima y Callao, constituye un grupo por sí misma, ya que tiene 1,28 millones de conexiones de agua potable.
- b) EPS Grandes: Son las que abastecen a ciudades grandes, por lo que tienen entre 40 mil a 200 mil conexiones de agua potable.
- c) EPS Medianas: Tienen entre 10 mil a 40 mil conexiones de agua potable.
- d) EPS Pequeñas: Son las que abastecen a poblaciones urbanas pequeñas, por lo que tienen menos de 10 mil conexiones de agua potable.

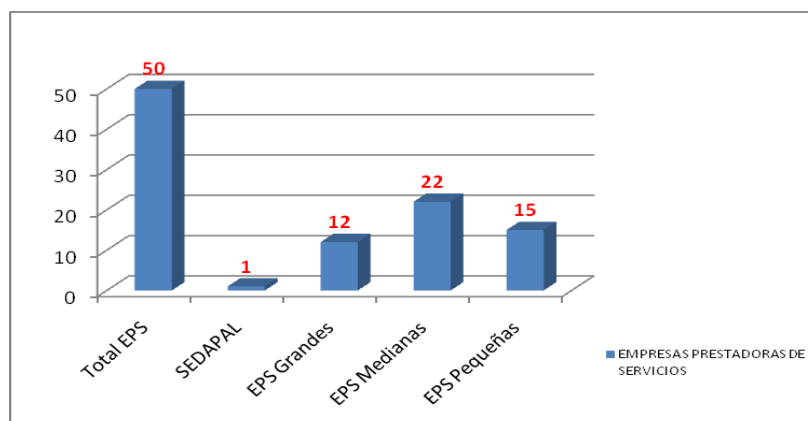
¹ A diciembre 2009



Fuente: SUNASS 2009

En el 2009, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento registro que el volumen de aguas residuales volcado a la red es de 786 379 599 m3 anual, de los cuales solamente el 35% es tratado. Esta información fue recopilada de la data entregada por las 50 EPS (Ver Anexo N° 2).

Grafico N° 3



En el primer semestre del año 2010 se ha supervisado el cumplimiento de metas de gestión en 10 EPS², contándose a la fecha con los resultados a nivel de informe final de supervisión de 9 de ellas. De las 9 EPS que se tienen resultados, 6 aceptaron ser supervisadas mediante el proceso rápido y 3 optaron por un proceso de supervisión tradicional.

2.2. Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento de las aguas servidas, también constituye un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la volcadura de aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación.

Se estima que durante el año 2009, los sistemas de alcantarillado administrados por las empresas de saneamiento en el Perú, recolectaron aproximadamente 786,4 millones de m³ de aguas residuales provenientes de conexiones domiciliarias³, de los cuales 401,9 millones de m³ fueron generados en las ciudades de Lima y Callado (SEDAPAL). Sin embargo, debido a la inexistencia de una adecuada infraestructura a nivel nacional, solamente el 35 % de este volumen recibe algún tipo de tratamiento previo a su descarga en un cuerpo receptor; es decir; 275,0 millones de m³ de aguas residuales se estarían volcando directamente a un cuerpo receptor sin un tratamiento previo.

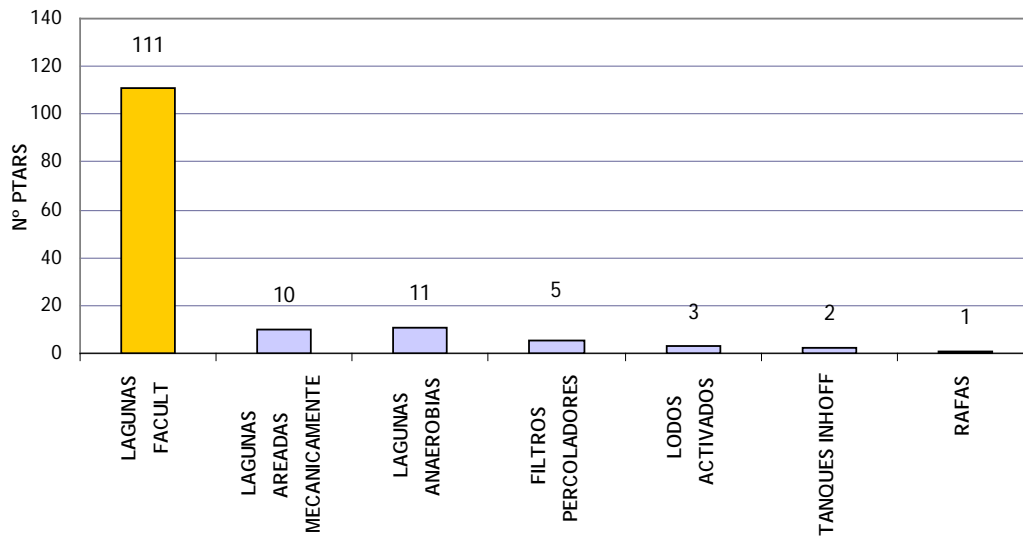
Asimismo, según los datos presentados por SUNASS en la Conferencia Peruana de Saneamiento-PERUSAN 2008, realizado a fines de ese año, el inventario tecnológico del sector saneamiento indica que existen actualmente en Perú:

- 132 Lagunas
- 5 Filtros Percoladores
- Lodos Activados
- Tanques Imhoff
- 1 RAFA (UASB)

Gráfico 4. Inventario Tecnológico de las plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

² Cabe señalar que a la fecha 26 EPS cuentan con Planes Maestros Optimizados autorizados por la SUNASS

³ No se considera el agua que se infiltra en las redes de alcantarillado ni el agua de lluvia.



Fuente: PERUSAN, 2008.

En el país se han registrado 143 plantas de tratamiento, de las cuales, existen 9 con tecnología diferente a las lagunas de estabilización. En el cuadro 2, se detallan las plantas mencionadas.

Cuadro 2. PTAR con tecnología distinta a lagunas de estabilización

COD EPS	NOMBRE EPS	LOCALIDAD	NOMBRE PLANTA
PTARS CON FILTROS PERCOLADORES			
015	EPSASA	HUAMANGA	LA TOTORA
015	EPSASA	HUANTA	CARLOS LA TORRE
026	SEDAPAL S.A.	SANTA ROSA	PTAR SANTA ROSA
030	SEDAPAL S.A.	AREQUIPA METROPOLITANA	PTAR CHILPINA
031	EPS - SEDACUSCO S.A.	CUSCO	SAN JERONIMO
PTARS CON LODOS ACTIVADOS			
026	SEDAPAL S.A.	PUENTE PIEDRA	PTAR PUENTE PIEDRA
026	SEDAPAL S.A.	EL AGUSTINO	PTAR NUEVA SEDE ATARTEA
026	SEDAPAL S.A.	SAN JUAN DE LURIGANCHO	PTAR SAN ANTONIO DE CARAPONGO
PTARS CON RAFA (UASB)			
026	SEDAPAL S.A.	VILLA MARIA DEL TRIUNFO	PTAR JOSÉ GALVEZ

Nota 1.- La única planta de lodos activados de tipo secuencial (SBR) es la de Puente Piedra, bajo administración de SEDAPAL.

Fuente: Información de las EPS en Agosto 2007 para PTAR operativas con lagunaje. Elaboración: SUNASS

De la relación de 143 PTRS presentadas por SUNASS, las diez que son de mayor capacidad de tratamiento, son las que se muestran en el cuadro 3.

