

# DISEÑO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN DE MÁRGENES EN EL RÍO PARANÁ, EMPEDRADO, CORRIENTES

José Daniel Brea<sup>1</sup>, Pablo Spalletti<sup>1</sup>, Marcelo Scaramellini<sup>2</sup>

Laboratorio de Hidráulica - Instituto Nacional del Agua (INA), Argentina

E-mail: pspallett@ina.gov.ar - dbrea@ina.gov.ar

Ecodyma S.A.

E-mail: marcelo\_scaramellini@ecodyma.com.ar

## Introducción

La tarea de proyectar y construir una obra de protección de márgenes en el río Paraná, en cualquier punto de su recorrido, representa todo un desafío para el ingeniero. La magnitud del río, sus grandes caudales, hacen de este tipo de obras emprendimientos de ingeniería mayor. Esta situación se potencia si la obra de protección incluye espigones que ingresan en la corriente, con el fin de alejar las mayores velocidades de la línea de costa.

Se presentan los estudios básicos realizados para el proyecto de la obra "DRAGADO Y RECOMPOSICIÓN DEL CAUCE NATURAL DEL RÍO PARANÁ FRENTE A LA CIUDAD DE EMPEDRADO, provincia de Corrientes". Dichos estudios consistieron básicamente en: análisis hidrológico, morfológico, hidráulico y sedimentológico, para finalizar con el proyecto de la obra. La misma consiste en la construcción de 3 espigones, ubicados con un ángulo de 45° respecto a la dirección media del escurrimiento en la zona, que se complementan con tareas de dragado del cauce entre la costa protegida y el islote que se ha desarrollado entre la costa de Empedrado y la Isla Ercilia (Figura 1), proyectado de forma tal de definir una nueva corriente principal alejada de la zona protegida. El objeto de la obra es controlar los procesos erosivos observados, que ponen en riesgo infraestructura edilicia y turística, permitiendo a la vez generar zonas de playa de uso público recreativo.



Figura 1.- Área de estudio.

En los puntos siguientes se describen los estudios realizados

## Estudio Morfológico

Consistió en el análisis de imágenes satelitales y mapas de distintas épocas, y de la evolución de la batimetría en la zona de obra y su entorno a partir de los relevamientos disponibles. Permite determinar la evolución de las márgenes e islas del río Paraná en la zona, a partir de datos recopilados de los últimos 40 años aproximadamente. Se observó que en el brazo del río Paraná que fluye frente a las costas de Empedrado, el escurrimiento principal tiende a volcarse hacia la margen izquierda, con profundidades mayores en ese sector del cauce.

## Estudio Hidráulico

El estudio hidráulico incluyó la utilización de modelos numéricos uni y bidimensionales. El objeto de la implementación de un modelo matemático hidrodinámico unidimensional (HEC-RAS) fue la determinación de las condiciones de borde para modelos de mayor detalle, permitiendo definir para diferentes recurrencias, los caudales que escurren por planicie y por los cauces principales del río Paraná, así como los niveles líquidos en una sección en correspondencia con la ciudad de Empedrado. Para caracterizar las condiciones hidrodinámicas del tramo, se aplicó el modelo matemático bidimensional hidrodinámico RMA2 del U.S. Army Corps. Se implementó un modelo bidimensional regional, y luego uno local de detalle en la zona de obra.

Dentro del análisis local, en la Figura 2 se presenta la malla de cálculo del modelo 2D.

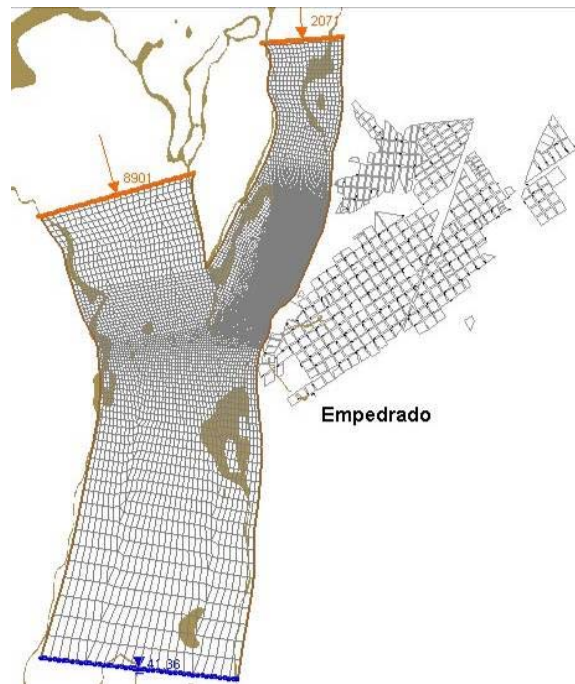


Figura 2.- Malla de cálculo modelo hidrodinámico local.

## Estudio sedimentológico

Para realizar el cálculo del transporte de sedimentos y la estimación de las tasas de sedimentación esperadas se utilizó el Modelo SED2D, un modelo sedimentológico que utiliza como variables de entrada la caracterización hidrodinámica provista por la modelación hidráulica bidimensional (análisis con lecho fijo).

