

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON OUTFALLS SYSTEMS
Mar del Plata, Argentina 15-18 May, 2011

**APLICABILIDAD DE LA DISPOSICIÓN FINAL MEDIANTE EMISARIOS
SUBFLUVIALES EN CURSOS DE LA CUENCA DEL PLATA, ARGENTINA**

(AFFORDABILITY OF RIVER OUTFALLS IN STREAMS OF THE PLATA BASIN, ARGENTINA)

María Laura Pérez¹, Hugo Milli¹, Sandra Vassia¹, Marta Arquier², Juan Pablo Schifini¹

¹ Latinoconsult S.A. ² Aguas de Corrientes S.A.

Abstract

The sewage discharge by pre-treatment and river's outfall with similar designs to the submarine's outfall is an available solution for *Cuenca del Plata's* water courses in Argentina. Indeed, this basin is formed by rivers and streams with high flow capacity that allow, in the first instance, to ensure an adequate dilution. However, not all the water courses have in all the way the two necessary prerequisites to be feasible to install a river's outfall, which are basically to be: a flowing river with velocities exceeding 1 m/s and to have a stable section on floods and droughts evidenced by the non-formation of sandbanks. A preliminary analysis of the main course of the basin, the Paraná River, indicates that it is moving westward causing that several former river ports located on the left bank have ceased their operations due to significant sand embankment conditioning the feasibility of discharge by outfall. In this study the following estimates are made of the feasibility of this solution to the major cities listed below that are on Paraná River's banks, and also including Buenos Aires which is on Río de la Plata's river bank. To test the feasibility of the solutions is required, in addition to bathymetric surveys, ongoing monitoring of water quality in the receiving stream prior to the execution of the works in able to compare with the situation of the emissary in operation, giving as an example a brief review of the monitoring that is developed for Goya. Finally, it's important to note the need for adequate legislation based on the effects of discharges on water quality in the courses and not only on the effluent characteristics and quality.

Keywords

River outfalls; Plata Basin, Argentina; monitoring; discharge legislation

INTRODUCCION

La utilización de emisarios subfluviales en cursos caudalosos con diseños similares a los emisarios submarinos como solución para la disposición final de descargas cloacales urbanas es utilizada con éxito en muchos países. En la Argentina, sin embargo, es una práctica que no está difundida, salvo para la ciudad de Buenos Aires y para algunos proyectos desarrollados en los últimos años.

Esta solución permite obtener una importante dilución debida a la difusión de la descarga cloacal en el curso que se obtiene como resultado de un adecuado diseño del emisario y de las características adecuadas del cuerpo receptor. De esta manera se logra minimizar el impacto de contaminantes químicos y utilizar al máximo la capacidad de autodepuración de la materia orgánica que puede realizarse por procesos naturales en el curso.

Adicionalmente la reducción de equipamiento para el tratamiento de la descarga previa mediante esta disposición final permite reducir el gasto de energía y contribuir así indirectamente a la reducción de gases de invernadero, con claro beneficio ambiental adicional.

Por otra parte la reducción de los costos de instalación y en especial de la operación y mantenimiento permite un mayor aprovechamiento de los capitales disponibles para el financiamiento (siempre escasos) y de los fondos necesarios para la gestión de los sistemas cloacales, y en consecuencia una reducción de las tarifas del servicio.

LA CUENCA DEL PLATA

La descarga de desagües cloacales mediante pretratamiento y emisario subfluvial es una solución técnicamente disponible en principio para los cursos de la Cuenca del Plata, Argentina. En efecto esta cuenca está formada por cursos de gran caudal que permiten en primera instancia asegurar adecuadas diluciones.

Sin embargo no todos los cursos de agua de la Cuenca disponen en todo su recorrido en las dos márgenes de todas las condiciones que deben cumplirse para que sea factible la instalación de un emisario subfluvial. Estas condiciones son básicamente:

- ser un curso caudaloso con un caudal superior en tres órdenes de magnitud en relación al desagüe a descargar y disponer preferentemente de velocidades superiores a 1 m/s
- disponer de una sección estable tanto en crecidas como en estiajes, evidenciada por la no conformación de bancos de arena.