Cuadro 3. Diez mayores PTAR

Rankig Tamaño	COD EPS	NOMBRE EPS	LOCALIDAD	NOMBRE PLANTA	TIPO GEN	Qmax (l/s)
1	026	SEDAPAL S.A.	LURIN	PTAR San Bartolo	LAM	1 700,00
2	028	SEDALIB S.A.	TRUJILLO	PTAR Covicorti	LAM	880,00
3	026	SEDAPAL S.A.	SAN JUAN DE MIRAFLORES	PTAR San Juan	LAM	800,00
4	029	EPSEL S.A.	CHICLAYO	PTAR 2-Chiclayo (San José)	LAN	618,00
5	015	EPSASA	HUAMANGA	LA TOTORA	FP	536,00
6	026	SEDAPAL S.A.	ATE-VITARTE	PTAR Carapongo	LAN	500,00
7	026	SEDAPAL S.A.	PUENTE PIEDRA	PTAR PUENTE PIEDRA	LACT - SBR	422,00
8	037	EMAPICA S.A.	ICA	Cachiche	LF	411,00
9	032	EPS GRAU S.A.	SULLANA	El Cucho	LF	380,00
10	031	EPS - SEDACUSCO S.A.	CUSCO	SAN JERONIMO	FP	320,00

Fuente: Información de las EPS en Agosto 2007 para PTAR. Elaboración: SUNASS

Cabe suponer que de estas plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), pocos son los proyectos que puedan llamarse exitosos. Ello se debe, por un lado, a la visión sesgada de las EPS que no llega a descubrir el potencial socio económico de las aguas residuales tratadas, la cual se manifiesta al calificar como castigo para el trabajador la designación para efectuar actividades de operación y mantenimiento de las PTAR y, por otro lado, a la ausencia de una cultura de protección del ambiente como parte de la misión de las EPS. El resultado es la contaminación de los cuerpos de agua que reciben tanto los efluentes de insuficiente calidad de las PTAR como los vertimientos de aguas residuales crudas provenientes de los sistemas de alcantarillado.

Otro problema que afecta directamente la eficacia de las PTAR, lo constituye el ingreso de efluentes industriales a los sistemas de alcantarillado, cuya carga orgánica y otros elementos como metales pesados, ácidos y bases que generan sobrecarga en las unidades de tratamiento y afectan negativamente los procesos biológicos de depuración de las PtAR destinadas solo para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Asimismo, tal y como se observa en el cuadro N° 4, el índice de tratamiento de aguas residuales del año 2009 es de 35 %, valor que se ha incrementado con respecto al año 2008, en el cual alcanzó un valor de 34,2 %, lo cual ha sido consecuencia principalmente de la entrada en funcionamiento de las nuevas PTAR de SEDAPAL. Esto demuestra la ausencia de inversiones para incrementar el volumen de tratamiento de aguas residuales. Cabe mencionar, que el índice de tratamiento de aguas residuales es bajo, como consecuencia de la influencia de SEDAPAL, quien solamente trata un 21 % del total de aguas recolectadas por el sistema de alcantarillado, el restante 79 % es vertido directamente al mar.

Cuadro N° 4

Tipo de empresa	Tipo	2009	2008	2007	2006	2005
Total	T	35.0%	34.2%	29.1%	28.1%	29.7%
SEDAPAL	S	21.0%	19.5%	13.3%	12.4%	12.2%
EPS Grandes	G	59.0%	58.1%	57.3%	51.0%	54.3%
EPS Medianas	M	31.7%	33.7%	28.7%	40.8%	48.2%
EPS Pequeñas	P	43.3%	47.7%	30.3%	38.3%	41.5%

2.3. Avances en el manejo de las aguas residuales domesticas: Estudios y proyectos ejecutados y en ejecución

En el presente resumen se destacan las principales publicaciones hechas en el país en el tema de aguas residuales. Se han recopilado diferentes estudios realizados por instituciones públicas y privadas, de esta manera se ha generado una importante lista bibliográfica, que se muestra a continuación:

- **“Informe Técnico de Indicadores de Gestión de las EPS - 2009” SUNASS. Lima, 2010.** El informe contiene el cálculo de ciertos Indicadores de Gestión de las Empresas Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS), empleados por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) para determinar el desempeño de cada una de estas empresas reguladas; así como para hacer deducir el desempeño sectorial a nivel nacional. La medición se realiza con información reportada por las propias empresas prestadoras, al 31 de diciembre de 2009, la misma que ha sido validada en su razonabilidad y los indicadores han sido calculados conforme a lo establecido en la Resolución de Consejo Directivo N° 003-2007-SUNASS-CD.
- **Presentación: “Realidad de las EPS y posibilidades de desarrollo” Ing. Guillermo Leon Suematsu. Presidente de ANEPSSA, 2009.** La presentación contiene: propuestas y participación para el mejoramiento de la normatividad, situación de Empresas de Prestadoras de Servicios de Agua y Saneamiento, proyectos.
- **Diagnostico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuesta de Solución, 2008.** Identifica la problemática de las EPS en la gestión de las aguas residuales y propone soluciones integrales, sistémicas y viables para mitigar las causas de la problemática identificada.
- **Avances latinoamericanos en la gestión de los servicios de agua y saneamiento”, WSP, 2008.** Memoria del Simposio Latinoamericano “Nuevos modelos de gestión

para los servicios de agua y saneamiento en pequeñas ciudades de América Latina”.

- **“Experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales en la Ciudad de Lima.” IPES–Promoción del Desarrollo Sostenible y Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Proyecto SWITCH Lima, Julio 2007.** El objetivo del estudio fue identificar y caracterizar las principales experiencias de tratamiento y uso de aguas residuales para agricultura urbana y el enverdecimiento urbano en la Ciudad de Lima.
- **“Tratamiento anaerobio de aguas residuales” Jenny Alexandra Rodríguez V. Ing. Sanitaria Msc. Profesora Asociada de la Universidad el Valle. Cali – Colombia, 2007.** Fundamentos, limitaciones, tratamientos.
- **“Sistema de Aprovechamiento de las Aguas Residuales en el Fundo San Agustín, Callao – Perú”. CEPIS. Lima 2002.** El estudio fue elaborado dentro del marco del Proyecto Regional “Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial”, financiado por El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (IDRC) y la OPS/OMS.
- **“Sistema Integrado de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales Domésticas de Sullana, Perú - Modelo Referencial.” CEPIS. Lima 2002.** Estudio utilizado como referencia para facilitar la Elaboración de los estudios generales del Proyecto de Investigación “Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial”, financiado por El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (IDRC) y la OPS/OMS.
- **Inventario de la Situación Actual de las Aguas Residuales Domésticas en Perú. Convenio IDRC – OPS/HEP/CEPIS (2000 – 2002).** Documento que muestra el inventario de la situación actual para el año 2002 de las aguas residuales domésticas.
- **“Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial - Estudio General del Caso Tacna, Perú.” CEPIS. Lima, Julio 2001.** El estudio fue elaborado dentro del marco del Proyecto Regional “Sistemas Integrados de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial”, financiado por El Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá (IDRC) y la OPS/OMS.
- **“Reuso en Acuicultura de las Aguas Residuales Tratadas en las Lagunas de Estabilización de San Juan.” CEPIS. Lima, 1991.** Este documento describe las experiencias realizadas en 1983-1998 sobre acuicultura con las aguas residuales tratadas en las Lagunas de estabilización de San Juan, localizadas al sur de Lima, Perú.

CAPITULO III

MARCO LEGAL DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN EL PERÚ Y ROLES DE LAS ENTIDADES COMPETENTES

En el Perú, el sector saneamiento, pertenece al sector público. La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, SUNASS, es la encargada de regular, supervisar y fiscalizar el mercado de servicios de agua potable. El Estado promueve la participación del sector privado mediante procesos de concesión a nivel nacional,

enmarcado en la Ley General de Servicios de Saneamiento, Ley N° 26338 y su Reglamento. El cuadro 11 muestra el resumen del marco legal en el Perú, para el sector saneamiento.

