

Proyecto “Adaptación de la Gestión de Recursos Hídricos en Zonas Urbanas al Cambio Climático con la Participación del Sector Privado – PROACC”

# **“TECNOLOGÍAS PARA EL REUSO DE AGUAS RESIDUALES”**

**Juan Pablo Méndez Vega**  
**Junio 2016**

# Contenido

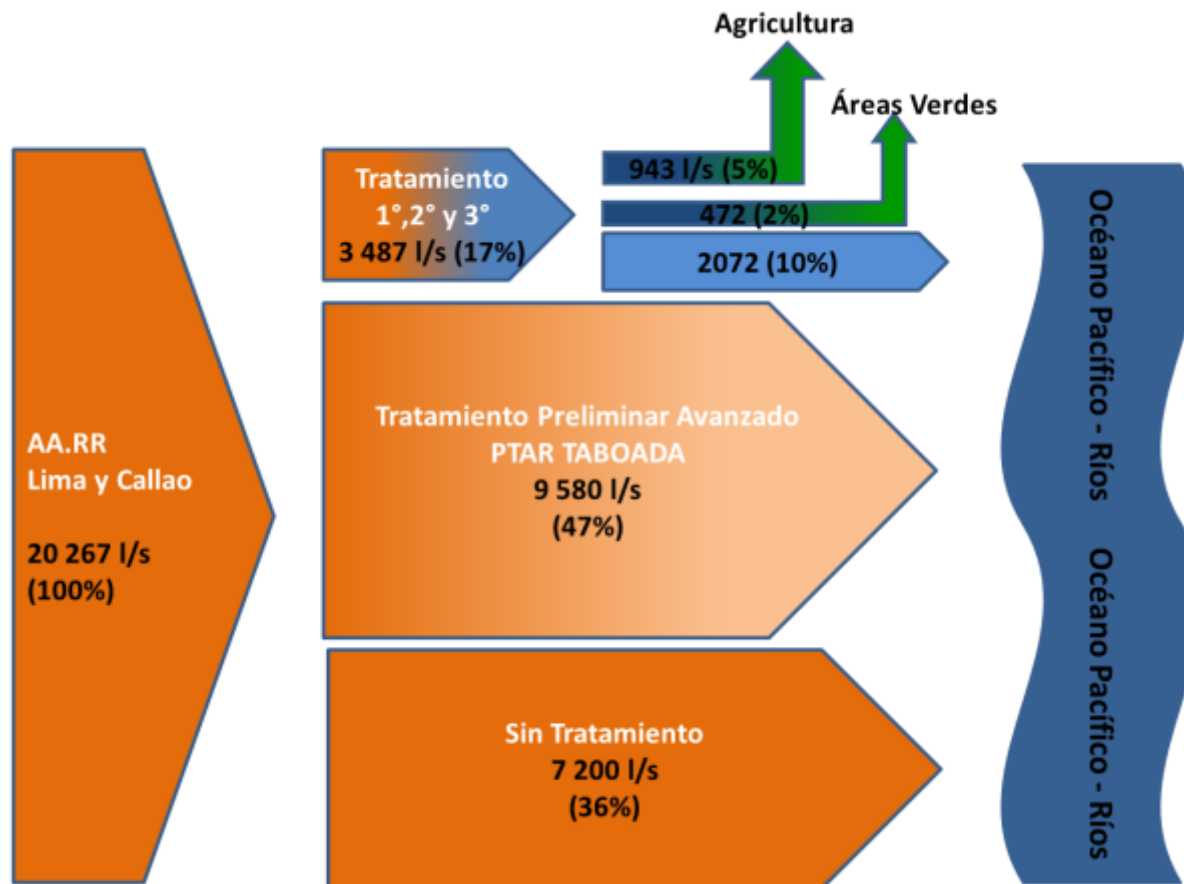
---

1. Estado actual de las aguas residuales en lima metropolitana
2. La planificación y planes de reúso de aguas residuales en lima metropolitana
3. Capacidad de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTARS) en lima y callao
4. Reuso actual y demanda potencial estimada para el reuso de aguas residuales tratadas en el riego de áreas verdes
5. Potencial de ptars existentes en lima y callao para el reúso de aguas residuales
6. Balance global y zonificado de aguas residuales tratadas en lima
7. Gestión de proyectos de PTARS en Municipios.
8. Nuevas Exigencias Normativas para APP (DL N° 1224)
9. Opciones Tecnologías para reuso
10. Estudios de Caso



# **1. ESTADO ACTUAL DE LAS AGUAS RESIDUALES EN LIMA METROPOLITANA**

# Estado Actual del Tratamiento, Reuso y Disposición final de las Aguas Residuales en Lima Metropolitana (2014)



La cobertura de tratamiento actual de aguas residuales en Lima Metropolitana es de 64%, pero para el año 2019, con la puesta en operación de 5 nuevas PTARS contempladas en el Plan Maestro Optimizado de SEDAPAL 2015 – 2020 (La Chira, Pachacutec, La Atarjea, Anexo 22 y Lurín) que suman 7 985 l/s adicionales, se estima alcanzar el 100% de cobertura.



## **2. LA PLANIFICACIÓN Y PLANES DE REÚSO DE AGUAS RESIDUALES EN LIMA METROPOLITANA**

## Reuso de aguas residuales desde la perspectiva del Ente Rector del sector agua y saneamiento (MVCS).

- Objetivos del Milenio;
- Acuerdo Nacional;
- Plan Bicentenario, El Perú hacia el 2021;
- Agenda de Competitividad (2012-2013);
- Plan Nacional de Acción Ambiental (2011-2021);
- Plan de Modernización de la Gestión Pública al 2021 de la PCM;
- Plan Nacional de Inversiones para el Sector A&S: Urbano y Rural (2014-2021)

### Metas de Cobertura del Plan Nacional de Acción Ambiental (2011-2021)

Acción Estratégica	Meta al 2012	Meta al 2017	Meta al 2021
Asegurar la cobertura total del tratamiento y reúso de las aguas residuales en el ámbito urbano y ampliar su cobertura en el ámbito rural	El 30% de aguas residuales urbanas son tratadas; y el 15% de éstas son reusadas	El 50% de las aguas residuales urbanas son tratadas; y el 30% de éstas son reusadas	El 100% de aguas residuales urbanas son tratadas; y el 50% de éstas son reusadas
	<b>Indicadores</b>		
	Porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas y reusadas		
	Porcentaje de aguas residuales del ámbito rural tratadas y reusadas		
<b>Responsable</b> MVCS, SUNASS			
<b>Co-responsable</b> ANA, MINSA, EPS, Gobiernos sub nacionales			

Fuente: Plan Nacional de Inversiones para el sector agua y saneamiento (2014 -2021)

## Reuso de aguas residuales desde la perspectiva del Ente Rector del sector agua y saneamiento (MVCS).

---

### Ley de Modernización de los Servicios de Saneamiento (Art. 15° Ley 30045) 2013

- *Los prestadores de servicios de saneamiento promueven la implementación de tecnología de tratamiento de aguas residuales favorables al ambiente, evitando la contaminación de las fuentes receptoras de agua cumpliendo con los límites máximos permisibles y estándares de calidad ambiental aplicables, de acuerdo a ley.*
- *Los prestadores de servicios de saneamiento quedan facultados a comercializar los residuos sólidos generados en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano y plantas de tratamiento de aguas residuales, así como el servicio de tratamiento de aguas residuales tratadas, con fines de reuso, cumpliendo con las normas vigentes y de acuerdo a los procedimientos establecidos en el Reglamento de la presente ley.*
- *Las EPS deben elaborar planes de adaptación al cambio climático, para lo cual cuentan con la asistencia técnica de la OTASS.*
- *La SUNASS, en coordinación con las EPS, debe incluir en la tarifa mecanismos de compensación ambiental destinados a promover la eficiencia en el uso del agua y el tratamiento de aguas residuales.”*

## Reuso de aguas residuales desde la perspectiva del Regulador del sector agua y saneamiento (SUNASS).

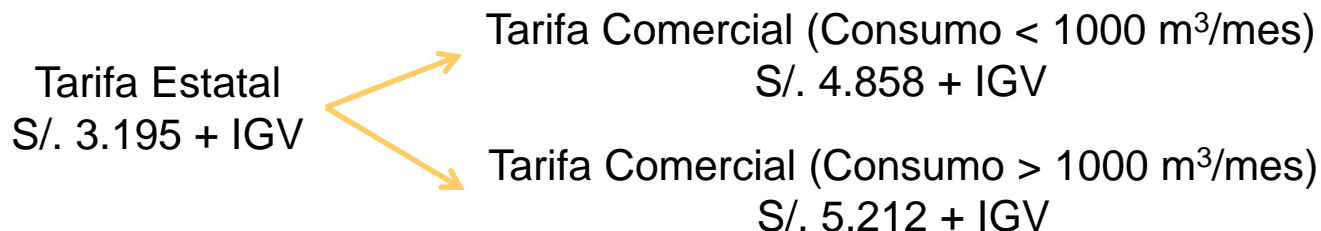
---

### Reglamento Ley General de los Servicios de Saneamiento (Art. 90° D.S. 023-2005-VIVIENDA)

*“Los servicios de agua potable para fines de conservación de parques y jardines públicos u otros servicios de uso común, serán facturados a la municipalidad correspondiente, o a quien los haya solicitado, de acuerdo a lo que registre su medidor, o en base a la asignación de consumo que efectúe la EPS, en caso de no existir micromedición. De preferencia, el riego de parques y jardines públicos deberá efectuarse con aguas residuales tratadas para tal fin.”*

### Resolución de Concejo Directivo N° 008-2012-SUNASS-CD

Modificó el Reglamento de Calidad de la Prestación de los Servicios de Saneamiento, para que las conexiones de agua potable dedicadas a riego de parques y jardines públicos, pasen a la Categoría Comercial en vez de la usual categoría Estatal.



