

# ESTUDIO SOBRE PROTECCIONES AL PIE EN CAUCES FLUVIALES A PARTIR DE ENSAYOS EN MODELO FÍSICO

Sergio Loschacoff (\*), José Daniel Brea(\*), Mercedes Del Blanco(\*\*)

(\*) Programa de Hidráulica Fluvial - Laboratorio de Hidráulica - Instituto Nacional del Agua (INA)

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

(\*\*) Pasante INA, Estudiante de Ingeniería Hidráulica de la Universidad Nacional de La Plata – E-mail: mechidelblanco@hotmail.com

## Introducción

Cuando se requiere ejecutar una protección de márgenes en ríos a fin de prevenir erosiones por la acción de las corrientes, la misma estará compuesta básicamente por tres partes: anclaje superior, protección de talud y protección al pie. Para que la protección sea estable en su conjunto es necesario que cada una de las partes funcione adecuadamente.

En este trabajo se presentan estudios en modelo físico cuyo objetivo es evaluar el comportamiento de protecciones al pie, de manera que permita garantizar la estabilidad de la protección del talud ante la acción de las corrientes. En esta etapa se presentan los ensayos con colchonetas tipo Reno, Se estudiaron dos esquemas de protección sobre lecho y una empotrada en el lecho.

## Descripción del modelo físico.

En el Laboratorio de Hidráulica del INA se ejecutaron para la firma Macafferri ensayos comparativos de diferentes protecciones de márgenes en escala de longitudes 1:10. Dichos ensayos fueron realizados en un canal de ancho 2.50 m y de longitud 30m. Se cubrieron con elementos de protección una longitud de 10m de canal. Dichas protecciones fueron apoyadas sobre arena con un diámetro de aproximadamente:  $D_{50} = 0.25\text{mm}$ .

Empleando los mismos elementos que para los ensayos ejecutados anteriormente, se realizaron pruebas adicionales a fin de estudiar el comportamiento de la protección al pie. El fenómeno analizado es típico de una obra fluvial por lo cual, para el modelo se consideró para el análisis de semejanza la igualdad del número de Froude en prototipo y modelo.

## Esquemas de protección al pie analizados

En obras de protección longitudinales, la protección al pie puede ejecutarse apoyándose directamente sobre el lecho, y a medida que se produce la erosión esta se va adaptando al mismo, y para su situación final debe asegurar la estabilidad de la protección del talud.

Es de práctica muy común determinar la longitud de protección al pie igual a dos veces la profundidad de erosión. Esta práctica se basa en que la protección al pie pivotea en el quiebre entre el talud y el pie, debiendo una vez erosionado tener como máximo una pendiente de 1:2. Esta consideración práctica en realidad debe chequearse teniendo en cuenta la estabilidad de talud del conjunto dependiendo especialmente del tipo de suelo que en el que se apoya la protección.

Otra forma de efectuar una protección al pie es excavar el lecho y continuar la protección del talud hasta por lo menos la profundidad de erosión. A esta práctica se la denomina empotramiento.

Para este estudio se estimó previamente la erosión esperada para el caudal de ensayo. Así se resolvió ensayar tres esquemas de protección al pie: 1) igual a cuatro veces

la profundidad de erosión, 2) igual a dos veces la profundidad de erosión y 3) empotramiento hasta una profundidad de erosión. En la figura N°1 se presentan los tres esquemas ensayados.

El objetivo principal de estos ensayos fue analizar el comportamiento de la protección al pie, en este caso para un caudal de  $360\text{ m}^3/\text{s}$ .

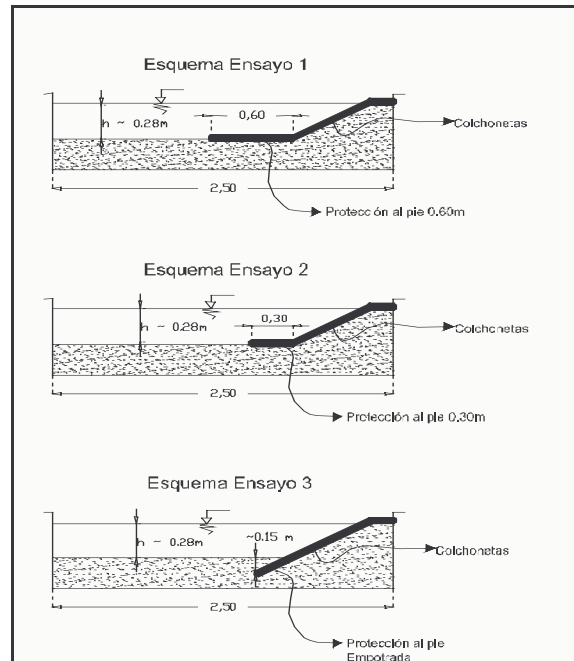


Figura 1: Esquemas de ensayo.

## Resultados de los ensayos.

En todos los ensayos se relevaron las profundidades de erosión en diferentes tiempos con el propósito de registrar el avance de la erosión en el lecho y el comportamiento de la protección en función del tiempo.

El ensayo 1, se efectuó con una longitud de protección al pie de 0.60m – modelo. En la fotografía 1, se observa el resultado luego de 11 hs. de ensayo.