Cuadro 5. Marco Legal y Normativo

Constitución Política del Perú	31/10/1993	Base del ordenamiento jurídico nacional.
Ley de Reforma sobre Descentralización	Ley N° 27680	Las municipalidades promueven, apoyan y reglamentan la participación vecinal en el desarrollo local.
Ley General de Salud	Ley N° 26842	El abastecimiento del agua, alcantarillado, disposición de excretas, reuso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilara su cumplimiento.
Ley General del Ambiente	Ley N° 28611	El estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de reutilización considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria de reuso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizan.
Aprueban los ECA para Agua	Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM	Aprueban estándares de calidad ambiental para agua publicado en el Diario El Peruano el 31 de Junio de 2008.
Aprueban disposiciones para la implementación de los ECAs para Agua	Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM	Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua. A partir del 01 de Abril del 2010.
Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de PTAR Domésticas o Municipales	Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM	Cumplimiento de los límites máximos permisibles de PTAR. (Ver cuadro 4)
Ley Marco para la Inversión Privada	D.L. N° 757	Garantiza la libre iniciativa y las inversiones privadas en todos los sectores de la actividad económica y en cualquiera de las formas empresariales o contractuales permitidas por la Constitución y las Leyes.
Ley Orgánica de Gobiernos Regionales	Ley N° 27902	Regula la participación de los Alcaldes Provinciales y la Sociedad Civil en los Gobiernos Regionales y fortalecer el proceso de Descentralización y Regionalización
Ley de Creación, Organización y Funciones del MINAM	D.L. N° 1013	Crea el Ministerio del Ambiente y establece su ámbito sectorial, y regula la estructura orgánica, competencias y funciones del mismo.
Ley Orgánica de Municipalidades	Ley N° 27972	Establece normas sobre la creación, origen, naturaleza, autonomía, organización, finalidad, tipos, competencias, clasificación y régimen económico de las municipalidades.
Ley del Procedimiento Administrativo General	Ley N° 27444	Regula las actuaciones de la función administrativa del Estado y el procedimiento administrativo común desarrollados en las entidades.
Ley de Recursos Hídricos	Ley N° 29338 (2009)	Regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta.

Resolución Jefatural N°0291-2009-ANA	R.J. N° 0291-2009-ANA	Disposiciones referidas al otorgamiento de autorizaciones de vertimientos y de reusos de aguas residuales tratadas.
Resolución Jefatural N°0351-2009-ANA	R.J. N° 0351-2009-ANA	Modifican R.J. N° 0291-2009-ANA referente al otorgamiento de autorizaciones de vertimientos y reusos de aguas residuales tratadas.
Aprobación del TUPA del MINSA y sus Órganos Desconcentrados	Decreto Supremo N° 013-2009-SA	Unifica y estandariza los procedimientos administrativos que se siguen antes las distintas instancias del MINSA, sus órganos desconcentrados y organismos públicos descentralizados.
Ley del Sistema Nacional de evaluación del impacto ambiental	Ley N° 27446	Creación del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA) y establecimiento de un proceso uniforme que comprenda los requerimientos, etapas, y alcances de las evaluaciones del impacto ambiental de proyectos de inversión.
Ley General de Servicios de Saneamiento y su Texto único ordenado del Reglamento	Ley N° 26338	Regula la prestación de los servicios de saneamiento en los ámbitos rural y urbano.
Código Penal	D. Leg. N° 635 (03-04-91)	Concreta los postulados de la moderna política criminal, sentando la premisa que el Derecho Penal es la garantía para la viabilidad posible en un ordenamiento social y democrático de derecho.
Norma procesal penal ambiental	Ley N° 26631	Para efecto de formalizar denuncia de la legislación ambiental.

Fuente: Elaborado por FONAM, 2010.

Cuadro N° 6 Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de PTAR

Parámetro	Unidad	LMP de Efluentes para Vertidos a Cuerpos de Agua
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10 000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	Unidad	6.5 – 8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	< 35

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

En cuanto a los principales roles de cada sector involucrado, las funciones de cada uno son las que se describen brevemente a continuación:

- Ministerio del Ambiente (MINAM): fue creado el 14 de mayo de 2008, mediante Decreto Legislativo Nro. 1013, como ente rector del sector ambiental nacional, que coordina en los niveles de gobierno local, regional y nacional. Se encarga de asegurar el cumplimiento del mandato constitucional sobre la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales, la diversidad biológica y las áreas naturales protegidas y el desarrollo sostenible de la Amazonía. Asegura la prevención de la degradación del ambiente y de los recursos naturales y revertir los procesos negativos que los afectan.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA): La Autoridad Nacional del Agua es el organismo encargado de realizar las acciones necesarias para el aprovechamiento multisectorial y sostenible de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas, en el marco de la gestión integrada de los recursos naturales y de la

gestión de la calidad ambiental nacional estableciendo alianzas estratégicas con los gobiernos regionales, locales y el conjunto de actores sociales y económicos involucrados.

Tiene como principales funciones formular la política y estrategia nacional de recursos hídricos, administrar y formalizar los derechos de uso de agua, distribuirla equitativamente, controlar su calidad y facilitar la solución conflictos.

Esta nueva entidad regula la actuación de las entidades del Poder Ejecutivo y de los actores privados en la gestión integrada y multisectorial de los recursos hídricos, estableciendo como unidad de gestión a las cuencas hidrográficas y acuíferos del país.

- Ministerio de Agricultura (MINAG): Otorga licencias para uso de aguas Superficiales, Subterráneas y otorga licencias para el uso de aguas residuales.
- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF): Aprueba presupuestos de EPS y SUNASS. Aprueba y canaliza los fondos para inversión.
- Ministerio de la Producción: Regula la calidad de las descargas industriales en los sistemas de desagüe.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: Responsable del sector saneamiento, determina políticas y promueve el desarrollo, regula los estándares de diseño y las especificaciones técnicas de los sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales (Reglamento Nacional de Edificaciones – Títulos II y III).
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS): Organismo regulador y fiscalizador de la prestación de los servicios de saneamiento en el Perú. Garantiza al usuario que los servicios de saneamiento se den en las mejores condiciones de calidad. Establece las condiciones generales de la prestación del servicio. Fiscaliza el cumplimiento de las normas de prestación del servicio y de fijación tarifaria. Supervisa las EPS urbanas debidamente registradas, sin embargo no supervisa las JASS (Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento).
- Ministerio de Salud (MINSA): Es la autoridad Sanitaria. Regula la calidad del agua para consumo humano, autoriza vertimientos, aprueba proyectos de plantas de tratamiento de agua potable y de aguas residuales, formula políticas y dicta las normas de calidad sanitaria y protección ambiental, a través de DIGESA, ejerce la vigilancia de la calidad del agua.

CAPITULO IV

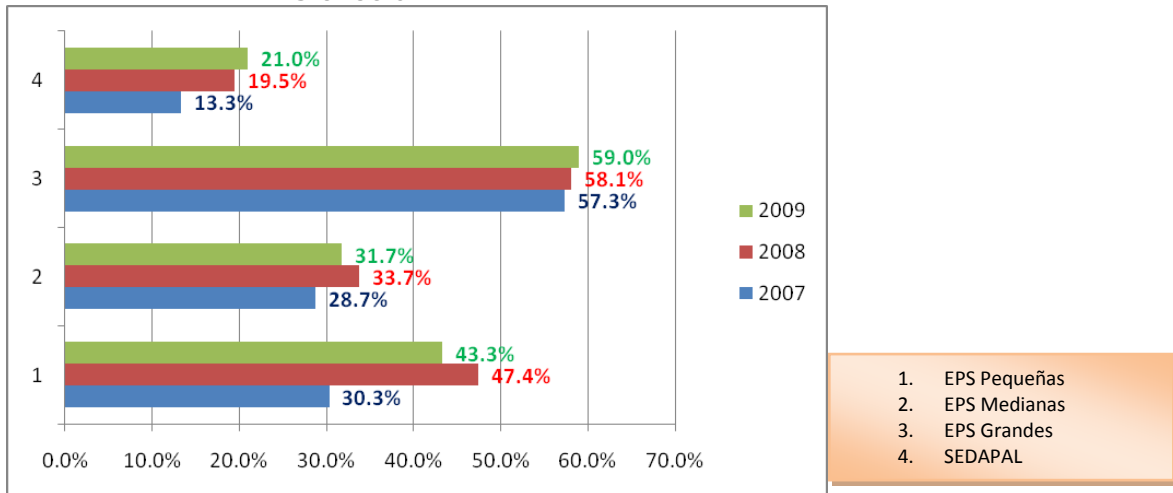
EXPERIENCIAS Y AVANCES EN GESTIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Las EPS que cuentan con plantas de tratamiento de agua residuales, que reciben el 100% de los desagües producidos en sus respectivos sistemas son: EMAPISCO S.A., SEMAPACH S.A. y EPS MOQUEGUA S.R.LTDA.