(Tarifa vigente en Junio de 2016).



# Reúso de aguas residuales desde la perspectiva del prestador de servicios (SEDAPAL) (1)

---

## Plan Maestro Optimizado 2015 - 2020

Uno de los ejes estratégicos más importantes es la “liberación del agua potable utilizada en el riego de áreas verdes municipales”

El principal criterio de planificación es la protección ambiental y reuso de las aguas residuales, vía el tratamiento de las aguas residuales recolectadas y el cumplimiento de la legislación ambiental.

El sistema de tratamiento y disposición final del PMO considera:

- PTAR Taboada y descarga final mediante un emisario submarino, en el Callao.
- PTAR La Chira y descarga final mediante un emisario submarino, al sur de Lima.
- PTARs locales: plantas pequeñas > 5000 m<sup>3</sup>/día, San Juan (0.8 Lts/seg) y San Bartolo (1.7 Lts/seg)

Se estima que de los caudales de aguas residuales procesados, el 54% corresponderá a la Zona Norte con la PTAR Taboada, 26% a la Zona Sur con la PTAR La Chira y 20% a las plantas secundarias.

Continua...

## Reúso de aguas residuales desde la perspectiva del prestador de servicios (SEDAPAL) (2)

---

### Proyecto “Mejoramiento y Ampliación del Tratamiento de Aguas Residuales en Lima Metropolitana”.

Desarrollado a nivel de perfil en el año 2011, cuenta con los objetivos siguientes:

- i) Incremento del nivel de tratamiento de aguas residuales en Lima;
- ii) Mejorar la disponibilidad de agua en el río Rímac y;
- iii) Aumentar el reúso de las aguas residuales tratadas para el riego de parques y jardines.
- iv) Mejoramiento y optimización de las PTARs existentes.
- v) Mejoramiento del monitoreo y control de efluentes de PTARs.
- vi) Mejoramiento del monitoreo y control de descargar industriales (VMAs).
- vii) Fortalecimiento de capacidades institucionales para la operación y mantenimiento.

SEDAPAL está concertando un financiamiento no reembolsable del orden de 3 Millones de Euros a través del programa Latin America Investment Facility (LAIF), con intervención del BID y la KfW, para la realización del estudio de factibilidad del proyecto, el cual se denominará “Plan Maestro para el Tratamiento y Reuso de Aguas Residuales de Lima Metropolitana”.

# Reuso de aguas residuales desde la perspectiva de la Municipalidad Metropolitana de Lima (MML).

---

Plan Metropolitano de Desarrollo Urbano Lima-Callao al 2035 (PLAM 2035) -2014



Plan de Espacios Abiertos e Infraestructura Ecológica con Riego Sostenible (PEAIE - 2035). - 2014



LIWA - 2011



SWITCH - 2007

El PEAIE-2035 propone que las áreas verdes actuales zonificadas y las nuevas áreas verdes proyectadas cuenten con un sistema de riego sostenible, eso implica que la fuente de agua de riego provenga de aguas residuales tratadas y que los sistemas de riego sean tecnificados.

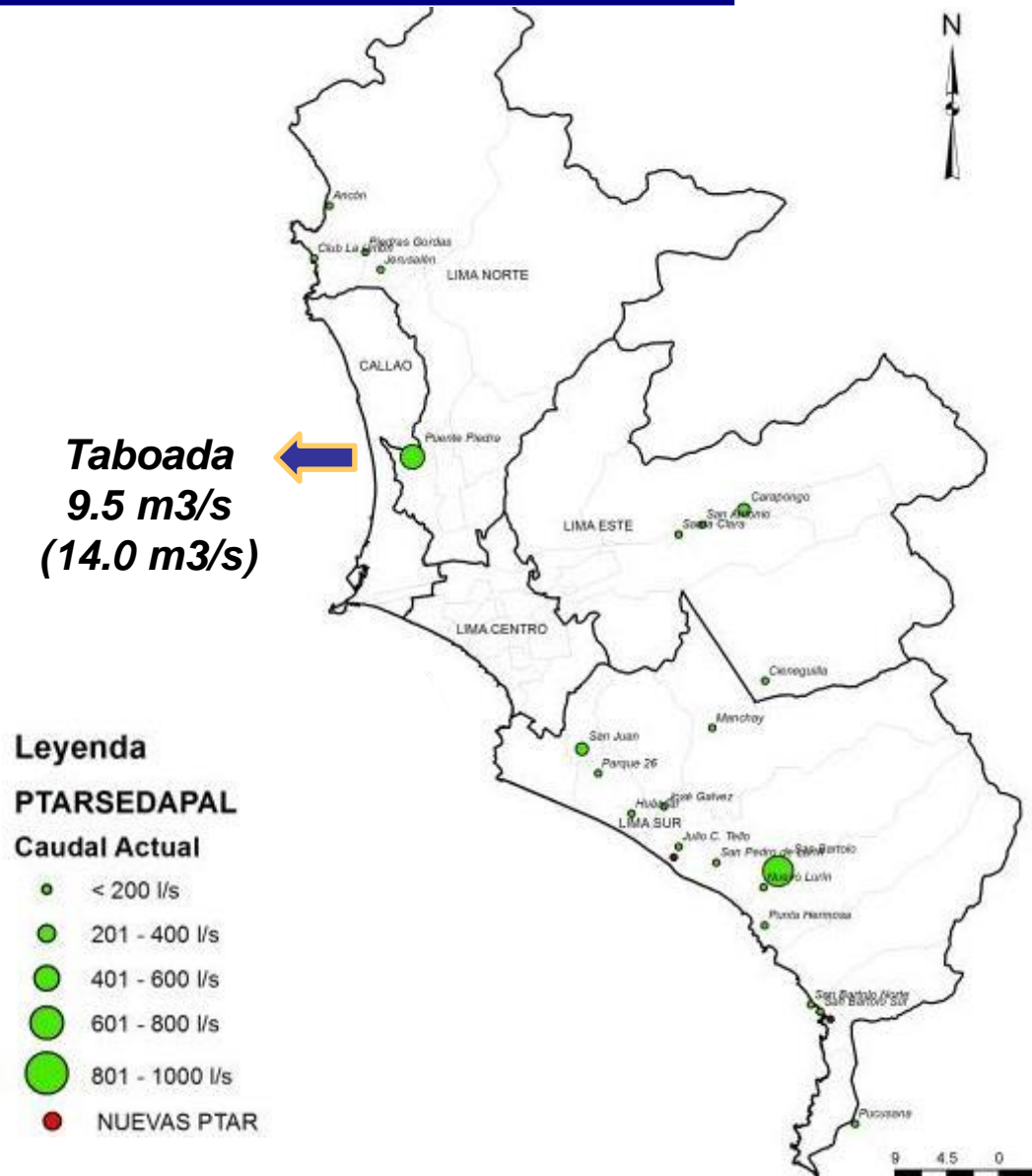
El PEAIE-2035 inicio su implementación en el año 2014 con la remodelación de 6 Parques Zonales que incluyen Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTARS) para captar los desagües de SEDAPAL, tratarlos y reusar el agua en el riego de las áreas verdes, actualmente se encuentran en fase de culminación de obras y puesta en marcha: ***El Migrante, Cahuide, Sinchi Roca, Santa Rosa, Flor de Amancaes, Yoque Yupanqui.***