EL RIO PARANA

Como ejemplo de aplicabilidad de la solución planteada se analiza en primer lugar la situación del río Paraná. Este río es el principal curso de la Cuenca del Plata y atraviesa la Argentina con caudales medios del orden de 15.000 m³/seg. Su gran caudal y velocidad indica que, en principio, se dispone de una clara posibilidad de aprovechamiento para la instalación de emisarios subfluviales. Un análisis más detallado de este curso, permite observar, sin embargo, que varios antiguos puertos fluviales ubicados en su margen izquierdo han dejado de operar a causa de importantes embancamientos y movimientos de arena que reflejan un desplazamiento del río hacia el oeste, evidenciado además por señales geológicas de antiguos cauces. Esto hace claramente imposible su uso para la instalación de emisarios subfluviales.

La situación inversa se da, en su margen derecho y en algunos riachos que conforman su estructura lateral donde existen condiciones adecuadas para descargas subfluviales con emisarios.



A continuación se analiza la viabilidad o no de la instalación de esta solución para las principales ciudades ubicadas en sus márgenes, indicando los principales proyectos disponibles. Se comienza con los casos más desfavorables terminando con ejemplos de casos exitosos.

Ciudades de Corrientes y Paraná: En los casos de las ciudades de Corrientes (Figura 2) y Paraná (Figura 3) -dos importantes ciudades de la margen izquierda del río- los bancos de arena han hecho desaparecer sus antiguos y activos puertos fluviales en el lapso de pocas décadas, lo que impide pensar en la viabilidad técnica de la solución mediante emisarios subfluviales.



Figura N° 2



Figura N° 3

Ciudades de Santa Fe, Resistencia y Formosa: Las ciudades de Santa Fe (en el Río Colastiné, Figura 3), Resistencia (en el Riacho Barranqueras, Figura 2) y Formosa (en la margen derecha del Río Paraguay) presentan condiciones aptas para la instalación de un emisario, pero es necesario realizar estudios batimétricos sistemáticos antes de avanzar en una decisión.

Ciudad de Rosario: El caso de la ciudad de Rosario es complejo, ya que a pesar de estar en la margen derecha y no tener embancamientos de arena por ser un puerto fluvial, sus múltiples descargas cloacales y su condición de puerto complican la aplicabilidad de la solución desde el punto de vista técnico.

Ciudad de Zárate: La ciudad de Zárate ubicada a 100 km de la ciudad de Buenos Aires en la margen izquierda del Río Paraná dispone de batimetrías del Río aguas abajo del Puente Zárate Brazo Largo realizadas en los últimos diez años que indican la existencia de una sección muy estable, lo que asegura la viabilidad de la solución de una disposición por emisario subfluvial.

Ciudad de Goya: La ciudad de Goya de 66.709 habitantes según censo de 2001, se encuentra ubicada en la provincia de Corrientes a orillas del brazo del Río Paraná, denominado Riacho Goya. La ciudad dispone actualmente de una descarga sin tratamiento para efluentes cloacales, ubicada en zona urbana, generando riesgos para la salud e importantes impactos ambientales en una zona de recreación aguas abajo en la orilla del Riacho Goya al sur de la ciudad. (Ver Figura N° 4)

