



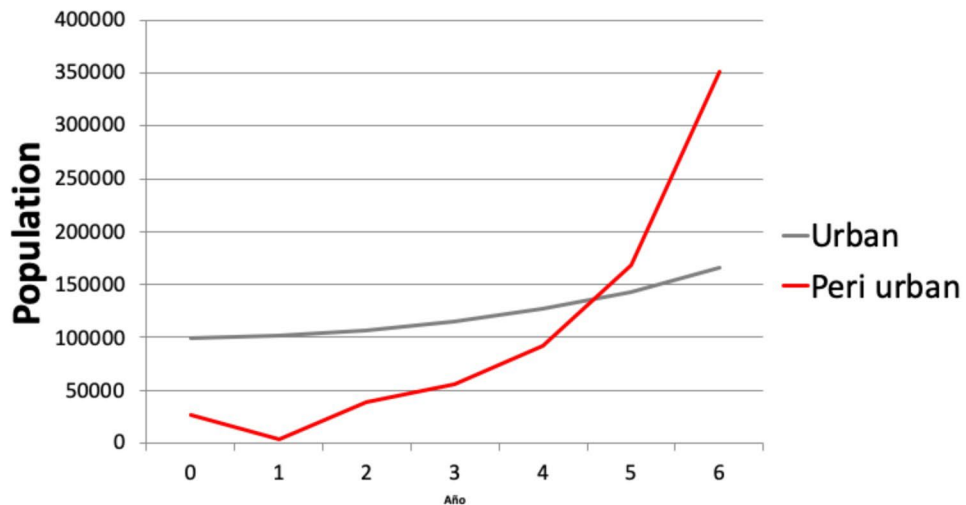
Tratamiento descentralizado de aguas residuales con enfoque de reúso

Gustavo Heredia



El gran desafío que tenemos para los próximos años es llegar con servicios de saneamiento básico las zonas periurbanas de las ciudades en crecimiento.

Crecimiento poblacional en zonas peri-urbanas



Este es un gran desafío puesto que estas zonas normalmente crecen de manera muy rápida y desordenada.

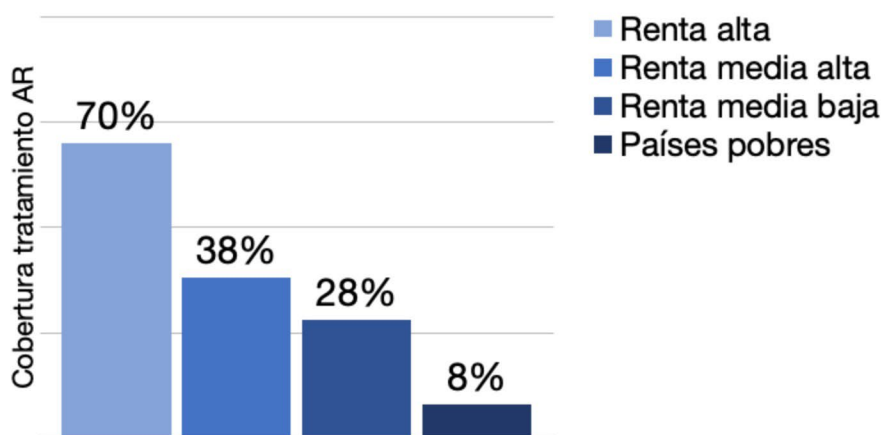
En este gráfico podemos comparar el crecimiento de la población asentada en el centro de una ciudad (línea gris) vs. el crecimiento de las zonas periurbanas de la misma ciudad (línea roja).

Entre las condiciones particulares que encontramos en las zonas periurbanas están:

- Grandes contrastes socioeconómicos (población rica y pobre)
- Densidad poblacional variable (algunos lugares con alta densidad y otros con baja densidad)
- Condiciones topográficas adversas para la construcción de redes de alcantarillado convencionales especialmente para emisarios.

