

ESTABILIZACIÓN DE MÁRGENES Y RECUPERACIÓN DE RIBERAS – ARROYO ÑIRECO – SAN CARLOS DE BARILOCHE

Jorge Pedro Heck y Marcelo Reverter⁽¹⁾

⁽¹⁾ Departamento Provincial de Aguas, Pcia. De Río Negro
E-mail: jorgeheck@arnet.com.ar

Introducción

La ciudad de San Carlos de Bariloche se ha extendido en las últimas décadas, siendo esa expansión en forma sostenida y predominantemente en sentido Este – Oeste, alcanzando las márgenes del arroyo Ñireco, sometiendo a su planicie de inundación a la ocupación con asentamientos permanentes, resultando como consecuencia la restricción en la capacidad de conducción del curso, llegando en ciertos casos a limitar el flujo a anchos mínimos de 10 metros.

Cada vez con mayor frecuencia suceden eventos de crecidas que angustian a la población ribereña, poniendo en peligro viviendas e infraestructura urbana que han sido construidas en zonas que conforman el valle activo y cauce del río, sin tener en cuenta la función natural que esas áreas deben cumplir para la disipación de la energía transportada por la mezcla de agua y sedimentos.

Como antecedentes más cercano se registra la crecida de octubre de año 2002, durante la cual fueron afectadas viviendas por destrucción total al erosionar la margen, como también el anegamiento por desbordes que dejaron a sectores de barrios bajo las aguas. También se produjo la destrucción de infraestructura urbana como puentes vehiculares y pasarelas peatonales, al resultar afectados los estribos y bases de apoyo de los mismos.

En el año 2004 se ha producido otro evento de crecida entre los días 29 y 30 de junio, donde se registraron en la región andina lluvias de intensidad en toda la cuenca, que originaron la fusión de la nieve acumulada y provocando un incremento considerable de las escorrentías de los ríos de la zona.

Esta problemática demanda involucrar cuestiones relacionadas a un proyecto hidráulico de obras de contención de crecidas y protección de márgenes en el arroyo, considerando el ordenamiento del cauce en una zona urbana desde un punto de vista paisajístico, integrándolo a la vida de la población e incorporándolo al circuito turístico de la región.

Objetivo

A partir de las situaciones mencionadas el Departamento Provincial de Aguas de la provincia de Río Negro (DPA) decide proyectar una obra que permita el libre escurrimiento de las aguas sin afectación a las viviendas e infraestructura urbana.

El estudio tiene por objeto la elaboración de un proyecto de obras de estabilización de márgenes y recuperación de las riberas del arroyo Ñireco en el tramo inferior del mismo, en una longitud del orden de 3.000 metros. Este proyecto contempla la adecuación de la capacidad de conducción para los caudales de proyecto.

Como premisas fundamentales se debe considerar la necesidad de utilización de materiales de simple obtención en el medio y de fácil adaptación paisajística, en obras que permitan el escurrimiento del caudal de diseño con velocidades medias inferiores a 2.00 m/seg..

Metodología de Trabajo

En primer lugar se realizó una apropiada **recopilación de antecedentes**, en la que una buena cantidad de los mismos fue proporcionada por el (DPA).

Por otra parte, se orientó la búsqueda de información sobre tratamiento de ríos y arroyos de características similares.

El **reconocimiento del terreno** fue considerado prioritario y se realizó con posterioridad a la finalización de los trabajos de relevamiento planialtimétrico y topo batimétrico.

El **análisis hidráulico** del escurrimiento en el tramo de arroyo fue estudiado mediante una modelación realizada de forma de simular la situación actual y futura (con obras) del arroyo Ñireco.

En esta simulación se empleó el Programa de Computadora para Perfiles Hidráulicos HEC-RAS, desarrollado por el Hidrologic Engineering Center y se utilizó la totalidad de las secciones transversales al arroyo relevadas.

Los datos de caudales a estudiar se obtuvieron a partir del análisis del trabajo “Estudio Hidráulico Arroyo Ñireco” Mc Intosh C. (1997), en el que se partió de un análisis estadístico de precipitaciones que sirvió de base para obtener tormentas de diseño con recurrencias de 10, 20, 50 y 100 años, con duraciones de 24, 48, 72, 96 y 120 horas.

