

ESTABILIZACION DE MARGENES Y DEFENSA CONTRA INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE VIEDMA – RIO NEGRO

Marcelo Reverter, Gonzalo Ginés Asensio, Santiago Magnin

Dirección de Proyectos Hidráulicos - Departamento Provincial de Aguas (DPA) – Provincia de Río Negro

San Martín N° 249 Viedma (8500) Tel. (02920) 420432 Fax 423456 –

E-mails: mreverter@dpa.rionegro.gov.ar ; gasensio@dpa.rionegro.gov.ar; smagnin@dpa.rionegro.gov.ar;

RESUMEN

La ciudad de Viedma, ubicada sobre la margen Sur del río Negro, 30 Km. aguas arriba de su desembocadura en el Océano Atlántico está sujeta por acción combinada de los fenómenos de sudestada e influencia de mareas a los efectos de crecidas en los niveles fluviales y a procesos continuos de erosión en el área ribereña.

El presente trabajo describe el proyecto y ejecución de una obra de estabilización de margen y defensa contra inundaciones realizado por un equipo interdisciplinario de profesionales que con el empleo de técnicas de bio ingeniería, procura controlar los efectos de los mencionados fenómenos e integrar un espacio natural de alta calidad ambiental a la estructura y dinámica urbana.

ABSTRACT

Viedma is located at the south riverside of Negro river, 30 km away from the sea, where the river meets the Atlantic Ocean. The city is influenced by combined action of southeast strong winds and tides, producing effects like the rise of the fluvial levels and continuous erosion processes in the riverside area.

This paper describes the project of margin stabilization and defense, which was carried out in order to reduce the environmental risks of flooding. This work was made by an interdisciplinary team of professionals who, with the use of bio engineering techniques, try to control the effects of the mentioned phenomena and to integrate a natural space of high environmental quality to the structure and urban dynamics.

1.INTRODUCCIÓN

La ciudad de Viedma se ubica en el área denominada Valle Inferior del río Negro, situada en la margen izquierda de este curso de agua, sobre la terraza aluvial del valle y próxima a su desembocadura en aguas del Atlántico.

El río Negro tiene en la actualidad un régimen regulado por las presas hidroeléctricas construidas en la parte alta de la Cuenca y en su tramo inferior se caracteriza por estar bajo la influencia marítima siendo así muy marcadas, en el área de trabajo, las variaciones diarias en los niveles hídricos por efecto de mareas y estacionales por regulación de caudales erogados a partir de las necesidades de generación de energía, a lo que se agrega en ocasiones, la ocurrencia de fenómenos de sudestada.

Existen registros históricos de crecidas extraordinarias que causaron graves inundaciones en lo que es actualmente el área urbana de la ciudad, lo que llevó a los antiguos pobladores a construir precarios terraplenes de defensa en los fondos de lo que constituían sus chacras y forestar de una manera empírica con el fin de proteger la costa de la acción erosiva del río.

Con el paso del tiempo, ligados al poblamiento y desarrollo urbano se impulsaron algunas obras estructurales en sectores de la ciudad que mejoraron lo existente en relación con el río, construyéndose en los años `70 un muro de hormigón para defensa contra inundaciones y en los años `80 una obra constituida por un muro de gaviones para estabilización de la margen, recuperándose progresivamente sectores de ribera para algunas actividades recreativas, pero sin lograr una plena integración del recurso a la ciudad.

En los últimos años, la valorización de los espacios naturales como sinónimo de calidad de vida, la evolución de los conceptos arquitectónicos urbanos, avances en los conocimientos de la hidráulica fluvial y la aparición de nuevos materiales constructivos, impulsaron esta obra que con la participación multidisciplinaria de profesionales del Departamento Provincial de Aguas, Municipalidad de Viedma y el Centro Universitario Regional Zona Atlántica de la Universidad del Comahue, ha cumplido con el doble propósito de solucionar un problema meramente hidráulico como es la preservación de la ciudad y su costa de los efectos negativos de crecidas extraordinarias del río y su poder erosivo conjuntamente con el logro de un espacio natural de alta calidad ambiental, plenamente integrado a la dinámica social para el aprovechamiento múltiple y goce por parte de sus habitantes.