Las soluciones convencionales han fracasado a tiempo de hacer frente a las condiciones especiales que presentan estas zonas. Primero por las bajas coberturas de alcantarillado que se han logrado en estas zonas

Cobertura tratamiento aguas residuales por tipo de país según nivel de renta



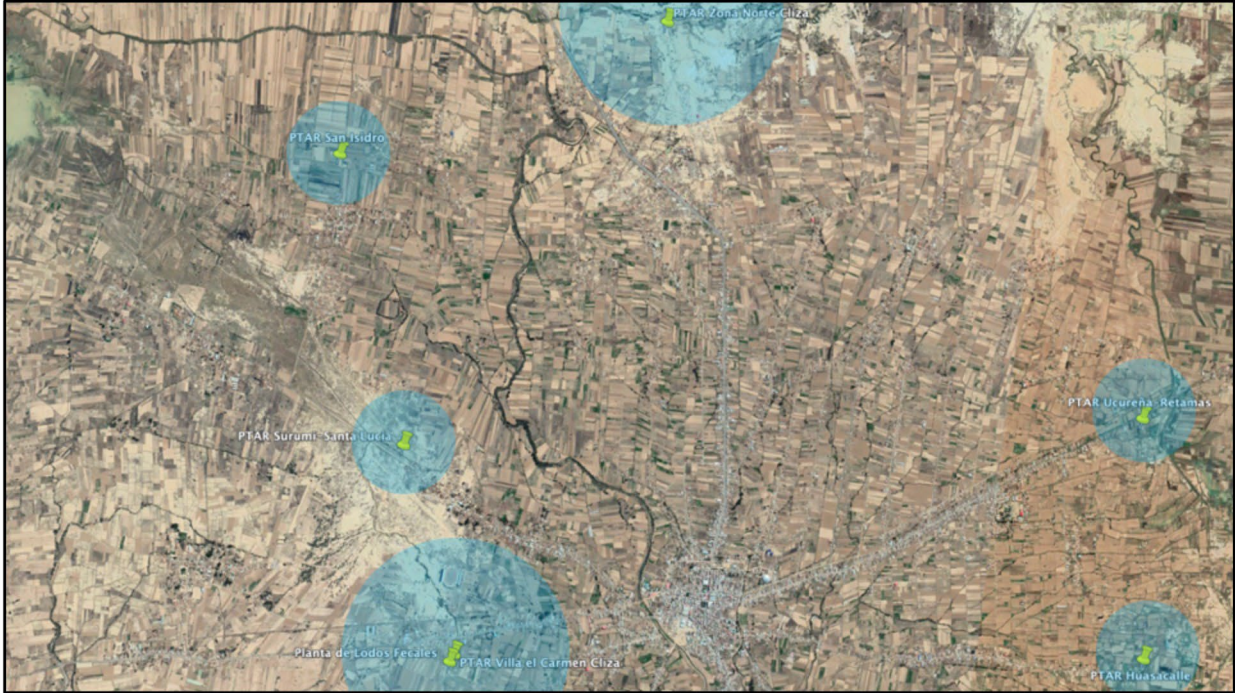
4

...y segundo por la poca cantidad de aguas residuales que están siendo tratadas como podemos ver en este gráfico.



Línea principal de alcantarillado de la planta de tratamiento de aguas residuales de Puchukollo perforada por la población local para desviar el agua para el riego y la ganadería. Foto: Gabriel Barceló, Banco Mundial.

Las aguas residuales no tratadas, terminan contaminando cuerpos de agua y el medio ambiente con el consiguiente riesgo de salud para la población



El tratamiento descentralizado de aguas residuales es una opción flexible y apropiada para hacer frente a los desafíos que presentan las zonas periurbanas. Básicamente se trata de desconcentrar el tratamiento para que, en lugar de realizarse en un solo lugar, se realice en varios

Beneficios del tratamiento descentralizado de aguas residuales

- Flexibilidad en la implementación
- Inversión incremental
- Más opciones tecnológicas
- Distribución de riesgo ambiental
- Facilidad en aprovechamiento de efluentes y subproductos para reúso



