Montevideo
deTodos

Intendencia de Montevideo

Departamento de Desarrollo Ambiental

Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental

Programa de monitoreo de calidad de agua, sedimento y biota del Río del la Plata.

Estudio de línea de base para PSU IV.
Informe de avance

Período 2007-2010

Montevideo, setiembre 2010

Tabla de Contenidos

1. RESUMEN EJECUTIVO 2
2. ANTECEDENTES 6
Plan de Saneamiento Urbano (PSU) I 7
Plan de Saneamiento Urbano (PSU) II: Período: 1992-1996 8
Plan de Saneamiento Urbano (PSU) III: Período: 1996 – 2006 8
Plan de Saneamiento Urbano IV 10
3. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DEL CUERPO RECEPTOR 11
3.1. Definición de zonas de monitoreo 11
3.2. Análisis estadístico 13
3.3. Muestreos de Agua y Sedimentos 14
3.3.1. Agua 15
3.3.1.1. Determinaciones Microbiológicas 17
3.3.1.2. Estudio de Nutrientes y Clorofila a 23
3.3.2. Sedimentos 46
3.3.2.1. Metales Plomo (Pb) y Cromo (Cr) en sedimentos 47
3.3.2.2. Bioensayos 58
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES PRELIMINARES 61
Calidad de aguas 61
Sedimentos 63
5. METODOLOGÍA ANALÍTICA 65
6. BIBLIOGRAFÍA 66

Anexo I. Resultados analíticos de los parámetros estudiados 69
Anexo I-a. Gráficos de puntos para el estudio de nutrientes 70
Anexo II. Resultados estadísticos 71
Anexo III. Resultados de Bioensayos 72
Anexo IV. Decreto 253/79 y modificativos posteriores 73
Anexo V. Georreferenciación de los puntos de extracción de muestra 74

Estudio de la calidad de agua del Río de la Plata para determinar la línea de base, previa a la construcción del emisario proyectado en Punta Yeguas

1. RESUMEN EJECUTIVO

El "Programa de monitoreo de calidad de agua y biota del Río de la Plata" se incluye como parte del Plan de Gestión Ambiental y Social de las obras previstas en el Plan de Saneamiento, Etapa IV, de la Intendencia de Montevideo, que comprende, entre otras actividades, la construcción de un emisario subacuático, con el objeto de dar disposición final a los efluentes líquidos de la zona oeste de Montevideo. Dicho monitoreo se prevé realizar previo a las obras (línea base) y durante la construcción y operación del emisario, a los efectos de verificar que su futuro funcionamiento brinde adecuada protección a los distintos usos del cuerpo receptor.

De esta forma, el programa de monitoreo del Río de la Plata se ha diseñado a los efectos de dar seguimiento al comportamiento de las distintas variables físicas, químicas y bióticas, en las distintas etapas antes mencionadas. Los objetivos se resumen en:

- Proveer información sobre la calidad de agua, sedimentos y biota de la región de estudio que permita definir una "línea base".
- Detectar variaciones en dichos parámetros, debido a la construcción y operación del emisario Punta Yeguas.
- Conocer la evolución de la Bahía de Montevideo y zona costera adyacente, en comparación con los estudios realizados en el marco del anterior convenio.

El estudio de línea de base se inició a mediados del año 2007. En esta etapa se busca contar con información adecuada para la evaluación de la situación inicial de las variables que afectan la calidad de las aguas y de la biota acuática del Río de la Plata a lo largo de toda la costa de Montevideo y en particular en la zona de influencia de la futura descarga.

Este estudio está a cargo del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental con la cooperación, por medio de un convenio firmado en el año 2008, de la Universidad de la República, Facultad de Ciencias. A su vez se cuenta con la colaboración de la Armada Nacional (Prefecturas del Puerto de Montevideo y de Trouville) a través de sus embarcaciones de búsqueda y rescate para la realización de los muestreos.

En el mes de julio de 2007 se realizó una primera salida piloto y desde la segunda, realizada en el mes de noviembre del mismo año, hasta abril de 2010 se han realizado 15 campañas de muestreo de aguas y 5 de sedimentos.

La zona de estudio comprende desde el Río Santa Lucía hasta el Arroyo Carrasco, con muestreos de agua (en superficie y profundidad), y sedimentos, a 200 metros y 2000 metros, en playas, y en zona de los emisarios subacuáticos (Punta Carretas y Punta Yeguas).