---

### **3. CAPACIDAD DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTARS) EN LIMA Y CALLAO - 2014**

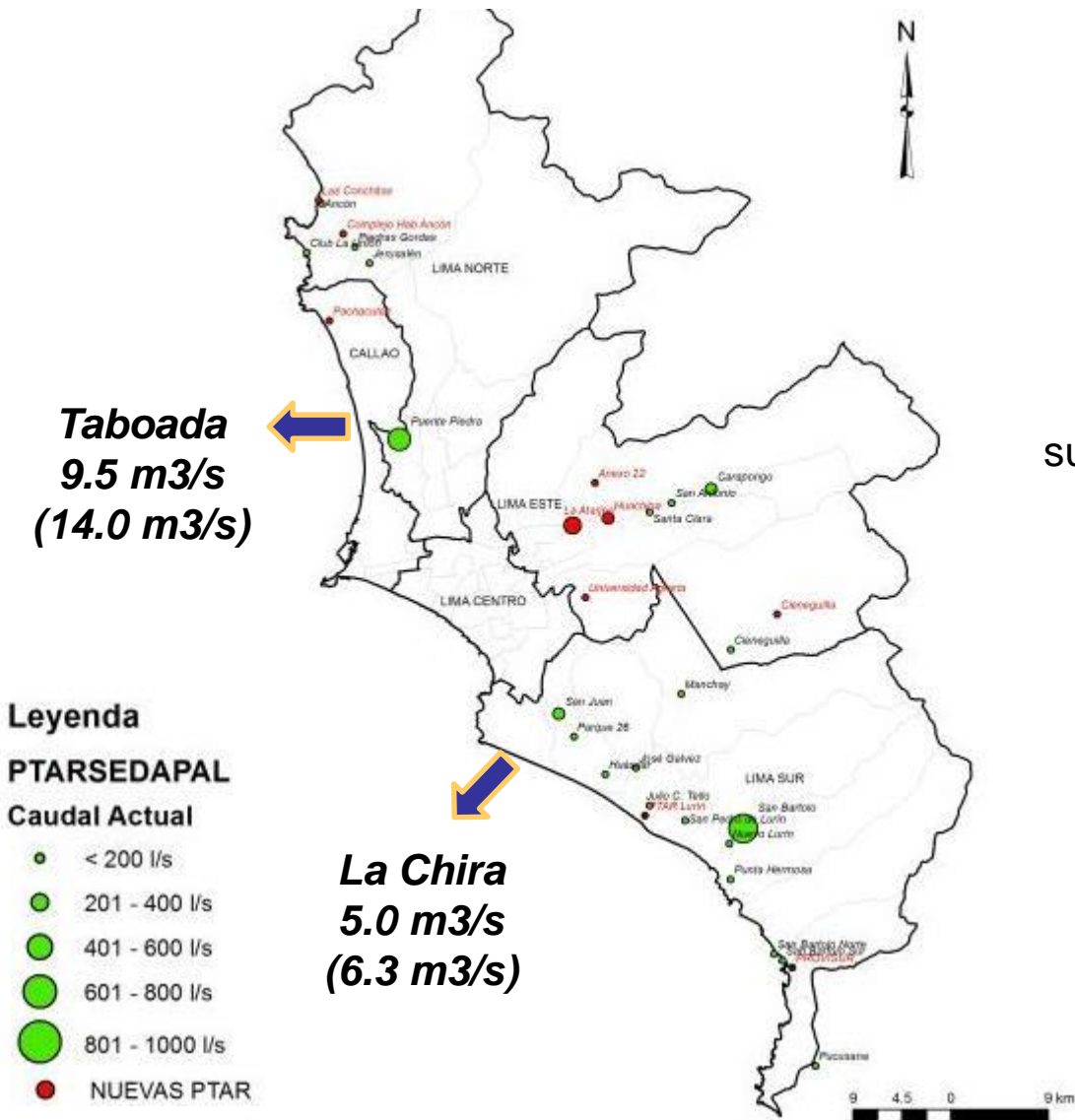
# PTARS de SEDAPAL

## 2014



# PTARS de SEDAPAL actuales y proyectadas 2020

## Caudales actuales e iniciales



Nueva PTAR ATARJEA  
900 Lts/seg  
Para reemplazar aguas  
superficiales del Canal Surco por  
Aguas Residuales Tratadas

“Intercambio de Derechos de  
Agua”

---

## **4. REUSO ACTUAL Y DEMANDA POTENCIAL ESTIMADA PARA EL REUSO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN RIEGO DE ÁREAS VERDES**

# Demanda de agua para riego de ÁREAS VERDES 2014

N°	DISTRITO	ÁREA VERDE UTIL HABILITADA (ha)	DEMANDA MAX. AGUA (l/s)		
			ESC. 1	ESC. 2A	ESC. 2B
<b>LIMA NORTE</b>		<b>661.93</b>	<b>566.20</b>	<b>428.60</b>	<b>405.70</b>
1	Ancón	36.42	30.70	22.30	22.30
2	Santa Rosa	6.67	5.70	4.10	4.10
3	Puente Piedra	37.96	32.50	23.30	23.30
4	Carabayllo	91.31	80.10	63.80	55.90
5	Independencia	23.29	19.90	14.30	14.30
6	Cómas	175.36	153.90	122.50	107.50
7	Los Olivos	159.95	134.70	98.00	98.00
8	San Martín de Porres	130.97	108.70	80.30	80.30
<b>LIMA CENTRO</b>		<b>935.06</b>	<b>816.10</b>	<b>687.20</b>	<b>573.00</b>
9	Rímac	29.59	25.30	18.10	18.10
10	Cercado de Lima	91.80	77.40	68.10	56.30
11	La Victoria	47.80	43.40	35.40	29.30
12	San Luis	26.44	24.20	20.10	16.20
13	Breña	3.76	3.30	2.30	2.30
14	Jesus María	53.02	46.50	37.00	32.50
15	Lince	12.56	11.10	8.80	7.70
16	Pueblo Libre	24.09	20.70	15.80	14.80
17	Magdalena del Mar	23.82	20.50	15.60	14.60
18	San Miguel	136.56	115.10	83.70	83.70
19	San Borja	110.85	104.10	98.40	68.00
20	Santiago de Surco	141.92	130.10	117.40	86.90
21	Surquillo	24.04	22.00	18.30	14.70
22	San Isidro	86.84	76.90	68.10	53.20
23	Miraflores	96.95	74.40	64.80	59.40
24	Barranco	25.02	21.10	15.30	15.30

N°	DISTRITO	ÁREA VERDE UTIL HABILITADA (ha)	DEMANDA MAX. AGUA (l/s)		
			ESC. 1	ESC. 2A	ESC. 2B
<b>LIMA ESTE</b>		<b>646.61</b>	<b>575.80</b>	<b>476.20</b>	<b>396.30</b>
25	San Juan de Lurigancho	172.38	145.30	105.60	105.60
26	Lurigancho - Chosica	21.35	18.70	14.00	13.10
27	Chaclacayo	17.36	15.30	12.20	10.70
28	Ate - Vitarte	152.52	142.30	122.90	93.40
29	Santa Anita	61.33	49.20	42.80	37.60
30	El Agustino	64.92	59.50	49.50	39.80
31	Cieneguilla	12.50	11.40	9.80	7.70
32	La Molina	144.25	134.10	119.40	88.40
<b>LIMA SUR</b>		<b>470.93</b>	<b>403.00</b>	<b>293.10</b>	<b>288.60</b>
33	Villa María del Triunfo	43.64	37.30	26.70	26.70
34	Villa El Salvador	212.02	181.30	129.90	129.90
35	San Juan de Miraflores	83.96	70.80	51.50	51.50
36	Chorrillos	52.79	46.30	36.90	32.40
37	Pachacamac	6.98	6.00	4.30	4.30
38	Lurín	31.92	27.30	19.50	19.50
39	Punta Hermosa	17.51	15.00	10.70	10.70
40	San Bartolo	4.97	4.30	3.10	3.10
41	Punta Negra	12.16	10.40	7.50	7.50
42	Santa María del Mar	2.96	2.60	1.80	1.80
43	Pucusana	2.02	1.70	1.20	1.20
<b>TOTAL</b>		<b>2 714.53</b>	<b>2 361.10</b>	<b>1 885.10</b>	<b>1 663.60</b>

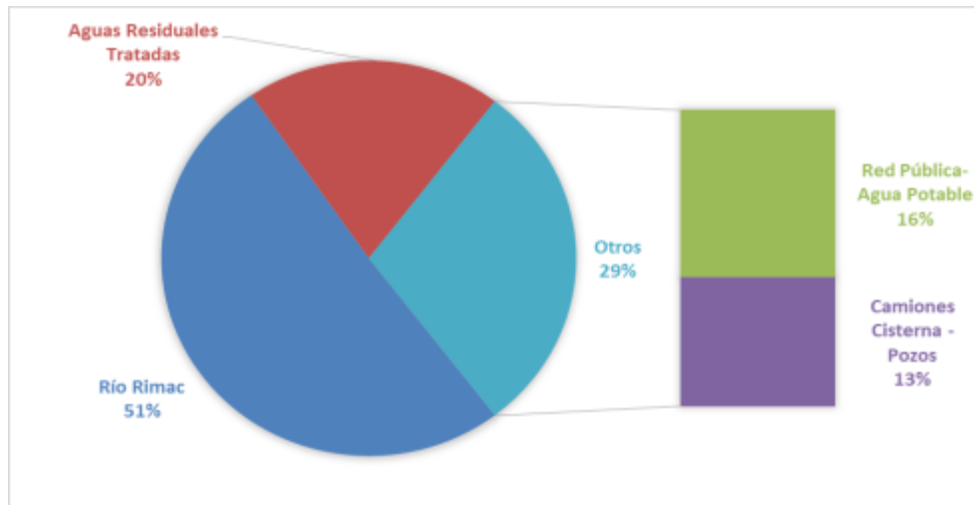
Fuente: PEAIE - 2035, 2014.

- Escenario 1: Mismos sistemas de riego (inundación 15%, mangueras-aspersión 37%, camión cisterna-aspersión 39%, y riego tecnificado por micro aspersión y goteo 9%).
- Escenario 2A: Sistemas de riego mejorados, reemplazando el sistema de riego por mangueras y camión cisterna.
- Escenario 2B: Solo sistemas de riego tecnificados.



# Infraestructura de riego y reuso de aguas residuales para riego de ÁREAS VERDES - 2014

Infraestructura	Fuente	Caudal (l/s)	Área (ha)	Ubicación
Canales Chaclacayo	Río Rímac	100.00	100.00	Chaclacayo
Canales Huatica	Río Rímac	50.00	45.00	Cercado, La Victoria El Agustino, San Luis
Canal Surco	Río Rímac	1 050.00	1 077.00	La Molina, Santa Anita, Ate Jesús María, Pueblo Libre, Magdalena Lince, San Isidro, Miraflores Surquillo, Surco
<b>Subtotal Aguas Superficiales</b>		<b>1 200.00</b>	<b>1 222.00</b>	



El 51% de la demanda actual de agua para riego de áreas verdes públicas (2 714 ha) es cubierta por agua superficial captada del río Rimac y distribuida por los canales de riego Chaclacayo, Huatica y Surco; el 20% es cubierto con aguas residuales domésticas tratadas y el 29% restante es cubierto por agua potable o agua de camiones cisterna.

