

## OBRAS DE EMERGENCIA DE PROTECCIÓN DE COSTAS EN LA LOCALIDAD DE EL COLORADO, FORMOSA, ARGENTINA

Marcelo C. Calviño, Claudia L. Capello y Luis A. Novo

Marcelo Calviño y Asociados s.a.

Manuela Pedraza 2457 piso 10º depto. A (C1429CCJ) Buenos Aires - Argentina  
Tel/Fax: 54 11 47049055 - 54 11 47049076 E-mail: [mcalvino@mcyasa.com.ar](mailto:mcalvino@mcyasa.com.ar)

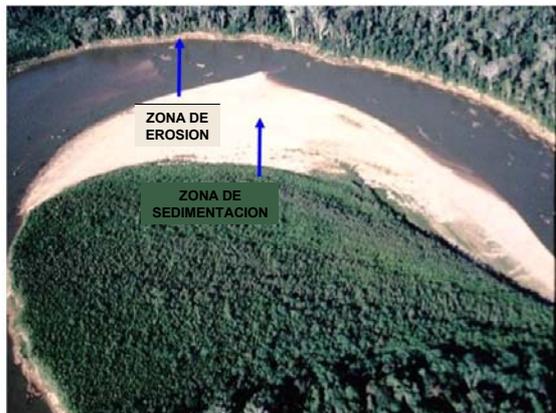
### INTRODUCCIÓN

La Ciudad de El Colorado se desarrolla sobre la margen izquierda del Río Bermejo aguas arriba del puente Libertad, en un tramo que presenta inestabilidad de su curso, con desplazamientos en la traza del mismo. Debido a este comportamiento y a la cercanía del ejido al río, se produce la afectación a distintas obras de infraestructura.

Por este motivo se ha planificado una serie de obras de emergencia para evitar la afectación del desarrollo existente.

Se destaca que se trata de obras de emergencia dentro de un curso que presenta inestabilidades en su traza, por este motivo es muy importante que las obras cuenten con un continuo seguimiento y análisis de la evolución del curso, para realizar las tareas de mantenimiento si se requirieran o eventualmente la ampliación del área de protección.

En los ríos que escurren a través de material aluvial ocurren esencialmente desplazamientos laterales, principalmente en las orillas exteriores de las curvas, durante la época de crecientes. Las márgenes interiores también se desplazan pero hacia el interior del río, por efecto del material que sedimenta. Por lo tanto tenemos un proceso erosivo en la margen externa de la curva y una sedimentación en la interna.



Hay que destacar que cuando un río comienza a erosionar la orilla exterior de una curva disminuye el radio de curvatura, y como el ancho se mantiene constante, la relación entre el radio y el ancho del río disminuye y por lo tanto aumenta la capacidad erosiva del río. Se notarán mayores retrocesos en la margen exterior de las curvas afectadas, los que continúan hasta que el meandro conformado se corta, o hasta que la corriente cambia su lugar de ataque, ya que las curvas de aguas arriba están sufriendo erosión y ello produce cambios en la dirección del flujo hacia aguas arriba.

### Tramo del río Bermejo en El Colorado.

El río Bermejo en el tramo desde el límite con Salta hasta el Colorado el cauce está mejor definido con márgenes altas y curso meandroso. Presenta signos de inestabilidad,

con rastros de erosiones y deposiciones, incluyendo meandros abandonados.

A 1200 m aguas abajo del puente Libertad, está emplazada la estación de aforos que era operada por Agua y Energía Eléctrica y en la actualidad es observada por Evars. Esta es una sección estable que se ha mantenido a lo largo del tiempo, con barrancas pronunciadas, aunque se trata de un río de llanura en el que la sección se adapta al caudal que escurre con la variación del fondo.

El tramo desde la sección de aforos hasta el puente se observa como encajonado entre las barrancas, y se ha mantenido bastante estable en los últimos años.

En el tramo del río que escurre lindero a la Ciudad de El Colorado tiene una longitud de aproximadamente 10.000 m, desde el puente en la progresiva 0.00 hasta aguas arriba del meandro.

Como se identificó, se trata de un tramo del Río inestable con áreas de erosión y deposición dentro del tramo, las zonas de erosión coinciden con los sectores externos de las curvas y los sectores de deposición con los internos.

