

# Recopilación de datos Hidrometeorológicos del Río de la Plata

A. Barrio \*, N. Soldati

\*Agua y Saneamientos Argentinos, Av Figueroa Alcorta 6081- 1426, CABA, Buenos Aires, Argentina.  
(Phone: +54-11-63195311)  
(E-mail: abarrio@aysa.com.ar)

## Resumen

Este trabajo describe los estudios y trabajo de campo realizados durante los años 2009 y 2010 de recopilación de datos hidrometeorológicos del Río de la Plata que sirvieron de base para el proyecto de Modelado de los emisarios para la ciudad de Buenos Aires realizado por el Dr. Philip J. W. Roberts.

Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA SA) brinda los servicios de Agua Potable y Saneamiento en la Ciudad de Buenos Aires y 17 Partidos del Conurbano Bonaerense, abarcando un área de 1800km<sup>2</sup> de los cuales más de 1000km<sup>2</sup> se encuentran totalmente urbanizados y donde viven 11 millones de habitantes.

El Río de la Plata es su fuente de agua cruda desde donde se extraen 4.800.000m<sup>3</sup>/d para la producción de agua potable, y a su vez es el cuerpo receptor de sus efluentes cloacales. El Río de la Plata es un estuario del Océano Atlántico formado por la unión de los ríos Paraná y Uruguay, posee una longitud de 290km de largo, corriendo de noroeste a sureste y mide 48km de ancho en el punto que se toma como origen, llamado "Paralelo de Punta Gorda". Su marea se ve frecuentemente alterada por cambios bruscos de la presión atmosférica y el efecto de arrastre del viento, que alteran a la marea astronómica.

El trabajo de campo consistió en la instalación, operación y recuperación de información almacenada de seis equipos ADCP's para medición de dirección e intensidad de corriente, altura de ola, y medición de conductividad y turbiedad. La realización de diez campañas de seguimiento de derivadores (drifters) de doce horas de seguimiento para las diferentes condiciones hidrodinámicas. Instalación de tres estaciones meteorológicas ubicadas en el río, sobre las Torre Toma de Agua de la Planta San Martín, Planta Manuel Belgrano y Berazategui, su mantenimiento, operación y recolección de datos. La elaboración de perfiles de Conductividad - Temperatura - Profundidad (CTD) en los dos sitios propuestos para los difusores realizados mensualmente durante 24h Batimetría de la zona (15km por 10km ) en una grilla de 1km de resolución.

Las variables monitoreadas durante este período fueron: Temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad, presión atmosférica, radiación solar y lluvia, velocidad y dirección de la corriente, temperatura del agua, nivel de río (profundidad), altura de ola, trayectorias Lagrangianas de corriente, conductividad, turbiedad, entre otras.

El alcance del estudio resulta inédito para el Río de La Plata, desde el punto de vista de su duración en tiempo de obtención de datos en continuos y de la cantidad de variables monitoreadas.