Por otro lado, se tiene que veintitrés (23) EPS no cuentan con ningún sistema de tratamiento de aguas residuales, que suman un caudal sin tratamiento de 28,65 m³/seg, las que deberían priorizar sus inversiones para el tratamiento de aguas

residuales y así disminuir el impacto negativo en el medio ambiente que actualmente vienen ocasionando.

Gráfico 5.



Fuente: SUNASS

En el gráfico se aprecia que SEDAPAL y las EPS grandes han tenido un incremento sostenido del tratamiento de aguas residuales, en las EPS pequeñas y medianas se ha reducido el porcentaje de tratamiento de aguas residuales por el incremento de cobertura sin que se ejecuten mayores inversiones en el rubro.

Es preciso mencionar que entre las EPS medianas se encuentra SEDACAJ S.A. que a pesar de tener una planta de tratamiento de aguas residuales, en el año 2009 ha estado inoperativa, por lo que su nivel de tratamiento de aguas residuales es nulo. Asimismo, esta empresa ha sido beneficiada con un préstamo por el monto de EUR 12'225,837.6229 otorgado por el KFW- Kreditanstalt für Wiederaufbau³⁰ para el Proyecto de Agua Potable y Saneamiento de la ciudad de Cajamarca, estando entre las obras a ser ejecutadas con el monto de este préstamo “Obras de Mejoramiento y Ampliación de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas” (Lote 3 del proyecto), las que se encuentran paralizadas.

En Lima y Calló, la recolección y tratamiento está a cargo de SEDAPAL a través de la red de alcantarillado y plantas de tratamiento. SEDAPAL maneja alrededor de 19 plantas con una capacidad de tratamiento.

Gráfico 6.



ZONA	Nº	PTAR	DISTRITO
NORTE	1	Ancón	Ancón
	2	Santa Rosa	Santa Rosa
	3	Ventanilla	Ventanilla
	4	Taboada	Callao
	5	Puente Piedra	San Martín de Porres
ESTE	6	Nueva Sede	Agustino
	7	Carapongo	Ate Vitarte
	8	San Antonio de Carapongo	Lurigancho-Chosica
	9	Cieneguilla	Cieneguilla
	10	Manchay	Pachacamac
SUR	11	Punto A	Surco
	12	La Chira	Chorrillos
	13	San Juan	S. J. Miraflores
	14	José Gálvez	Villa María
	15	Huáscar	Villa Salvador
		Parque 26	Villa Salvador
	16	Nuevo Lurín	Lurín
		San Pedro de Lurín	Lurín
		Julio C. Tello	Lurín
		San Bartolo	Lurín
	17	Punta Hermosa	Punta Hermosa
	18	Balneario San Bartolo Sur	San Bartolo
		Balneario San Bartolo Norte	San Bartolo
		Pucusana	Pucusana

En relación a estas PTAR, en el 2008 SEDAPAL presentó el Proyecto Operación y Mantenimiento, Rehabilitación y Mejoramiento de las 18 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de SEDAPAL, cuya finalidad es que dichas plantas funcionen en óptimas condiciones, lo cual tendrá una incidencia directa en la mejora de las condiciones higiénicas y de salud pública. Actualmente, se encuentra en etapa de evaluación y contempla las siguientes estaciones y plantas:

Cuadro N° 7

Estaciones / Plantas	Caudal (m ³ /s)	Tipo de Tratamiento
1. Estación de Pre tratamiento La Chira	6	Rejas Gruesas
2. Estación de Pre tratamiento Punto A	2.2	Rejas Automáticas
3. Planta de Tratamiento de Ancón	20 x 10 ⁻³	Laguna de Oxidación
4. Planta de Tratamiento de Huáscar	170 x 10 ⁻³	Lagunas Aireadas
5. Planta de Tratamiento de José Gálvez	100 x 10 ⁻³	Sistema Anaerobio – Aerobio
6. Planta de Tratamiento de Nueva Sede-Atarjea	4 m ³ /hr	Lodos Activados, Aireación Extendida
7. Planta de Tratamiento de Pucusana	10 x 10 ⁻³	Laguna de Oxidación
8. Planta de Tratamiento de San Antonio de Carapongo	22 x 10 ⁻³	Lodos Activados, Aireación Extendida
9. Planta de Tratamiento de	18 x 10 ⁻³	Filtros Percoladores

Santa Rosa		
10. Planta de Tratamiento Parque 26	100 x 10 ⁻³	Lagunas de Maduración
11. Planta de Tratamiento de San Bartolo	1700 x 10 ⁻³	Lagunas Aireadas
12. Planta de Tratamiento de Carapongo	500 x 10 ⁻³	Anaerobio-Aerobio
13. Planta de Tratamiento de Julio C. Tello	10 x 10 ⁻³	Laguna de Oxidación
14. Planta de Tratamiento de Nuevo Lurín	10 x 10 ⁻³	Laguna de Oxidación
15. Planta de Tratamiento de Puente Piedra	422 x 10 ⁻³	Lodos Activados y Tanques de Aireación
16. Planta de Tratamiento de San Juan	800 x 10 ⁻³	Lagunas Aireadas
17. Planta de Tratamiento de San Pedro de Lurín	20 x 10 ⁻³	Sistema Anaerobio – Aerobio
18. Planta de Tratamiento de Ventanilla	250 x 10 ⁻³	Anaerobio, Aerobio y Facultativo

Fuente: Sedapal

Actualmente, se viene promoviendo el mejoramiento y ampliación del sistema de tratamiento de las aguas residuales domésticas. Para ello, el gobierno nacional está invirtiendo en proyectos grandes que esperan cubran hasta el 100% de las aguas residuales de Lima y Callao.

Sobre el particular, entre las principales tenemos la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Carapongo, Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chira y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Taboada. Con estas dos últimas se espera cubrir al 100% el tratamiento de las aguas residuales de Lima y Callao.

- a) Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Carapongo, se ubica en el Km17 de la carretera central en el distrito de Ate Vitarte. El ámbito de las actividades se dan en Lima y Callao, generando una producción anual de agua potable de 342.67 m³ y el porcentaje de agua servida que reciben un tipo de tratamiento es de 22.18%.

La planta fue diseñada inicialmente para tratar 140 l/s de aguas residuales, provenientes de las localidades de Chosica, Chaclacayo y poblaciones ribereñas del río Rimac; con el incremento de la población el caudal ha crecido hasta 500 l/s, recibiendo las aguas residuales domésticas de Huaycan y Horacio Zaballos. La población beneficiaria es de aproximadamente 263 000 habitantes.

El tratamiento biológico utilizado se denomina sistema anaerobio-aerobio, el sistema anaerobio consiste en cubrir completamente la laguna de agua residual anaerobia para inducir en ausencia de O₂, la degradación de las sustancias orgánicas contenidas; y para mejorar la calidad del efluente se complementa el proceso, con el venteo de la laguna aerobia usando aireadores mecánicos

Cabe señalar que la PTAR Carapongo es la única planta de tratamiento de aguas residuales que está implementando el ISO 14001.