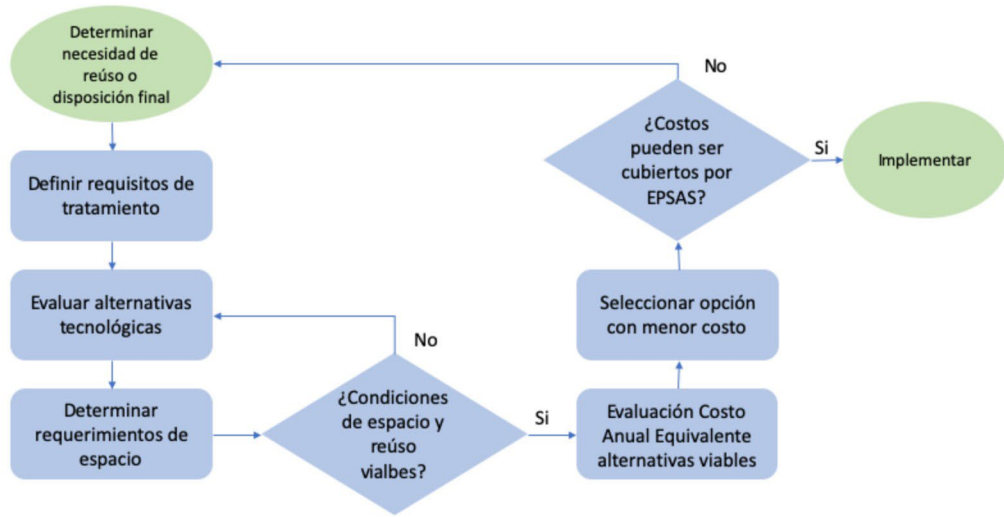
¿Cuál será el destino final de las aguas tratadas?



Nuestra recomendación es que las plantas de tratamiento de aguas residuales se diseñen de atrás hacia adelante. En otras palabras, debemos pensar primero cuál será el destino final o reúso de las aguas residuales.

Para lograr esto planteamos el siguiente proceso de diseño/planificación de una planta de tratamiento.