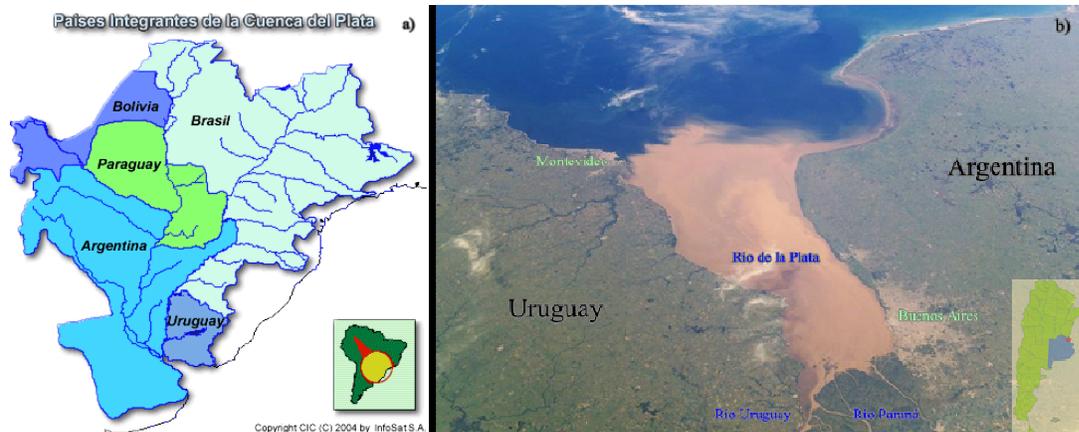
## Keywords

AySA SA, Río de la Plata, estudios hidrometeorológicos.

## INTRODUCCIÓN

### Sitio de estudio

El Río de la Plata (RDLP) se encuentra ubicado en la Cuenca del Plata inferior en la costa este de América del Sur (Figura 1a), es un estuario del Océano Atlántico y se forma por la unión de los Ríos Paraná y Uruguay (Figura 1b). Posee una longitud de 290km de largo, corre de noroeste a sureste y mide 3km de ancho en el punto que se toma como origen, llamado "Paralelo de Punta Gorda", y alcanza los 200km en su desembocadura (Herrero, 2008).



**Figura 1.** a) Cuenca del Plata. b) Río de la Plata y sus afluentes los Ríos Uruguay y Paraná. Fuente: NASA, 2006.

El estuario del Río de la Plata es el más amplio del mundo, con una superficie de 130000km<sup>2</sup> y un caudal promedio anual al desembocar en el Atlántico Sur de 22000m<sup>3</sup>/seg. El régimen del río está influenciado por los caudales de los principales tributarios y por la acción de la marea astronómica la cual se ve frecuentemente alterada por cambios bruscos de la presión atmosférica y el efecto de arrastre del viento. La marea meteorológica modifica fuertemente las condiciones del río llegando en muchos casos a anular el efecto de la marea astronómica. De aquí la importancia de la medición de las variables meteorológicas, juntamente con las variables hidrológicas. El RDLP constituye la principal fuente de agua cruda de la Ciudad de Buenos Aires, La Plata y partidos circundantes. Del mismo se extraen 4800000m<sup>3</sup>/d para la producción de agua potable, y es a su vez el cuerpo receptor de sus efluentes cloacales.

AySA SA brinda los servicios de Agua Potable y Saneamiento en la Ciudad de Buenos Aires y 17 Partidos del Conurbano Bonaerense, abarcando un área de 1800km<sup>2</sup> de los cuales más de 1000km<sup>2</sup> se encuentran totalmente urbanizados y donde viven 11M de habitantes. Dentro del plan de Saneamiento de AySA SA se plantea la meta de incorporar 3.5M de habitantes al servicio cloacal hacia el 2020. Para lograr este fin diversas acciones se han determinado dentro de ellas la construcción de dos emisarios, Berazategui y Riachuelo (Figura 2).



**Figura 2.** Esquema de la ubicación de los emisarios propuestos. Fuente: Roberts (2010).

### Objetivos

El objetivo de este trabajo es describir los estudios y trabajos de campo, realizados durante los años 2009 y 2010, de recopilación de datos hidrometeorológicos del Río de la Plata que sirvieron de base para el proyecto de Modelado de los emisarios, Berazategui y Riachuelo, para la ciudad de Buenos Aires realizado por el Dr. Philip J. W. Roberts (2010).