- b) Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chira, se ubica cerca de Punta La Chira, al sur de la ciudad de Lima, en el distrito de Chorrillos. El área de servicio de la planta de tratamiento La Chira y emisor submarino, es la cuenca del Colector Surco cuya área de influencia incluye los distritos de Villa El Salvador, Miraflores, Barranco, Chorrillos y San Isidro. La planta de tratamiento de aguas residuales designada como la PTAR La Chira sería construida en terrenos de propiedad de SEDAPAL.

El servicio a brindar sería el tratamiento de las aguas residuales con una descarga hasta de 11 m³/s mediante un emisor submarino a 3000 m de la costa y a una profundidad de 60 m, a través de 500 m de difusores. El área total del servicio es de 26 675 hectáreas y una parte del caudal que produce, será derivado hacia las plantas de tratamiento de Huascar y San Bartolo. La PTAR de La Chira implicará una inversión de aproximadamente S/.457 millones y beneficiará a una población de alrededor de 2.5 millones de habitantes en Lima.

El 18 de Noviembre del 2010, se dieron los resultados de la buena pro de la concesión de la construcción y operación por 25 años de PTAR y emisor submarino La Chira. Cabe indicar que los ganadores de la concesión tienen 48 meses para poner en operación la planta, que procesará el 25% de las aguas residuales generadas por la ciudad de Lima a una tasa de 6,3 metros cúbicos por segundo.

- c) Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Taboada, el lugar de ejecución se ubica en una zona del litoral marino colindante a la playa Taboada, del ex Fundo Taboada, cerca de la confluencia de las Av. Néstor Gambeta, Faucett y la autopista a Ventanilla, en el distrito y provincia del Callao, aledaño al Aeropuerto Jorge Chávez. El área de influencia del proyecto sería de 37,176 Ha, distribuidas en 27 distritos de Lima Metropolitana y Callao, que suman aproximadamente 4.5 millones de habitantes de beneficiarios directos. Los beneficiarios indirectos serían los habitantes de Lima y Callao en general.

Cabe resaltar además que en el mes de julio del año 2010 se inició la construcción de la planta de tratamiento de aguas residuales de Taboada a cargo de ACS Servicios, Comunicaciones y Energía de España, la cual tratará 442 millones de metros cúbicos de aguas servidas al año, reduciendo significativamente la contaminación y el impacto ambiental, mejorando la calidad de vida y recuperando las playas de Lima y Callao, restaurando así el ecosistema marino. Cabe indicar que desde que fue declarado de interés por el Comité de Pro Inversión en Saneamiento y Proyectos de Estado, transcurrieron 31 meses hasta el inicio de la construcción, cuya culminación está prevista para un plazo máximo de 29 meses, es decir para el año 2012.

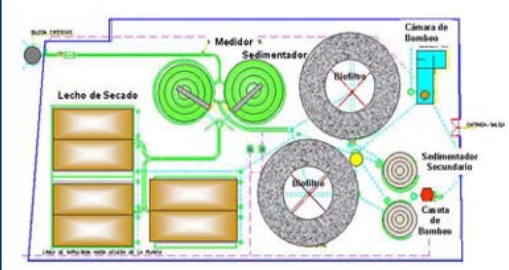
La PTAR de Taboada contempla el tratamiento de las aguas residuales provenientes del Interceptor Norte, del Colector Comas – Chillón y de la línea de impulsión Sarita Colonia, y dará solución a la problemática sanitaria y ambiental originada por el vertimiento de ocho colectores primarios que actualmente descargan al mar y al río Rímac sin tratamiento.

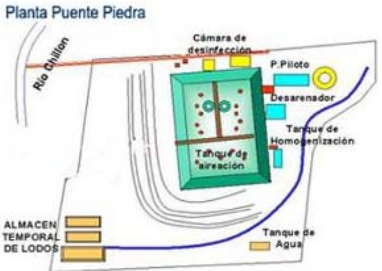


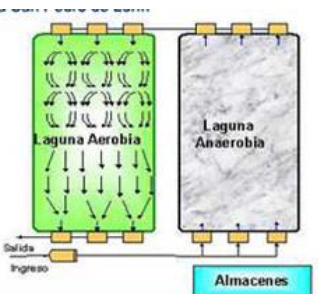
Gráfico 7. ESQUEMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE TABOADA





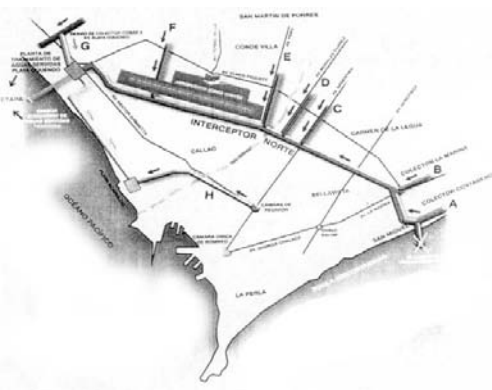
En el cuadro N° 8 se muestra un breve **resumen** de los proyectos ejecutados y en proyecto de ejecución.

Cuadro N° 8. Principales avances en el manejo de las aguas residuales domésticas:
Proyectos ejecutados y en ejecución

Planta Santa Rosa	
<ul style="list-style-type: none"> • Área = 0,56 Ha • Q = 10 l/s • Filtro percolador • Riego de áreas verdes 	

Planta Puente Piedra	
<ul style="list-style-type: none"> • Área = 7 Ha • Q = 162 l/s • Lodos activados con aireación extendida SBR • Descontaminación • Costo de PTAR \$ 6 millones • Costo 18 km de colector \$ 3,5 millones 	 <p>Diagrama de la Planta Puente Piedra que muestra el flujo de agua desde el Río Dhuilon. El proceso incluye una Cámara de desinfección, un P. Piloto, un Desarenador, un Tanque de Homogenización, un Tanque de Agua, un ALMACEN TEMPORAL DE LODOS y un Taller de Aireación.</p>
Planta San Juan	
<ul style="list-style-type: none"> • Área = 38 Ha • Q = 404 l/s • Lagunas aireadas de mezcla completa y mezcla parcial • Riego de áreas agrícolas y ecológicas 	 <p>Diagrama de la Planta San Juan que muestra el ingreso de agua y el flujo a través de una Cámara de Rejas Alta y Baja, un Taller, un Laboratorio-Oficina, y varias baterías de lagunas (MEZCLA COMPLETA y MEZCLA PARCIAL). Incluye una SEGUNDA ETAPA con lagunas de pulimento y un Lechos Secado. El agua sale a Playa Venecia. El área total es de 38,20 Ha.</p>
Planta Carapongo	
<ul style="list-style-type: none"> • Área = 19 Ha • Q = 527 l/s • Lagunas anaerobia complementada con lagunas aireadas • Descontaminación 	 <p>Diagrama de la Planta Carapongo que muestra el ingreso de agua desde el Río Rimac y el flujo a través de Áreas Verdes, Lecho Secado, Sedimentador, Lag. Secundaria, Lag. Primaria, Laguna Sedimentación, Desarenador, Laboratorio y Cámara de Rejas.</p>
San Pedro de Lurín	
<ul style="list-style-type: none"> • Área = 0,6 Ha • Q = 15 l/s • Sistema anaerobio aerobio • Uso Agrícola 	 <p>Diagrama de San Pedro de Lurín que muestra el flujo de agua desde el Ingreso a través de una Laguna Aerobia y una Laguna Anaerobia, con Almacenes para el agua tratada.</p>

