



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS
San José, Costa Rica
Apartado 1097-1200. Teléfono 2663-6810. kordonez@aya.go.cr

MEMORANDO

PARA: Oscar Izquierdo Sandí
Cooperación y Asuntos Internacionales

FECHA: 30 de abril del 2019

DE: Karla Ordoñez Sequeira
Región Pacífico Central

No. GSP-RPC-2019-00252

ASUNTO: Informe de Curso Reuso de Aguas Residuales

Por este medio presento el informe de asistencia al Curso de Reuso de Aguas Residuales, dictado en Montevideo, Uruguay. Agradezco profundamente la colaboración brindada para permitir la asistencia a este curso, puesto que fue una gran oportunidad de aprender sobre un tema sumamente relevante en la actualidad y muy aplicable para nuestra realidad institucional.

C: German Araya Montezuma, Región Pacífico Central
Archivo

	INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS DIRECC. DE COOPERACION Y ASUNTOS INTERNACIONALES	
	0:55 - CAI -	
*	02 MAY 2019	*
	<i>Seidy Leitón Calderón</i>	
Recibido por: _____		

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS

DIRECCIÓN DE RECOLECCIÓN Y TRATAMIENTO
REGIÓN PACÍFICO CENTRAL

INFORME DE VIAJE AL EXTERIOR
DEL 25 AL 29 DE MARZO DEL 2019

“Curso Regional Reuso de Aguas Residuales”

Ing. Karla Ordóñez Sequeira

Abril del 2019

TABLA DE CONTENIDOS

Sección	Página
1. Ficha Informativa	2
2. Introducción	2
3. Objetivos	3
4. Desarrollo del Informe	4
4.1 Antecedentes	4
4.2. Agenda de la Actividad	4
4.3. Desarrollo de la Agenda	5
<i>4.3.1. Sesiones Diarias</i>	5
<i>4.3.2. Visitas Realizadas</i>	9
5. Conclusiones y Recomendaciones	16
6. Observaciones	17

1. Ficha informativa:

País y ciudades visitadas: Montevideo y Canelones, Uruguay

Fecha de la visita: 25 al 29 de marzo del 2019

Funcionaria de misión AyA:

Ing. Karla Ordóñez Sequeira, Dirección de Recolección y Tratamiento Pacífico Central

Motivo del viaje: Capacitación en Reuso de Aguas Residuales, así como otros subproductos del tratamiento.

Contacto en el lugar de misión:

Carina Dorelle, Gestora Área de Formación y Gestión de Conocimiento, AECID; carina.dorelle@aecid.es

2. Introducción

El curso al que se asistió fue impartido por el *Centro Experimental Regional en Tecnologías de Saneamiento (CERTS)* de la Dirección Nacional de Aguas (DINAGUA – MVOTMA), con apoyo del Centro Experimental de Nuevas Tecnologías de Agua (CENTA) de Sevilla, España; así como el Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de la República, Uruguay (UdelaR). El Programa Hidrológico Internacional de UNESCO, con apoyo del Centro de Seguridad Hídrica, del Instituto Mexicano de Tecnologías de Agua, México. Y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) en Uruguay.

Este curso nace para satisfacer la necesidad de saneamiento en los países, enfocando el reuso como una alternativa para abarcar temas tales como desarrollo de economía y necesidades de la población. Por lo cual se consideraron varias alternativas de tratamiento según diferentes contextos de manera que puedan ser aplicadas según las condiciones de cada lugar.

Las clases se impartieron durante una semana alternando entre la sede de AECID en Uruguay y la Facultad de Ingeniería de la UdelaR. Además, se realizó una gira al departamento de Canelones en el cual se visitaron tres sistemas de tratamiento.

3. Objetivos

- **General:**

Aportar conocimientos y experiencias respecto al tema de reuso de aguas residuales en diferentes tipos de tecnologías y valorización del agua y los lodos procedentes de la depuración.

- **Específicos:**

1. Favorecer la transmisión de conocimiento y experiencia existente en los países latinoamericanos y España sobre el reuso de las aguas residuales, orientada a la realidad latinoamericana.
2. Establecer los conceptos y requisitos necesarios para definir la viabilidad técnica, social, económica y ambiental de un proyecto relacionado con la reutilización de aguas residuales.
3. Presentar los conceptos básicos de diseño así como ejemplificar con casos prácticos el cálculo de soluciones de reutilizar aguas residuales para diferentes tecnologías.