Por otro lado, dentro del mismo trabajo se realizó un estudio estadístico vinculado a los niveles de la superficie libre del lago Nahuel Huapi, valores que fueron utilizados como condición de borde del extremo de aguas abajo.

Para la calibración del modelo se contó con datos de significativa importancia, como lo son las cotas de “resaca” obtenidas en el “Relevamiento Topo Batimétrico del Tramo Inferior del Arroyo Ñireco”, la “Estimación del Caudal en el Arroyo Ñireco en su Desembocadura para la Crecida ocurrida en Junio / Julio de 2004 elaborado por Merg C. (2004) y con el “Estudio Hidráulico Arroyo Ñireco” Mc Intosh C. (1997).

Para iniciar la simulación de la situación actual se utilizó el valor de coeficiente de rugosidad que se adoptara en el “Estudio Hidráulico Arroyo Ñireco” Mc Intosh C. (1997).

El caudal correspondiente a la crecida de junio / julio de 2004 fue estimado en el segundo de los trabajos mencionados, alcanzando un valor “confiable” de 41.37 m³/seg..

Conocidas las cotas de “resaca” en coincidencia con distintos perfiles relevados, se procedió a aplicar el software con los parámetros en cuestión. Se debe destacar que se utilizó el módulo de régimen permanente, dado que para la situación en análisis se conocía un solo valor de caudal y se carecía del hidrograma correspondiente.

Evaluación de Resultados de Modelación

El resultado de niveles de la superficie libre del agua obtenidos con los parámetros indicados alcanzaron, en muchos perfiles, resultados alejados de las mediciones realizadas en el relevamiento. Ello llevó a analizar en detalle lo que mostraba el relevamiento de “resaca”, en el cual se indicaban algunos valores con la leyenda “dudosos”. Por tal motivo se le asignó menor importancia a las diferencias que se producían con estos valores.

Posteriormente se modificaron los coeficientes de rugosidad de Manning, aumentándolos hasta los límites máximos indicados por Chow (1994), y en algunas secciones puntuales aumentándolos por encima de esos valores.

En estas condiciones se logró arribar a mejores resultados. Se buscó que las cotas de la simulación estuvieran por encima de las cotas de “resaca”.

También se analizó la velocidad de escurrimiento, cuyo valor medio para las secciones que presentan las mayores diferencias no escapa a valores normales para secciones cuyos resultados son muy cercanos a los relevados.

Alcanzado este nivel de “aproximación”, se lo consideró válido y se utilizó la geometría con los valores de coeficientes de Manning, de contracción y expansión para la simulación del resto de las hipótesis de proyecto.

Los resultados mencionados resultan ser aceptables bajo la hipótesis de la obtención de niveles de la superficie del agua que se ubiquen igual o por encima de las “cotas de resaca” relevadas. Esto implica mayores coeficientes de rugosidad de Manning y, por ende, menores velocidades medias de escurrimiento. Es por ello que se planteó una hipótesis de disminución los valores de los coeficientes de rugosidad de Manning, para obtener velocidades medias de escurrimiento mayores, con niveles de la superficie libre del agua levemente por debajo de las “cotas de resaca” relevadas.

A partir de los resultados que arrojó la simulación de esta situación, se pudo observar la existencia de velocidades medias de escurrimiento que superaban el valor máximo solicitado por el DPA de 2.00 m/seg.. Fue así que se fueron incorporando obras que permitieran reducir esos valores, requiriendo en algunos casos la simulación en reiteradas oportunidades con la finalidad de incrementar la obra en función de las necesidades.

De este modo fue posible obtener una superposición de soluciones que permiten estabilizar la margen, reducir las velocidades medias de escurrimiento y aumentar la sección en sectores estrangulados por medio de excavación del cauce.

El aporte de sedimentos de la parte alta de la cuenca es independiente de la obra proyectada en este tramo, por lo que es posible que ante la ocurrencia de precipitaciones intensas dentro de la cuenca, se produzcan arrastres importantes que generen nuevos bancos de sedimento y obstrucciones en el cauce, que demanden la ejecución de trabajos de mantenimiento.