Municipalidad de Miraflores	
<ul style="list-style-type: none"> • Q = 2 l/s • Riego acantilados 	
Municipalidad de San Borja	
<ul style="list-style-type: none"> • Filtro biológico + humedales de flujo libre 	
Descontaminación de la Costa Verde: Proyecto Mesías e Interceptor Norte	
<ul style="list-style-type: none"> • PTAR para riego de la Berma Central de la Av. Universitaria-Carabaylo – EMAPE • Distrito: Carabaylo • Q = 3 l/s • Área : 900 m² • Inicio de Operación Diciembre 1999 • Costo: \$ 252,000 	
Colegio La Inmaculada - Monterrico:	
<ul style="list-style-type: none"> • 360 m³/hora • Estación de bombeo + línea de impulsión + 3 Lagunas facultativas 	

Ayacucho – EPSASA	
<ul style="list-style-type: none"> 6 Tanques Imhoff , Filtros Biológicos (83% del efluente) , lagunas facultativas (17% del efluente) y lagunas de maduración. 	
Descontaminación de la Costa Verde: Proyecto Mesías e Interceptor Norte	
<ul style="list-style-type: none"> Descarga del colector norte - Ventanilla Mejoramiento del Sistema de alcantarillado de la zona sur de Lima. Primera etapa: desviar aguas del colector La Chira (3,2 m³/s) hacia el sur, mediante una línea de conducción de 33 km pasando por las PTAR de tratamiento San Juan, Huascar y San Bartolo. Segunda etapa: Construir una PTAR primario en la Chira, y derivar el agua pretratada hacia el mar, mediante un emisor submarino de 3,5 km de longitud el cual descargara a 60 m de profundidad. 	
PROYECTO INTERCEPTOR NORTE: Colector Comas-Chillon	
<ul style="list-style-type: none"> Reunirá las descargas de 8 colectores (entre ellos Costanera, Bocanegra, Comas, Chillón y Centenario) para dirigirse mediante una tubería de 19 km de longitud hacia el fundo Oquendo y descargar 10 m³/s. Contempla construcción de una PTAR primario avanzado (usa productos químicos) en el fundo Oquendo, a un costo de \$ 300'000,000 Luego, descarga al mar mediante un emisor submarino de 3,5 m de diámetro con 8 km de longitud y a una profundidad de 50 m; con un costo de \$ 450'000,000 	

PTAR La Encalada
<ul style="list-style-type: none"> • Q= 1, 010 l/s • A= 418, 348.00 m² • Titular SEDAPAL. Obtendrá 1m³/s que ya no será destinada al canal de Surco para luego ir a la Atarjea a ser tratada. • Ya no se usara agua potable en riego de areas verdes. • Captará las aguas residuales de los colectores de Puruchuco, Cerro Candela, Vitarte, Campoy y Carapongo. • Situación Actual: En evaluación.

Elaborado por FONAM, 2009.

CAPITULO V

MODALIDADES DE FINANCIAMIENTO

El financiamiento puede ser directo (gobierno) o a través de inversiones privadas (PTAR La Chira, PTAR Taboada, PTAR Cajamarca).

Las inversiones varían según el tipo de tratamiento seleccionado, caudal, área a utilizar, presupuesto participativo (gobiernos) como son los casos de las siguientes Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales:

Cuadro N° 9

PTAR	Caudal (m³/s)	Tipo de Tratamiento	Montos S/.
Planta de Tratamiento de Taboada	31.5 x 10 ⁶	Laguna	S/. 873,127,822.00
Planta de Tratamiento de Arequipa	403 x 10 ³	RAFA y Filtros Biológicos	S/. 507,000,000.00
Planta de tratamiento La Chira	11	Anaeróbico	S/. 157,000,000.00
Planta de Tratamiento de Tacna	600 x 10 ³	Lodos Activados Convencionales	S/. 104,073,338.00
Planta de Tratamiento de Iquitos	877.7 x 10 ³	16 Reactores	S/. 47,000,000.00
Planta de Tratamiento de San Bartolo	1700 x 10 ³	Lagunas Aireadas	S/. 27,600,000.00
Planta de Tratamiento de Puente Piedra	422 x 10 ³	Lodos Activados y Tanques de Aireación	S/. 16,800,000.00
Planta de Tratamiento de Carapongo	500 x 10 ⁻³	Anaerobio - Aerobio	S/. 6,580,000.00
Planta de Tratamiento Parque 26	100 x 10 ³	Lagunas de Maduración	S/. 1,660,000.00

Elaboración: FONAM

* Aproximaciones.

CONCLUSIONES

- Existe escaso interés de implementar y operar PTARS, adicionalmente está el problema del uso indebido de aguas residuales en la agricultura. Los Gobiernos Regionales no designan un monto dentro del presupuesto participativo para la implementación y operación de las mismas, el MDL, es una alternativa para lograr que éste tipo de proyectos sean atractivos y se logre que el índice de tratamiento de aguas residuales se incremente.
- El índice de tratamiento de aguas residuales es bajo (35 %), el restante 65 % es volcado sin tratamiento a ríos, lagos, mar u otros cuerpos receptores, afectándolos y creando focos de contaminación en los puntos de descarga y aguas abajo. Esta situación podría verse mejorada con una activa fiscalización de las autoridades municipales y encargadas del tratamiento de aguas residuales.
- Entre las principales causas del bajo índice esta influencia de SEDAPAL, quien solamente trata un 21 % del total de aguas recolectadas por el sistema de alcantarillado debido a la falta de inversiones en estos sistemas, el restante 79 % es vertido directamente al mar. Por lo tanto, el incentivo económico del MDL ayudaría a la implementación de nuevos sistemas de tratamiento y/o la ampliación de los existentes.
- Las EPS Grandes sólo alcanzan un 59 % de tratamiento de sus efluentes, las EPS Medianas un 31.7 % y EPS Pequeñas un 43.3 %.
- Las pocas PTAR que operan no cuentan con un monitoreo y registro de datos, tampoco cumplen aún con los niveles de purificación necesarios, esto genera impactos ambientales negativos y riesgos para la salud de los seres humanos. En ese sentido, es necesario crear alianzas con municipalidades y cooperaciones internacionales para el mejoramiento de los procesos de plantas de tratamiento de aguas residuales, donde FONAM pueda apoyar en la búsqueda de estas cooperaciones, como ente promotor de este mecanismo de desarrollo limpio a nivel nacional.
- El Perú cuenta con 132 Lagunas de tratamiento, de las cuales 11 son anaerobias y 111 facultativas.
- De las 10 PTARS con mayor caudal de tratamiento, las primeras 3 en volumen tratado son lagunas aireadas mecánicamente y la cuarta en tamaño, ubicada en Chiclayo. Sin embargo, no poseen un registro de datos completo, ni permitieron acceso a la información. En Ica y Sullana (Piura) se encuentran las otras lagunas facultativas de mayor tamaño. Por lo tanto, es necesario el fortalecimiento de capacidades para que el personal esté capacitado técnicamente para un monitoreo periódico de las PTARS, verificando la calidad de los efluentes.
- Se debe fortalecer capacidades en el sub-sector saneamiento (público y privado) para poder lograr que el tratamiento de aguas residuales sea parte importante del presupuesto participativo para la implementación de nuevas plantas de tratamiento.
- Se debe implementar un sistema de sanciones a las EPS por incumplimiento de metas de gestión.