Infraestructura	Fuente	Caudal (l/s)	Área (ha)	Ubicación
PTAR Penal Piedras Gordas		2.00	1.00	Ancón
PTAR Santa Rosa (Club La Unión)		4.00	2.00	Ancón
PTAR El Mirador		3.50	3.50	Ventanilla
PTAR Ajinomoto		16.00	8.00	Ventanilla
PTAR Intercambio Vial Habich		2.00	1.70	San Martín de P.
PTAR Aguas del Callao		14.00	18.00	Callao
PTAR Av. Universitaria		3.00	5.00	Carabayllo
PTAR PZ Manco Capac		3.00	3.00	Carabayllo
PTAR PZ Sinchi Roca		25.00	25.00	Comas
PTAR Collique		5.00	8.00	Comas
PTAR PZ Yoque Llupanqui		4.00	4.00	Los Olivos
PTAR Izaguirre		9.00	12.00	Los Olivos
PTAR Nueva Sede - Atarjea		1.00	2.00	El Agustino
PTAR Carapongo		5.00	10.00	Ate-Vitarte
PTAR Backus		3.00	5.00	Ate-Vitarte
PTAR Papelera		6.00	8.00	Ate-Vitarte
PTAR Miyasato		3.00	4.00	Ate-Vitarte
PTAR Gloria		5.00	8.00	Lurigancho-Chosica
PTAR Ambev		5.00	8.00	Lurigancho-Chosica
PTAR UNITRAR		8.00	12.00	Rimac
PTAR Vía Expresa Grau	AR Tratada	2.00	5.00	La Victoria
PTAR Club Golf de Lima		15.00	25.00	San Isidro
PTAR Miraflores		1.00	3.00	Miraflores
PTAR Jardines de la Paz		5.00	10.00	La Molina
PTAR Club Golf La Planicie		15.00	23.00	La Molina
PTAR Paseo del Bosque		2.00	4.00	San Borja
PTAR Inmaculada		5.00	8.00	Santiago de Surco
PTAR Club Golf Los Incas		15.00	25.00	Santiago de Surco
PTAR San Juan de Miraflores		50.00	30.00	San Juan de M.
PTAR Huascar/Parque 26		50.00	50.00	Villa El Salvador
PTAR Alameda Solidaridad		6.00	8.00	Villa El Salvador
PTAR Alameda de la Juventud		5.00	7.00	Villa El Salvador
PTAR Oasis de Villa (Inoperativa)		-	0.50	Villa El Salvador
PTAR Otocongo		8.00	12.00	Villa María del T.
PTAR INS		6.00	8.00	Chorrillos
PTAR San Bartolo		150.00	210.00	Lurín
PTAR Punta Hermosa		3.00	5.00	Punta Hermosa
PTAR San Bartolo Sur		5.00	5.00	San Bartolo
PTAR San Bartolo Norte		1.00	2.00	San Bartolo
PTAR Pucusana		1.00	2.00	Pucusana
<b>Subtotal Aguas Residuales Tratadas</b>		<b>471.50</b>	<b>590.70</b>	
Red de Agua Potable	SEDAPAL	389.60	551.83	Varios
Camiones Cisterna	Subterránea	300.00	350.00	Varios
<b>Subtotal Otras Fuentes</b>		<b>689.60</b>	<b>901.83</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>2 361.10</b>	<b>2 714.53</b>	

# Proyectos para reuso de aguas residuales municipales en RIEGO ÁREAS VERDES

Entre los proyectos más importantes de SEDAPAL para el intercambio de derechos de uso de agua del río Rímac con los usuarios de riego, se encuentra la construcción de la nueva PTAR Atarjea con capacidad para 0.9 m<sup>3</sup>/s, la cual estaría estratégicamente ubicada cerca de la bocatoma del canal Surco, a fin de que su efluente tratado sea descargado al canal y reemplace el uso de agua superficial del río Rímac. De esta forma, se liberaría 1 m<sup>3</sup>/s para ser aprovechado por las plantas Huachipa y/o La Atarjea con fines de abastecimiento poblacional.



# Demanda potencial de agua para riego de nuevas ÁREAS VERDES – PLAM 2035

N°	DISTRITO	ÁREAS VERDES PROYECTADAS - 2035 (ha)			DEMANDA POTENCIAL DE AGUA (l/s)
		ÁREA VERDE ÚTIL 2014	ÁREA VERDE NUEVA	TOTAL	
1	Ancón	36.42	1 280.02	1 316.44	803.03
2	Ate	152.52	65.36	217.88	132.91
3	Barranco	25.02		25.02	15.27
4	Breña	3.76		3.76	2.29
5	Carabayllo	91.31	109.16	200.47	122.29
6	Cercado de Lima	91.80	1.98	93.78	57.21
7	Chaclacayo	17.36	34.98	52.34	31.93
8	Chorrillos	52.79		52.79	32.20
9	Cieneguilla	12.50	36.87	49.37	30.12
10	Cómas	175.36	3.50	178.86	109.10
11	El Agustino	64.92		64.92	39.60
12	Independencia	23.29		23.29	14.21
13	Jesus Maria	53.02		53.02	32.34
14	La Molina	144.25		144.25	88.00
15	La Victoria	47.80	3.40	51.20	31.23
16	Lince	12.56		12.56	7.66
17	Los Olivos	159.95		159.95	97.57
18	Lurigancho, Chosica	21.35	163.08	184.43	112.50
19	Lurín	31.92	190.33	222.25	135.57
20	Magdalena del Mar	23.82		23.82	14.53

N°	DISTRITO	ÁREAS VERDES PROYECTADAS - 2035 (ha)			DEMANDA POTENCIAL DE AGUA (l/s)
		ÁREA VERDE ÚTIL 2014	ÁREA VERDE NUEVA	TOTAL	
21	Miraflores	96.95		96.95	59.14
22	Pachacamac	6.98	19.15	26.13	15.94
23	Pucusana	2.02		2.02	1.23
24	Pueblo Libre	24.09		24.09	14.69
25	Puente Piedra	37.96	45.08	83.04	50.65
26	Punta Hermosa	17.51		17.51	10.68
27	Punta Negra	12.16		12.16	7.42
28	Rímac	29.59	25.00	54.59	33.30
29	San Bartolo	4.97		4.97	3.03
30	San Borja	110.85		110.85	67.62
31	San Isidro	86.84		86.84	52.97
32	San Juan de Lurigancho	172.38		172.38	105.15
33	San Juan de Miraflores	83.96		83.96	51.22
34	San Luis	26.44		26.44	16.13
35	San Martín de Porres	130.97	16.04	147.01	89.68
36	San Miguel	136.56		136.56	83.30
37	Santa Anita	61.33		61.33	37.41
38	Santa María del Mar	2.96	82.08	85.04	51.87
39	Santa Rosa	6.67	12.30	18.97	11.57
40	Santiago de Surco	141.92		141.92	86.57
41	Surquillo	24.04		24.04	14.66
42	Villa El Salvador	212.02	20.00	232.02	141.53
43	Villa María del Triunfo	43.64	12.00	55.64	33.94
<b>TOTAL</b>		<b>2 714.53</b>	<b>2 120.33</b>	<b>4 834.86</b>	<b>2 949.26</b>

Fuente: PEAIE - 2035, 2014.

La demanda potencial de agua para el año 2035 considerando el incremento de las áreas verdes públicas conforme el PEAIE, se estima en 2 949.26 l/s bajo las siguientes premisas:

- i) Sólo áreas verdes públicas proyectadas al 2035 que podrían ser regadas por aguas residuales tratadas, sin considerar parques humedal, parques lomas, parques agrícolas ni parques ribereños proyectados como áreas verdes en el PEAIE - 2035;
- ii) Sistemas de riego tecnificado en todos los casos;
- iii) Demanda de verano.

---

## **5. POTENCIAL DE PTARS EXISTENTES EN LIMA Y CALLAO PARA EL REÚSO DE AGUAS RESIDUALES**

# Potencial de ptars existentes en Lima y Callao para el reúso de aguas residuales - 2014

Nivel de tratamiento

Eficiencia operativa

Calidad del Efluente

	Caudal Diseño (L/s)	Caudal Actual (L/s)
TOTAL AGUAS RESIDUALES TRATAMIENTO PRELIMINAR AVANZADO	14 000.00	9 580.30
TOTAL AGUAS RESIDUALES TRATAMIENTO PRIMARIO	31.00	84.87
TOTAL AGUAS RESIDUALES TRATAMIENTO SECUNDARIO	4 433.93	3 092.74
TOTAL AGUAS RESIDUALES TRATAMIENTO TERCIARIO	613.55	308.94
TOTAL AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LIMA Y CALLAO	19 078.48	13 066.85

45  
PTARS → Reuso  
42%/ART  
7%/ARR

\* PTAR a ser desactivadas por SEDAPAL.

Fuente: SEDAPAL y PEAIE - 2014, y elaboración propia.

PTAR Santa Clara (437 Lts/seg).- Lodos Activados Aireación Extendida, Filtros de Arena y desinfección.

PTAR Manchay (60 Lts/seg).- Lodos Activados SBR-ICEAS, Filtros de Arena y desinfección.

PTAR Callao (23 Lts/seg).- Lodos Activados MBBR, Filtros de Arena y desinfección.

---

## **6. BALANCE GLOBAL Y ZONIFICADO DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS EN LIMA**

# Balance GLOBAL de aguas residuales tratadas en Lima

## - 2014

<b>Demanda potencial de aguas residuales</b>	<b>l/s</b>	<b>Hm3/año</b>
Uso Industrial	2 435.31	76.80
Uso agrícola	12 778.55	402.98
Uso riego áreas verdes	2 361.10	74.46
Uso energético	1 581.00	49.86
<b>Total</b>	<b>19 155.96</b>	<b>604.10</b>

<b>Oferta de agua residual</b>	<b>l/s</b>	<b>Hm3/año</b>
Residuales sin tratar	7 200.14	227.06
Residuales tratamiento primario	9 665.18	304.80
Residuales tratamiento secundario	3 092.74	97.53
Residuales tratamiento terciario	308.94	9.74
<b>Total</b>	<b>20 267.00</b>	<b>639.13</b>

<b>Superávit</b>	<b>1 111.04</b>	<b>35.03</b>
------------------	-----------------	--------------

Fuente:Elaboración propia

En términos globales, se estima que en la actualidad existe suficiente oferta de aguas residuales que con la inversión necesaria para lograr el acceso y la calidad adecuados, pueden ser reusadas con fines industriales, agrícolas, áreas verdes y energéticos.