Desarrollo del Proyecto de Obras

Las obras proyectadas son una excelente oportunidad para transformar al arroyo en un “parque lineal” que atraviesa la ciudad, permitiendo el acceso de la población al arroyo y revalorizando e integrando áreas deprimidas.

Al mismo tiempo las obras deben cumplir con condiciones hidráulicas, acorde a los parámetros de diseño.

Para el diseño de las obras en cada uno de los tramos se consideró lo previsto en el anteproyecto elaborado por el Departamento Provincial de Aguas en julio de 2004, los resultados de la simulación matemática para el caudal de diseño, la experiencia de obras similares y lo obtenido a partir del análisis de antecedentes.

En general, a lo largo del tramo de arroyo en estudio, se presentan fenómenos de erosión de márgenes y sedimentación del cauce en forma alternativa. A excepción del tramo inferior, se dispone de espacio suficiente para el planteo de obras de estabilización de márgenes, habiéndose adoptado el empleo de gaviones, colchonetas gavionadas y sacos gavionados para el control de la

erosión.

Las disposiciones geométricas de los materiales mencionados adoptada para el control de erosión es la siguiente:

- Protección continua con colchonetas gavionadas.
- Muros de gaviones (en sectores con menos espacio disponible para el trabajo).
- Sistematización con gaviones y aplicación de técnicas biológicas.
- Azudes para reducción de la velocidad de escurrimiento.

En los sectores del cauce en los que se verifica la sedimentación, se propone la excavación de los sedimentos de forma tal que el cauce disponga de una mayor área de escurrimiento.

Conclusiones

Con el trabajo realizado se logró proyectar una obra que cumple con el objetivo fijado por el DPA.

Los resultados obtenidos por medio de la modelación matemática indican que el caudal de diseño escurrirá sin afectar propiedades privadas ni obras de infraestructura.

Se proyectó una obra de ejecución simple bajo condiciones de bajos caudales, dado que en el período de estiaje se podrá trabajar prácticamente en seco.

Referencias

- Bravo Gordillo E., Guevara Cely R.I.** (2004): “Manto Natural Reforzado con Geomalla para Protección de Orillas de Ríos”, *XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Sao Pedro Brasil.*
- Heck J.P., Malinow G.V., De Filippi R., Méndez R.** (2004): “Desarrollo de una Solución para Estabilización de Márgenes de un Río Sometido a Congelamiento Anual de su Curso de Agua”, *XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Sao Pedro Brasil.*
- Heck J.P., Barberis M., González M. y Otros** (1996): “Experiencias Obtenidas en la Materialización de Obras de Estabilización de Márgenes en los Ríos Limay Neuquén y Negro”, *XVI Congreso Argentino del Agua, San Martín de los Andes, Neuquén, Argentina.*
- Loschacoff C.S., Brea J.D., Ormazábal P.** (2004): “Estudio Comparativo sobre el Cálculo Hidráulico de Protecciones Fluviales”, *XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica, Sao Pedro Brasil.*
- Loschacoff C.S., Brea J.D., Ormazábal P.** (2003): “Algunas Consideraciones sobre el Cálculo de Protecciones en Márgenes de Ríos”, *Primer Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, INA Ezeiza.*
- Loschacoff C.S., Busquets M.S., Brea J.D., Alvarez J.** (2003): “Ordenamiento y Control de Crecidas en el Arroyo Calafate”, *Primer Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, INA Ezeiza.*
- Maccaferri** (1989): “Revestimientos Flexibles en Colchones Reno y Gaviones en los Canales y en los Cursos de Agua Canalizados”.
- Maccaferri** (1989): “Estructuras Flexibles en Gaviones”.
- Merg, C.** (2004): “Estimación del Caudal en el Arroyo Ñireco en su Desembocadura para la Crecida ocurrida en Junio / Julio de 2004”, *Departamento Provincial de Aguas.*
- Rivelli F.R., Porri P.** (2003): “Obras Flexibles para el Control de Erosión en Ríos de Montaña”, *Primer Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos, INA Ezeiza.*
- Romero Mc Intosh, C.; Di Rago D.** (1997): “Estudio Hidráulico Arroyo Ñireco”, *AIC.*