

## CONSIDERACIONES MEDIO AMBIENTALES Y OPERATIVAS PARA LA PUESTA EN MARCHA Y FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO SOBRE LA DISPOSICIÓN DE AGUAS ORDINARIAS POR LA MODALIDAD DE EMISARIO SUBMARINO, OPERADO y ADMINISTRADO POR AYA EN EL CANTÓN CENTRAL DE LIMÓN-COSTA RICA



José Miguel Ramírez Corrales<sup>1</sup>

### Introducción

La población central de Limón cuenta con un medio propio y único que nunca ha sido utilizado en el país para la disposición de aguas residuales de tipo ordinario, el cual entró en operación continua en abril del 2005, se trata del denominado emisario submarino que consiste, en la parte final del sistema, de una tubería de plástico resistente sumergida y anclada en el fondo del mar.

El presente trabajo pretende considerar factores adversos que deben preverse con el fin de hacer eficiente y efectivo este medio de disposición de tal modo que una vez puesto en operación, no se den situaciones de interrupciones, pérdida de calidad estética de las masas de agua oceánicas y de rechazo por parte de la población beneficiada.

### Fundamentos básicos

Es importante considerar el fundamento teórico que permite la utilización de este medio de descarga de aguas servidas en el océano.

Las aguas dulces continentales aún cuando sean de tipo residual no han sufrido una modificación sustantiva de su densidad, la cual es de alrededor de 1 gramo / mililitro, lo que significa en términos prácticos que un litro de agua residual ordinaria pesa un kilogramo. La conductividad eléctrica de las aguas residuales varía normalmente entre 300 y 750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Para el caso de las aguas marinas su densidad, producto del contenido salino que puede llegar a 3.5 gramos por litro, o equivalente a 35000 mg/L de sales totales, puede llegar hasta un valor de 1.025 gramos/mililitros, es decir, posee en términos prácticos

<sup>1</sup>Licenciado en Química. Dip. E.S.T Delft Holanda. Unidad de Química. Laboratorio Nacional de Aguas. [jmramirez@aya.go.cr](mailto:jmramirez@aya.go.cr)

mayor densidad que las aguas residuales continentales. La conductividad eléctrica de las aguas oceánicas puede variar entre 50000 y 70000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Esta variación en densidades permite que las aguas ordinarias residuales puedan flotar en el agua marina, es decir, la masa de agua de menor densidad ocupa la parte superior de las capas de agua oceánica de mayor densidad. De acuerdo con este principio, si el desfogue o descarga del emisario se hace a varios metros de profundidad, en este caso superior a 15 metros, existirá una dispersión de las aguas residuales hacia la superficie tratando de flotar permitiendo de esa manera que ocurran los mecanismos de mezcla y dispersión. El aprovechamiento de esta tecnología se basa en el principio de diluir los contaminantes con aguas marinas, al dispersar el agua residual ordinaria en su ascenso hacia la superficie. Además se aprovechan las condiciones adversas del exceso de salinidad sobre los microorganismos contaminantes, actuando este medio como bactericida.

Es oportuno señalar que este medio de disposición no contradice la prohibición de la reglamentación nacional referente a no permitir la dilución como medio de desaparecer o disminuir la contaminación. Con la utilización de un emisario submarino no se adiciona agua al residuo líquido para disminuir sus niveles de contaminación por parte del ente generador de la contaminación, sino que más bien se aprovecha un medio receptor considerado

infinito en cuanto a los volúmenes de agua disponible respecto al desecho descargado. En resumen; es una técnica cuyo principal ventaja es la utilización del principio de mezclar de modo infinito con las aguas oceánicas, centralizando las actividades de manejo y operación en el preacondicionamiento y los bombeos hacia el mar de las aguas servidas.

#### **Preacondicionamiento de las aguas antes de la descarga al mar**

Las aguas descargadas en el océano sólo serán pretratadas o preacondicionadas eliminando todos los sólidos mayores a 0.5 milímetros por medio de operaciones físicas de separación líquido sólido en los tamices de arco. Las partículas finas descargadas en las aguas residuales por el emisario, no generan sedimentación de sólidos, el aumento de turbiedad y color en las aguas marinas debido al efluente residual será imperceptible, gracias a la constante dinámica del oleaje y las corrientes marinas que renuevan en fracciones de segundos la columna de agua receptora.

La parte medular de la utilización de un emisario submarino es el preacondicionamiento de las aguas con el objeto de asegurar que la dispersión de los contaminantes sea de únicamente aguas cloacales, sin presencia de desechos sólidos ajenos al agua residual. Téngase en cuenta que las aguas típicas domésticas deberán ser aquellas provenientes del uso ordinario en los hogares, establecimientos comerciales, hoteles,

oficinas públicas, en donde los vertidos provengan exclusivamente del uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa, etc.