4. Desarrollo del Informe

4.1. Antecedentes

Brindar el servicio de agua potable y saneamiento a la población es una necesidad, los mismos deben asegurar tanto la salud de las personas como la conservación del ambiente. Con el crecimiento de la población aumentan las necesidades en ambos tipos de servicio y a nivel institucional se vuelve un reto la capacidad de cubrir todas las solicitudes que se generen, para asegurar el bienestar de las personas.

Actualmente en Costa Rica no existe experiencia documentada en el tema de reuso, únicamente lo que ha desarrollado la industria, lo cual se limita a riego de zonas verdes o enfriamiento de equipos. Cada vez es mayor la exigencia de la población para contar con el servicio de agua, no solo para consumo, sino para las diferentes actividades que desarrollan, entre las cuales destaca la producción agrícola. En este punto, se analiza la tendencia mundial a considerar las plantas de tratamiento de aguas residuales como "Plantas Regeneradoras de Recursos", con lo cual se puede analizar el aprovechamiento que se puede dar a cada uno de los productos resultantes del tratamiento (agua, lodos, gas).

Con el creciente aumento de las necesidades del país en el tema del recurso hídrico, se convierte en un deber institucional el aumentar las capacidades institucionales para satisfacer los requerimientos en el tema de abastecimiento de agua (tanto para consumo como para otros usos), mejorar el tratamiento de las aguas residuales y en este caso definir maneras para aprovechar los recursos generados con el tratamiento, de manera que se brinde un beneficio adicional a la población y a la vez recuperar parte de la inversión realizada en el tratamiento.

Por tanto con el curso realizado se pretende brindar a los participantes una formación teórica y práctica de los diferentes sistemas de tratamiento terciario, el funcionamiento y los procesos de regeneración de aguas y reuso de lodos procedentes de la depuración.

4.2. Agenda de la actividad

Lunes 25

08:30-09:00	Acreditación
09:00-10:30	Tema 1: <i>Marco conceptual: Fundamentos y aspectos de interés de la reutilización de las aguas residuales.</i>
10:45-12:00	Tema 2: Régimen jurídico: Guías y normativas para la reutilización de las aguas.
13:00- 13:30	Inauguración

14:30- 16:30 Tema 3: Tecnologías de tratamiento de aguas residuales: La depuración de las aguas residuales urbanas

Martes 26

09:00- 13:30 Presentación de países participantes

14:30-16:30 Tema 4: Tecnologías de reutilización de aguas residuales: introducción, diseño, operación y mantenimiento de tecnologías de regeneración de aguas residuales.

Miércoles 27

8:30-16:30 Visita Técnica

Jueves 28

09:00-10:30 Conclusiones de visita de campo.

10:45-13:30 Ejercicio práctico

14:30-16:30 Tema 5: Reúso de lodos.

Viernes 29

09:00-13:30 Tema 6: Casos de estudio: Acondicionadores de suelo a partir de lodos residuales / Limpieza y uso de biogás en la planta de San Pedro Martir / Gestión de efluentes en Tambo / Reuso de aguas de lluvia.

14:30-16:30 Ejercicio práctico y Cierre

4.3. Desarrollo de la Agenda:

4.3.1. Sesiones Diarias

Lunes 25 de marzo:

a. Sesión y Charla Inaugural

El curso inicia con una presentación por parte del comité organizador en la cual exponen los orígenes del curso. Se presentan los representantes de las diferentes instituciones involucradas y se exponen las generalidades del mismo. Se realiza una presentación general de origen del CENTA y de los avances en el tema de saneamiento en Uruguay.

- b. Marco conceptual: Fundamentos y aspectos de interés de la reutilización de las aguas residuales.

Se expone la visión general del reuso de las aguas, enfatizando en la importancia de disponer de los recursos actuales y definir claramente cuál es el beneficio que se busca para cada condición tomando en cuenta el Objetivo de Desarrollo Sostenible sobre agua potable y saneamiento (ODS 6) y la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Se realiza un esquema general de un sistema de tratamiento completo con reuso, se presentan los beneficios y riesgos del reuso de manera general.

