

CONTAMINACIÓN TRANSFRONTERIZA EN EL RÍO URUGUAY: TRAMO COLÓN - PAYSANDÚ - CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Julio Cardini, Alejandro Zabalett, Néstor Oliver, Daniel Mársico

Grupo de Estudio de la Contaminación del Río Uruguay (GECRU)

Universidad Tecnológica Nacional, Regional Concepción del Uruguay

Ingeniero Pereira 676 (CP 3260) TE/Fax: 03442425541 / 03442423803

e-mail: cardinij@dd.com.ar / zabaleta@frcu.utn.edu.ar

Palabras clave: Contaminación Transfronteriza, Modelación, Calidad de Aguas, Río Uruguay

INTRODUCCIÓN

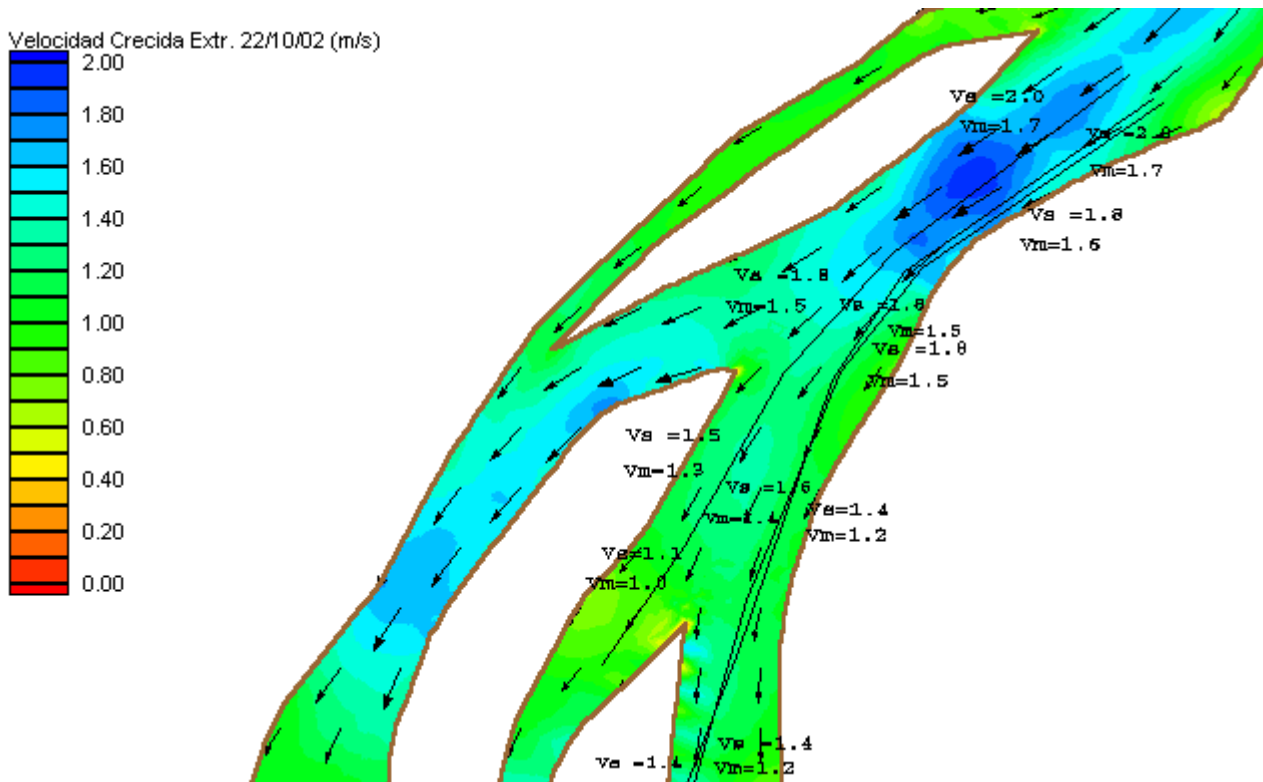
El río Uruguay es un curso de agua internacional cuya cuenca hidrográfica de 339.000 km² forma parte de los territorios de Argentina, Brasil y Uruguay, abarcando una longitud de 1.800 km hasta su desembocadura en el río de la Plata. Constituye un importante recurso hídrico por lo cual es de vital importancia mantener la calidad del sistema evitando la contaminación del mismo e implementando medidas para evitarla donde exista una fuente de contaminantes. El control de la calidad de agua del río Uruguay es realizado por la Comisión Administradora del Río Uruguay debido a que el curso es el límite internacional entre Argentina y Uruguay. En la UTN-FRCU se desarrolla desde 1999 un proyecto de investigación sobre el estudio de contaminantes en el río Uruguay cuyo principal objetivo es la evaluación de la carga contaminante y de su impacto en el curso y márgenes del río, particularmente en balnearios.