La experiencia del AyA en aquellas zonas donde se tienen sistemas de tratamiento de aguas residuales no es grata y a estos sitios llegan todo tipo de plásticos, trapos viejos, gran cantidad de papeles higiénicos, toallas sanitarias, preservativos, cepillos dentales, zapatos viejos, aceites lubricantes exhaustos, bolas de grasa, etc. Esta mala experiencia obliga a retomar estrategias de educación hacia la población limonense para que eviten la descarga de materiales ajenos a las aguas residuales hacia el alcantarillado. Para ello podría utilizarse espacios radiales en las emisoras de la provincia por parte de técnicos especialistas del instituto y repartición de despleables en escuelas y colegios, charlas dirigidas a grupos influyentes sobre la población.

No sería nada agradable ni apropiado en el futuro para la responsabilidad ambiental del AyA respecto a esta descarga ver desfogar hacia las aguas marinas por el emisario submarino trapos viejos, plásticos, y toda clase de materiales ajenos a las aguas residuales típicos en los alcantarillados sanitarios en el país. La población limonense deberá coadyuvar en la preservación de la calidad estética del paisaje marino y circundante al emisario submarino. Los entes generadores de contaminación deberán disminuir sus cargas

contaminantes previo a la descarga al colector sanitario, así por ejemplo, el mercado central municipal deberá activar el uso eficiente de trampas de grasa y aceites.

La institución deberá prever lo relacionado al mecanismo de abrasión de los tamices de acero inoxidable que se utilizan para el pretratamiento de las aguas antes de su descarga al mar, este mecanismo puede destruir por completo las láminas curvas de acero por las partículas de arena del agua residual. De igual modo deberá disponer de un amplio surtido de piezas clave para el óptimo y continuo desempeño de la estación de preacondicionamiento, tales como sensores, tecles, motores extractores de gases.

Se deberá impedir la conexión al alcantarillado sanitario, así como detener las descargas furtivas ilegales de talleres mecánicos y de cambio de aceites lubricantes, efluentes de bombas gasolineras, tintorerías, procesadoras de alimentos o industrias cárnicas que desechen aceites y grasas comestibles. Estos desechos hidrofóbicos oleosos generarían una mancha de hidrocarburos fácilmente detectable y flotante en las aguas marinas.

Un aspecto que merece atención es sobre los desechos sólidos retenidos en la Estación de Preacondicionamiento, EPA. No deberá trasladarse con esta basura materia fecal ofensiva. Los desechos retenidos tal y como fue

explicado en forma exhaustiva anteriormente, no deberían llegar a este sitio, por lo que se consideran desechos sólidos ordinarios que deben ser enviados al relleno sanitario de la zona. El mismo papel higiénico debe ser colocado en recipientes dentro de los servicios sanitarios y letrinas y ser colocado con la basura ordinaria hacia el relleno. En las aguas residuales las fibras de celulosa son de difícil biodegradabilidad, razón por la cual no es deseable que sean descargadas en el mar.

Muy importante es desaguar y escurrir completamente los desechos retenidos en La EPA de modo tal que no se den escurrimientos de lixiviados durante su traslado hacia el relleno sanitario.

Las aguas crudas que llegan a la estación de preacondicionamiento pueden considerarse que apenas inician los procesos de biodegradación y descomposición en donde los niveles potenciales de hidrógeno de las aguas, pH, aún son considerados normales entre el rango de 6.5 y 9.0 unidades, razón por la cual no son necesarios tratamientos alcalinos con cal, potasa o soda cáustica de estas basuras y desechos sólidos separados de estas aguas pudiendo ser descartadas tal y como se hace en los hogares.

Con el funcionamiento continuo de la EPA y del emisario se evita la generación de malos olores en las instalaciones de pretratamiento y de emisiones de gases extraídos de ahí hacia la atmósfera circundante. El

estancamiento de las aguas residuales en el tanque cisterna, el taponamiento de los colectores sanitarios y la descomposición de los sólidos retenidos en la EPA, si no se envían al relleno sanitario, son factores que promueven la formación de malos olores debidos al ácido sulfídrico, mercaptanos, putrecinas y tioles. La condición de estado de funcionamiento continuo es requisito fundamental para garantizar atmósferas internas y externas manejables.

Los militamices deben ser limpiados permanentemente sea con agua caliente, soda cáustica al 5 % P/V y con escobones en el sentido longitudinal y transversal de las aberturas de los mismos.

El instituto deberá garantizar la permanencia del personal de aguas residuales dedicado a la unidad de pretratamiento mediante incentivos, condiciones de protección personal apropiadas y laboral seguras, de modo tal que no se de la fuga de funcionarios hacia otras dependencias tal y como ha ocurrido en otras experiencias, donde al final se tiene que llegar a la contratación de personal externo para efectuar esas actividades.

El Laboratorio Nacional de Aguas, LNA, por medio de la sección de aguas residuales ha propuesto el plan de monitoreo tanto de las aguas marinas, para las cuales a la fecha se han efectuado 2 campañas de análisis, como también para el control de las aguas en la unidad de pretratamiento desde su entrada en

funcion. Con base en los caudales descargados se establecerá la frecuencia de los monitoreos. Se han iniciado desde el mes de mayo del 2005, las evaluaciones de las masas de agua marina una vez puesto en funcionamiento permanente el emisario, en varios sitios de muestreo incluyendo el área del desfogue y a tres alturas de la columna de agua: superficie, parte media y a 1 metro del fondo, véase cuadro al final.