Retribución Económica por Vertimiento ANA 2015 de PTAR Taboada y La Chira  
**3.4 millones de soles al año**

# Prioridad de reuso de aguas residuales

---

Todo reuso de aguas residuales genera beneficios para la población del Lima Metropolitana debido a:

- i) Genera un menor impacto en la tarifa de agua (menor pago REV a la ANA),
- ii) Libera recursos hídricos para fines poblacionales

Pero, solo el reuso de aguas residuales con fines de riego de áreas verdes permite un doble beneficio:

- Mejora la calidad de vida de los habitantes (entorno verde)
- Evita sobrecostos por el uso de agua potable en el riego de áreas verdes (arbitrios).

**En tal sentido, se concluye el mayor beneficio en el reuso de aguas residuales es el riego de áreas verdes públicas, por lo que este debe ser priorizado.**

Se espera que a mediano plazo la mayor parte de las áreas verdes de Lima sean regadas con esta fuente, reemplazando el agua de río y sobre todo el agua potable.



# Balance ZONIFICADO de aguas residuales tratadas en Lima

A pesar de existir una sobre oferta, por cuestiones de topografía, accesibilidad y distancia de las PTAR a las zonas de riego, no siempre existirá disponibilidad del recurso en el lugar deseado porque su traslado a un lugar muy alejado o poco accesible podría resultar demasiado costoso.

## Grupos distritales formados para la distribución de aguas residuales tratadas de Lima

PARAMETRO	ESCENARIOS		
	1	2A	2B
Área de riego (ha)	2 714.53	2 714.53	2 714.53
Oferta (l/s)	2 980.87	2 980.87	2 980.87
<b>Demanda (l/s)</b>	<b>2 361.10</b>	<b>1 885.10</b>	<b>1 663.60</b>
<b>Demanda (%)</b>	<b>100.00</b>	<b>79.84</b>	<b>70.46</b>
Balance (l/s)	619.77	1 095.77	1 317.27
Balance (%)	79.21	63.24	55.81

Fuente: SEDAPAL/SERPAR, 2014

## Balance hídrico global de aguas residuales para riego de áreas existentes en Lima

LIMA NORTE	LIMA CENTRO	LIMA ESTE	LIMA SUR
Ancón	Rimac	San Juan de Lurigancho	<b>Villa María del Triunfo</b>
Santa Rosa	<b>Cercado de Lima</b>	<b>Lurigancho - Chosica</b>	San Juan de Miraflores
<b>Puente Piedra</b>	<b>La Victoria</b>	Chaclacayo	Villa El Salvador
<b>Carabaylo</b>	<b>San Luis</b>	Ate - Vitarte	Chorrillos
Independencia	Breña	Santa Anita	<b>Lurín</b>
Cómas	Jesús María	El Agustino	<b>Pachacamac</b>
Los Olivos	Lince	Cieneguilla	San Bartolo
<b>San Martín de Porres</b>	<b>Pueblo Libre</b>	La Molina	Punta Hermosa
	<b>Magdalena</b>		Punta Negra
	<b>San Miguel</b>		Santa María
	San Borja		<b>Pucusana</b>
	Surco		
	Surquillo		
	San Isidro		
	Miraflores		
	Barranco		

Fuente: SERPAR, 2014

# Balance ZONIFICADO de aguas residuales tratadas en Lima

## Balance oferta-demanda de agua zonificada con Nuevos Proyectos de SEDAPAL

- **Escenario 1:** AV existentes habilitadas al 100% y con sistemas de riego actuales.
- **Escenario 2:** AV públicas proyectadas al 2035, con riego tecnificados.
- **Escenario 3:** AV públicas proyectadas al 2035, con parques agrícolas y parques ribereños, riego tecnificados.

**Nuevos proyectos PTAR 3 141 I/s**  
 PTAR Las Conchitas 300 I/s  
 PTAR Huachipa de 900 I/s  
 PTAR La Atarjea 900 I/s,  
 PTAR Lurín con 360 I/s  
 PTAR PROVISUR con 204 I/s.  
 +  
 6 nuevas PTAR en los parques zonales de Lima

N°	GRUPOS DISTRITALES	Superávit/déficit de agua			Proyectos SEDAPAL		Superávit/déficit de agua		
		Esc 1	Esc 2	Esc 3	Desactiv.	Nuevas*	Esc 1	Esc 2	Esc 3
	<b>LIMA NORTE</b>	<b>205.09</b>	<b>-526.81</b>	<b>-3057.659</b>	-	<b>130.00</b>	<b>335.09</b>	<b>-396.81</b>	<b>-2 927.66</b>
1	Ancón, Santa Rosa	61.86	-716.34	-716.34		130.00	191.86	-586.34	-586.34
2	Puente Piedra, Carabayllo	-112.60	-172.94	-2 653.70			-112.60	-172.94	-2 653.70
3	Independencia, Comas, Los Olivos	-260.50	-172.88	-189.35			-260.50	-172.88	-189.35
4	San Martín de Porres	516.33	535.35	501.73			516.33	535.35	501.73
	<b>LIMA CENTRO</b>	<b>-761.10</b>	<b>-533.91</b>	<b>-545.5023</b>	-	<b>450.00</b>	<b>-311.10</b>	<b>-83.91</b>	<b>-95.50</b>
5	Rímac	-25.30	-33.29	-36.95			-25.30	-33.29	-36.95
6	Cercado de Lima, La Victoria, San Luis	-90.00	-49.57	-57.50			-90.00	-49.57	-57.50
7	Breña, Jesus María, Lince	-60.90	-42.30	-42.30			-60.90	-42.30	-42.30
8	Pueblo Libre, Magdalena, San Miguel	-156.30	-112.53	-112.53			-156.30	-112.53	-112.53
9	San Borja, Surco	-234.20	-154.19	-154.19		450.00	21.40	153.77	153.77
		-194.40	-142.04	-142.04					
	<b>LIMA ESTE</b>	<b>129.90</b>	<b>128.088</b>	<b>-693.265</b>	-	<b>555.00</b>	<b>684.90</b>	<b>683.09</b>	<b>-138.27</b>
10	San Juan de Lurigancho	-141.30	-101.15	-104.20		45.00	-96.30	-56.15	-59.20
11	Lurigancho-Chosica	74.43	-19.37	-216.22		400.00	474.43	380.63	183.78
12	Chaclacayo, Ate-Vitarte, Santa Anita, El Agustino	260.94	285.40	201.83			260.94	285.40	201.83
13	Cieneguilla	69.93	51.21	-486.68		30.00	99.93	81.21	-456.68
14	La Molina	-134.10	-88.00	-88.00		80.00	-54.10	-8.00	-8.00
	<b>LIMA SUR</b>	<b>1 186.87</b>	<b>1105.23</b>	<b>-671.012</b>	<b>-130.00</b>	<b>230.00</b>	<b>1 286.87</b>	<b>1 205.23</b>	<b>-571.01</b>
15	Villa María del Triunfo	70.07	73.43	73.43			70.07	73.43	73.43
16	VES, SJM, Chorrillos	185.10	258.55	258.55			185.10	258.55	258.55
17	Pachacamac, Lurín	940.36	822.15	-954.09	-45.00	100.00	995.36	877.15	-899.09
18	Punta Hermosa	-0.13	4.19	4.19					
	San Bartolo	4.86	6.13	6.13	-37.00	110.00	40.73	0.03	0.03
	Punta Negra	-10.40	-7.42	-7.42					
	Santa María del Mar	-2.60	-51.87	-51.87	-24.00				
19	Pucusana	-0.39	0.08	0.08	-24.00	20.00	-4.39	-3.92	-3.92
	<b>TOTAL</b>	<b>760.77</b>	<b>172.60</b>	<b>-4 967.44</b>	<b>-130.00</b>	<b>1 365.00</b>	<b>1 995.77</b>	<b>1 407.60</b>	<b>-3 732.44</b>

\* Solo considerando caudal de operación inicial estimado.

