

PROYECTO DE RIEGO DE CAMPOS DE GOLF Y ÁREAS VERDES CON AGUAS RESIDUALES EN PALMAS DEL MAR

*Ing. Daniel E. Torrellas Cruz*¹

Transcripción y edición de ponencia ofrecida bajo el panel *Realidades de la reutilización de aguas residuales para proyectos agroindustriales en PR* en la conferencia *Reutilización de Aguas Residuales para la Agricultura: 1 de junio de 2016, San Juan, Puerto Rico.*

Resumen - Desde hace 30 años, los sistemas de riego de los campos de golf y varias de las áreas verdes del complejo residencial turístico de Palmas del Mar en Humacao utilizan aguas residuales tratadas de la planta de tratamiento de aguas usadas del complejo. Esta planta es operada por PDM Utility Corp. Esta práctica ha sido muy exitosa, ya que ha reducido a cero el uso de agua potable para estos fines. El complejo turístico-residencial Palmas del Mar maneja independientemente de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) la distribución del agua potable para todos sus subscriptores. Esto ocurre bajo la otorgación de una franquicia por parte de la Comisión de Servicio Público que permite a PDM Utility comprar el agua potable a la AAA y distribuirla dentro del complejo. La franquicia provee también para la operación de una planta de tratamiento para el sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales. El sistema de tratamiento de las aguas usadas es uno secundario con desinfección, usando la tecnología alemana conocida como *Stählermatic*. Los efluentes que pasan este sistema son desinfectados utilizando un sistema conocido como MIOX, punto donde se verifica que el efluente que descarga a las charcas de retención para riego cumplan con los parámetros establecidos por la Junta de Calidad Ambiental. El artículo presenta las lecciones aprendidas durante estos 30 años.

Palabras clave: Campos de golf, irrigación, Palmas del Mar, aguas residuales tratadas, MIOX

Abstract - During the past 30 years, the golf courses and several green areas irrigation on the Palmas del Mar Community in Humacao, a tourist residential complex, have been supplied from treated wastewater of their own Wastewater treatment plant. This facility is operated by PDM Utility Corp. This practice has been very successful, as it has reduced to zero the use of potable water for these purposes. The tourist-residential Palmas del Mar community manages independently from the Puerto Rico Aqueducts and Sewers Authority (PRASA) the potable water distribution for all of their subscribers. They operate under a Public Service Commission franchise agreement that allows PDM Utility to buy potable water from PRASA and distribute it inside the Complex. The franchise also provides for the operation of a sanitary sewer and wastewater treatment plant. This treatment plant provides a secondary treatment stage with disinfection, using a German technology known as *Stählermatic*. Effluent passing this system is

¹ El autor es gerente de ingeniería de *Palmas del Mar Utility*, Humacao, Puerto Rico. Email: pdmutorrellas@coqui.net; danieltorrellascruz@yahoo.com

disinfected using a system known as MIOX, where is tested to meet the standards set by the Puerto Rico Environmental Quality Board, before discharging the effluent into retention ponds This article presents the lessons learned during these 30 years.

Key words: Golf course, irrigation, Palmas del Mar, treated wastewater, MIOX

Introducción

Durante la década del 60, se diseñó el complejo residencial-turístico Palmas del Mar en el municipio de Humacao. Dicho complejo es regido por un Plan Maestro que se desarrolló en el 1968, el cual fue adoptado y aprobado por la Junta de Planificación de Puerto Rico. Este Plan ha sido ejecutado a través de los años debido a que se continúan desarrollando las áreas que ya estaban destinadas para construcción. Dentro del Plan Maestro, se consideraba que había áreas de conservación, las cuales no se iban a desarrollar; y que todo el crecimiento que se fuera dando paulatinamente tenía que estar ajustado al sistema de infraestructura que ya se había conceptualizado en la creación de la corporación Palmas del Mar Utility.