El presente constituye un informe preliminar, de avance, del estudio de línea de base que reporta la evaluación de los datos disponibles hasta el mes de abril de 2010.

Complementan este informe, los siguientes documentos del Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental publicados en el sitio web de la Intendencia en las siguientes direcciones:

- "Playas - Evaluación calidad de aguas 2009-2010":
  http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/articulo/Playas__Evaluacion_calidad__aguas_2009-_2010_2.pdf
- "Gestión Ambiental de los Cursos de Agua de Montevideo – julio 2009":
  http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/articulo/cursos-agua_gestion-ambiental.pdf
- "Cursos de agua - Informe monitoreo 2009":
  http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/articulo/Cursos_de_agua_-_Informe_monitoreo_2009_0.pdf

Los principales resultados y conclusiones parciales de este informe de avance se presentan a continuación:

Calidad de aguas

Los resultados de este trabajo muestran que es posible distinguir sub-zonas dentro de la zona de estudio (desde el Río Santa Lucía al Arroyo Carrasco) con características significativamente diferentes en dirección Este - Oeste.

La zona Oeste contempla los puntos de muestreo al Oeste de Punta Yeguas y la zona Este, los puntos de muestreo al Este de Punta Carretas. Las estaciones en la Bahía de Montevideo así como la zona del emisario subacuático en Punta Carretas y del futuro emisario en Punta Yeguas se evaluaron separadamente.

La Bahía de Montevideo es la zona ambientalmente más comprometida. Los coliformes fecales superan la normativa en todos los puntos y son hasta 3 órdenes de magnitud superiores en los puntos B1 y B2, frente al arroyo Miguelete y frente a la Central Batlle, respectivamente. A su vez, en la estación B1 se registran valores de oxígeno disuelto promedio por debajo del límite para la conservación de la flora y fauna (5mg/L y los mayores resultados de clorofila. Se destaca también la existencia de valores puntuales de plomo y cromo superiores a la normativa nacional vigente.

En cuanto a los coliformes fecales en agua de playas, a 200 m y a 2000 m, se observa que las características de cada punto estarían influenciadas en gran medida por el comportamiento de la costa y los aportes respectivos dentro de los que se destacan la Bahía, el arroyo Carrasco y vertederos costeros.

Las medias geométricas (MG) de coliformes fecales registradas en las muestras en playas en general cumplen con la normativa vigente (que establece un límite de 1000 ufc/100mL) con algunas excedencias en los valores puntuales.

En todos los puntos de la zona del emisario en Punta Carretas se encontraron MG por debajo de 1000 ufc/100 mL, con excepción del punto de muestreo correspondiente a la pérdida a 1500 m, que presentó un valor de MG de 1800 ufc/100 mL. Se destaca que los valores puntuales de todas las estaciones del emisario presentaron grandes variaciones y en algunos casos alcanzaron valores puntuales del orden de 10^4 ufc/100mL, con un valor máximo de 590.000 ufc/100 mL en el punto de muestreo asociado a la referida pérdida.

En los puntos de muestreo a 200 m (línea Z) así como a 2000 m (línea L) no se supera el valor límite de la normativa para MG de coliformes fecales. En las estaciones próximas a la Bahía de Montevideo se observan excedencias importantes en los valores puntuales (estaciones Z8, Z9, Z10 y L3). Los menores valores de MG de coliformes fecales se encuentran en la zona de Punta Yeguas y al oeste de la misma, tanto a 200 como a 2000 m de la costa y en los puntos de la zona del emisario proyectado.

En todos los puntos se observa la tendencia de que las muestras extraídas a profundidad presentan valores mayores de coliformes fecales que las muestras de superficie, lo que puede interpretarse en función de procesos de sedimentación y al efecto bactericida de la radiación solar.

Los valores registrados de clorofila *a* en las campañas de muestreo se encuentran dentro de los valores típicos para la zona costera templada. En todas las estaciones estudiadas, los valores promedio de clorofila están comprendidas entre las Categorías "Buena" y "Aceptable" (USEPA, 2008) con algunos valores puntuales por encima de 20 ug/L especialmente en la zona Este.