2.OBJETO

El objeto principal del proyecto y obra es detener los procesos de erosión de márgenes, recuperar la ribera para uso público y mejorar la defensa contra inundaciones en un sector del ejido urbano de la ciudad de Viedma, actuando de manera de producir un mínimo impacto ambiental, logrando una valorización del área y su plena integración a la dinámica social urbana.

3.ANTECEDENTES DEL AREA

Dado que era necesario conocer las características del área de proyecto se realizó un levantamiento topográfico con poligonal de base y perfiles transversales a la costa del río cada 20 – 25 m., vinculados planialtimétricamente a puntos fijos locales, utilizando como

instrumental de medición taquímetro electrónico, nivel automático y receptores satelitales geodésicos.

También se hicieron batimetrías con el empleo de ecosondas gráficas a los fines de conocer el perfil del cauce.

Para la determinación de los niveles hídricos se efectuaron estudios sobre el efecto de las mareas meteorológicas en las ciudades de Viedma y Carmen de Patagones, utilizándose para la modelación matemática el Modelo Hidrodinámico Mike 11, previamente calibrado en distintos puntos desde la zona conocida como Primera Angostura hasta la desembocadura. (Mc Intosh 1998)

Mediante un estudio de Impacto Ambiental solicitado por el Departamento Provincial de Aguas al Centro Universitario Regional Zona Atlántica de la Universidad Nacional del Comahue, se identificaron taxonómicamente los componentes vegetales que conformaban los diferentes estratos naturales, así como los componentes de la avifauna. De éste surgieron también datos sobre usos del lugar, elementos de infraestructura preexistentes, hitos urbanos e impactos derivados de las diferentes acciones del proyecto sobre las distintas variables susceptibles de ser afectadas, que se expresaron en forma de matrices causa – efecto. (Dall Armellina et al 1999)

En el caso particular del estrato arbóreo de vegetación, por ser el componente mas sensiblemente afectado en la ejecución de la obra y reconociéndose el papel fundamental que cumple atenuando la erosión a través del efecto estructural en el suelo por su sistema radicular, se efectuó un relevamiento detallado de cada ejemplar, con su ubicación planialtmétrica, su identificación botánica, crecimiento, sanidad y tratamiento silvicultural adecuado para mejorar la calidad de la masa de acuerdo al objetivo propuesto.

Para la determinación de los componentes de bio ingeniería a emplear en la obra de estabilización se realizó un ensayo sobre el comportamiento de materiales geotextiles y geosintéticos y la adaptación de diferentes especies vegetales herbáceas nativas y/o exóticas para este ecosistema particular fluvio marítimo, donde el efecto de mareas es un componente importante en el proceso de erosión y en la generación de condiciones de anaerobiosis en diferentes niveles hídricos. (Dall Armellina et al 1999)

4. MATERIALES Y MÉTODO CONSTRUCTIVO.

La obra materializada en la actualidad se ejecutó en tres Etapas bajo la misma concepción ideológica y con iguales objetivos, de acuerdo a las prioridades establecidas por el desarrollo urbano de la ciudad, alcanzando en su totalidad 2300 m de ribera estabilizados con el empleo de este sistema constructivo.

4.1 Defensa contra inundaciones.

Se entendió que el muro de hormigón existente en un sector de la ciudad como defensa contra las inundaciones, constituía una barrera arquitectónica, que dificultaba la integración de la ciudad con el río.

A partir de esto, en los sectores donde existía el antiguo albardón de defensa, se proyectó una mejora de obra consistente en un terraplén de sección trapezoidal con taludes laterales

vegetalizados y una vereda de hormigón armado en su coronamiento incluyendo el proyecto el diseño y construcción de escaleras y rampas de acceso a la ribera que cumplen además la función de miradores y lugares de contemplación escénica.