### OBJETIVOS

El objetivo de las obras de emergencia ha sido estabilizar la línea de costa do forma de evitar de los derrumbes de la barranca afecten la infraestructura urbana.

La prioridad se ha fijado en el Puente Libertad, ya que se venía registrando un proceso erosivo aguas arriba del puente sobre el estribo de margen izquierda, por este motivo se ha protegido la margen izquierda en el ingreso al puente.

Y en otros dos sectores donde el proceso erosivo se acercaba peligrosamente al ejido urbano se implemento la protección de estos sectores.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos más comunes para proteger las márgenes de los ríos, sobre todo las exteriores de las curvas son: las protecciones puntuales y las defensas longitudinales. El propósito principal de las obras es evitar el contacto directo entre el flujo con alta velocidad y el material que conforma la orilla, además permiten guiar o conducir el flujo en una dirección conveniente.

En esta zona se ve agravada la materialización de los espigones por

- los importantes tirantes de agua existentes, tanto en bajante como en crecidas.
- Falta de material pétreo en las proximidades de las obras.

### Espigones

Son estructuras interpuestas a la corriente, uno de cuyos extremos está unido a la margen a proteger. El propósito consiste en alejar de la orilla las líneas de corriente con alta velocidad, y evitar así que el material de la margen sea transportado y erosionado. Además los espigones favorecen

que los sedimentos se depositen entre ellos, con lo que se logra una protección adicional de la orilla.



**Protecciones continuas**

Son protecciones que consisten en colocar, directamente sobre la orilla, un material de revestimiento que no pueda ser arrastrado por la corriente. Para ello normalmente se debe perfilar la margen con un talud estable y que permita la colocación del revestimiento. Entre el material a colocar y el material a contener se debe asegurar el cumplimiento de las leyes de filtro, en caso de no cumplirse se deberá conformar con filtros naturales o artificiales.



**DISEÑO DE LAS OBRAS**

El sector a proteger era de aproximadamente 10.000 metros de largo. Atento a la extensión, resultaba antieconómico el desarrollo de defensas longitudinales continuas en toda la traza. Es por ello que se dividió el sector en dos partes, de acuerdo a su importancia: a) Protección del estribo norte del Puente Libertad y b) Protección del resto de la costa.

Para proteger el estribo del puente se diseñó una obra continua longitudinal compuesta por un muro de hormigón de gravedad con una protección al pié para evitar que la erosión del río descalzara la fundación del muro.

Superiormente se construyó un paseo costanero.



Para el resto de la costa, se proyectaron espigones formados por pilotes metálicos empotrados en el fondo del río y placas de hormigón armado que cierran frontalmente el espigón. Estas placas se apoyan en estructuras metálicas colocadas entre pilotes y empotradas en el fondo.



**METODOLOGÍA CONSTRUCTIVA**

El muro de gravedad se construyó de hormigón simple calidad H-13, trabajando desde la costa. La protección al pié se realizó “in situ” aprovechando el periodo de estiaje del río.

La ubicación de los espigones se realizó siguiendo los lineamientos indicados por el Ing. J. A. Maza Alvarez<sup>1</sup> a fin de optimizar su influencia, tanto aguas abajo como aguas arriba de cada uno. Los espigones se construyeron hincando pilotes metálicos utilizando equipo flotante, pues la profundidad del río, aún en estiaje, impidió realizar las obras en seco. Se utilizaron vibrohincadores colocados en grúas, sobre pontones flotantes. Una vez hincados los pilotes se construyeron estructuras metálicas entre ellos para permitir el amarre de elementos prefabricados de hormigón armado. Estos elementos se hincaron en el fondo del río utilizando inyección de agua a presión.

**CONCLUSIONES**

Las obras construidas permitieron proteger los sectores de costa involucrados en los procesos erosivos, aún de la crecida ocurrida en el año 2008 (extraordinaria por su magnitud y duración). El excelente desempeño de la protección longitudinal protegió el estribo del puente, en tanto que los espigones minimizaron el daño en la costa, que hubiera sido devastador para la Ciudad de El Colorado.

**REFERENCIAS**

<sup>1</sup> Maza Alvarez, J. A. (1996). Manual de Ingeniería de Ríos, UNAM, México.