BIBLIOGRAFIA

- Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales industriales / Carlos Menendez Gutierrez y Jesús M. Pérez Olmo. Ciudad de La Habana: Editorial Félix Varera - Editorial Universitaria, 2007. ISBN 978-959-16-0619-8 (versión electrónica), 978-959-16-07-0339-3 (versión impresa), -- 300 p.
- Panorama de Experiencias de Tratamiento y Uso de Aguas Residuales en la Ciudad de Lima. Proyecto Switch Lima - Tratamiento y Uso de Aguas Residuales para Agricultura Urbana y Áreas Verdes, 2007. IPES - Promoción del Desarrollo Sostenible.
- Tratamiento De Aguas Residuales Industriales. Analiza Calidad Consultores. Consultado el 10 de Octubre del 2009. Disponible en: <http://www.analizacalidad.com/aguas.pdf>
- Reglamentación para Obtener Autorización de Vertimientos y/ o Reuso. Betty Chung Tong, Área de Gestión de la Calidad del Agua y Vertimientos, Dirección de Conservación y Planeamiento de los Recursos Hídricos. Autoridad Nacional del Agua-ANA. Consultado el 11 de Octubre del 2009. Disponible en: <http://www.megasagersa.com/megaingenieros2.htm>
- Agua para Todos: El Modelo Peruano de Crecimiento con Inclusión Social. Exposición Magisterial desarrollada en la conferencia regional 2008 obre “Políticas de agua potable y alcantarillado económicamente eficientes, ambientalmente sustentables y socialmente equitativas”. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Organizado por CEPAL, GTZ e inWent. Consultado el 10 de Octubre del 2009. Disponible en: <http://www.eclac.cl/dni/noticias/noticias/0/34110/1SRCORNEJO.pdf>
- Eficiencia Empresarial como condición previa para servicios eficientes: Experiencia SEDAPAL 2008. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Consultado el 12 de Octubre del 2009. Disponible en: http://www.proapac.org/publicaciones/taller_internacional/sedapal.pdf
- Avances y Perspectivas del Sector Saneamiento. Ing. León Suematsu. Viceministerio de Construcción y Saneamiento. Seminario Internacional ADERASA, 2009. Consultado el 15 de Octubre del 2009. Disponible en: http://www.sunass.gob.pe/aderasa/presentaciones/avances_y_perspectivas_del_sector_saneamiento.pdf
- Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. Productos y Servicios para la Industria del Agua Iberoamericana. Aguamarket y Cía. Ltda. Consultado el 15 de Octubre del 2009. Disponible en: www.aguamarket.com
- Realidad de las EPS y posibilidades de desarrollo. Ing. Guillermo León Suematsu, Presidente de ANEPSSA. Conferencia Agua y Saneamiento en el Perú – Situación actual y propuestas tecnológicas alemanas. Consultado el 15 de Octubre del 2009. Disponible en: <http://www.foroparaelaguaperu.org/?q=node/27>
- Conferencia PERUSAN. 143 PTARS: historia y oportunidades. Johnny Marchan Peña, SUNASS 2009. Consultado el 13 de Octubre del 2009. Disponible en: <http://www.conferencia.perusan.org/ponencias.htm>

- Informe de Indicadores de Gestión de las EPS-2008. Gerencia de Supervisión y Fiscalización. 2009. Consultado el 13 de Octubre del 2009. Disponible en: <http://www.sunass.gob.pe/publicaciones.php>
- Informe Técnico de Estadísticas Ambientales N° 05 Mayo, 2009. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Consultado el 17 de Octubre del 2009. Disponible en: <http://www.inei.gob.pe/web/BoletinesVermas.asp?pagina=5&id=5>.
- PTAR La Encalada. Agua para el Río Rimac. Agencia de Promoción para la Inversión Privada. Ministerio de Economía y Finanzas. Consultado el 17 de Octubre del 2009. Disponible en: www.proinversion.gob.pe
- Propuestas para Mejorar la Eficiencia Operativa de las PTAR. Megaforo del Agua – CIP. Johnny Marchán Peña, Gerencia de Supervisión y Fiscalización. SUNASS, 2007. Consultado el 26 de Octubre del 2009. Disponible en : www.sunass.gob.pe/doc/eventos/foro241007/jmarchan.ppt
- Tratamiento Anaerobio de Aguas Residuales. Msc. Jenny Alexandra Rodríguez V. Universidad el Valle. Cali – Colombia. Consultado el 26 de Octubre del 2009. Disponible en : <http://www.ingenieroambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>
- Saneamiento Básico en Municipalidades. Curso: Gestión Ambiental en Instituciones Educativas. 2007. Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental DESA Dr. JHON YAGUA. Consultado el 30 de Octubre del 2009. Disponible en: www.regiontacna.gob.pe/
- Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica Identificación del Problema. Kelly A. Reynolds, MSPH, Ph.D. Revista Agua Latinoamérica. Consultado el 30 de Octubre del 2009. Disponible en : www.agualatinoamerica.com/docs/pdf/DeLaLaveSepOct02.pdf
- Avances latinoamericanos en la gestión de los servicios de agua y saneamiento. Memoria del Simposio Latinoamericano “Nuevos modelos de gestión para los servicios de agua y saneamiento en pequeñas ciudades de América Latina”, 2008. Water and Sanitation Program. Consultado el 2 de Noviembre del 2009. Disponible en : www.perusan.org
- Tratamiento de Desagües por Lagunas de Estabilización. Manual de operación y mantenimiento. Ing. Teresa Lampoglia. GTZ/PROAGUA. 2001. Consultado el 2 de Noviembre del 2009. Disponible en : <http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/handle/123456789/1085#descarga>

ANEXOS

Anexo N° 01: Empresas Prestadoras en el ámbito de Supervisión de SUNASS

Código	Siglas	Nombre
001	EMUSAP AMAZONAS	Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Amazonas S.A.
002	SEDA HUANUCO S.A.	Empresa Municipal de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Huánuco S.A.
003	EMAPACOP S.A.	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo S.A.
004	EPS SEDALORETO S.A.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Loreto S.A.
005	EMAPA CAÑETE S.A.	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Cañete S.A.
006	EMSA PUNO S.A.	Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno S.A.
007	EPSSMU S.R.LTDA	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Utcubamba S.R.Ltda.
008	ATUSA	Aguas de Tumbes S.A.
009	EMAPA PASCO S.A.	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Pasco S.A.
010	EMAPISCO S.A.	Empresa Municipal de Agua Potable de Pisco S.A.
011	SEDACAJ S.A.	Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Cajamarca S.A.
012	EPS TACNA S.A.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Tacna S.A.
013	EMAPAVIGSSA	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado Virgen de Guadalupe del Sur. S.A.
014	SEDACHIMBOTE S.A.	Empresa de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Chimbote, Casma y Huarney
015	EPSASA	Entidad prestadora de servicios de saneamiento Ayacucho S.A.
016	EMAPA SAN MARTIN S.A.	Empresa Municipal de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de San Martín S.A.
017	EMAPAT S.R.LTDA.	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Tambopata S.R.Ltda.
018	SEMAPACH S.A.	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Chíncha S.A.
019	EPS SELVA CENTRAL S.A.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Selva Central S.A.
020	EMAPA MOYOBAMBA S.R.LTDA.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Moyobamba S.R.Ltda.
021	EMAPA HUANCAMELICA S.A.C	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Huancavelica
022	EPS MOQUEGUA S.R.LTDA.	Entidad Prestadora de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Moquegua S.A.
023	EMAPA Y	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado - Yunguyo S.R.Ltda.
024	EMAPA HUARAL S.A.	Empresa Municipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Huaral S.A.
025	EMAPA HUACHO S.A.	Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de la Provincia de Huaura
026	SEDAPAL S.A.	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
027	EPS ILO S.R.LTDA.	Entidad Prestadora de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Ilo S.R.Ltda.
028	SEDALIB S.A.	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de La Libertad
029	EPSEL S.A.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque S.A.
030	SEDAPAR S.A.	Empresa de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Arequipa S.A.
031	EPS - SEDACUSCO S.A.	Entidad Prestadora de Servicios del Cusco S.A.
032	EPS GRAU S.A.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Grau S.A.
033	EPS CHAVIN S.A.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín S.A.
034	EMAQ S.R.LTDA.	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Quillabamba S.R.Ltda.
035	EMAPAB S.R.LTDA.	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Bagua
036	SEMAPA BARRANCA S.A.	Empresa de Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Barranca
037	EMAPICA S.A.	Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Ica S.A.
038	EMPSSAPAL S.A.	Entidad Municipal Prestadora de Servicios de Saneamiento de las Provincias Alto Andinas S.A.
039	EPS SIERRA CENTRAL S.A.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Sierra Central S.A.
040	NOR PUNO S.A.	Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Nor Puno S.A.
041	SEDAJULIACA S.A.	Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado Juliaca
042	EPS MANTARO S.A.	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Mantaro S.A.
043	EMUSAP ABANCAY	Empresa Municipal de Servicios de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Abancay S.A.
044	EMSAP CHANKA	Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Multiprovincial Chanka
045	EPS MARAÑÓN	Empresa Prestadora de Servicios Marañón S.R.Ltda.
046	SEDAM HUANCAYO S.A.C	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Municipal de Huancayo S.A.C.
047	EMSAPA CALCA	Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Calca
048	EPS AGUAS DEL ALTIPLANO	Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Aguas del Altiplano S.R.L.
050	EMSAPA YAULI - LA ORDYA S.R.L	Empresa Municipal de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado de Yauli S.R.L.
051	SEDAPAR S.R.L. (Ríoja)	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Ríoja S.R.L.