En la zona Oeste se encontraron aguas con mayor turbiedad (en la línea a 2000 m), menor salinidad y menores niveles de clorofila que en la zona Este. El menor nivel de clorofila es indicador de una mejor calidad de aguas. Por otra parte, las concentraciones medias de fósforo total presentan valores por encima de la normativa vigente, siendo significativamente mayores en el Oeste. La causa de este resultado no se ha podido establecer con certeza con los datos disponibles, existiendo una fuerte correlación ente los nutrientes y la turbiedad.

Con relación al gradiente de clorofila creciente en dirección Oeste-Este, no se encontró correlación significativa con ningún parámetro fisicoquímico ni microbiológico. A pesar de esto, se observa que la mayor concentración de clorofila en las estaciones a 2000 m en la zona Este se corresponde con la tendencia de la menor turbiedad. La menor turbiedad en el Este determina una mayor disponibilidad de luz para el desarrollo de fitoplancton y por lo tanto podría ser el factor determinante del incremento en el indicador clorofila-*a*, en un sistema donde los nutrientes no son limitantes.

De la comparación de condiciones fisicoquímicas existentes en las zonas correspondientes a ambos emisarios, se confirman las tendencias de gradientes antes mencionadas entre el Este y el Oeste. En la zona del proyectado emisario de Punta Yeguas se encontró menor salinidad, mayor turbiedad, mayor concentración de fósforo total y menor nivel de clorofila en comparación con la zona del emisario de Punta Carretas. Estas comparaciones presentaron un alto nivel de significación estadística. La menor salinidad y mayor turbiedad constituyen condiciones para una menor tasa de decaimiento bacteriano, lo que debe tomarse en cuenta para el diseño del nuevo emisario (Informe Laboratorio de Calidad Ambiental "Playas - Evaluación calidad de aguas 2009-2010", disponible en la siguiente dirección web: http://www.montevideo.gub.uy/sites/default/files/articulo/Playas__Evaluacion_calidad__aguas_2009-_2010_2.pdf).

En cuanto a las floraciones de cianobacterias, se ha reportado anteriormente que su frecuencia está vinculada con las condiciones hidrológicas e hidrodinámicas en la cuenca, en particular con el flujo a través del río Uruguay. Este fenómeno tiene gran relevancia en la zona de estudio, habiendo sido de importante incidencia durante la última temporada estival con espumas cianobacterianas de alta toxicidad (Informe Laboratorio de Calidad Ambiental "Playas - Evaluación calidad de aguas 2009-2010").

Finalmente, se destaca que en los estudios realizados con el bioensayo *Microtox* no se evidencia toxicidad en las muestras procesadas hasta la fecha

Sedimentos

Los sedimentos constituyen una matriz de acumulación de contaminantes, por lo que es fundamental su estudio complementando la evaluación de la calidad del agua. En este informe se reportan los estudios de metales (Plomo y Cromo) y de toxicidad realizados en el Servicio Laboratorio de Calidad Ambiental. En Convenio con la Facultad de Ciencias (Sección Oceanología) se reallizan, además, estudios de biota en sedimentos, cuyos resultados serán incluidos en el próximo informe.

En coincidencia con los resultados de calidad de agua, los sedimentos de la Bahía de Montevideo presentan los mayores niveles de contaminación de metales comparados con las demás zonas estudiadas. Los sedimentos de las estaciones de la bahía B1, B2 y B5 (frente al Arroyo Pantanoso) son las más afectadas presentando valores de concentración de cromo y plomo superiores a los niveles de efecto probable sobre la biota.

En todas las estaciones a 200 m con excepción de Z5 (frente a Ramírez), se encontraron valores de cromo y plomo por debajo de los valores guía. En el caso de Z5 y en el punto de muestreo correspondiente a los difusores (Emis PC), los valores de plomo son superiores al valor guía aunque por debajo del valor de efecto probable sobre la biota. En todas las estaciones lejanas se presentaron valores de cromo y plomo menores a los valores guía.

En este trabajo se realizaron dos ensayos biológicos: ensayo de agua y elutriado de sedimentos con *Vibrio fisheri* y el ensayo de sedimento entero con *Hyalella curvispina*. Los resultados dentro de la zona de la Bahía con excepción de B5, pautan muy alta toxicidad sólo para el ensayo con *Hyalella*. Esto puede explicarse debido a que los tóxicos presentes en el sedimento están principalmente asociados a materia orgánica y/o la fracción limo-arcilla, no integrando la fracción soluble que se analiza con el ensayo *Microtox*. En la zona de influencia directa del emisario de Punta Carretas, puntos C3N; PC; C3E y C3S, muestran un marcado efecto confirmado para ambos ensayos realizados.

