

**Status del Programa de Muestreo para Obtener la Dispensa 301(h)**  
**de la Planta Regional de Aguas Residuales de Ponce**

**Por: Martha Rivera Rosa**  
**Directora Area de Pretratamiento**  
**Autoridad de Acueductos y Alcantarillados**

**Trasfondo histórico**

En áreas urbanas, el proveer un tratamiento adecuado a las aguas residuales industriales, comerciales y domésticas en una forma económica y ambientalmente aceptable es vital para mantener un balance adecuado entre el crecimiento socioeconómico y la protección ambiental. La disposición de las aguas residuales a través del emisario submarino profundo de la Planta Regional de Aguas Residuales (PRAR) de Ponce provee una solución costo efectiva y ambientalmente segura al recogido y tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Ponce y municipios adyacentes, que sirve de modelo a otras ciudades costeras en la Isla y en otros lugares del mundo.

Ponce, es la segunda ciudad más grande en Puerto Rico fuera del área metropolitana de San Juan. Según el último censo tiene aproximadamente 193,640 habitantes y tiene uno de los puertos comerciales más grande en la isla. Además, cuenta con varias instalaciones industriales que proveen empleo a muchos de los residentes del área. Por otra parte, las aguas en y alrededor de la bahía apoyan industrias comerciales tales como la pesca recreativa. La ciudad de Ponce también es rica en herencia cultural e histórica, posee millas de bellas playas y varias áreas recreativas con vista a la playa que incluyen hoteles, restaurantes, marinas privadas etc. La PRAR de Ponce es una de las 66 plantas de tratamiento de aguas residuales que opera y administra la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA).

La PRAR de Ponce fue construida originalmente en el 1970. Esta planta provee tratamiento primario avanzado para un flujo de diseño promedio de 18 MGD de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales. Previo a la construcción del emisario submarino profundo el efluente se descargaba por gravedad a las aguas poco profundas de la Bahía de Ponce a través de una troncal de concreto 72 pulgadas de diámetro y de 5,000 pies de largo. La Bahía de Ponce es una de las zonas marítimas en la zona sur de la Isla que ha sido afectada intensamente por descargas urbanas a través de los alcantarillados pluviales, la contaminación proveniente de actividades comerciales e industriales y en la zona portuaria. Además, como indicáramos el efluente de la PRAR de Ponce.

En el 1972, el gobierno federal promulgó la Ley Federal de Agua Limpia y en la misma requiere que todas las plantas de tratamiento municipales provean como mínimo tratamiento secundario para proteger los cuerpos de aguas receptores de las descargas de aguas residuales. Sin embargo, a través de la Sección 301 (h) de esta

Ley el gobierno federal reconoce la dilución y capacidad asimilativa de las aguas del océano, específicamente en áreas profundas y proveyó la alternativa de utilizar la capacidad asimilativa de éstas cuando se solicite una dispensa al tratamiento secundario. Una Dispensa 301 (h) permite a los municipios costeros descargar aguas residuales que hayan recibido tratamiento primario a aguas profundas si estas aguas residuales cumplen con todos los criterios de calidad de agua aplicables y no se afectan las comunidades marinas sensitivas tales como arrecifes de coral y áreas de desove.

La AAA decidió proceder con el proyecto a base de los análisis de costo beneficio y de que el emisario submarino profundo proveerá una protección ambientalmente superior a los ecosistemas marinos sensitivos adyacentes a la costa aún a pesar de que tendría que cumplir con estrictos requisitos establecidos por la reglamentación federal y local. Los estudios para extender el emisario submarino más allá de la plataforma insular comenzaron en el 1970. Estudios abarcadores de calidad de agua y del ecosistema marino de la bahía se realizaron durante la década del ochenta y principios de los noventa. Los estudios que concluyeron en el 1995, resultaron en la selección de la ruta seleccionada y en la obtención de todos los permisos y endosos requeridos de las agencias federales y estatales.

La AAA contrató los servicios de las siguientes firmas de ingeniería: Vincenty, Heres y Lauria y Malcolm Pirnie, Inc. (VHL/MPI) y la compañía constructora Misener Marine Construction, Inc. (Misener) para realizar el proyecto. VHL/MPI proveyó los servicios de consultoría que incluían los estudios ambientales, de viabilidad, coordinación con las agencias reguladoras, servicios de diseño y coordinación de construcción. Misener Marine y sus subcontratistas Longo de Puerto Rico y Constructora Hato Rey fueron seleccionadas como el grupo que tenía la experiencia, peritaje y recursos necesarios para construir un proyecto de tan alto reto. El diseño y construcción del difusor y estación de bombas fueron completados y está en operación desde 4 de octubre de 1999. Esta presentación provee detalles de algunos de los más interesantes e innovadores aspectos de las investigaciones iniciales, del diseño y construcción y de los resultados de los estudios ambientales realizados antes y después de iniciada la descarga utilizando el emisario submarino profundo.