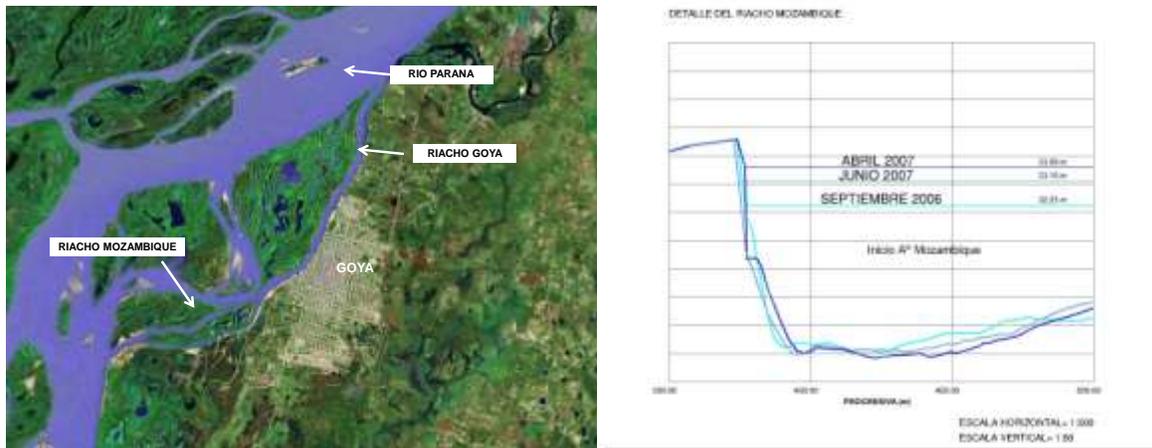


Figura N° 4

Actualmente se dispone de un proyecto ejecutivo para la descarga de un caudal de $0,145 \text{ m}^3/\text{s}$, mediante un emisario subfluvial. El proyecto, que contó con la asesoría de los Profesores Dr. Gerhard Jirka y Dr. Tobías Bleninger, se ha basado en descartar como cuerpo para la disposición final al Riacho Goya y la comprobación, mediante estudios de batimetría (realizados con nivel normal y en épocas de estiaje y de crecida) de condiciones para una descarga mediante un emisario subfluvial en el riacho Mozambique, que es un brazo estable del río Paraná de módulo $210 \text{ m}^3/\text{s}$, resultando la alternativa más viable. En la Figura N° 4 se puede apreciar que en la zona central del riacho las batimetrías de crecida y estiaje indicaron diferencias de cotas de fondo que no excedieron los 50 cm.

Para el modelaje de la descarga se ha aplicado el módulo para puertos múltiples del modelo CORMIX 2, para 3 opciones de longitud del difusor, 18, 27 y 36 m para número de raisers constante y variando el espaciamiento entre ellos, resultado adecuada una longitud de 36 m.

La solución se comparó con una descarga en orilla, como se indica en los Cuadros 1 y 2.

El cálculo se realizó para situación crítica (flujo bajo del río, concentraciones máximas). Se esperan valores bien mayores que los indicados para otras condiciones y fuera del centro de la pluma.

Del análisis de los resultados del modelaje del emisario se pudo concluir que:

- Produce una dilución significativamente mayor respecto a descarga en la orilla en el campo cercano y se acorta notoriamente este campo.
- La pluma resultante, no entra en contacto con la costa

Cuadro N° 1: Campo cercano

	Campo Cercano (NF)			
	Dilución	Ancho Pluma (m)	Espesor Pluma (m)	Finalización NF (m)
Difusor 36 m	265.5	35.2	4.48	18.0
Puntual en la orilla	90.5	4.38	4.20	241.53

Cuadro N° 2: Campo lejano (a 4,7 Km)

	Campo Lejano (FF)		
	Dilución	Z superior (ZU)	Z inferior (ZL)
Difusor 36 m	491.2	4.48	0
Puntual en la orilla	287.90	4.2	0

Los resultados muestran que la pluma queda lejos de las márgenes y se reduce la polución aún con tratamiento reducido.

El criterio de diseño fue reducir la polución bacteriana cerca de las márgenes. La solución permite mantener con menor contaminación la orilla del curso aguas abajo porque se tiene mayor dilución y la pluma no entra en contacto en ningún momento con la orilla. Aún con un alto grado de tratamiento no se podría alcanzar esto y siempre se necesitaría un difusor. Del análisis de los resultados de la dilución se ha identificado y dimensionado la Planta de tratamiento del efluente, considerándose necesario solamente la reducción de material flotante, grasas y aceites y sólidos fácilmente sedimentables, mediante rejas, tamices y sedimentadores-desengrasadores. (Ver Figura N° 5).