## MATERIALES Y MÉTODOS

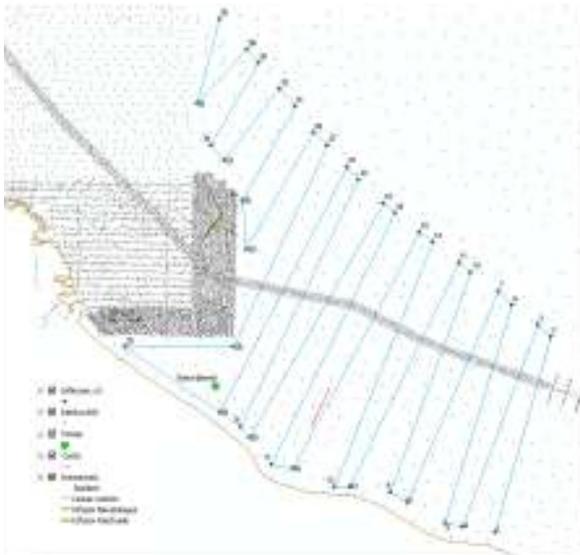
Durante el período 2009 – 2010 se realizaron numerosas campañas de campo que consistieron en:

- La realización de Batimetrías de la zona de ubicación de los futuros emisarios (15km por 10km) en una grilla de 1km de resolución.
- La instalación, operación, y mantenimiento de tres estaciones meteorológicas ubicadas en el río, sobre las Torre Toma de Agua de la Planta San Martín, Planta Manuel Belgrano y Berazategui.
- La elaboración de perfiles de Conductividad – Temperatura - Profundidad (CTD) en los dos sitios propuestos para los difusores realizados mensualmente durante 24 hs.
- La instalación, operación y recuperación de información almacenada de seis equipos ADCP's para medición de dirección e intensidad de corriente, altura de ola, y medición de conductividad turbiedad.
- La realización de campañas de seguimiento de derivadores (drifters) de doce horas de seguimiento para las diferentes condiciones hidrodinámicas.

### Batimetría

Se realizaron dos estudios batimétricos (2009 y 2010) en donde se recorrieron aproximadamente 300km de líneas relevando la profundidad conjuntamente con las coordenadas en cada punto según el esquema de derrotas planteadas (Figura 3). En cada campaña se recolectaron aproximadamente 350000 datos de sondaje.

A partir del procesamiento de los datos relevados, se realizaron modelos de superficie, sobre los cuales se trazaron las curvas de isonivel cada 0.5m. Se realizó así un Plano Batimétrico de la zona.



**Figura 3.** Trayectoria seguida durante la campaña batimétrica realizada a principios de 2009.

### Estaciones meteorológicas

AySA SA ha instalado 3 estaciones meteorológicas en Palermo, Bernal y Berazategui. Las dos primeras están posicionadas sobre las tomas de agua cruda, a 1500m y 2200m de la costa respectivamente (Figura 4). La correspondiente a Berazategui se halla instalada en la costa en correspondencia con dicha planta.

Las mediciones que realizan incluyen: Velocidad y dirección del viento, Temperatura, Humedad relativa ambiente, Presión atmosférica, Radiación solar, Nivel de precipitaciones y Nivel del río

(altura de marea). Estos parámetros son medidos cada 15 minutos y reportan a una base de datos que se puede consultar en tiempo real en la página web de AySA SA: [www.aysa.com.ar](http://www.aysa.com.ar) (Figura 5). El mantenimiento se realiza en forma mensual, contándose a la fecha luego de más de dos años de funcionamiento continuo, con más de 2000000 de datos.



**Figura 4.** Estaciones meteorológicas instaladas sobre las torres toma.



**Figura 5.** Despliegue de los resultados de las mediciones continuas en la página web de AySA SA.

#### Perfilamiento de Conductividad-Temperatura-Profundidad (CTD)

A los efectos de medir el grado de estratificación, se utilizó un equipo CTD, que permite registrar la variación de la conductividad, temperatura a distintas profundidades, y adicionalmente tiene la capacidad de realizar determinaciones de turbidez por método óptico (OBS). Los perfiles fueron realizados a lo largo de 24 horas en cada sitio, midiendo los parámetros en la columna de agua cada hora (Figura 6).