En el 1979, bajo las disposiciones de la Ley Federal de Agua Limpia, la AAA solicitó una Dispensa 301(h) para esta planta utilizando el difusor existente en aquel momento (tubo de 72" de diámetro.) Esta solicitud fue tentativamente denegada por la EPA en el 1985 debido a que la descarga estaba localizada en aguas llanas de la bahía y no proveía protección adecuada al ecosistema marino. La AAA volvió a solicitar la dispensa en el 1989, pero en esta ocasión propuso relocalizar la descarga existente fuera de la bahía o sea descargar en aguas profundas. La Agencia federal de Protección Ambiental (EPA) le autorizó a la AAA la oportunidad de investigar esta alternativa pero le requirió que no sólo demostrara que la descarga era ambientalmente aceptable pero que la construcción del emisario submarino era técnicamente adecuada.

La AAA con el apoyo de compañías locales y de los Estados Unidos (VHL/MPI) desarrollaron un programa de investigaciones científicas diseñados a demostrar que el emisario submarino profundo cumpliría con toda la reglamentación local y federal aplicable y que podría ser construido en la ciudad de Ponce. El programa incluyó:

- Estudio intensivo del fondo del mar
- Análisis de las características oceanográficas de la bahía (corrientes, vientos, mareas)
- Modelaje del efluente
- Muestreo y análisis de calidad del efluente y del cuerpo receptor
- Estudio de erosión de la playa

### **Estudio intensivo oceanográfico**

Un reconocimiento completo del área fue realizado en dos fases. La primera fase estuvo diseñada para identificar rutas potenciales para ubicar el difusor y la correspondiente descarga, a base de la topografía y morfología del fondo del mar. La segunda fase estuvo dirigida a recopilar datos batimétricos e hidrodinámicos para el diseño y construcción del emisario.

### **Análisis de las corrientes marinas**

La Isla de Puerto Rico está localizada en el Caribe en un área conocida como el Pasaje de los Huracanes "Hurricane Alley". Debido a que en esta área se registran fuertes y persistentes vientos que originan olas que pueden dañar severamente un emisario submarino. La evaluación de las corrientes marinas fue un factor crítico en el diseño del emisario de manera que este pudiera resistir fuertes tormentas. La evaluación de la fuerza del oleaje incluyó modelaje computarizado de las fueras del oleaje y un análisis de refracción para la Bahía de Ponce. El modelaje fue realizado utilizando tormentas Categoría 4 que originan olas de una altura de 60 pies (asumiendo que un huracán de esta categoría ocurre cada 100 años).

### **Modelaje del difusor y la zona de mezcla**

La Dispensa 301 (h) se obtiene sólo para tres parámetros: demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST) y pH. Todos los demás parámetros tienen que cumplir con los límites de calidad de agua aplicables promulgados por la EPA como por la Junta de Calidad Ambiental (JCA) que es la agencia local responsable de regular en la isla la calidad de las aguas. Esta agencia requiere la autorización de una zona de mezcla para descargas de aguas residuales a ecosistemas marinos. La zona de mezcla es un área limitada alrededor de la descarga; en el borde de ésta, todos los límites establecidos por la agencia reguladora deben ser cumplidos.

## **Calidad del agua y los estudios biológicos (Técnicas Limpias)**

Mientras que el grado de mezcla provisto está determinado a través del modelaje del difusor el grado de mezcla requerido es en función de la calidad de las aguas en el ambiente, la calidad de las aguas del efluente y del criterio de calidad del agua aplicable. La determinación de los requisitos de la zona de mezcla requiere muestreo y análisis de ambas las aguas marinas receptoras como del efluente de la planta. Los criterios locales de calidad de agua incluyen límites a los parámetros convencionales, pesticidas, orgánicos tóxicos y metales. Los límites de los metales son extremadamente estrictos y en mucho de los casos exceden el límite de detección de los métodos analíticos convencionales. La EPA subsiguientemente requirió el uso de "técnicas limpias" para el muestreo y análisis. Estas técnicas incluyen protocolos especiales y equipo para tomar, manejar y transportar al igual que procedimientos de análisis que deben ser realizados en un laboratorio con un "cuarto limpio" que provea las condiciones necesarias de manera que se puedan alcanzar los límites de detección extremadamente bajos requeridos.

Además de los estudios físicos y de calidad de agua se necesita realizar estudios biológicos para determinar la diversidad biológica y la salud del ecosistema marino en y alrededor de la bahía. Estos estudios incluyen, estudios detallados de los arrecifes de coral, muestreo de organismos benthicos, identificación de especies e inventario, y un video de los organismos marinos a lo largo de la ruta del difusor y en la vecindad de la descarga.