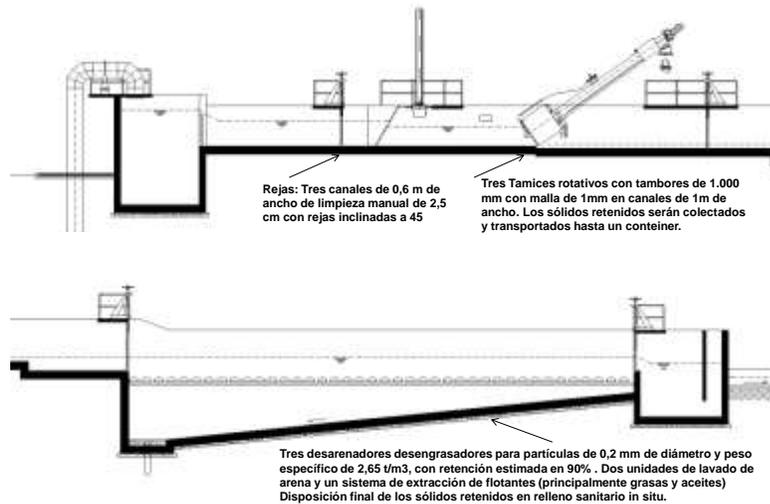


Figura N° 5

El emisario subfluvial será conformado por un conducto circular de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) de 400 mm de diámetro interno, y un difusor de 36 m de longitud contados a partir de una distancia de la costa de 40 m. El difusor estará compuesto por 10 raiser de 0.10 m con un espaciamiento de 4 m, la longitud de los mismos es 1 m sobre el lecho del río para evitar que en épocas de estiaje se produzca sedimentación. (Ver Figura N° 6)

Los raiser se complementan con la instalación de puertos simples del mismo diámetro interior (0.10 m) y estos a su vez están equipados con válvulas tipo pico de pato. Al ser intermitente el bombeo desde la Planta la utilización de este tipo de válvulas garantiza que cuando las bombas no funcionan se cierran y así se evita que algún objeto extraño, o moluscos puedan adherirse al emisario y reducir la sección de escurrimiento.

Desde el punto de vista técnico la solución adoptada es sencilla y tiene un gasto de energía bajo lo que la hace, además, económicamente más competitiva.

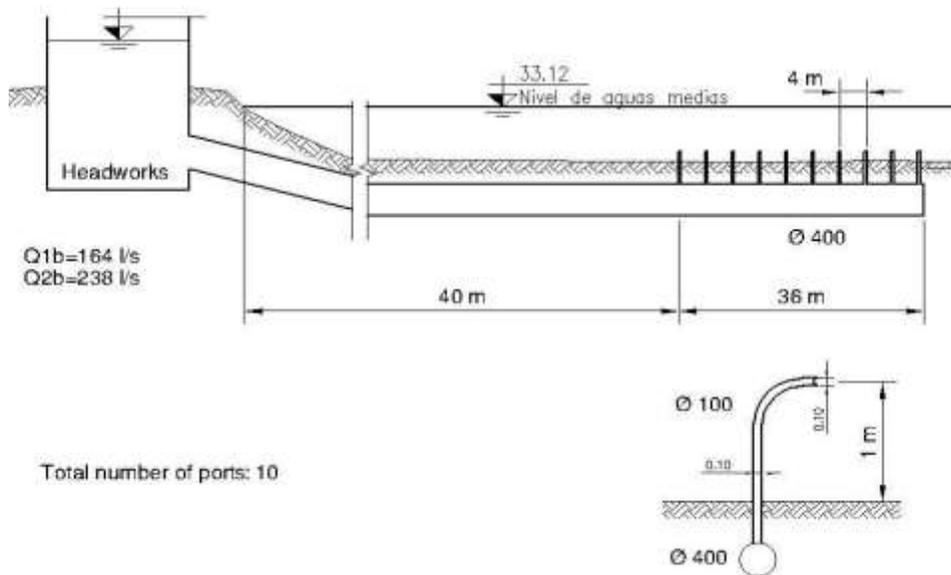


Figura N° 6

EL CASO DEL GRAN BUENOS AIRES

En el caso de Buenos Aires, se presenta el proyecto del emisario de 7,5 Km en la costa de Berazategui en el Río de la Plata con un caudal medio de $25 \text{ m}^3/\text{s}$ y un máximo de $33 \text{ m}^3/\text{s}$.

El diseño - que contó con la asesoría del Prof. Dr. Gerhard Jirka - consistió en una conducción de 3,8 m de diámetro y 7,5 km de longitud, de los cuales los últimos 3 km corresponden al difusor, el tramo inicial del conducto va en túnel de aproximadamente 3970 m de longitud con un revestimiento primario de dovelas y un revestimiento secundario de hormigón armado in situ.