**Figura 6.** Operación del CTD en el Río de la Plata.

### Medidores de velocidad y dirección de corriente (ADCP)

Se instalaron seis equipos ADCP a lo largo del Río de la Plata interior (Figura 7) la posición en coordenadas geográficas de cada ADCP se detalla en la Tabla 1. Estos equipos permiten medir velocidad y dirección de la corriente y están equipados con sensor de temperatura, profundidad, sensor de inclinación y compás. Permiten a su vez medir la salinidad (conductividad), turbiedad y altura de las olas las superficiales.

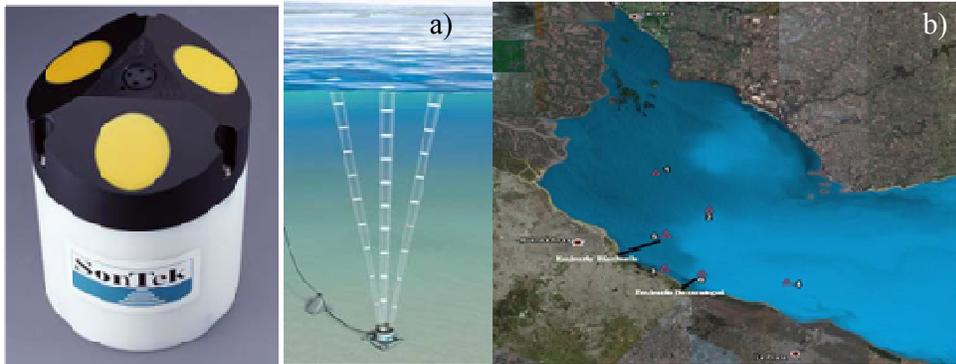


Figura 7. a) ADCP utilizado en el RDLP y esquema de su funcionamiento. b) Ubicación de los ADCP's.

Tabla 1. Posición de los ADCP's en correspondencia con la figura 7.

Estación	Latitud Sur (°)	Longitud Oeste (°)	Lugar
1	34,4201	58,2485	Playa Honda
2	34,5219	58,1348	Centro Río interior
3	34,6827	58,2300	Toma Bernal
4	34,7200	57,9676	Frente Pta. Lara
5	34,5884	58,2267	Emisario Dock Sud
6	34,6948	58,1508	Emisario Berazategui

La medición de la corriente se realiza a través de celdas fijas y celdas dinámicas. La celda dinámica siempre mide la velocidad correspondiente a la capa ubicada inmediatamente debajo de la superficie libre, en un espesor constante; por lo tanto su posición acompaña la variación de la superficie libre (Figura 8).

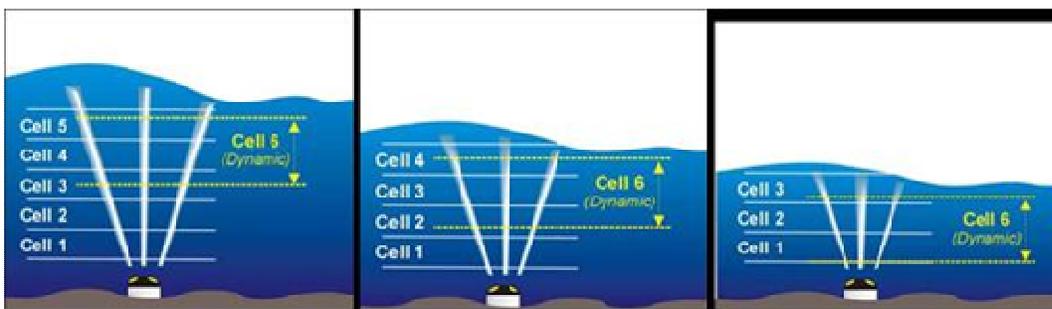


Figura 8. Esquema de medición de velocidad y dirección de la corriente de acuerdo a la altura del pelo de agua.