Fotografía 1: Resultado de 11 hs. de ensayo con el esquema 1.

En la figura N° 2 se presenta el comportamiento del lecho-protección del esquema 1 para diferentes tiempos de ensayo.

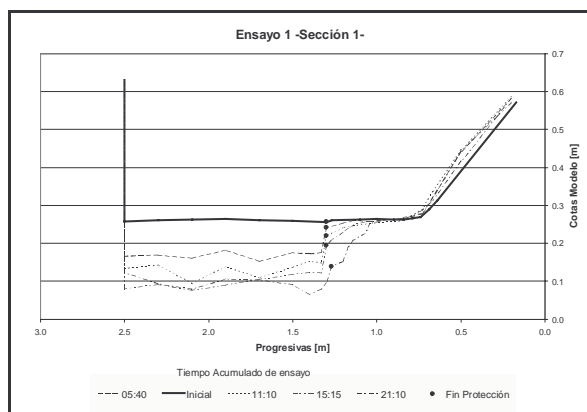


Figura 2: Ensayo N°1 Longitud de protección al pie 0.60m.

En la figura N° 3 se presenta el comportamiento del lecho-protección del esquema 2 para diferentes tiempos de ensayo.

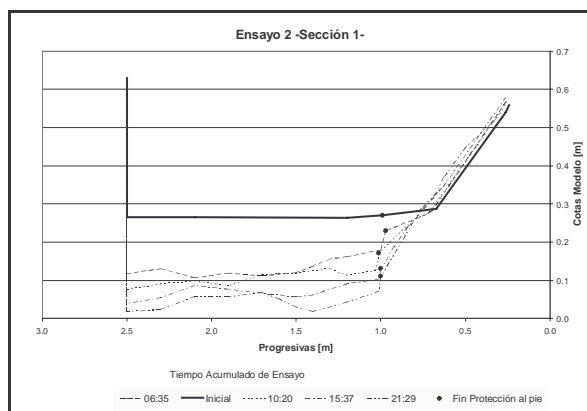


Figura 3: Ensayo N°2 – Longitud de protección al pie 0.30m.

En la figura N° 4 se presenta el comportamiento del lecho-protección del esquema 3 para diferentes tiempos de ensayo.

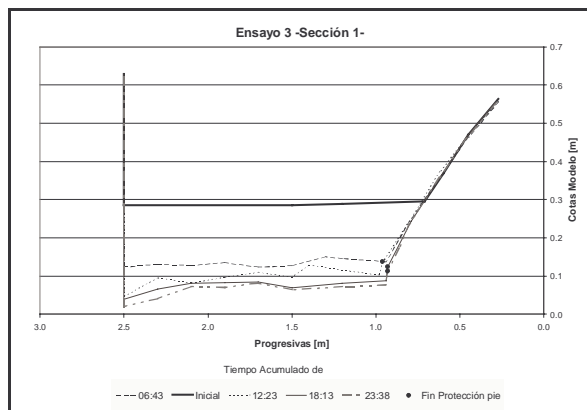


Figura 4: Ensayo N°3 – Pie empotrado.

Todos estos resultados se agruparon en un mismo gráfico que se presenta en la figura 4, con el propósito de poder comparar las variantes.

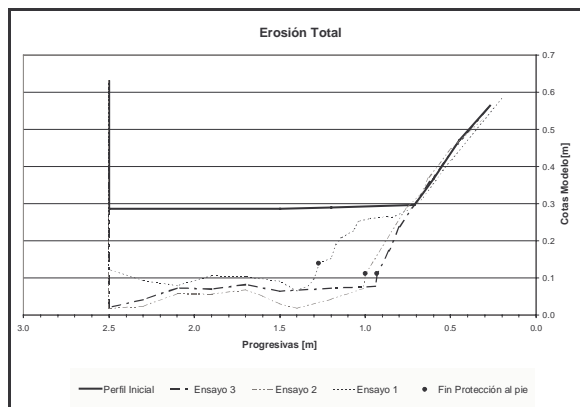


Figura 4: Gráfico comparativo del comportamiento de los tres esquemas de protección.

## Conclusiones

De acuerdo a un análisis preliminar de los resultados pueden mencionarse las siguientes observaciones:

- Las mayores profundidades finales de erosión no se localizaron en el punto donde finaliza la protección y comienza el lecho de arena, sino desplazado del mismo.
- Comparando el tercer esquema de protección al pie (empotramiento), se observa que la profundidad de erosión final es similar a los otros esquemas, pero alcanza su profundidad de equilibrio más rápidamente.
- Si se tiene en cuenta la estabilidad geotécnica, el esquema 1 resulta ser el más seguro.

## Referencias Bibliográficas

- Przedwojski, Blazejewski y Pilarczyk K.W.** (1995). "River Training Techniques". Balkema, Rotterdam.
- Van Rijn, L.** (1993). "Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas." Acqua Publications.
- INA** (2001) Estudio en modelo físico del comportamiento de diferentes tipos de protecciones de márgenes frente a la acción de las corrientes. Laboratorio de Hidráulica.
- Perez, F.** (1992) "Protección al pie de un revestimiento en colchón Reno" XV Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Cartagena, Colombia.