Se ha diseñado una cámara de transición túnel-zanja de 3,8 m de diámetro y aproximadamente 30 m de altura, de hormigón armado, dotada en su parte superior de una reja de protección, un pórtico de izaje, guinche y monorriel, un conducto de ventilación y el balizamiento correspondiente y el tramo final de conducto, colocado en una zanja excavada y montado sobre cabezales y pilotes de hormigón armado, con una tapada mínima de 1,20 m.

El emisario es una cañería telescópica de 3.000 m de longitud con difusores, según el siguiente detalle (ver Figuras N° 7 y N° 8):

- Un tramo de conducto de 3,80 m de diámetro y 1.500 m de longitud.
- Un tramo de conducto de 2,80 m de diámetro y 1.000 m de longitud.
- Un tramo de conducto de 1,70 m de diámetro y 500 m de longitud.
- 61 raisers de acero inoxidable tipo roseta con una separación de 50m, con un diámetro de 0,45 m y cuatro puertos, de 0,16 m de diámetro.

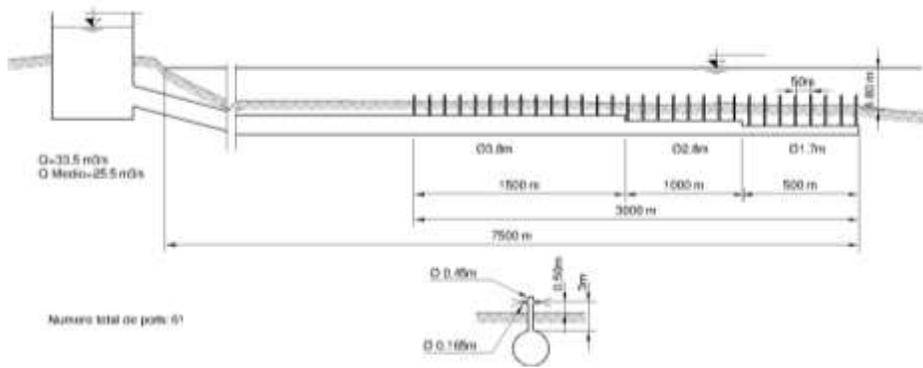


Figura N° 7

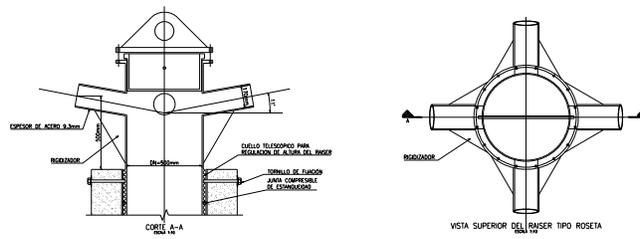


Figura N° 8

Las características particulares del Rio de La Plata, su régimen de mareas asociado a bajas velocidades y profundidades motivó el tener que desarrollar un tratamiento particular del mismo al no cumplir con la velocidad del curso de 1m/s estipulada como óptima. Se generaron así curvas de duración-dilución-velocidad para distintas velocidades del rio con lo que pudo evaluarse la dilución producida por el difusor para diferentes circunstancias de comportamiento del río. A modo de ejemplo en la Figura N° 7 se muestra la curva dilución-velocidad para el campo cercano.