2. ANTECEDENTES

Montevideo fue la primera ciudad de Sudamérica dotada de red de saneamiento (cloacas). El origen de este servicio público fue el contrato suscrito el 31 de octubre de 1854 entre el Gobierno Nacional y la "Empresa de Caños Maestros" -propiedad del Sr. Juan J. de Arteaga-, y la "Ley sobre Construcción de Caños Subterráneos" de 25 de junio de 1856.

Galería Norte del túnel de la Avda. Gral. Rondeau. [1906-1907].

Desembocadura de Colector. [1903-1906].

En el año 1913 el estudio, construcción y conservación del saneamiento de Montevideo, pasó a la Intendencia Municipal (entonces Junta Económico Administrativa), quien adquirió todos los derechos sobre la red de colectores y sus conexiones por Ley Nacional de 16 de mayo de 1916. En el año 1920 el Ing. Carlos María Maggiolo formuló el Plan General de Obras para Montevideo, cuyo objetivo principal consistía en asegurar el saneamiento de la ciudad hasta el año 1950. En ese entonces la disposición final de las aguas cloacales se hacía directamente en la costa del Río de la Plata y en la Bahía de Montevideo, sin ningún tipo de tratamiento y la red de colectores funcionaba exclusivamente por gravedad sin elementos mecanizados.

El Plan no fue cumplido en su totalidad y las previsiones de crecimiento poblacional se vieron ampliamente superadas. Ambas razones motivaron la existencia de gran número de vertimientos en los cursos de agua, y con ello, su contaminación. Ya en las décadas de 1930 y 1940 se comenzó a detectar síntomas de contaminación en la costa sur.

En 1972 se realizó el "Estudio de Disposición Final de las Aguas Residuales de la Ciudad de Montevideo", que constituyó un plan de carácter parcial pues su objetivo estuvo relacionado específicamente con la resolución de los problemas de contaminación de la faja costera. Su principal importancia radicó en que estableció la conveniencia de uso de emisarios subacuáticos para nuestra ciudad y fundamentalmente, en que permitió iniciar un amplio programa de obras con financiación parcial del Banco Interamericano de Desarrollo: el PSU I, PSU II y PSU III. En aquella época la población de Montevideo ascendía a 1:300.000 habitantes, el área saneada a 8.576 hectáreas y la longitud total de colectores a 1563 Km.

La disposición final de las aguas cloacales se realizaba directamente en la costa del Río de la Plata, en la Bahía de Montevideo e inclusive en algunos cursos urbanos, con los consiguientes problemas de contaminación, que fueron especialmente notables en las playas.

El sistema contaba con tres plantas de tratamiento y tres plantas de bombeo, en general de pequeña importancia. Las exigencias de operación del sistema continuaban siendo reducidas, a pesar de la incipiente mecanización.

Plan Director de Saneamiento

Objetivos

Desde 1992 a 1995 se elaboró el "Plan Director de Saneamiento", con el objetivo general de asegurar una mejora en la calidad de vida de la población del departamento a través de acciones específicas que permitieran:

- Mejorar el servicio de saneamiento de las áreas que ya tienen el beneficio y extenderlo a aquellas que carecen del mismo, estableciendo una adecuada previsión de etapas para asegurar la sustentabilidad técnica, social, financiera y económica de las obras.
- Recuperar y proteger los cuerpos de agua del departamento, en función de una definición de su uso actual o futuro.

El Plan Director de Saneamiento es, además de un instrumento de planificación a largo plazo (su horizonte final es el año 2035), un documento de programación detallada de las acciones a emprender en el corto y mediano plazo.

Plan de Saneamiento Urbano (PSU) I: Período: 1983-1991

Se construyen redes en zonas que inciden directamente sobre la costa del Plata, un interceptor costero, varias estaciones de bombeo, una planta de pretratamiento y un emisario subacuático de 2320 metros en Punta Carretas.

Como resultado de la implementación de las obras, mejoró la calidad de las aguas y de las playas de la costa Este, entre el Arroyo Carrasco y Punta Carretas.