## **Erosión de la playa**

Además del daño potencial que implican los vientos fuertes de los huracanes se evaluó el impacto de la marejada en la erosión de la costa ya que esto podía representar una amenaza a la estructura del emisario. Se realizó un estudio de los datos históricos y actuales de la erosión de la costa. Todas estas investigaciones ayudaron a proveer la información necesaria para preparar la Declaración de Impacto Ambiental, la Evaluación de Zona de Mezcla y el Informe Técnico de Viabilidad que se necesitaba para sustentarle a la EPA y a la JCA que un emisario submarino profundo era una alternativa técnica, ambiental y económicamente viable para manejar las aguas residuales de la PRAR de Ponce.

## **Aspectos críticos del diseño y construcción del difusor**

Algunos requisitos críticos de diseño fueron identificados que ayudaron a diseñar el difusor y la estación de bomba asociada. La necesidad de mantener el material flotante objetables que pudiera ser arrastrado a través de la planta de ser descargado y flotase a la superficie del océano motivó que se utilicen parrillas finas de limpieza automática a la entrada del afluente a la estación de bomba.

El sistema del difusor fue diseñado para un flujo pico de 44 MGD para acomodar la expansión futura de la planta e incluye una estación de bomba localizada en la planta

que alberga un metro “parshall flume”, cuatro parrillas de limpieza automatizada continua Rotamat™ por Lakeside y cuatro bombas sumergibles de 250 HP de velocidad variable por Flygt. El bombeo está controlado por el flujo que se mide a la entrada al igual que por los sensores ultrasónicos de nivel en el pozo húmedo. El pozo húmedo de por sí está diseñado para eliminar en todo momento posible la entrada de aire al difusor.

El emisario submarino tiene una extensión de aproximadamente 19,000 pies (5,793 metros) y descargará el efluente más allá de la plataforma insular a una profundidad de 400 metros. El emisario seleccionado consiste en un difusor en línea construido por secciones de 150 pies de largo de 48 pulgadas de diámetro, con 4 “risers” o tubos verticales igualmente espaciados de 36 pulgadas cada uno con tres “ports” u orificios que descargan horizontalmente. Un orificio en cada tubo vertical descarga hacia la pendiente a lo largo del eje del difusor mientras que los dos están diametralmente opuestos descargando perpendicular al eje del difusor. La configuración y profundidad de la descarga asegura que los plumachos individuales no se encuentren y que los plumachos queden atrapados abajo cerca de 120 pies de profundidad, bien por debajo de la plataforma insular. Esto evita que emerja el plumacho y maximiza la dilución, atrapando el plumacho bajo la plataforma insular a la vez que elimina la posibilidad de que las aguas residuales sean cargadas a la costa o hacia la playa y que se impacten por las corrientes superficiales prevalecientes los ecosistemas marinos.

La construcción del emisario submarino profundo y la estación de bombas comenzó con la instalación de la porción terrestre a fines de 1995. La tubería de acero se utilizó para la instalación de la primera tercera parte de la línea desde la playa hasta un punto al sureste entre el Cayo Viejo y las Hojitas, Isla de Cardona. En esta ruta se encuentran los sedimentos más blandos. Las secciones de hormigón se instalaron de un largo de aproximadamente 2,700 pies (823 metros) utilizando una barcaza. Esto se planificó así para minimizar el impacto en el medio ambiente marino.

Previo a la descarga la EPA le requirió un muestreo previo a la descarga para establecer concentraciones de trasfondo. Este muestreo fue realizado durante la semana del 23 al 26 de agosto de 1999. Los procedimientos y protocolos requeridos para el programa de monitoría pre y post-descarga fueron desarrollados de acuerdo a las recomendaciones de la EPA. El ámbito de trabajo de los programas de monitoría fue desarrollado y sometido a la EPA y a la JCA para su evaluación y aprobación. El documento “Quality Assurance Project Plan and Sampling and Análisis Protocols for the Ponce WWTP 301 (h) Waiver and Mixing Zone Validation Studies (QAPP) fue sometido para revisión de la EPA en abril de 1999 y se recibió una aprobación tentativa con recomendaciones al mismo el 21 de julio de 1999. Las revisiones finales fueron realizadas al QAPP y la versión final fue sometida en febrero de 2001. El primer muestreo fue realizado durante la semana del 25 de marzo de 2001.

El Programa de Muestreo de la Dispensa 301(h) está diseñado para ser realizado en un período de 12 meses (cuatro muestreos cada tres meses). El muestreo está diseñado para recoger muestras del afluente, efluente y del cuerpo receptor.