- c. Régimen jurídico: Guías y normativas para la reutilización de las aguas

Se presenta el marco normativo mundial, ahondando la información con el marco europeo y español. Además, se presentan las pautas en el tema de reutilización del agua, establecidas por diferentes organizaciones internacionales. Se presentan los criterios utilizados para reutilización del agua de diferentes países, así como las propuestas de reglamentos que está realizando la Unión Europea. Se exponen los ámbitos de aplicación de las aguas regeneradas para reuso y generalidades en la gestión de riesgos.

- d. Tecnologías de tratamiento de aguas residuales: La depuración de las aguas residuales urbanas

Se presenta el esquema general de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas, incluyendo tecnologías intensivas y extensivas. Se desarrolla el tema hablando de todo el proceso de tratamiento, incluyendo el tratamiento terciario, el cual es la base del reuso, puesto que dependiendo de la calidad del efluente se puede considerar el tipo de reuso que se le puede dar al agua. Se revisa el tema de la línea de lodos y los procesos que requiere.

Martes 26 de marzo:

- a. Presentación de países participantes

Se realiza una presentación por parte de cada uno de los países participantes respecto a la condición actual del tema de saneamiento y el tema de reuso. Se presentan casos particulares de experiencias en el tema de reuso y los resultados obtenidos.

- b. Tecnologías de reutilización de aguas residuales: introducción, diseño conceptual, operación y mantenimiento de tecnologías de regeneración de aguas residuales

Se realiza una presentación acerca de los usos del agua y su sostenibilidad a lo largo del tiempo, tomando en cuenta el incremento de la demanda y las condiciones actuales. Se presentan los objetivos de Desarrollo Sostenible, según la Agenda 2030. Se presenta el agua residual tratada como un recurso a aprovechar, parte del ciclo urbano del agua, con calidades aptas para usos finales establecidos. Además, se incluye el tema del reuso de los lodos y el biogás.

Se presentan las diferentes tecnologías intensivas y extensivas y los factores que influyen para elegir una tecnología de regeneración, tales como el uso final, los volúmenes a producir, las características requeridas, la disponibilidad de terrenos y el costo de producción del agua regenerada.

Se desarrolla el tema de desinfección de los efluentes depurados, presentando las diferentes tecnologías a considerar según el tipo de tratamiento de las aguas y el posible reuso que se va a dar, presentando las ventajas y desventajas para cada una de las tecnologías.

Se presentan las necesidades en la operación y mantenimiento de las instalaciones de reutilización para las diferentes tecnologías, así como un estudio económico para valorar el costo de dichas actividades. Se presentan ejemplos prácticos de reutilización de aguas regeneradas.

Jueves 28 marzo

a. Conclusiones de visita de campo.

Se presentan los comentarios respecto a los sistemas de tratamiento observados en la visita, presentando las consideraciones respecto a la operación, el mantenimiento y las ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas, así como el reuso de las aguas en los dos sistemas en los cuales se aprovecha el efluente final.

b. Reúso de lodos: Estado actual del tratamiento y uso de lodos residuales a nivel mundial

Se realiza una definición de los lodos residuales, sus tipos y características. Los tipos de tratamiento existentes y los métodos de disposición final a nivel mundial. Se presenta el manejo de lodos en México, tipos de tratamiento y reuso tanto de lodos como de biogás. Se presentan además las tendencias tecnológicas para el reuso de lodos y las tecnologías para la recuperación de energía de lodos residuales.

Se presentan las normas de reutilización de aguas residuales y lodos en América Latina, la normativa existente y los parámetros que consideran las normas para cada uno de los países. Se exponen además las características físicas del lodo, las propiedades biológicas y los tipos de tratamiento para cada uno de los procesos. Se presentan además los tipos de equipos que se utilizan tanto para espesamiento como para deshidratación de los lodos. Además, las características a considerar para el acondicionamiento de lodos tanto primarios como secundarios.

Se desarrolla el tema de composteo y vermicomposteo, incluyendo los materiales requeridos, diferentes procesos a utilizar y las etapas requeridas. Se muestran además los parámetros que indican la estabilidad del compost, los equipos requeridos y se detalla el tema de las lombrices en el caso del vermicomposteo.