### Derivadores GPS

Se utilizaron 10 derivadores (drifters), para medir las trayectorias Lagrangianas de corriente (Figura 9). Cada uno de ellos posee un GPS que guarda la posición en el tiempo y tienen la capacidad de transmitir su posición a un dispositivo central. De esta manera ante una consulta de posición a un determinado derivador, se reciben las coordenadas instantáneas del derivador, permitiendo seguir la trayectoria y conocer a cada instante en donde se encuentran. Los mismos están dentro de un tubo estanco que impide el ingreso del agua.

Se realizaron distintos ensayos que consistieron en soltar 10 equipos y seguir su trayectoria durante 12h. Se configuraron a distintas profundidades para conocer el campo de velocidades tanto en superficie como en profundidad.



Figura 9. Derivadores GPS utilizados en las campañas de monitoreo.

## RESULTADOS

### Batimetría

En la Figura 10 se muestra el plano batimétrico. Se puede observar que las profundidades varían entre 3m y 7m en la zona relevada.

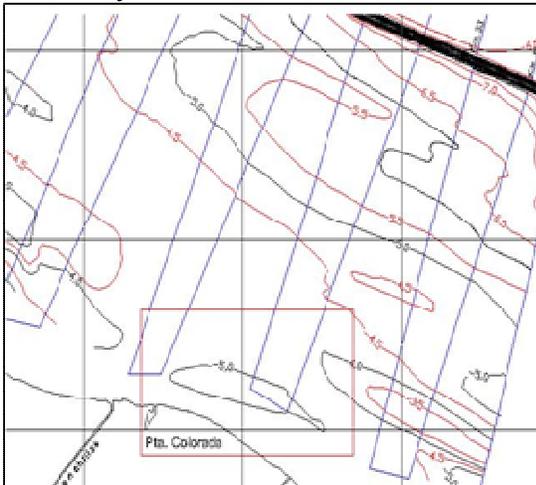
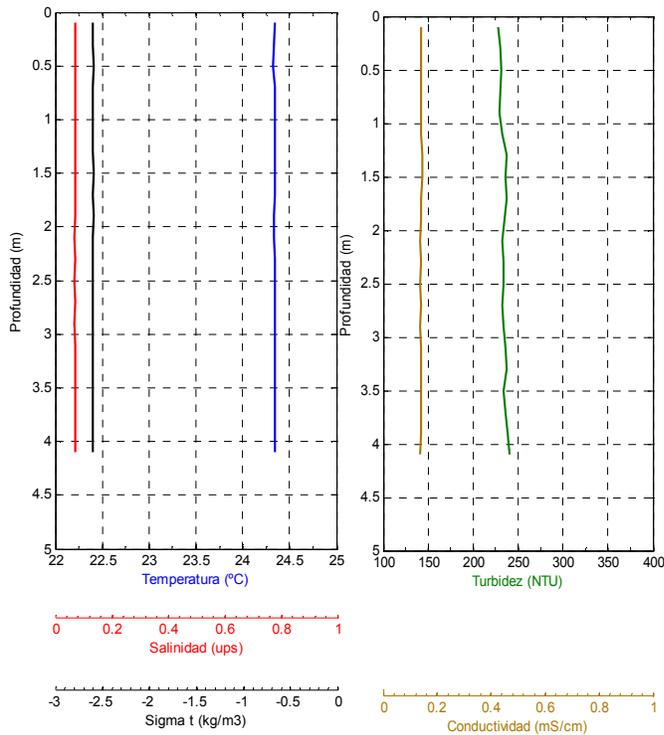


Figura 10. Plano batimétrico de la zona relevada en la campaña del 2009.