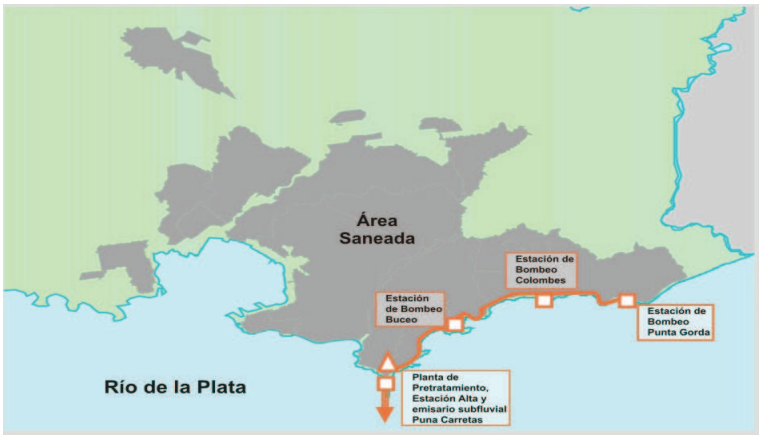

Figura 2.1. Plan de Saneamiento Urbano I.
(Fuente http://agenda.montevideo.gub.uy/proyecto/1681)

Plan de Saneamiento Urbano (PSU) II: Período: 1992-1996

Los objetivos del PSU II dieron continuidad al programa de descontaminación de la costa de Montevideo, extendiendo este beneficio hacia la costa oeste, entre la Bahía y la península de Punta Carretas donde se encuentra la playa Ramírez. Se complementaron los beneficios del PSU I con la eliminación de la contaminación no puntual que afectaba la balneabilidad de la playa Carrasco. Comprendió, entre otras obras fundamentales, un interceptor para la costa oeste con dos estaciones de bombeo y diversas redes de colectores en Bella Unión, Punta de Rieles y Flor de Maroñas.

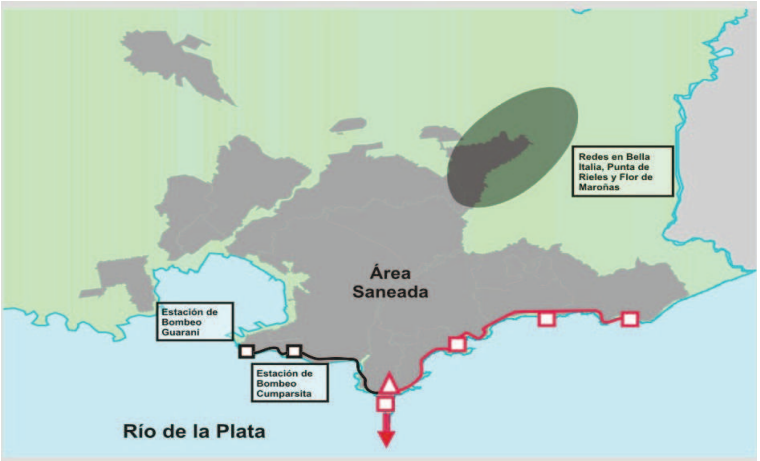

Figura 2.2. Plan de Saneamiento Urbano II
(Fuente http://agenda.montevideo.gub.uy/proyecto/1681)

Plan de Saneamiento Urbano (PSU) III: Período: 1996 – 2006

El PSU III da énfasis a la recuperación de los cursos de agua interiores. Se construye una importante extensión de la red de saneamiento que incluye áreas del Departamento de Canelones, obras de rehabilitación de viejas redes en la Ciudad Vieja y Centro de la ciudad y en una zona industrial del Oeste, refuerzo del sistema costero del Este con mejora de los elementos electromecánicos y del sistema informático de control y operación.

Finalizó en noviembre de 2006 y cumplió los siguientes objetivos:

1. Ampliación de las redes del sistema de saneamiento aumentando la cobertura de la población (atendiendo a 140.000 vecinos adicionales).

2. Ampliación del sistema de drenaje de aguas pluviales aumentando el área drenada en 600 has.

3. Construcción y ampliación de colectores troncales, interceptores y estaciones de bombeo, y mejora de la planta de pretratamiento.

4. Desarrollo de programas de control de la contaminación de origen industrial y de la calidad de las aguas de los cuerpos receptores.