La primera fase de estudios, de 3 años de duración, se concentró en el análisis del impacto bacteriológico de las descargas cloacales e industriales de las ciudades de Concepción del Uruguay (en el brazo secundario del Río Uruguay y pérdidas en el Arroyo de la China) y Gualeguaychú (en el Arroyo del Cura y en una cañada que vuelca al Arroyo Gualeyán).

Se utilizó para ello el modelo matemático unidimensional del Río Uruguay MIKE 11 con el que se simuló el tramo Concordia – Nueva Palmira, ajustando sus parámetros de transporte de bacterias coliformes, y se construyeron y ajustaron modelos matemáticos bidimensionales simplificados del entorno fluvial afectado por las plumas de descarga cloacales. Se obtuvieron así interesantes conclusiones en cuanto a las dimensiones y características de las áreas de impacto de las descargas, y a la amplitud y grado de riesgo introducido en áreas costeras de uso recreativo, por los procesos no estacionarios que se producen cuando la corriente se invierte debido a la confluencia de mareas meteorológicas provenientes del Río de la Plata (sudestadas) con caudales bajos en los ríos Uruguay y Gualeguaychú. Se efectuaron recomendaciones a autoridades municipales y a la C.A.R.U. sobre los tratamientos de las descargas y/o la reparación de los emisarios.

Los objetivos del proyecto en la segunda fase de 3 años de duración (2002-2004) son:

- a) Ampliar la evaluación de la calidad del agua del Río Uruguay para las localidades de Colón, Paysandú, Concordia y Salto, buscando determinar si existe un impacto transfronterizo de la contaminación originada en una de las márgenes sobre la otra.
- b) Determinar el grado de contaminación de las descargas y formas de dispersión, utilizando un modelo numérico bidimensional a fin de evaluar indicadores del grado de contaminación en los tramos cercanos a tomas de agua de las ciudades ribereñas y balnearios turísticos.
- c) Estudiar la presencia de metales pesados en distintos puntos del río, ampliando los datos existentes de campañas previas, e implementando una simulación de su transporte.



Ajuste de flotadores en una condición de Crecida Extraordinaria aguas abajo de Paysandú.

MODELACIÓN DEL TRANSPORTE DE BACTERIAS COLIFORMES FECALES

Para resolver el problema del transporte de contaminantes en un río debe resolverse la Ecuación de Convección - Dispersión Bidimensional, cuya solución depende fundamentalmente de las condiciones de borde impuestas y de los siguientes parámetros:

E_x = Coeficiente de dispersión longitudinal [m^2/s]

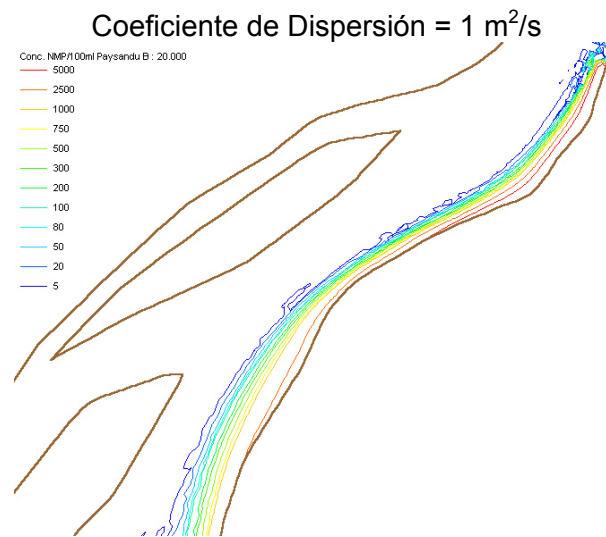
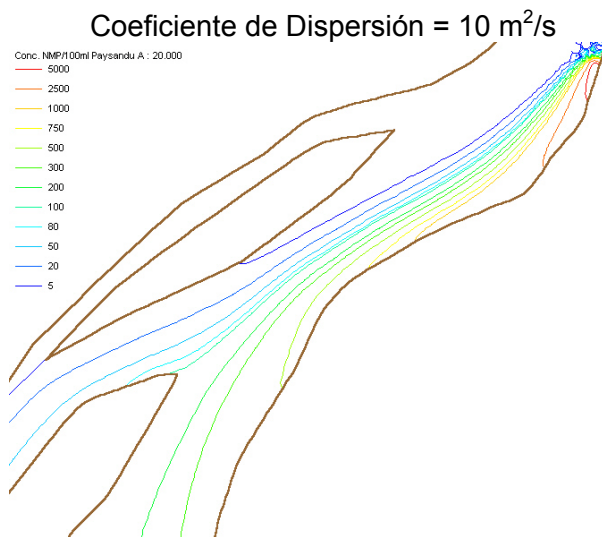
E_y = Coeficiente de dispersión transversal [m^2/s]

K = coeficiente de decaimiento (reacción de primer orden) [1/seg]