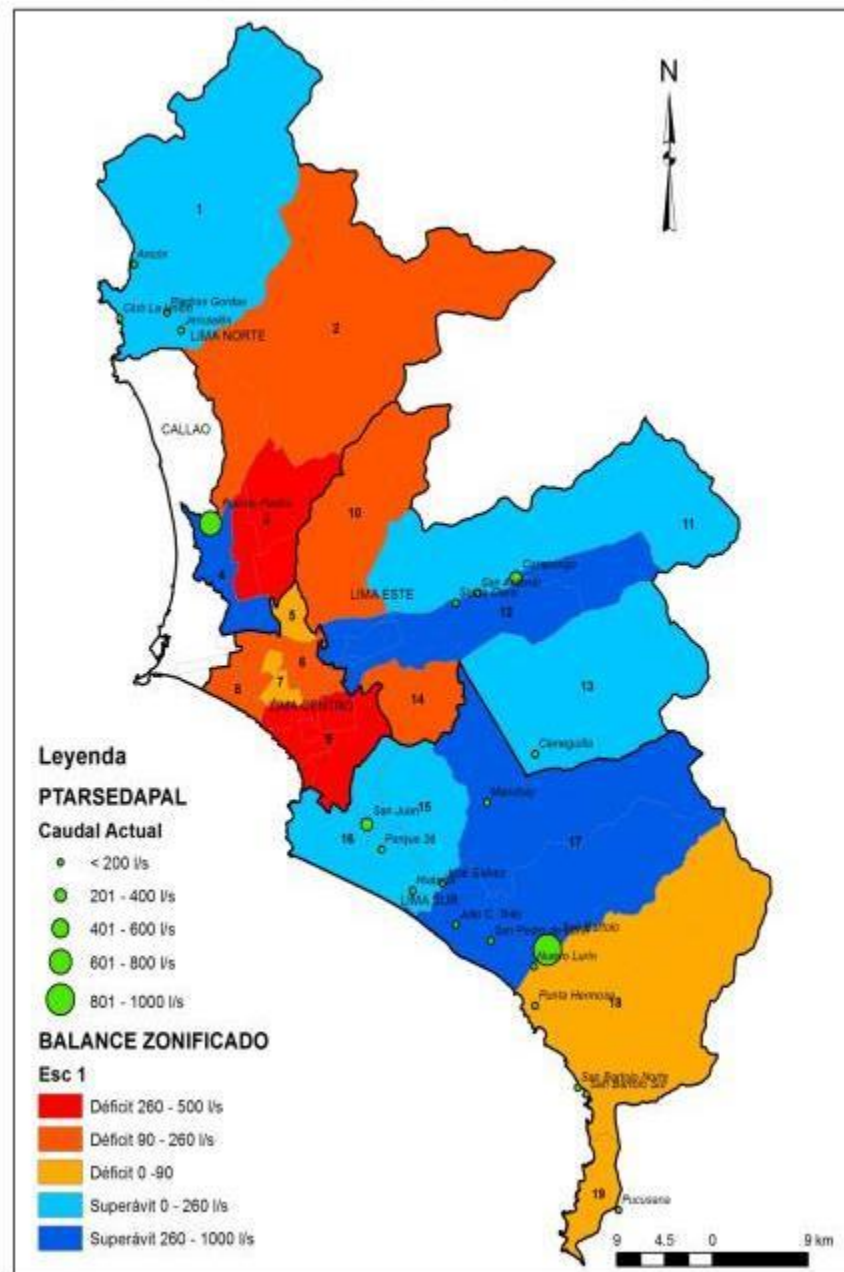
Elaboración Propia

# Balance ZONIFICADO de aguas residuales tratadas en Lima

## Mapa de Balance Zonificado

- Demanda Actual
- Oferta Actual

LIMA NORTE		LIMA CENTRO		LIMA ESTE		LIMA SUR	
1	Ancón	5	Rimac	10	San Juan de Lurigancho	15	Villa María del Triunfo
	Santa Rosa		Cercado de Lima	11	Lurigancho - Chosica		San Juan de Miraflores
2	Puente Piedra	6	La Victoria		Chaclacayo	16	Villa El Salvador
	Carabayllo		San Luis		Ate - Vitarte		Chorrillos
3	Independencia		Breña	12	Santa Anita	17	Lurín
	Cómas	7	Jesús María		El Agustino		Pachacamac
	Los Olivos		Lince	13	Cieneguilla		San Bartolo
4	San Martín de Porres		Pueblo Libre	14	La Molina		Punta Hermosa
		8	Magdalena			18	Punta Negra
			San Miguel				Santa María
		9	San Borja			19	Pucusana
			Surco				
			Surquillo				
			San Isidro				
			Miraflores				
			Barranco				



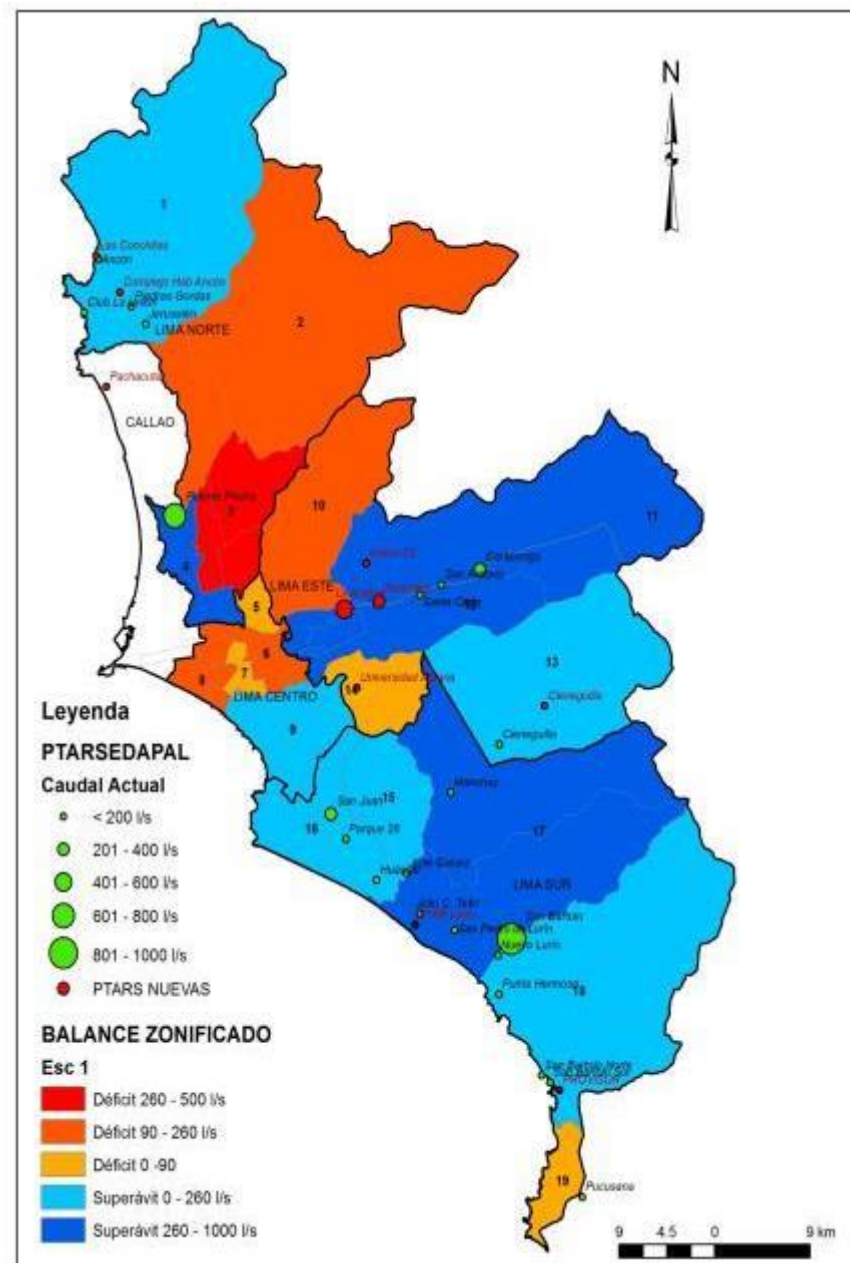
# Balance ZONIFICADO de aguas residuales tratadas en Lima

## Mapa de Balance Zonificado de aguas

- Demanda Actual

- Oferta Proyectada (SEDAPAL + SERPAR)

LIMA NORTE		LIMA CENTRO		LIMA ESTE		LIMA SUR	
1	Ancón	5	Rimac	10	San Juan de Lurigancho	15	Villa María del Triunfo
	Santa Rosa		Cercado de Lima	11	Lurigancho - Chosica		San Juan de Miraflores
2	Puente Piedra	6	La Victoria		Chaclacayo	16	Villa El Salvador
	Carabayllo		San Luis		Ate - Vitarte		Chorrillos
3	Independencia		Breña	12	Santa Anita	17	Lurín
	Cómas	7	Jesús María		El Agustino		Pachacamac
	Los Olivos		Lince	13	Cieneguilla		San Bartolo
4	San Martín de Porres		Pueblo Libre	14	La Molina		Punta Hermosa
		8	Magdalena			18	Punta Negra
			San Miguel				Santa María
			San Borja			19	Pucusana
			Surco				
		9	Surquillo				
			San Isidro				
			Miraflores				
			Barranco				