Planificación de una PTAR



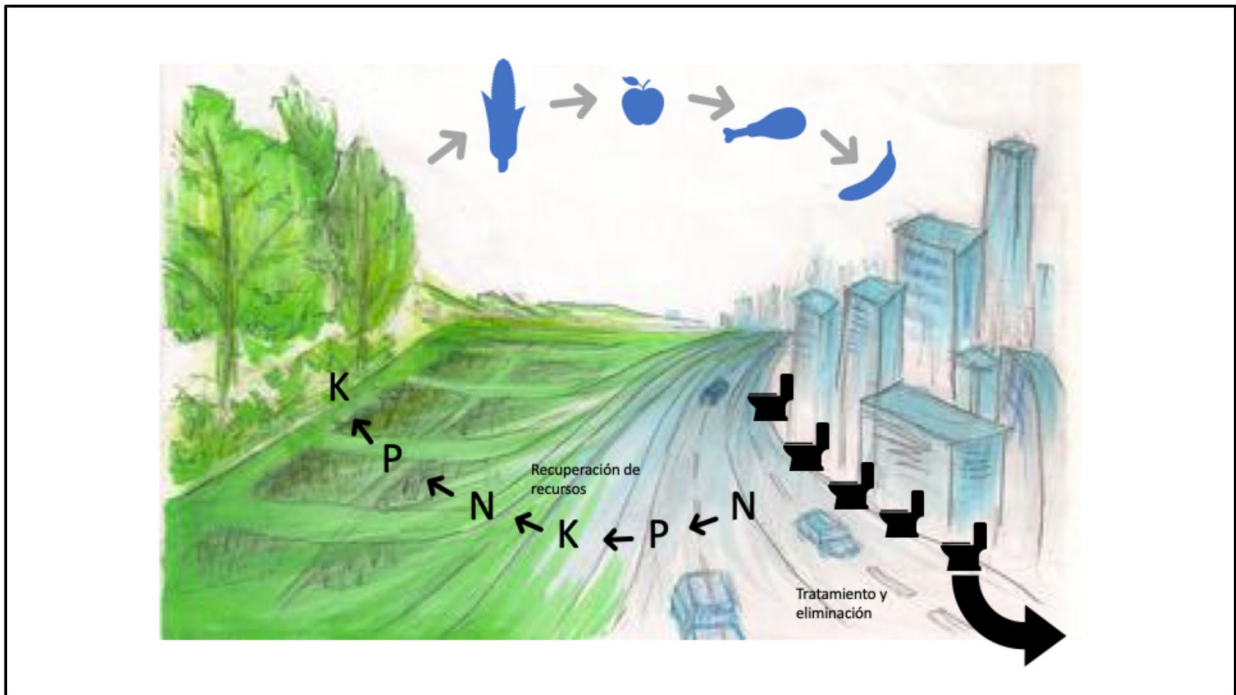


Enfoque de reúso

Lógica del saneamiento hidráulico convencional

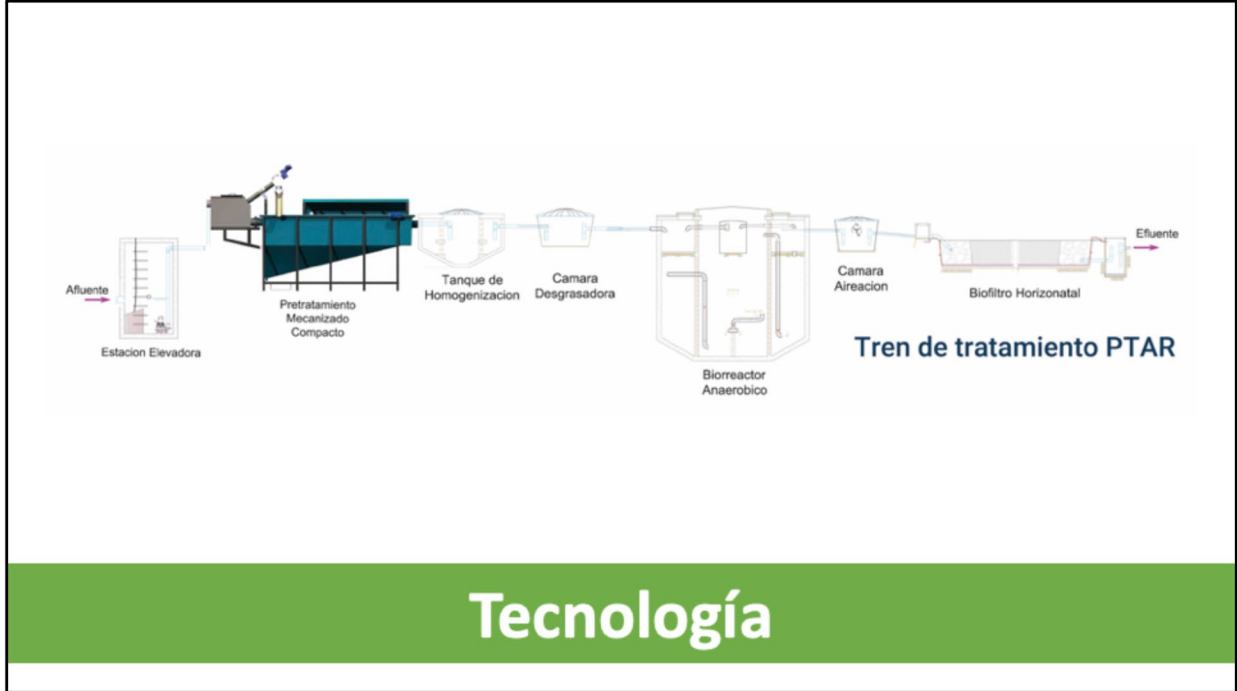


La lógica tradicional del saneamiento hidráulico, es una lógica lineal que comienza con el interfaz del usuario y termina en la disposición final del agua tratada en un cuerpo de agua contaminando lo menos posible.



Esta lógica lineal puede ser sustituida por una lógica circular en la que los nutrientes (como ser nitrógeno, fósforo y potasio) pueden ser devueltos al suelo donde se convierten en recursos valiosos.

De esta manera se pueden cerrar tanto el ciclo del agua como el ciclo de los nutrientes de manera apropiada.



Existen muchas tecnologías disponibles para el tratamiento de las aguas residuales que pueden ser combinadas de distintas maneras dependiendo las necesidades de tratamiento y las condiciones locales. Debe buscarse la mejor relación costo beneficio.