El modelo implementado calcula el transporte sólido derivado del arrastre del material del lecho, como transporte de fondo y en suspensión, empleando la fórmula de transporte de Ackers White (1973) que ha sido calibrada en estudios previos en el Río Paraná. Como parte

de los estudios geotécnicos realizados en el marco de este proyecto se efectuaron ensayos físico-mecánicos normalizados sobre cuatro muestras de arena silícea extraídas a 0,50 m y -1,00 m de profundidad. en dos cateos exploratorios, llevándose a cabo uno sobre la costa de Empedrado (Frente al emplazamiento del Hotel de Turismo) y el otro sobre el Isote (embanque) ubicado entre la Isla Ercilia y la Costa de Empedrado.

La aplicación de este modelo permite resultados que expresan la tendencia a la sedimentación o a la erosión en la zona en estudio, para diferentes escenarios. Así en la Figura 3 se presenta a modo de ejemplo, la tendencia de sedimentación mensual en la condición de crecida de  $T_r=10$  años, en la zona de estudio.

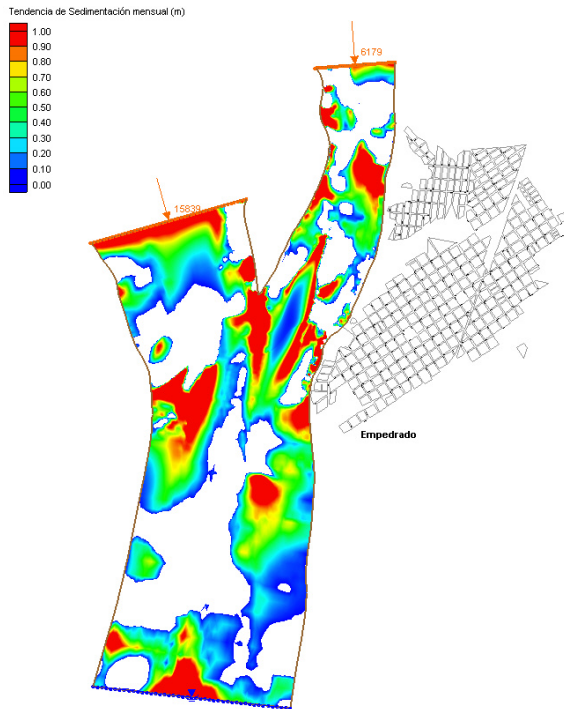


Figura 3.- Tendencia de sedimentación mensual en la condición de crecida de  $T_r=10$  años

**Proyecto de las obras**

Sobre la base de los estudios someramente aquí descritos, se procedió al análisis de alternativas de obras que permitieran el cumplimiento de los objetivos planteados, en una zona de importantes procesos erosivos activos, como puede apreciarse en la Figura 4.



Figura 4.- Procesos erosivos en la zona del hotel de Turismo de Empedrado.

La obra seleccionada, como ya se expresara, resulta una complementación entre una obra de defensa marginal con espigones, y el dragado de canales de alivio, que permitan alejar a las corrientes de la zona de obra. En la Figura 5 puede observarse el esquema de espigones proyectado. Estas tres obras tienen una inclinación de  $45^\circ$  respecto de la alineación media del escurrimiento en la zona y una longitud aproximada de 90 metros. El esquema tipo de la sección transversal de los espigones se presenta en la Figura 6, con una altura total de 5 metros. El cuerpo está conformado por geotubos o elementos equivalentes, recubiertos con una protección flexible de bloques sobre geotextil y apoyada sobre un talud de material de relleno de forma de posar sobre una superficie de pendiente uniforme. Al pie se prevé la construcción de una protección de 6 metros de longitud (mayor que la altura del espigón), también construida con bloques de las mismas características del recubrimiento del espigón, con el objeto de controlar las eventuales erosiones locales al pie de la estructura.



Figura 5.- Esquema de espigones

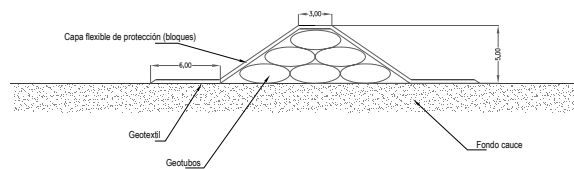


Figura 6.- Espigón proyectado

**Conclusiones**

Se presenta el proyecto de una obra combinada (espigones + dragado) para proteger la margen del río Paraná frente a la localidad de Empedrado. Se considera que este tipo de soluciones mixtas pueden contribuir a la posibilidad de implantar espigones en este río, tarea que hasta hoy no ha sido exitosa. El dragado de canales de alivio en la etapa de obra, teniendo en cuenta la no afectación de la morfología del río en la zona, permite la ejecución de las obras en mejores condiciones.

**Referencias Bibliográficas**

Ecodyma S.A. (2007). "DRAGADO Y RECOMPOSICIÓN DEL CAUCE NATURAL DEL RÍO PARANÁ FRENTE A LA CIUDAD DE EMPEDRADO – Pcia. de CORRIENTES"