Fuente: Informe Técnico de Indicadores de Gestión de las EPS – 2009. SUNASS 2010.

Anexo N° 02: Registro de Volumen de Aguas Residuales Tratadas

Código	Siglas	Tipo	Volumen volcado a la red	Volumen tratado de A.S.	2009	2008	2007	2006	2005
001	EMUSAP AMAZONAS	P	758,522	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
002	SEDA HUANUCO S.A.	M	9,286,294	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
003	EMAPACOP S.A.	M	6,459,371	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
004	EPS SEDALORETO S.A.	G	12,694,084	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
005	EMAPA CAÑETE S.A.	M	4,653,887	428,890	9.22%	14.83%	16.21%	4.97%	17.53%
006	EMSA PUNO S.A.	M	4,809,561	3,122,085	64.91%	66.30%	68.82%	99.14%	99.70%
007	EPSSMU S.R.LTDA	P	769,415	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
008	AGUAS DE TUMBES	M	6,308,320	1,565,373	24.81%	22.79%	21.69%	21.33%	23.20%
009	EMAPA PASCO S.A.	M	1,700,059	0	0.00%	S.I.	0.00%	0.00%	0.00%
010	EMAPISCO S.A.	M	6,845,728	6,845,728	100.00%	100.00%	100.00%	99.01%	92.73%
011	SEDACAJ S.A.	M	5,619,643	0	0.00%	23.15%	0.00%	0.00%	5.72%
012	EPS TACNA S.A.	G	11,740,884	10,166,752	86.59%	90.93%	90.84%	92.98%	95.22%
013	EMAPAVIGSSA	P	1,176,447	1,176,447	100.00%	100.00%	94.29%	88.61%	85.88%
014	SEDACHIMBOTE S.A.	G	18,198,032	11,274,309	61.95%	56.32%	54.92%	55.39%	59.55%
015	EPSASA	G	9,610,775	9,361,616	97.41%	98.72%	99.14%	96.82%	97.44%
016	EMAPA SAN MARTIN S.A.	M	7,013,579	302,659	4.32%	4.26%	0.00%	0.00%	3.79%
017	EMAPAT S.R.LTDA.	M	980,232	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
018	SEMAPACH S.A.	M	11,113,677	11,113,677	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
019	EPS SELVA CENTRAL S.A.	M	6,072,875	1,598,738	26.33%	31.80%	31.84%	28.26%	25.01%
020	EMAPA MOYOBAMBA S.R.LTDA.	M	1,727,404	388,138	22.47%	22.51%	20.57%	34.43%	31.80%
021	EMAPA HUANCARELICA S.A.C	P	2,172,479	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
022	EPS MOQUEGUA S.R.LTDA.	M	5,103,308	5,103,308	100.00%	100.00%	53.76%	67.57%	81.97%
023	EMAPA Y	P	402,706	0	0.00%	S.I.	0.00%	0.00%	0.00%
024	EMAPA HUARAL S.A.	M	3,315,708	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
025	EMAPA HUACHO S.A.	M	4,469,785	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
026	SEDAPAL S.A.	S	412,039,298	86,681,487	21.04%	19.46%	13.30%	12.40%	12.17%
027	EPS ILO S.R.LTDA.	M	3,290,730	2,682,082	81.50%	72.68%	60.77%	36.85%	80.17%
028	SEDALIB S.A.	G	26,746,316	19,496,604	72.89%	71.23%	80.07%	73.70%	92.76%
029	EPSEL S.A.	G	44,710,858	42,479,614	95.01%	92.09%	89.22%	89.02%	89.13%
030	SEDAPAR S.A.	G	34,334,867	5,421,070	15.79%	18.08%	16.11%	17.66%	15.85%
031	EPS - SEDACUSCO S.A.	G	11,793,719	10,928,691	92.67%	83.97%	75.45%	86.88%	85.07%
032	EPS GRAU S.A.	G	34,469,039	17,531,762	50.86%	50.78%	50.64%	41.70%	42.69%
033	EPS CHAVIN S.A.	M	6,064,496	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
034	EMAQ S.R.LTDA.	P	3,015,661	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
035	EMAPAB S.R.LTDA.	P	1,605,972	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
036	SEMAPA BARRANCA S.A.	M	4,182,922	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
037	EMAPICA S.A.	G	15,532,740	15,098,242	97.20%	96.91%	97.25%	97.52%	98.22%
038	EMPSSAPAL S.A.	M	1,439,902	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
039	EPS SIERRA CENTRAL S.A.	P	2,093,490	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
040	NOR PUNO S.A.	P	548,346	0	0.00%	5.91%	43.92%	0.00%	0.00%
041	SEDAJULIACA S.A.	G	5,433,569	2,848,775	52.43%	55.26%	57.46%	65.41%	62.62%
042	EPS MANTARO S.A.	M	2,210,868	105,500	4.77%	4.03%	4.04%	4.08%	7.42%
043	EMUSAP ABANCAY	M	2,379,527	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
044	EMSAP CHANKA	P	685,860	0	0.00%	S.I.	0.00%	0.00%	S.I.
045	EPS MARANON	P	9,599,945	9,331,200	97.20%	95.47%	93.95%	95.01%	97.65%
046	SEDAM HUANCAYO S.A.C	G	19,780,239	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
047	EPS CALCA	P	126,601	0	0.00%	S.I.	0.00%	0.00%	S.I.
048	EPS AGUAS DEL ALTIPLANO	P	241,922	0	0.00%	S.I.	26.68%	32.89%	S.I.
050	EMSAPA YAULI	P	566,461	0	0.00%	S.I.	0.00%	0.00%	S.I.
051	SEDAPAR S.R.L. (Rioja)	P	483,476	0	0.00%	S.I.	0.00%	0.00%	S.I.
Tipo de empresa	Tipo	Volumen volcado a la red	Volumen tratado de A.S.	2009	2008	2007	2006	2005	
Total	T	786,379,599	275,052,749	35.0%	34.2%	29.1%	28.1%	29.7%	
SEDAPAL	S	412,039,298	86,681,487	21.0%	19.5%	13.3%	12.4%	12.2%	
EPS Grandes	G	245,045,122	144,607,435	59.0%	58.1%	57.3%	51.0%	54.3%	
EPS Medianas	M	105,047,877	33,256,179	31.7%	33.7%	28.7%	40.8%	48.2%	
EPS Pequeñas	P	24,247,302	10,507,647	43.3%	47.7%	30.3%	38.3%	41.5%	

Fuente: Informe Técnico de Indicadores de Gestión de las EPS – 2009. SUNASS 2010