Es decir, aquel tren de tratamiento que cumpla con nuestras necesidades de tratamiento al menor costo posible.




Los procesos más sencillos de tratamiento (proceso naturales) requieren menos aporte de energía y por tanto cuesta menos operarlos. Por otro lado estos procesos requieren más tiempo para tratar el agua y, por consiguiente, más espacio. Dependiendo del lugar donde se implemente la planta de tratamiento, el espacio puede significar un costo importante o no. Por otro lado, a medida que mecanizamos los procesos y hacemos las plantas más compactas, estas podrán ocupar menos espacio pero consumirán más energía.

Ejemplos de tratamiento descentralizado



Costo anual equivalente

		Nombre de la estación de tratamiento Ucureña		Descripción del tratamiento UASB+ Lodos activos		CAPEX [USD/cap*yr] 4,40
Número de viviendas atendidas 1.514		No. Habitantes 7.572		Cap. de tratamiento [m3/año] 247.280		OPEX [USD/cap*yr] 3,83
Tasa de descuento 5,00%						Total [USD/cap*yr] 8,23
						Total [USD/m3] 0,25

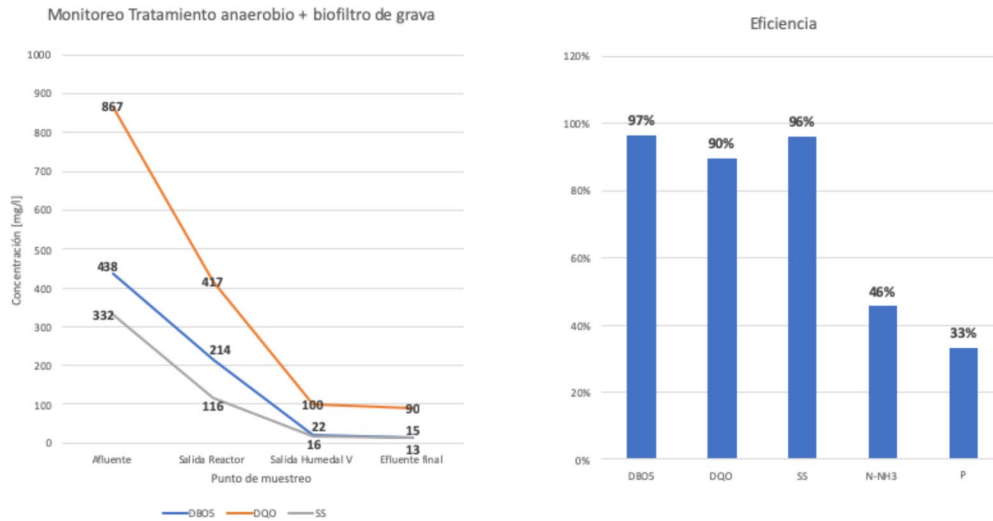
DETALLE DEL CAPEX				DETALLE DEL OPEX					
Item	Descripción	Total Costo [USD]	Vida Útil [Años]	Costo [USD/año]	Item	Descripción	Costo [USD/periodo]	No. Periodos/año	Costo [USD/año]
1	Cárcamo de bombeo	25.287	20	2.029	1	Consumo de energía	913,79	12	10.966
2	Pre-tratamiento, tratamiento primario y secundario	321.839	30	20.936	2	Operador calificado	862,07	12	10.345
3	Desinfección	21.552	20	1.729	3	Ingeniero especialista	45,98	12	552
4	Tanque de almacenamiento final (readecuación)	4.310	30	280	4	Monitoreo	159,48	2	319
5	Terraplenado	7.184	30	467	5	Mantenimiento de Equipos electricos	359,20	3	1.078
6	Lechos de secado de lodos	5.819	30	379	6	Retiro de lodos	862,07	4	3.448
7	Caseta de control	2.155	30	140	7	Elaboracion de Informes (Gabinete)	172,41	4	690
8	Accesos	2.155	30	140	8	Herramientas menores (Seguridad)	215,52	2	431
9	Cerco perimetral	21.408	20	1.718	9	Insumos de limpieza	57,47	4	230
10	Instalaciones eléctricas	8.621	20	692	10	Gasolina	71,84	12	862
11	Medida de mitigación	7.184	30	467	11	Consumo de Agua	7,18	12	86
12	Mejoramiento de Retamas	25.287	20	2.029					
13	Emisario (500 metros)	35.920	30	2.337					
Total		488.721		33.344	Total				29.006

Este es un análisis de "Costo anual equivalente" para un sistema de tratamiento de aguas residuales.