Palmas del Mar Utility es una corporación independiente y sin fines de lucro que surgió para la década de los 70 con el propósito de desarrollar la infraestructura necesaria para el complejo de Palmas de Mar. Como parte de su creación, esta corporación obtuvo una franquicia de la Comisión de Servicio Público para que se permitiera operar un sistema de acueducto y alcantarillado para el desarrollo total de las 2,800 cuerdas que componen lo que es hoy la propiedad de Palmas del Mar. Hoy día, Palmas del Mar tiene un 68% de su extensión territorial desarrollada en una comunidad combinada: recreativa, turística y residencial. Posee 3,400 unidades de vivienda, hoteles, marinas, un complejo de cancha de tenis, dos campos de golf, una escuela, 20 restaurantes, y un centro ecuestre, entre otras instalaciones.

Todas estas instalaciones cuentan con una infraestructura de agua potable y un sistema de alcantarillado sanitario desarrollado por la corporación *Palmas del Mar Utility*. Esta corporación opera dos sistemas principales: 1) un sistema de distribución de agua potable, el cual recibe agua potabilizada de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados, y 2) una planta de tratamiento con 5 estaciones de bombas que colectan y transportan todo el efluente de las casas, hotel, comunidades, club de golf, centro ecuestre, y de todas las propiedades y actividades que se realizan dentro de Palmas hasta la planta de tratamiento. Esta planta de tratamiento desde sus inicios fue conceptualizada como una de cero descargas, lo que significa que la planta no descarga en ningún cuerpo de agua del país, sino que toda el agua que se produce es reutilizada.

Diseño del Sistema de tratamiento de aguas residuales e infraestructura

La planta de tratamiento de Palmas de Mar consta de una planta central y un total de cinco estaciones de bombeo que colectan y traen el efluente de todas las instalaciones que alberga el complejo residencial turístico (Figura 1). Desde sus inicios, la planta opera con un permiso de cero descargas de la Junta de Calidad Ambiental. La primera planta de tratamiento fue desarrollada para 1981; luego tuvo sus mejoras para el 1986, y en el 2011 se construyó un tanque de equalización. El modelo de la planta de tratamiento renovada en 1986 es para una planta de operación completamente aeróbica con reactores biológicos, digestores de lodos y clarificadores. Este sistema trata y produce todo el efluente que llega a las lagunas de retención identificadas dentro del permiso para entonces ser usado en el riego.



Figura 1. Planta de tratamiento secundario ubicada en Palmas de Mar, Humacao, Puerto Rico.

Este sistema de tratamiento tiene capacidad para manejar 1.2 mgd y fue diseñado considerando que en un periodo de 10 a 15 años Palmas del Mar podría alcanzar aproximadamente el 80% de su Plan Maestro, con un 10% a 20% de remanente de expansión. Actualmente, la planta maneja entre 400 a 500 mil galones diarios de descargas. En temporadas turísticas altas (durante los meses de noviembre a febrero y entre mayo y agosto), se producen dos puntos altos en el año

donde los flujos pueden llegar a unos 700 a 750 mil galones de agua diarios.

El diseño de la planta es uno anaeróbico con un sistema de pre-tratamiento y otro de tratamiento base utilizando la tecnología alemana conocida como *Stählermatic* (Figura 2). El sistema de pre-tratamiento es uno que consiste de un desarenador en donde se recibe todo el efluente y se hace una remoción de un alto porcentaje de los sedimentos que llegan a través de las tuberías. Una vez son removidos los sólidos, este efluente llega a un tanque de equalización. El tanque de equalización transfiere a la planta de tratamiento el agua residual mediante un sistema de niveles, lo cual mantiene un flujo igualado. Una vez el agua residual llega a la planta modular con tecnología *Stählermatic*, se comienza un proceso de sedimentación, mezcla y aireación. Para la oxigenación del agua en el tanque de equalización, el sistema utiliza un componente externo que contiene un aereador que inyecta aire introduciendo burbujas en el agua. Una vez en los tanques de tratamiento, los rotores de los reactores biológicos poseen barras de discos internos. Estas pueden moverse a la velocidad de los rotores, y mantiene un burbujeo constante en el agua que facilita la mezcla y la digestión de los sedimentos orgánicos por parte de las bacterias mediante el uso de los *biofilm*. Ese sistema permite una aireación constante que facilita dos cosas: 1) oxigenar el agua, y 2) mantener una velocidad variable dentro del sistema que permite mantener un nivel de oxígeno disuelto en el agua que automáticamente acelera o desacelera los motores para una mejor eficiencia eléctrica. De esta forma, el sistema opera 24/7 sin la necesidad de un motor en cadena y de aireación. En términos de kilovatio hora por galón de agua, este consumo energético es ínfimo para la producción de unos 450 mil galones diarios necesarios para el riego de los campos de golf y áreas verdes.