### **Sobre personal y condiciones laborales**

Otras actividades no menos importantes por ser consideradas deberán ser aquellas relacionadas con la dotación de equipos y materiales indispensables del personal designado en la EPA tales como botas de hule, delantales, guantes de hule, cuero o caucho, tapa bocas tipo quirúrgico, anteojos de seguridad lente claro que eviten el ingreso de agua residual en los ojos, uniformes que incluya camisa y pantalón, manguera y acometida de agua para el lavado de la EPA, botiquín, linterna entre otros. Las tres vías de infección posible del personal, nariz, boca y ojos, deberán mantenerse con la mayor protección.

En la EPA es deseable el manejo de bitácoras donde se anoten las labores realizadas, reparaciones efectuadas cuando corresponda y registros de monitoreo.

Sobre los controles y registros en el sitio; que pueden llevarse a cabo en la EPA se refieren los parámetros tales como: caudal de bombeo hacia el océano, pH, sólidos

sedimentables, conductividad y temperatura. También vigilar sobre situaciones poco comunes tales como la entrada a la EPA de aceites exhaustos, búnker, hidrocarburos que puedan aparecer como una pluma contaminante fácilmente apreciable en el desfogue, etc.

Para las labores de monitoreo es importante dotar de libros foliados para bitácora, equipo portátil para medición de pH y conductividad, conos Inhoff de Nalgene y gradilla de soporte para los mismos. Termómetro para medición de temperatura ambiente y del agua. Los operadores deben llevar registros diarios continuos de las variables medibles "in situ".

En la EPA se prohíbe el ingreso y consumo de alimento dentro de las instalaciones de tratamiento durante la jornada laboral, se prohíbe por completo el ingreso de bebidas alcohólicas. La ropa del personal debe lavarse de ser posible en las mismas instalaciones para evitar la diseminación de focos contaminantes. El personal dispondrá de casilleros, bodega de herramientas y contará como mínimo con tres uniformes. El uniforme será obligatorio cuando se encuentre dentro de las instalaciones.

El personal será asegurado de la CCSS y protegido con póliza sobre riesgos laborales por el INS. Deberá estar vacunado contra Hepatitis B, tétano, etc. Debe ducharse al concluir la jornada de trabajo y dejar el uniforme dentro de las instalaciones para su posterior lavado.

Las instalaciones deberán proveer de equipo de trabajo, herramientas y materiales inventariados, guardarropa, equipo de laboratorio, lavamanos, ducha e inodoro, pila para lavado de uniformes y de botas, escritorio con silla.

En el siguiente cuadro se propone la estrategia de muestreo para las aguas marinas que recibirán las aguas domésticas de Limón. Con base en esa metodología se han efectuado dos campañas de monitoreo antes de la entrada en operación, y posteriormente se usará para evaluar el impacto real de las aguas vertidas en el ecosistema marino circundante.

#### DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS POR EL EMISARIO SUBMARINO DE LIMÓN VARIABLES A DETERMINAR IN SITU Y RECOLECCIÓN DE MUESTRAS MARINAS

Variable a determinar	Medida ó acción	Sitio de Medición			METODO
		SUPERFICIE	MEDIO	FONDO	
Conductividad	In Situ	X	X	X	Conductímetro
Temperatura	In Situ	X	X	X	Termómetro
pH	In Situ	X	X	X	pHmetro
Medida Secchi	In Situ		Lo define una sola profundidad en metros		Disco Secchi y cuerda graduada
Oxígeno Disuelto	In Situ y LNA	X		X	Oxímetro y fijación Winkler
DBO	Recolección de muestras en cada sitio	X		X	Winkler
Amonio					Nessler
Nitratos					Reducción Cd
Fósforo	Recolección de muestras en cada sitio	X		X	Colorimétrico
Grasa y aceite					ECC
S.A.A.M.					Azul metileno
S.S.T					Gravimétrico
Metales: Fe; Mn; Cr; Cd; Pb;	Recolección de muestras en cada sitio	X	X		Absorción Atómica
Hidrocarburos	Recolección de muestras en cada sitio	X	X		Fluorométrico, UV ó Cromatografía

<b>Variable a determinar</b>	<b>Medida ó acción</b>	<b>SUPERFICIE</b>	<b>Sitio de Medición MEDIO</b>	<b>FONDO</b>	<b>METODO</b>
Clorofila A	Filtración In Situ	X		X	Extracción ETOH
N.M.P	Botellas esterilizadas	X			Tubos múltiples
Recuento Bacteriano Mesofílico	Botellas esterilizadas	X			Recuento en Placa
Salmonella	Botellas esterilizadas	X			Presencia - ausencia