Gráfico N° 13 - Dilución horaria-Longitud del Difusor 3000m-61 raiser cuádruples

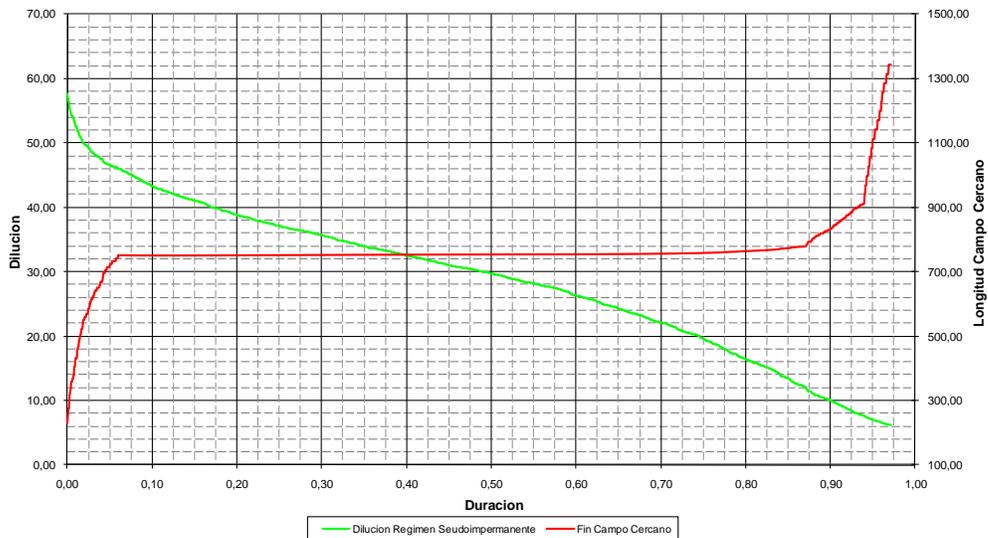


Figura N°

LEGISLACION

Desde el punto de vista normativo para adoptar la solución de descarga mediante emisarios subfluviales se debe modificar la actual legislación para las descargas que está centrada en medir la calidad del agua del emisario.

La nueva legislación deberá establecerse sobre la base de los efectos de las descargas en la calidad del agua necesaria acorde a las normas y criterios para los usos programados del agua en los cursos y masas de agua receptores.

Es importante destacar que una disposición de este tipo permite adoptar condiciones más estrictas de calidad y resulta más exigente para el responsable de la descarga.

ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACION DE LOS PROYECTOS

La viabilidad de la solución mediante emisarios subfluviales requiere el apoyo de las autoridades, así como de la población beneficiada por el proyecto.

Al respecto se considera que todo proyecto de emisario debe ser acompañado por dos acciones estratégicas que permitan asegurar el apoyo a las mejoras resultantes y a la no afectación de las condiciones ambientales naturales del entorno. Estas son:

- la realización de un monitoreo previo y posterior de los cursos de agua y
- disponer de la posibilidad técnica (espacio y cotas) para ampliar el tratamiento

La estrategia básica consiste en asegurar que se puede ampliar en el futuro el grado de tratamiento si durante el monitoreo posterior se observaran condiciones de alteración de las condiciones naturales iniciales aguas abajo.

EL MONITOREO

El monitoreo permanente de la calidad del agua en el curso receptor previamente a la ejecución de las obras permite para comparar con la situación del emisario operando.

En el caso de la ciudad de Goya Aguas de Corrientes S.A. lleva a cabo desde 2007 un Programa de Monitoreo con el objetivo de determinar la calidad del agua de los riachos Goya, Mozambique y río Paraná para establecer una línea de base.

El Programa comprende la caracterización de las aguas de los cursos como así de los líquidos cloacales y de efluentes especiales, industriales y aquellos transportados por camiones atmosféricos vertidos al sistema cloacal. Además se efectúa un monitoreo de la fauna ictícola.

El monitoreo de calidad de agua comprende parámetros físico-químicos, bacteriológicos, protistológicos, compuestos orgánicos y metales y se realiza en 23 estaciones de muestreo.

El monitoreo de fauna ictícola se lleva a cabo desde julio de 1998 a través de un convenio de la empresa Aguas de Corrientes con el Instituto de Ictiología del Nordeste, dependiente de la Universidad Nacional del Nordeste.

Los objetivos generales son: producir información necesaria para conocer la actual situación de la fauna ictícola en el riacho Goya y determinar su relación con el impacto que provoca el actual vertido de efluentes crudos; y disponer de información preliminar del sitio de la futura descarga.

La información relevada comprende: composición cualitativa y cuantitativa de las capturas; riqueza, abundancia y distribución; composición por edades y por época; estado sanitario; condición corporal; carga parasitaria; relación entre factores ambientales y composición de la comunidad ictica; rendimientos pesqueros (capturas por unidad de esfuerzo corregidos por selectividad); determinación de fecundidad, composición por sexo y escala de madurez sexual, tamaño de la primera maduración.