Viernes 29 de marzo:

a. Casos de Estudio:

Acondicionadores de suelo a partir de lodos residuales

Se presenta la experiencia en plantas de tratamiento municipales en México con tratamiento de lodos y composteo. Se indican procesos, áreas requeridas, características de los materiales utilizados, equipos y como último el tipo de comercialización que le dan. En el tema de vermicomposteo se presentan los resultados experimentales.

Limpieza y uso de biogás en la planta de San Pedro Martir

Se realiza la descripción de la planta de tratamiento, así como la experiencia que han tenido con el uso del biogás generado. Se presentan los componentes de la línea de gas, el diagrama de flujo de la planta de tratamiento en su totalidad, la calidad del biogás obtenido, el equipo de cogeneración. Se evalúan alternativas de tratamiento y se establecen los beneficios y problemáticas de cada alternativa.

Gestión de efluentes en el tambo

En Uruguay se conoce como tambo a las lecherías, existe una cooperativa de productores (Conaprole) la cual está interesada en el reuso de los residuos para beneficio de los productores. Por lo cual desarrollaron una investigación para determinar el tipo de aprovechamiento que se le puede dar tanto a los residuos sólidos como líquidos y a la vez proteger los acuíferos y cursos de agua en los alrededores. Se establece la metodología y los recursos requeridos, se realizan las evaluaciones correspondientes y se obtienen resultados óptimos en el tema de reuso, a tal punto que desde el 2015 a la fecha se han realizado 150 proyectos de este tipo, optimizando recursos y mejorando el manejo de los residuos/recursos, reduciendo el uso de fertilizantes.

4.3.2. Visitas realizadas

Planta de Canelones

Esta es una planta de aereación extendida con eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo) y desinfección por radiación U.V, cuenta con un caudal de diseño de 50 l/s. En este sitio además se tiene proyectado un centro de investigación en tecnologías del agua, gestión ecosistemática del agua y calidad del agua. El sistema de recolección cuenta con 4.361 servicios y es una red separativa. La planta de tratamiento fue construida en el año 2007 y las aguas tratadas descargan en el Arroyo Canelón Chico, el cual es un cuerpo de agua que tributa al Arroyo Canelón Grande de la cuenca del Río Santa Lucía. Es importante indicar que de esta cuenca se capta el agua que abastece la ciudad de Montevideo, por lo cual el tratamiento en la planta debe ser óptimo para asegurar la salud de la población. A continuación, se presentan las secciones que componen esta planta:



Figura 1. Obras de Entrada



Figura 2. Desarenado

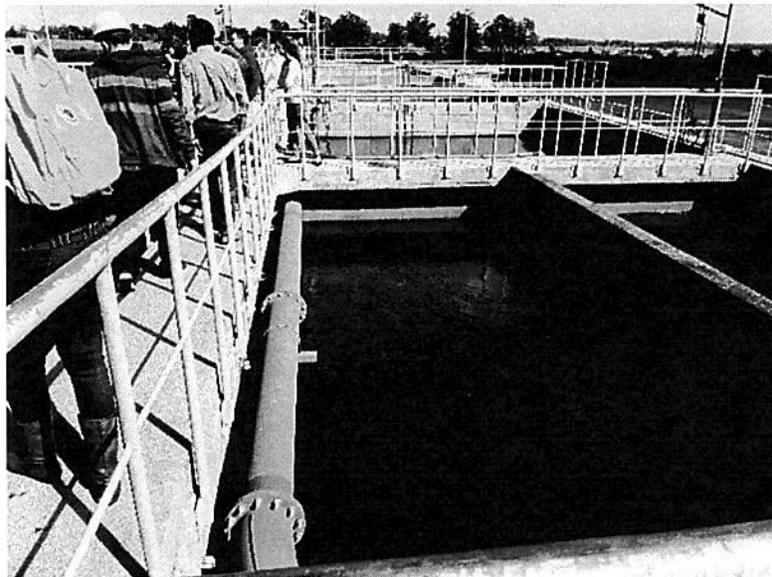


Figura 3. Reactores Anóxicos

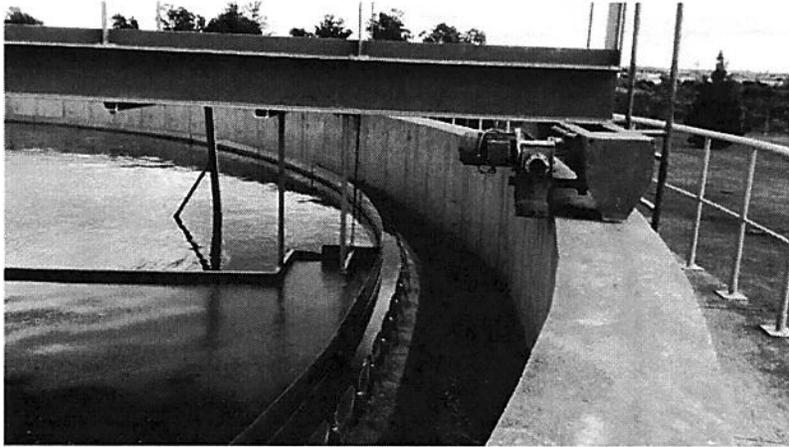


Figura 4. Sedimentador Secundario

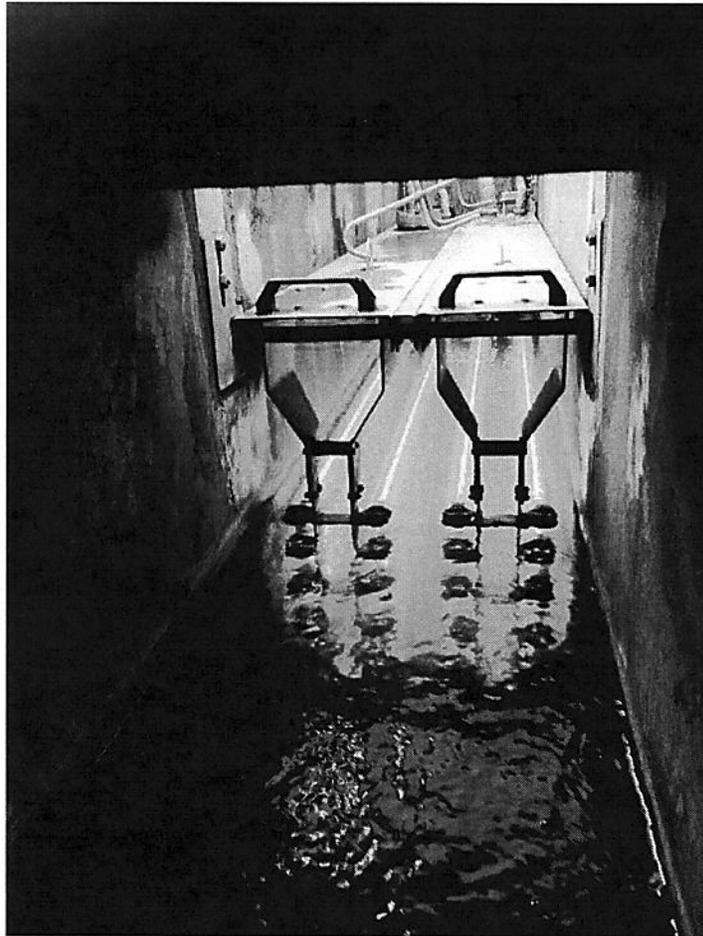


Figura 5. Desinfección

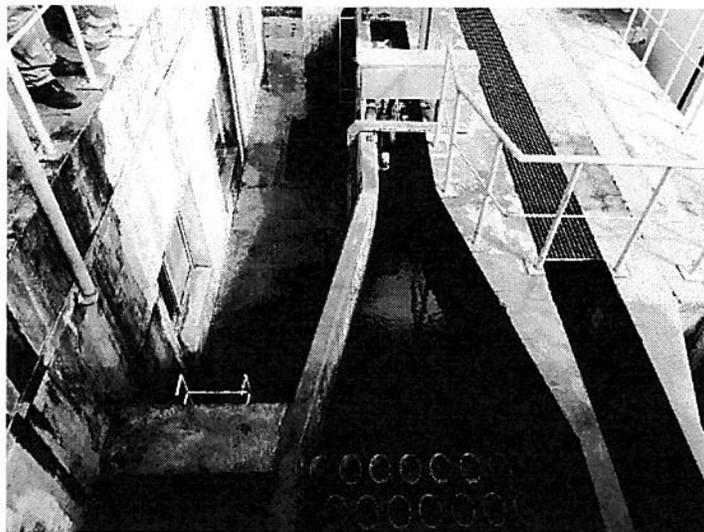


Figura 6. Salida de Planta

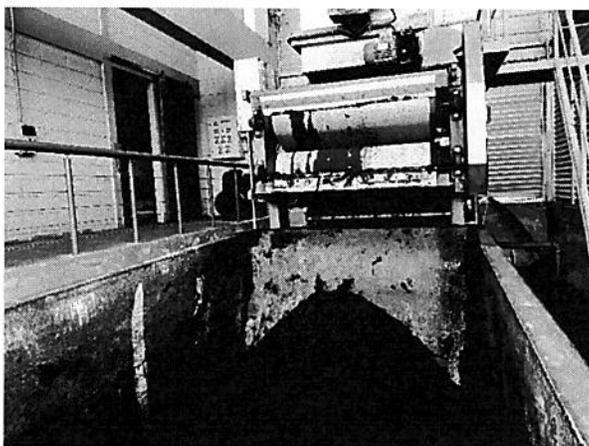


Figura 7. Secado de lodos

Lagunas de Juanicó

Este es un sistema de lagunaje construido en el año 2000. El sistema de recolección cuenta con 