### Perfilamiento CTD

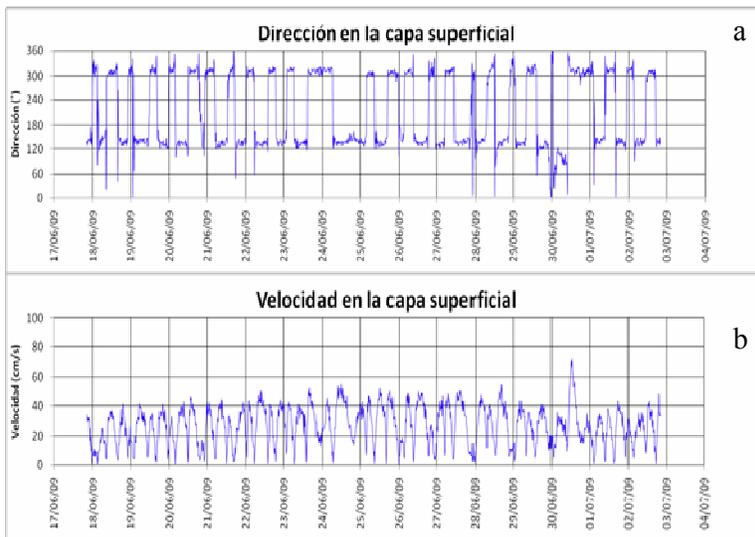
En ningún caso se encontró una estratificación. Los perfiles (Figura 11) muestran una marcada homogeneidad en salinidad, temperatura y turbiedad, lo que verifica que la mezcla producida en la zona de medición es importante y que no hay presencia de la cuña salina.



**Figura 11.** Ejemplo de perfil de CTD obtenido en una de las campañas de medición del 2009 en el punto del futuro emisario Berazategui. La línea roja representa la salinidad (ups), la azul la temperatura (°C), la negra el sigma t ( $\text{kg/m}^3$ ), la verde la turbidez (NTU) y la marrón la conductividad (mS/cm).

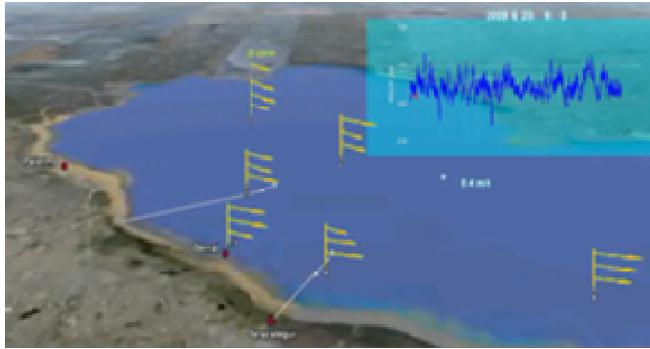
### Medidores de velocidad y dirección de corriente (ADCP)

En la Figura 12 se presentan los resultados de un ADCP para el periodo junio – julio 2009. Como se puede ver en el gráfico, los resultados muestran una dirección preferencial a lo largo del eje NO – SE, siendo el eje secundario despreciable con respecto al anterior.



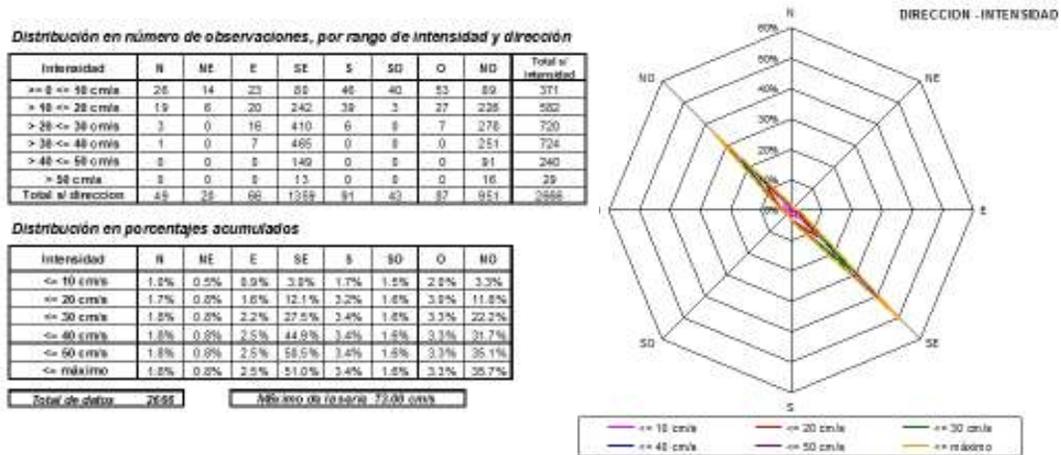
**Figura 12.** a) Dirección de la corriente capa superficial (°). b) Velocidad en la capa superficial (cm/s).