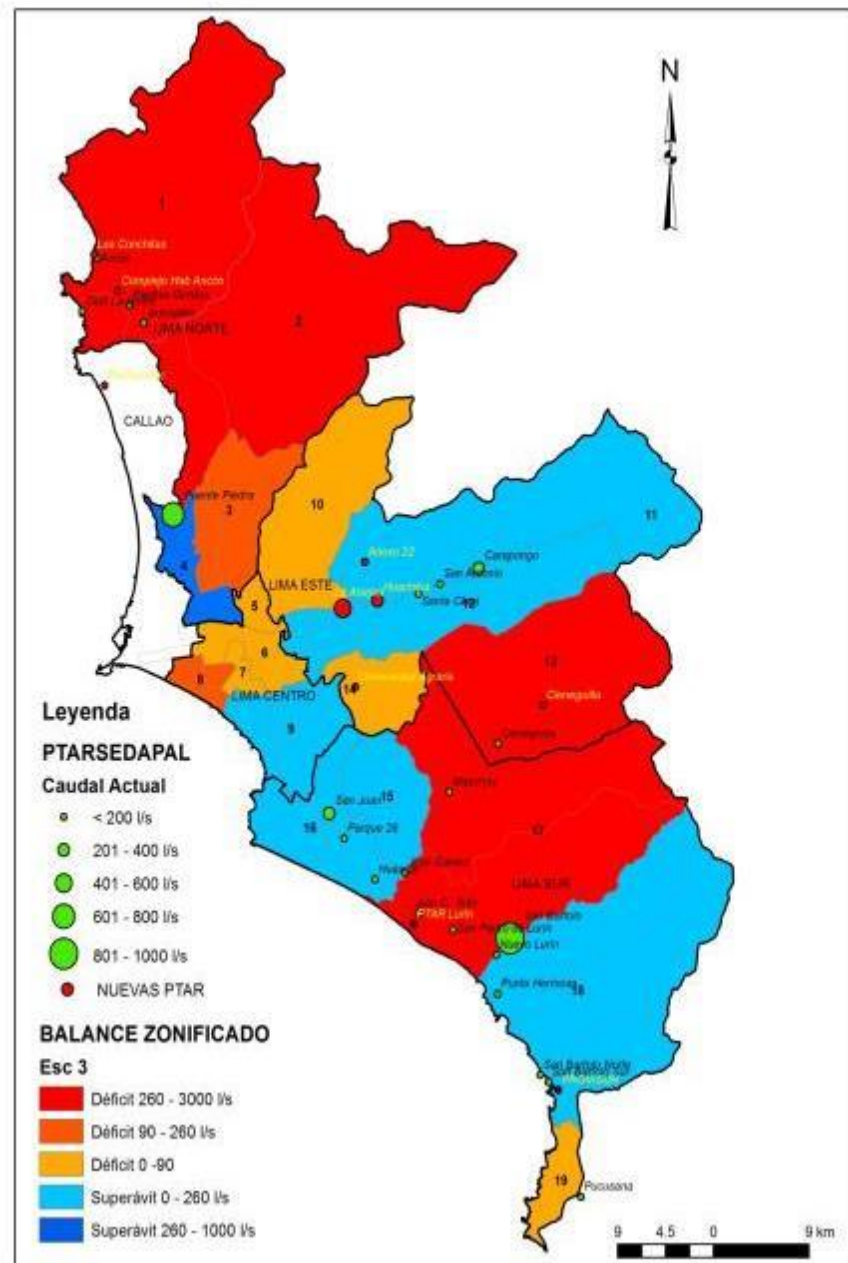


# Balance ZONIFICADO de aguas residuales tratadas en Lima

## Mapa de Balance Zonificado

- Demanda Futura
- Oferta Futura (SEDAPAL + SERPAR)

LIMA NORTE		LIMA CENTRO		LIMA ESTE		LIMA SUR			
5	Ancón	5	Rimac	10	San Juan de Lurigancho	15	Villa María del Triunfo		
6	Santa Rosa	11	Cercado de Lima	11	Lurigancho - Chosica	16	San Juan de Miraflores		
7	Puente Piedra	6	La Victoria		Chaclacayo	16	Villa El Salvador		
8	Carabayllo	7	San Luis	12	Ate - Vitarte	17	Chorrillos		
3	Independencia	7	Breña		Santa Anita	17	Lurín		
3	Cómas	7	Jesús María		El Agustino	17	Pachacamac		
4	Los Olivos	3	Lince		3	Cieneguilla	18	San Bartolo	
4	San Martín de Porres	14	Pueblo Libre		14	La Molina	18	Punta Hermosa	
		8	Magdalena				18	Punta Negra	
		9	San Miguel				19	Santa María	
			San Borja					19	Pucusana
			Surco						
			Surquillo						
			San Isidro						
			Miraflores						
			Barranco						



---

## **7. GESTIÓN DE PROYECTOS DE REUSO DE ART EN RIEGO A NIVEL MUNICIPAL**

# Oportunidades Municipales

---

Es competencia de SEDAPAL el tratamiento y disposición final de las aguas residuales recolectadas por los sistemas de alcantarillado, sin embargo:

## **No es de interés de SEDAPAL:**

1. Construir PTARS pequeñas y descentralizadas (criterio de economía de escala)
2. Tratar las aguas residuales a nivel de reuso si existen otras alternativas de disposición final más económicas (vertimiento al mar).
3. No está garantizada la demanda consolidada de reuso municipal (Mancomunidades o Juntas de Regantes).
4. No logra implementar la comercialización de las aguas residuales tratadas (Nueva Normativa).

## **Es de interés Municipal:**

1. Reducir sus costos para el riego de áreas verdes (uso de agua potable).
2. Incrementar sus áreas verdes (disponibilidad del recurso hídrico).

Sin embargo, ¿Están preparados los municipios de Lima para hacer frente a las complejidades asociadas a la Construcción, O&M de PTARs? ¿Qué área se encargará de ello: Servicios a la Ciudad, Parques y Jardines, Obras Públicas?

# Algunas Experiencias Municipales vía Obra Pública

Gobierno Local	Obras Públicas (Algunos ejemplos)
MD de La Molina	<u>PTAR El Estadio (2010)</u> Lodos Activados Aireación Extendida 40 m <sup>3</sup> /día (0.8 Ha de riego) (En Operación)
MD de San Isidro	<u>PTAR Malecón Godofredo García (2010)</u> Lodos Activados HBC en Tanque PRFV (FRP). 20 m <sup>3</sup> /día (0.4 Ha de riego) (En Operación)
SERPAR	<u>PTAR Pq Zonal El Migrante (2014)</u> Lodos Activados Aireación Extendida+Filtración+Cl2 86.4 m <sup>3</sup> /día (1.6 Ha) (En Puesta en Marcha)  <u>PTAR Pq Zonal Cahuide (2014)</u> Lodos Activados MBR 320 m <sup>3</sup> /día (6.4 Ha de riego) (En Construcción)



# Experiencias Municipales vía Asociación Público-Privada (APP)

Gobierno Local	Concesión vía Asociación Público Privada
MP del Callao	<u>PTAR Aguas del Callao (2010 x 30 años)</u> Lodos Activados MBBR + UF I Etapa (2010) = 1200 m <sup>3</sup> /día (24 Ha de riego) II Etapa (2014) = 2000 m <sup>3</sup> /día (40 Ha de riego) (En Operación)
MD de Miraflores	<u>PTAR Parque María Reiche (2011 x 25 años)</u> Lodos Activados MBBR + UF 750 m <sup>3</sup> /día (15 Ha de riego) (En Puesta en Marcha)
MD de San Miguel	<u>PTAR Parque Precursores (2011 x 30 años)</u> Lodos Activados MBBR + UF 250 m <sup>3</sup> /día (5 Ha de riego) (En Construcción)
	<u>PTAR Parque Juan Pablo II (2013 x Addenda)</u> Lodos Activados MBBR + UF 800 m <sup>3</sup> /día (16 Ha de riego) (En Construcción)

# PTARs Municipales vía Asociación Público-Privada (APP)

---

Gobierno Local	Concesión vía Asociación Público Privada
MD de Jesús María	Iniciativa Privada Adjudicada en Noviembre de 2013. Sin subscripción del contrato.
MD de La Molina	PTAR 2400 m <sup>3</sup> /día + 26 km de red Iniciativa Privada Adjudicada en Agosto de 2015. Sin subscripción del contrato.

---

## **8. NUEVAS EXIGENCIAS NORMATIVAS PARA ASOCIACIONES PÚBLICO PRIVADAS**

# Reglamento D. L. 1224 (27.12.15)

## Ley Marco de Promoción de la Inversión Privada

---

1. En el caso de proyectos de competencia de los Gobiernos Locales que requieran ser promovidos bajo el mecanismo de Asociaciones Público Privadas, el Costo Total de la Inversión deberá superar las 7000 UIT (S/. 27.65' al 2016).

*Proyectos que para tratar entre 4000 y 5000 m<sup>3</sup>/día  
(PTARs Compactas)*

2. Los Recursos del Estado transferidos a las Municipalidades y los Recursos Directamente Recaudados (arbitrios, tasas, contribuciones, etc) constituyen cofinanciamiento.

*Proyectos de APP Cofinanciados deben pasar por SNIP y obtener viabilidad antes de la Declaratoria de Interés o Convocatoria a Concurso*

3. Las Iniciativas Privadas Cofinanciadas deben tener plazos contractuales iguales o mayores a diez (10) años y un Costo Total de Inversión superior a 15000 UIT (S/. 59.25' al 2016, incluido IGV).

*Proyectos presentados como Iniciativa Privada deben tratar entre 9000 y 11000 m<sup>3</sup>/día (PTARs Compactas)*

---

## **9. OPCIONES TECNOLOGÍAS PARA REUSO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES**

# Calidad de Agua para Reuso

## (Criterio de Riesgo para la Salud)

---

### 1. Riego Con Acceso Al Público y a trabajadores:

Coliformes Termotolerantes < 200 NMP/100 ML (OMS)

Huevos de Helminto < 1 huevo Helminto/100 ML (OMS)

DBO5 < 15 mg/lit (Recomendación ambiental + eficiencia + tecnología de riego)

SST < 10 mg/lit (Recomendación ambiental + eficiencia + tecnología de riego)

### 2. Riego Sin Acceso Al Público pero expuesto a trabajadores:

Huevos de Helminto < 1 huevo Helminto/100 ML (OMS)

DBO5 < 15 mg/lit (Recomendación ambiental + eficiencia + tecnología de riego)