360 servicios. El tratamiento cuenta con dos lagunas en serie, la primera laguna es facultativa, seguida de una laguna de maduración. Este sistema no cuenta con desarenado ni pretratamiento. Funciona como un sistema de tratamiento para viviendas de personas de escasos recursos, las cuales cuentan con su propio tanque séptico, sin embargo, se conoce que muchas de las casas no cuentan con el mismo. A continuación, se presentan imágenes del sistema:

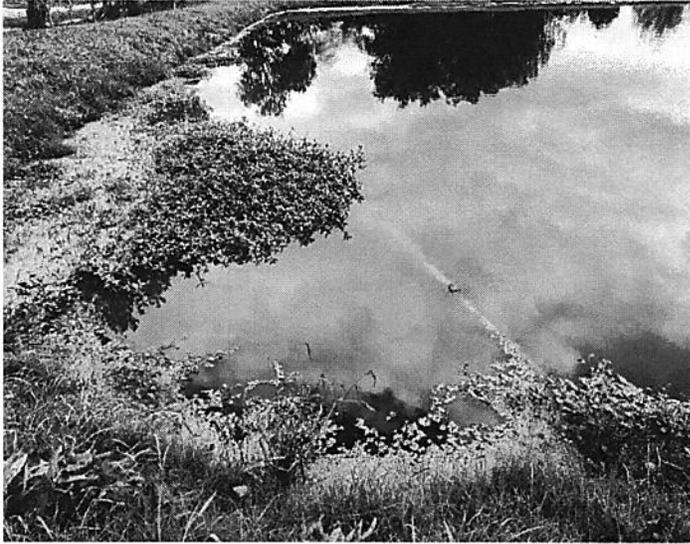


Figura 8. Laguna Facultativa.