En la Figura 13 se representa la dirección principal de los ADCP's en un momento y condición de marea determinada.



**Figura 13.** Dirección y velocidad de los ADCP's en cada celda. La longitud de las flechas son proporcionales a la velocidad.

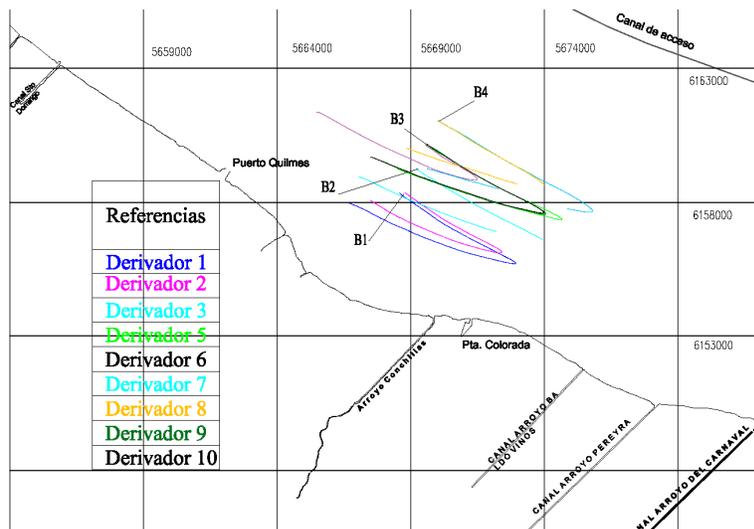
En la Figura 14, se observa nuevamente que la dirección predominante de la corriente es NO – SE.



**Figura 14.** Distribución de la dirección de la corriente en cada celda de los ADCP's.

### Derivadores GPS

En la Figura 15 se muestran las trayectorias de los 10 derivadores GPS.



**Figura 15.** Trayectorias de los 10 derivadores GPS. Las referencias son coordenadas Gauss-Kruger faja 5, elipsoide WGS84.

## **CONCLUSIONES**

Se recolectó y proceso información del Río de la Plata Interior durante un período de dos años, con una frecuencia de 15 minutos, lo que representa más de 70000 datos para cada parámetro monitoreado.

Las variables monitoreadas durante este período fueron: Temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad, presión atmosférica, radiación solar y lluvia, velocidad y dirección de la corriente, temperatura del agua, nivel de río (profundidad), altura de ola, trayectorias Lagrangianas de corriente, conductividad, turbiedad, entre otras.

Las barimetrías en la zona en estudio arrojaron profundidades de entre 3m y 7m. El análisis de las corrientes, muestran una dirección principal preferencial a lo largo del eje NO – SE, siendo el eje secundario despreciable con respecto al anterior.

Esta base de datos permitió la modelación matemática de la zona en estudio para el diseño de los emisarios para la ciudad de Buenos Aires realizado por el Dr. Philip J. W. Roberts.

El alcance del estudio resulta inédito para el Río de La Plata, desde el punto de vista de su duración en tiempo de obtención de datos en continuos y de la cantidad de variables monitoreadas.

## **REFERENCIAS**

Herrero, A. C. (2008). *Cuencas Metropolitanas de Buenos Aires*. Cap. 1, parte II. Editorial TEMAS. En prensa.

Roberts, P. J. W. and Villegas, B. (2010). *Modeling the Proposed Buenos Aires Outfalls: Final Report*. Prepared for Agua y Saneamientos Argentinos S.A. (AySA SA).