Durante este primer muestreo se estudiaron además los invertebrado bénticos, el fitoplancton marino, peces, y epibénticos invertebrados. En los próximos muestreos se realizarán estudios de sedimentos, bioacumulación, evaluación de impacto en los arrecifes de coral y se realizará una prueba de integridad del emisario submarino. A continuación un breve resumen de los hallazgos significativos:

### **Calidad del afluente y efluente**

Los resultados del primer muestreo para obtener la Dispensa 301(h) para la PRAR de Ponce indican que se cumple con los límites del permiso de descarga NPDES, excepto para el parámetro de nitrógeno total. De 164 parámetros muestreados sólo 43 fueron detectados en el afluente. De éstos, ocho parámetros fueron detectados en el efluente en concentraciones sobre los límites de calidad de agua. Sin embargo, con una dilución inicial estimada de 144:1 todos estos parámetros cumplen con las normas de calidad de agua del cuerpo receptor en el borde de la zona de mezcla.

### **Calidad del agua del cuerpo receptor**

Las concentraciones de los 164 parámetros muestreados y analizados o no fueron detectadas o estuvieron bajo los límites de las normas de calidad de agua, excepto por las detecciones aisladas de arsénico y sulfato. Debido a que estas concentraciones aisladas estaban sobre los límites de las normas de calidad de agua en varias estaciones a través del área de estudio, las excedencias aparentan no estar relacionadas con la descarga de la PRAR de Ponce.

Los resultados del primer muestreo para obtener la Dispensa 301(h) para la PRAR de Ponce documentan que la descarga no afecta adversamente la calidad del agua del cuerpo receptor. Las condiciones físicas documentadas por los perfiles de la columna de agua para salinidad, temperatura, oxígeno disuelto y pH y por los perfiles de las corrientes marinas contribuyen a un alto nivel de dilución. Aunque se encontraron concentraciones de arsénico y sulfato más altas que las normas de calidad de agua para el cuerpo receptor en alguna de las profundidades de las estaciones de muestreo, ninguna de estas excedencias aparenta estar relacionada con la descarga de la PRAR de Ponce y ninguna representa una condición representativa del área donde se descarga.

### **Comunidades de invertebrados bénticos**

El estudio indica que las comunidades de invertebrados bénticos se registra en las tres estaciones establecidas en el área de estudio biológico. Los índices de diversidad Shannon-Weiner y las estaciones de trasfondo son similares, unas a otras, y a los valores históricos registrados para cada estación previo a la operación del emisario submarino.

## **Comunidades de Invertebrados epibénticos y peces**

La Bahía de Ponce se ha considerado siempre como una de las áreas de pesca menos productiva en la costa sur de Puerto Rico. Los resultados del muestreo son indicativos de esta condición. Sin embargo, durante el muestreo se registró mayor cantidad de peces en la estación 30 que en las otras estaciones. Se desconoce el porqué de este hallazgo pero se podría atribuir a la presencia de estructuras submarinas tales como formaciones rocosas, etc. El reducido número de peces se pudiera atribuir a la ausencia en general de un hábitaculo adecuado. Los resultados de este muestreo concuerdan con los resultados obtenidos en el muestreo pre-descarga y estudios marinos anteriores realizados en el área. No se observaron patologías en las especies de peces analizadas por lo cual se confirma que la operación del emisario no está impactando a la población de peces endémica del área de descarga.

## **Fitoplancton**

Se observaron bajos niveles de producción de algas en el área circundante al emisario submarino lo que evidencia en ambos, los datos históricos y los actuales que no hay un enriquecimiento debido a la operación del emisario submarino

## **Conclusiones**

La calidad del agua en la Bahía mejorará sustancialmente ya que se ha transferido la descarga de la planta a aguas profundas. El proveer tratamiento primario avanzado que ofrece la PRAR de Ponce a las aguas residuales es eficiente y se cumple con los límites establecidos con el permiso de descarga de la planta. El convertir la PRAR de Ponce a una planta secundaria no provee beneficios ambientales adicionales significativos. Invertir en estas obras restaría atención a área de mayor necesidad como la de proveer servicios de agua potable y servicios de alcantarillados a sectores deficientes al igual que se incrementarían los costos de operación y mantenimiento. Al igual que se incrementaría el volumen de lodos que se generarían en el proceso de tratamiento.

## **Bibliografía**

Ponce Regional Wastewater Treatment Plant (RWWTP) Ocean Outfall Study: First Quarterly Report of the 301(h) Waiver Monitoring Program, March/April 2001 Submitted to the Environmental Protection Agency on June 29, 2001

Pre-Discharge Monitoring Program Results for the Ponce WWTP 301(h) Waiver Program- August, 1999 - Submitted to United States Environmental Protection Agency on December 3, 1999