Figura 2. Planta modular Stählermatic.

Una vez el agua pasa, el sistema de pre-tratamiento llega a los tanques de clarificación en donde se separa el agua clara de los lodos. En este punto, el agua clara pasa a los tanques de desinfección para recibir como parte del tratamiento secundario la inyección de Cloro, mientras que los lodos son tratados mediante un sistema de digestión. Los lodos digeridos y desaguados son el elemento principal para generar la composta que se utiliza en las áreas de jardines dentro del complejo. En la mayoría de los tanques de desinfección que se utilizan las aguas claras, son desinfectadas utilizando cloro gas. Sin embargo, desde el 2009 *Palmas del Mar Utility* utiliza el sistema conocido como MIOX. Éste es un sistema donde una solución de agua con sal pasa a través de unas placas y por electrolisis hay una separación de sodio y cloro. El cloro se inyecta en el agua y en solución acuosa de sodio se devuelve a la planta. Con esta tecnología, se produce suficiente cloro residual para descargar y consistentemente inyectar cloro para que el efluente salga con un parámetro de cloro residual de 1.0 miligramos por litro. En términos de seguridad, el sistema MIOX en comparación con el cloro gas es mucho más seguro y manejable. El cloro gas puede ser nocivo a la salud y su manejo es extremadamente riesgoso; requiere entrenamientos y equipos especiales para su manejo.

Cuando el agua ya es desinfectada, ese efluente es descargado a unas charcas de sedimentación o de pulimiento. En estas charcas ocurre una etapa final de evaporación y de sedimentación de algún material que pueda quedar suspendido. De estas charcas, pasa a través de tuberías por niveles al sistema de riego de los campos de golf.

Riego de aguas residuales tratadas en los campos de golf

Palmas del Mar tiene dos campos de golf de 18 hoyos cada uno. El *Flamboyán Golf Course* fue construido entre el 1996 y 1997. Es un campo que bajo condiciones normales de riego consume entre 500 y 700 mil galones al día. El otro campo, el *Palm Golf Course*, es el más antiguo y en condiciones ya maduras. Este campo consume unos 375 mil galones diarios. Desde hace más de 25 años, los sistemas de riego de los campos de golf y algunas de las áreas verdes del complejo residencial turístico utilizan las aguas residuales tratadas de la planta de tratamiento del complejo, manejada por *Palmas del Mar Utility*. Debido a que la planta de tratamiento produce unos 400 mil galones diarios, se determinan las áreas que se van a regar a fin de que, lo que la planta produce, sea suficiente para ellos y que las charcas no bajen a niveles críticos. Además, los campos de golf cuentan con charcas de recolección de escorrentías del perímetro, las cuales mediante un manejo adecuado compensan la cantidad de galones adicionales que se necesitan para mantener el riego en los campos y las áreas verdes.

En la actualidad, *Palmas del Mar Utility* produce lo suficiente para riego de los campos de golf y tenerlos en condiciones óptimas. Esto se conoce en el argot del juego como *playability*, lo que significa que el campo de golf sea suficientemente bueno para jugar, donde la bola rueda y la superficie del *green* sea óptima. Por otro lado, si no se produjera la cantidad de agua que se necesitaría para los campos de golf, se verían obligados a comprar agua potable a PDM Utility que aumentaría los costos operacionales. Bajo esta infraestructura, la corporación administradora de las instalaciones puede: (1) manejar la parte del costo para los campos de golf, y (2) dejar disponible el agua potable para ser reutilizada en la comunidad de Palmas.