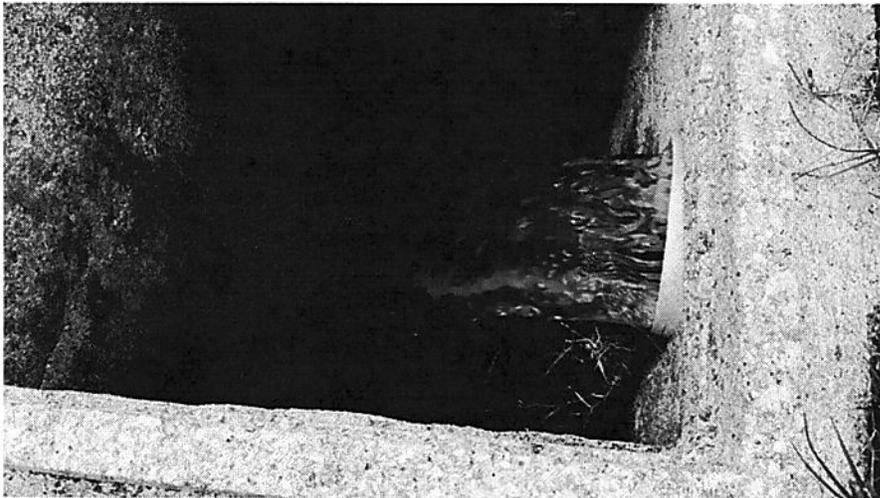


Figura 9. Efluente del sistema

PTAR Juanicó, Bodega

Esta es una planta para el efluente de una industria vitivinícola, la cual cuenta con una industria de agroquímicos, una bodega y varias hectáreas de frutales (viñedos). La planta cuenta con 10 años de operación. Descargan las aguas tratadas en la Cuenca Juanicó y se depositan al final en un sistema de humedales y laguna, los cuales han sido afectados por los núcleos habitacionales desarrollados en el sector. La empresa ha gestionado actividades para mejorar los efectos del efluente del sistema en el ambiente. El sistema cuenta con un tratamiento primario (separación de pluviales, rejillas), tratamiento secundario con laguna equalizadora, laguna de aireación, sedimentador

secundario, sistema de recirculación de lodos. Además cuenta con un tratamiento terciario con humedales artificiales con plantas autóctonas y un filtro de grava antes de la salida. En los diez años de operación el sistema se ha comportado adecuadamente, retiran lodos en forma periódica de manera que aseguran la funcionalidad del mismo.



Figura 10. Humedales tratamiento terciario



Figura 11. Humedales tratamiento terciario



Figura 12. Humedales tratamiento terciario



Figura 13. Filtro

5. Conclusiones y Recomendaciones

Actualmente, ante el aumento de la población y por ende de la demanda de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario se requiere la optimización de los recursos existentes. Esto no se traduce únicamente en el adecuado uso del agua, sino también en el aprovechamiento de los residuos del tratamiento de las aguas.

Con respecto a este tema es importante indicar la importancia de gestionar los recursos existentes en miras a una economía circular, en la cual no se habla de aguas residuales tratadas o depuradas, sino más bien aguas regeneradas, aptas para el reuso en diferentes actividades según las características finales de las mismas y las necesidades del sector. En Europa, se estima que entre el 70% y el 90% de las aguas tratadas se utilizan en agricultura, con lo cual las exigencias en la calidad del tratamiento son mayores.

En esa misma línea, recursos como los biosólidos y el biogás, generados en el tratamiento, entran también a desempeñar un papel importante; puesto que son derivados que muchas veces se disponen en un relleno sanitario en el caso del lodo o en el ambiente en el caso del biogás. Existen varias opciones para el aprovechamiento de estos recursos, la inversión requerida se puede recuperar a lo largo del tiempo, sin embargo, para todos los casos se requiere definir específicamente los sitios donde se van a utilizar los recursos regenerados de manera que se asegure su adecuada utilización, analizando el entorno, los elementos particulares de cada zona, características operativas, entre otros. La legislación en el tema se está generando, y en el caso particular de América Latina, proyectos de reuso de los derivados del tratamiento se han trabajado a manera de investigación. En el caso de lodos, tomando en cuenta el costo elevado que conlleva su tratamiento, el reuso se presenta como una alternativa a considerar, puesto que permitiría recuperar parte de los costos que se invierten en el proceso, brindando además beneficio a la economía de la población.

Con respecto a las visitas realizadas es importante indicar que se aplican soluciones para reuso según las condiciones existentes, sin diferenciar si se trata de grandes o pequeñas poblaciones, más enfocado a la afectación que se podría generar si no se toma en cuenta las necesidades de las zonas en particular. Esto es consecuente con lo que se indicó en el curso respecto a la necesidad de conocer los requerimientos de los sectores donde se disponen las aguas tratadas, así como las necesidades y posibilidades de aprovechamiento de los recursos a regenerar (agua, lodos, gas). Según las condiciones existentes es que se definen las tecnologías y las características finales de las aguas, lodos o gas que se van a suministrar.

6. Observaciones

Con esta capacitación se ampliaron los conocimientos respecto a las posibilidades tecnológicas existentes para regeneración de las aguas para reuso, además se pudo conocer la realidad de otros países latinoamericanos y europeos, los tipos de tecnología y los problemas y beneficios que se pueden generar. Este tipo de capacitaciones son de alta utilidad, puesto que se recibe la información técnica y además se generan espacios para compartir experiencias entre diferentes países, conocer sus realidades, experiencias y resultados de los trabajos realizados.