La idea es tomar todos los costos que el sistema implica, desde los costos de inversión y mantenimiento de capital (CAPEX, en la tabla del lado izquierdo), hasta los costos de operación y mantenimiento (OPEX, en el lado derecho de la tabla). Cuando se hace un análisis de este tipo se puede llegar a un costo total de cada metro cúbico de agua tratada.

Esto nos sirve para comparar los costos totales de distintas tecnologías de tratamiento.

Monitoreo tratamiento de aguas residuales



Se pueden obtener eficiencias altas de tratamiento, capaces de cumplir con la normativa local aún con plantas pequeñas y sencillas.

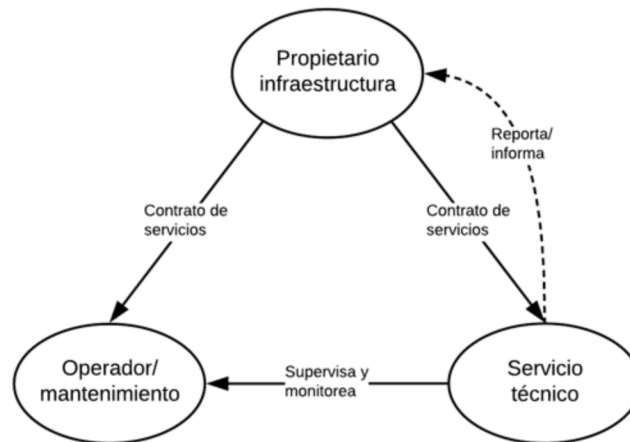
En este caso podemos ver resultados de un año de monitoreo de una planta compuesta por reactores anaerobios seguidos de una combinación de biofiltros horizontales y verticales.

Nótese que este tipo de tecnología no es eficiente para la remoción de nitrógeno ni fósforo, pero esto puede ser deseable cuando el agua tratada es utilizada para riego de cultivos, forestación o parques urbanos.



Gestión

Modelo de gestión “funcional”



Fuente: Aguatuya

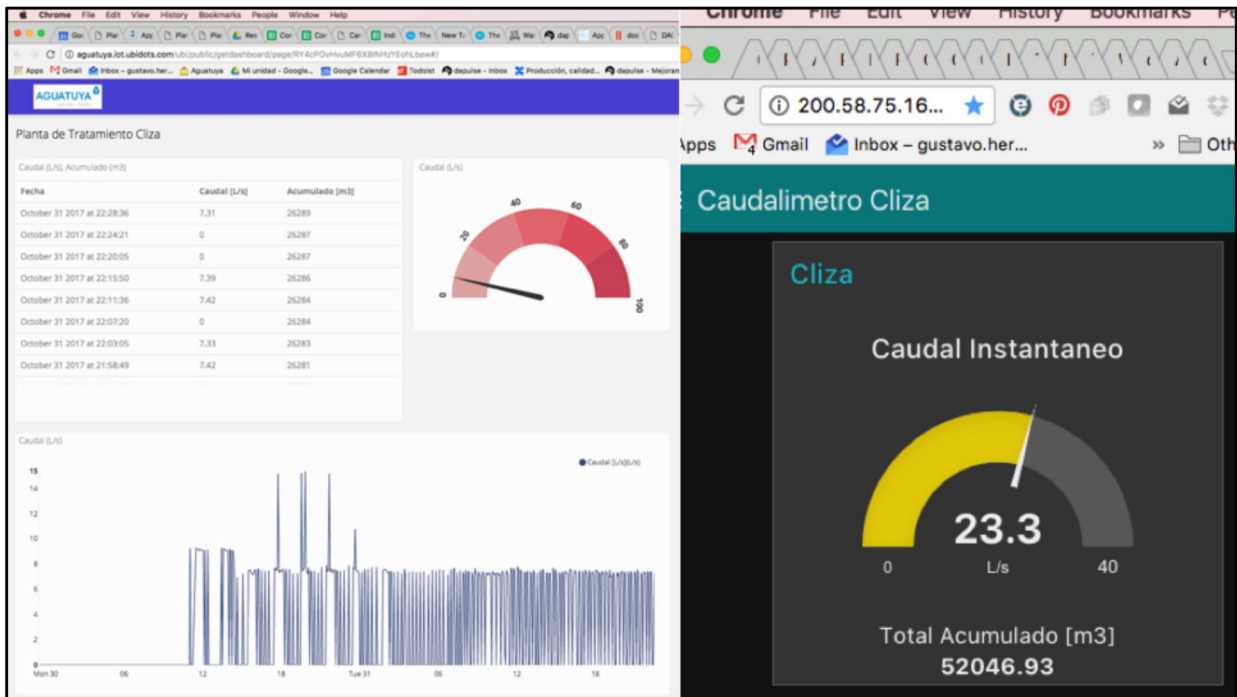
El modelo funcional de gestión que propone Aguatuya se asegura que se cumplan tres funciones principales:

1) La función de propiedad: Es muy importante que haya un dueño de la planta de tratamiento o del servicio. El dueño del servicio debe asegurar que la planta cumpla su función a cabalidad y funcione en el tiempo.

2) La función de operación y mantenimiento: En el caso de las plantas descentralizadas puede ser terciarizada a una persona o empresa debidamente capacitada y que responde al propietario a través de un contrato de servicios. Esta función se refiere a los trabajos diarios que se deben llevar a cabo para operar la planta.

3) La función de servicio técnico: Es una función más profesionalizada, que en el caso de las plantas pequeñas también puede ser terciarizada a una empresa técnica que cuente con las competencias necesarias. Esta empresa también responde al propietario a través de un contrato de servicios. Adicionalmente, es una buena práctica quien realice la función de servicio técnico supervise y monitoree las actividades de operación y mantenimiento y presente informes/reportes periódicos al propietario tanto sobre la operación como sobre la eficiencia de tratamiento de la planta y cumplimiento con las normativas locales.





Las plantas descentralizadas pueden beneficiarse del uso de tecnologías de la información y comunicación, ya que esto nos permite monitorear muchas plantas a la vez y de esta manera bajar los costos de operativos.

Conclusiones

- El tratamiento descentralizado de aguas residuales es apropiado para responder de manera rápida al crecimiento desordenado (y poco planificado) de las zonas de expansión urbana de las ciudades
- No reemplaza a los sistemas de tratamiento centralizados sino que los complementa
- El tipo de tecnología utilizada y el modelo de gestión son aspectos clave para la provisión de un buen servicio y su sostenibilidad en el tiempo
- El enfoque de tratamiento descentralizado facilita las posibilidades de cierre de los ciclos del agua y de los nutrientes

Recursos

- Método para cálculo de costo anual equivalente:
<https://www.aguatuya.org/docs/TQXNJGLvU9yolyKRFwgjplnn2LaHugM.pdf>
- CWIS Costing and planning tool (beta version): Herramienta de Banco Mundial para costeo y planificación de soluciones en saneamiento: http://200.58.79.50/fmi/webd/CWIS%20Planning%20Tool%201_4
- Conferencia especializada de la IWA 2019 en Australia: <https://iwa-network.org/events/15th-international-specialised-conferences-on-small-water-and-wastewater-systems/>
- Valencia et al, Sistemas Descentralizados Integrados y Sostenibles para el Tratamiento de Aguas Residuales
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwivzKG99s3jAhXMxVkkHeltBIYQFjAFegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5432296.pdf&usg=AOvVaw2-UVfX9ulV2xQVvk0Q29XF>
- Franken, Margot, Gestión de Aguas – Conceptos para el nuevo milenio, 2007

sustainable
sanitation
alliance

AGUATUYA 
Ingeniería + Gestión



Gracias!
gheredia@aguatuya.org