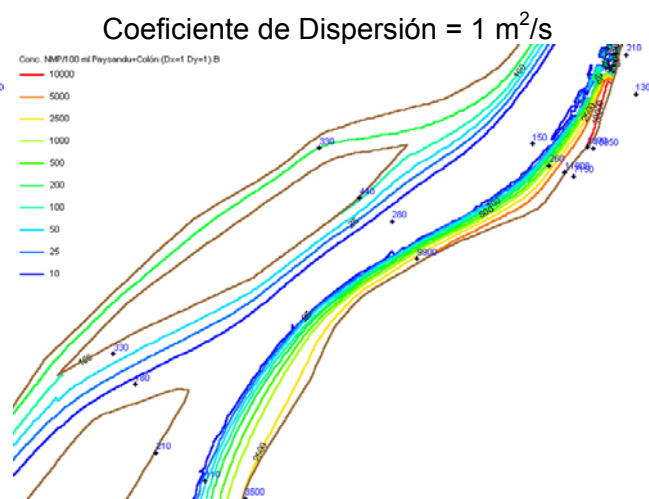
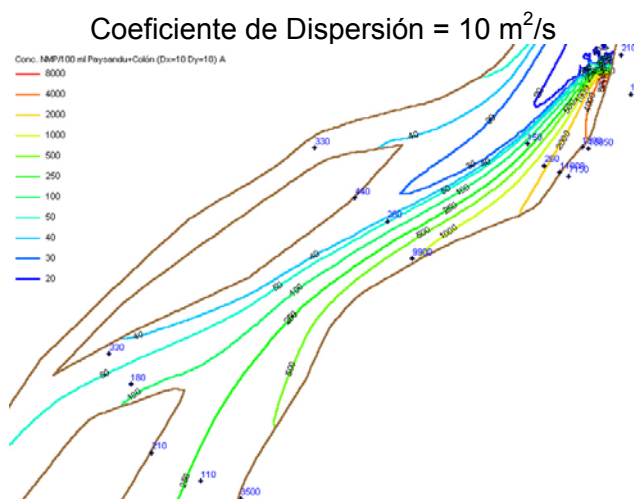
El modelo analítico DISPER aplicado por el Grupo GECRU en años anteriores considera que el escurrimiento es bidimensional, la velocidad en el sentido x es invariante o tiene una componente oscilatoria mareológica, y que la profundidad del río es constante. Para simular en forma bidimensional el transporte de contaminantes en este tramo del Río Uruguay, que por su morfología en planta no puede asimilarse a una aproximación "rectangular y uniforme", se aplicó el modelo RMA4 del U.S. Army Corps of Engineers, Wicksburg Experimental Station, el cual permite especificar descargas de contaminantes conservativos o no y calcular su transporte por advección y dispersión, en el campo de velocidades y niveles calculado por el modelo RMA2.

Se consideró una condición de invierno y otra de verano y se estimaron los flujos máxicos de las descargas y las condiciones de concentración de base (que llega desde aguas arriba).

Dado que el valor del coeficiente de dispersión a aplicar no es conocido a priori, se efectuó un análisis de sensibilidad de los resultados del modelo con valores de 1 y 10 m^2/s . Se puede apreciar en los siguientes gráficos que la magnitud del coeficiente de dispersión es determinante para definir la forma en que la concentración se distribuye en la sección transversal del río. Los coeficientes de dispersión más bajos parecen brindar un resultado más cercano a las aún escasas mediciones disponibles hasta el momento.



SIMULACIÓN DE LA DESCARGA CLOACAL DE PAYSANDÚ ÚNICAMENTE



SIMULACIÓN DE LAS DESCARGAS CLOCALES DE PAYSANDÚ Y COLÓN

CONCLUSIONES PRELIMINARES

Se alcanzaron las siguientes conclusiones del avance realizado hasta el momento:

- ◆ Se calibró un modelo bidimensional hidrodinámico (RMA2) del tramo Colón - Concepción del Uruguay, el cual calcula el campo de velocidades y niveles del flujo para un rango muy extenso de condiciones fluviales (desde estiajes hasta crecidas extraordinarias).
- ◆ Se implementó un modelo bidimensional (RMA4) que resuelve el transporte de contaminantes respetando correctamente los balances de masa, con el cual se obtiene un resultado muy dependiente de los coeficientes de dispersión adoptados. Se verificó que la influencia del decaimiento bacteriano es también significativa, en especial en verano.
- ◆ Los fenómenos que se producen en el área y que determinan las condiciones de calidad de agua en la sección frente a Banco Pelay son muy variables en tiempo y espacio, en función de los caudales y niveles fluviales, así como de las fluctuaciones horarias y diurnas de los caudales y de las concentraciones de contaminantes en las descargas cloacales, influyendo además las variaciones de temperatura del agua en diferentes estaciones del año.
- ◆ La cantidad de puntos de muestreo por transecta utilizada hasta el momento no es suficiente para conformar una condición de calibración confiable, por lo que en las próximas campañas se deberán extraer mayor cantidad de muestras de agua por transecta, de forma de poder ajustar los coeficientes de dispersión y determinar si los contaminantes descargados en una de las márgenes alcanzan la otra con una concentración detectable.