En términos de impacto al ambiente y la salud, el uso de estas aguas residuales tratadas cumple con los parámetros y estándares que establece la JCA. En la Tabla 1 se muestra la lista de parámetros que exige la JCA y los resultados de las pruebas de calidad del agua realizadas hasta febrero del 2016, y los flujos mensuales promedio que descarga la planta de tratamiento. En verano, se descargaron cerca de 400 mil galones; en septiembre se descargaron 500 mil galones; y en febrero, como es temporada baja, se redujo a 350 mil, pero todos consistentemente con valores por debajo de los que pide la JCA. Para PDM Utility como operador de la planta, cumplir con estos parámetros de permiso es primordial.

Tabla 1

Parámetros de calidad de agua de la Junta de Calidad Ambiental y resultados del efluente de la planta de tratamiento en 2015 y 2016

Parámetros	Concentraciones Permisibles Permiso JCA CAG-73-36-0019	PDMU efluente 06/2015	PDMU efluente 09/2015	PDMU efluente 02/2016
Coliformes fecales	200MpN/100 ML	4.5	<1.8	< 1.8
Coliformes totales	1000MpN/100 ML	79	<1.8	< 1.8
BOD 5	45 mg/L	5.47	< 5	< 5
Sólidos suspendidos	45 mg/L	60	14.9	4
Remoción BOD5 y Sólidos	> 85 %	96%	91.3%	96%
Aceites y grasas	< 15 mg/L	4.8%	10.4 %	< 1.2%
pH	6<pH<9	7.1	7.18	6.72
Flujo max irrigado/día	1.3MMgal	420,625 gal	500,150 gal	357,800 gal

Nota. Muestreo por Beckton Environmental laboratories, Ponce, PR

Beneficios colaterales del sistema de tratamiento

Otro beneficio que obtiene *Palmas del Mar Utility* de la operación de la planta de tratamiento de las instalaciones de Palmas de Mar, es el uso de lodos para la manufactura de composta. Los lodos pasan por un sistema de digestión y el material resultante de este proceso es desaguado en los lechos de secado, primeramente, y luego mezclado con los desechos de jardinería molidos que se recogen dentro del complejo. Esta mezcla es dejada en los lechos de secado para que continúe desaguando, y luego es sacada al patio, colocada en pilas y clasificadas por mes, monitoreando su temperatura. Al término de 90 días es cernida. En todo este proceso, se utiliza un sistema mecánico que cada 4 o 5 días mueve las pilas para que el material pueda oxigenarse y airearse. El producto final de este sistema es una composta útil para acondicionar los jardines y áreas verdes del complejo.

Los resultados de esta composta han sido útiles para Palmas del Mar. Actualmente, como parte de la creación del producto y mediante diseño del Ing. Carlos Pacheco, se han incorporado los desechos de caballo del centro ecuestre. Además, durante el reciente suceso de la llegada de sargazo a las costas de Puerto Rico, el material que llegaba a la zona costera de Palmas del Mar fue igualmente incorporado a la mezcla de composta, solucionando así el problema de salubridad que crea la acumulación de sargazo en la costa. La incorporación de sargazo como materia para la composta aporta más nutrientes sin afectar la calidad ni los parámetros a monitorear del producto final.

Consideraciones finales

Los 30 años que Palmas de Mar lleva utilizando las aguas residuales tratadas para el riego de los campos de golf, son un ejemplo claro de que la reutilización de estas aguas es viable y confiable para proyectos de carácter agroindustrial. La correcta reutilización de aguas residuales para riego en campos de golf cumpliendo con unos estándares de calidad permite que el uso de aguas disponible para irrigación de cultivos agrícolas sea igualmente atractivo y creativo ante las situaciones de alta necesidad de este tan preciado recurso. Además, se comprueba que contribuyen a mejorar las condiciones ambientales de las áreas verdes. Como ejemplo, las áreas de retención de efluente tratado en Palmas del Mar sirven de hábitat para pelícanos, tortugas y especies de peces, entre otros tipos de vida animal.