5. Rehabilitación de redes y colectores del sistema de saneamiento en mal estado de funcionamiento.

6. Mejoramiento institucional de las unidades responsables de la calidad ambiental y del control de los efluentes industriales.

7. Reorganización de la División de Saneamiento de la I.M. con el objetivo de incrementar la eficiencia y calidad de los servicios de operación y mantenimiento de todos los sistemas de alcantarillado de Montevideo.

8. Establecer un programa de educación sanitaria y ambiental para la población de Montevideo.

Figura 2.3. Plan de Saneamiento Urbano III
(Fuente http://agenda.montevideo.gub.uy/proyecto/1681)

En el año 2006, al final del PSU III, el 87,2% de las viviendas y el 85% de la población del Departamento (96% de la población urbana) se encuentran en área saneada, con una red de saneamiento y drenaje de 2.620 kilómetros. Aproximadamente la mitad del volumen colectado de aguas servidas tiene disposición final adecuada por el emisario de Punta Carretas. Las cuencas del Pantanoso y Miguelete, y el sistema independiente de la Villa del Cerro continúan vertiendo a la Bahía de Montevideo.

Con la ejecución del PSU III, es de destacar la mejora de la calidad del agua y las riberas de los cursos interiores (Informe “Gestión ambiental de los cursos de agua de Montevideo”, julio 2009, disponible en: http://www.montevideo.gub.uy/ciudadania/desarrollo-ambiental/cursos-de-agua).

Plan de Saneamiento Urbano IV

El Plan de Saneamiento IV (2007 – 2012) comprende obras de infraestructura para la disposición final de aguas residuales para el oeste de Montevideo, así como la ampliación de la red de saneamiento en Cerro Norte y Casabó.

Objetivos

El objetivo de la primera etapa de este plan es disminuir la contaminación de la Bahía de Montevideo y playas aledañas, aumentar la cobertura de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, así como incrementar el caudal de aguas servidas con disposición adecuada.

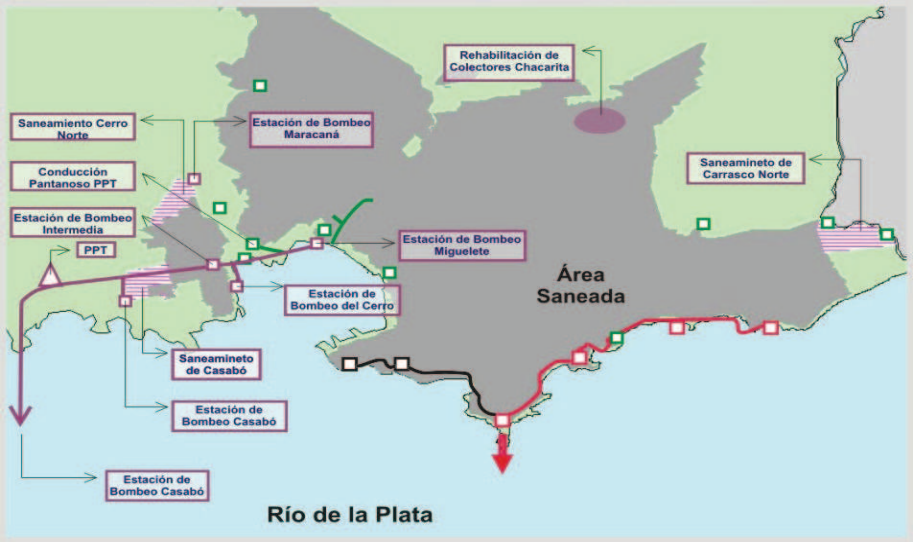

Figura 2.4. Plan de Saneamiento Urbano IV
(Fuente http://agenda.montevideo.gub.uy/proyecto/1681)

Las obras de disposición final en el oeste abarcan la construcción de un colector principal, estaciones de bombeo intermedias, una planta de pretratamiento y un emisario subfluvial en Punta Yeguas, que determinarán una mejora sustantiva en la calidad ambiental de la bahía de Montevideo. La detección de impactos por acción de las obras de construcción o de la operación del emisario en la zona Oeste, se realizará evaluando los cambios en las propiedades físicas, químicas y/o biológicas de la zona del Río de la Plata en el área de influencia del mismo.