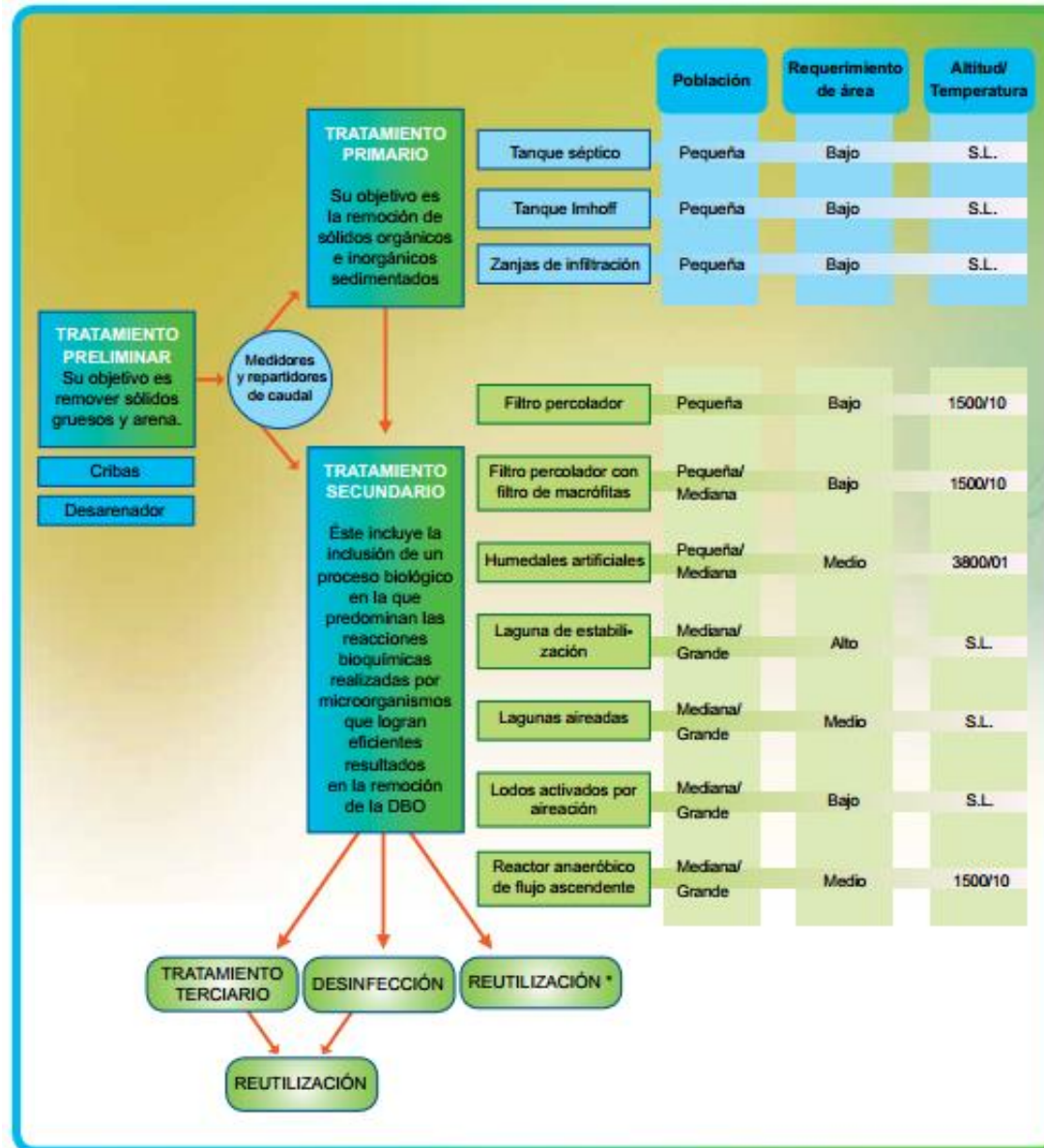
SST < 10 mg/lit (Recomendación ambiental + eficiencia + tecnología de riego)

### 3. Riego Localizado Sin Acceso Al Público ni Trabajadores:

DBO5 < 15 mg/lit (Recomendación ambiental + eficiencia + tecnología de riego)

SST < 10 mg/lit (Recomendación ambiental + eficiencia + tecnología de riego)

# Alternativas Tecnológicas



# Niveles de Remoción de Carga Orgánica y Microbiológica

Procesos de tratamiento	Remoción (%)		Remoción (ciclos log <sub>10</sub> )		
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helmintos	Quistes
Sedimentación primaria	25 - 30	40 - 70	0 - 1	0 - 1	0 - 1
Lodos activados (a)	70 - 95	70 - 95	0 - 2	0 - 1	0 - 1
Filtros percoladores (a)	50 - 90	70 - 90	0 - 2	0 - 1	1 - 2
Lagunas aireadas (b)	80 - 90	(c)	1 - 2	0 - 1	0 - 1
Zanjas de oxidación (d)	70 - 95	80 - 95	1 - 2	0 - 1	
Lagunas de estabilización (e)	70 - 85	(c)	1 - 6	1 - 4	2 - 4
Biofiltros	80 - 95	80 - 95	1 - 2	0 - 2	0 - 1
Desinfección	-	-	1 - 2	1 - 3	0 - 1

(a) Precedidos de tratamiento primario y seguidos de sedimentación secundaria.

(b) Incluye laguna secundaria.

(c) Dependiente del tipo de lagunas.

(d) Seguidas de sedimentación.

(e) Dependiendo del número de lagunas y otros factores como: Temperatura, periodo de retención y forma de las lagunas.

1 ciclo de log<sub>10</sub> = 90% remoción;

2 ciclos = 99%;

3 ciclos = 99.9%; etc.

Fuente: Feachem et al., 1983; Mara et al., 1992; Yáñez, 1992; Norma Técnica OS.090.





## **10. ESTUDIOS DE CASO**

# PTAR Parque María Reiche (Miraflores)

750 m<sup>3</sup>/día

---

Tratamiento Preliminar (Rejas, Trampa de Grasas y Desarenador)

Tratamiento Secundario (Lodos Activados MBBR + Decantación Laminar)

Tratamiento Terciario (Ultrafiltración)

Línea de Lodos (Filtro Prensa y Disposición en Relleno Sanitario)



# PTAR Parque María Reiche (Miraflores)

750 m<sup>3</sup>/día

---

Tratamiento Preliminar (Rejas, Trampa de Grasas y Desarenador)

Tratamiento Secundario (Lodos Activados MBBR + Decantación Laminar)

Tratamiento Terciario (Ultrafiltración)

Línea de Lodos (Filtro Prensa y Disposición en Relleno Sanitario)



# PTAR Parque El Migrante (SERPAR)

86.4 m<sup>3</sup>/día

---

Tratamiento Preliminar (Rejas + Trampa de Grasas + Ecuilizador)

Tratamiento Secundario (Lodos Activados Aireación Extendida + Sedimentador)

Tratamiento Terciario (Filtración de Arena + Desinfección)

Línea de Lodos (Digestor Aerobio + Lecho de Secado)



# PTAR Parque El Migrante (SERPAR)

86.4 m<sup>3</sup>/día

---

Tratamiento Preliminar (Rejas + Trampa de Grasas + Ecualizador)

Tratamiento Secundario (Lodos Activados Aireación Extendida + Sedimentador)

Tratamiento Terciario (Filtración de Arena + Desinfección)

Línea de Lodos (Digestor Aerobio + Lecho de Secado)



# PTAR Parque Cahuide (SERPAR)

320 m<sup>3</sup>/día

Tratamiento Preliminar (Rejas+Desarenador+Tamiz+Ecualizado)  
Tratamiento Secundario y Terciario (Lodos Activados MBR)

Línea de Lodos (Digestor Aerobio + Lecho de Secado)



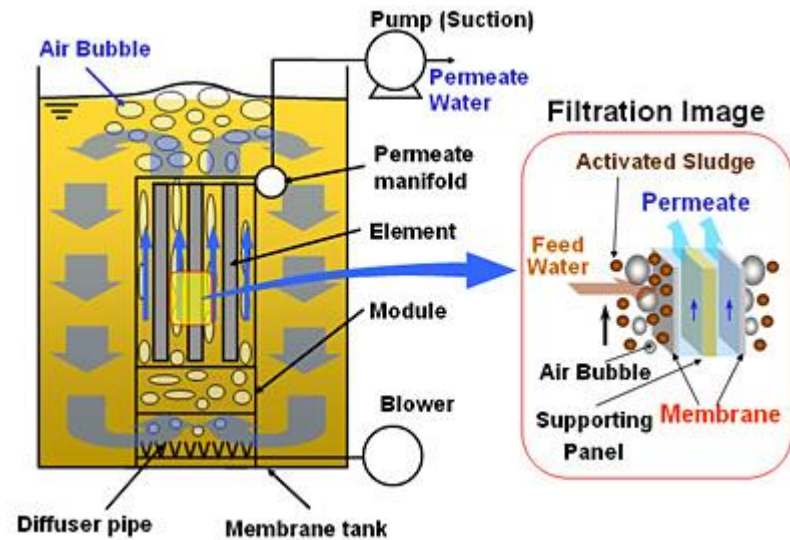
# PTAR Parque Cahuide (SERPAR)

320 m<sup>3</sup>/día

Tratamiento Preliminar (Rejas+Desarenador+Tamiz+Ecualizador)

Tratamiento Secundario y Terciario (Lodos Activados MBR)

Línea de Lodos (Digestor Aerobio + Lecho de Secado)



# Malecón Godofredo García (San Isidro)

20 m<sup>3</sup>/día

Tratamiento Preliminar (Rejas)

Tratamiento Secundario (Lodos Activados HBC en Tanque PRFV)

Sin Línea de Lodos



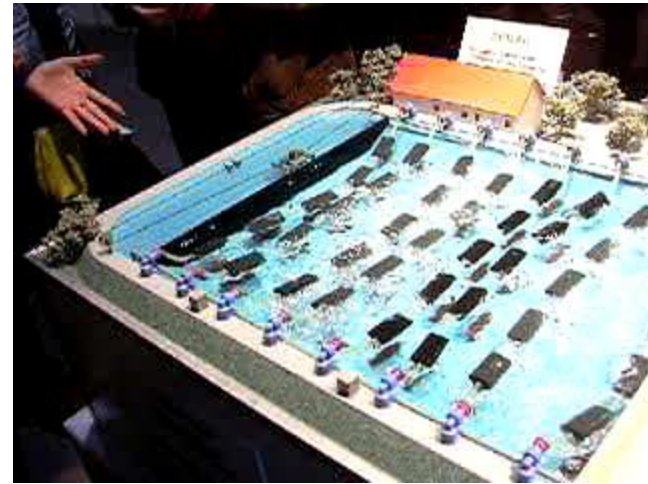


## SISTEMA DE TRATAMIENTO INTEGRAL DE AGUAS RESIDUALES



Figura 1: Sistema de Tratamiento integral 100% biológico con medio de contacto y filtro de arena.

## Plantas Compactas Sistema FRP — Método HBC



**GRACIAS**

Ing. Juan Pablo Méndez Vega  
jpmendez75@Hotmail.com