Figura 1 Vista del terraplén de defensa contra inundaciones con anterioridad a la ejecución de la obra



Figura 2 Vista del terraplén finalizado la obra: con taludes vegetalizados, coronamiento con vereda de hormigón, rampas de acceso y asientos revestidos con piedra tipo pórfidos.

4.2 Tratamiento de ribera.

La ribera se caracterizaba por un trazo irregular, en algunos sectores de un ancho exiguo, producto de la acción erosiva del río. Con vegetación natural sin ordenamiento estructural, modificada solo por la acción antrópica con la introducción de especies arbóreas de hábitos riparios, en el intento de atenuar estos procesos y con elevados niveles y tiempos de inundabilidad, que la hacían prácticamente inutilizable para actividades recreativas.

El proyecto consideró esta área como una interfase entre el ambiente natural y lo construido, con un alto valor potencial desde el punto de vista ambiental y social, proponiendo su intervención de acuerdo a este criterio.

Los trabajos sobre la ribera consistieron en rellenos para elevar el nivel del terreno y generar un espacio con menores tiempos de inundabilidad y para ampliar la superficie del área ganando espacios sobre el río, generando en algunos sectores amplias bahías y playas con accesos de suaves pendientes.

Los materiales de relleno se extrajeron en gran parte de embanques en el cauce del río mediante la técnica de refulado o bombeo de gravas y arenas del lecho.



Figura 3. Relleno de contenedores de geotextil y área de ribera mediante el bombeo de gravas y arenas extraídas de embanques del río

Para evitar la migración de los suelos de relleno al quedar expuestos a la acción del oleaje, velocidad del agua y variación de niveles generados por las mareas, durante la fase constructiva se hizo un dique paralelo a la costa con contenedores de geotextil, de sección elíptica, rellenos mediante la misma técnica.

Finalmente los perfiles de relleno se cubrieron con suelo vegetal en superficie y una siembra de los mismos con una mezcla de semillas de gramíneas y leguminosas de probada adaptabilidad.



Figura 4 Vista de la ribera vegetalizada con posterioridad a la colocación de materiales de relleno.

Los trabajos en la ribera se completaron con la aplicación de los tratamientos silviculturales determinados previamente para el componente vegetal del estrato arbóreo, que consistieron en tareas de poda alta y baja con el objeto de mejorar la forma y la sanidad de los ejemplares intervenidos, así como la extracción de árboles muy afectados en su sanidad conjugado con una situación de crecimiento con alto grado de inclinación o en casos extremos, árboles muertos en pie que constituían potencial causa de accidentes. Finalmente se llevaron a cabo tareas de reforestación y parqueización del lugar.

4.3 Estabilización del margen costero.

El primer paso de la estabilización de las márgenes lo constituye la conformación del dique con contenedores de geotextil. Estos se dispusieron en forma escalonada hacia adentro de la costa de manera tal de ir conformando un talud de borde, sobre el que se colocó material granular que constituyó el asiento para una manta geotextil con lastre de bloques de hormigón adherido, para su completa fijación



Figura 5 Conformación de un dique con los sacos de geotextil para la contención del material de relleno de la ribera y la estabilización de la margen.



Figura 6 Colocación, sobre el talud conformado, de mantas de geotextil con lastre de bloques de hormigón para completar la estabilización de la margen.

En el cálculo de las dimensiones de los bloques de hormigón se utilizó la fórmula unificada para enrocados y corazas artificiales (Pilarczyk 1989,1997)

$$D_n = \frac{\phi_c \cdot K_T \cdot K_n}{\Delta_m \cdot K_s} \cdot \frac{0,035 \cdot U^2}{\theta_c \cdot 2 \cdot g}$$

D_n = espesor de un bloque concreto

$\phi_c =$ factor de estabilidad

$1 \subseteq \phi_c \subseteq 1,25$ bordes o zonas expuestas

$0,5 \subseteq \phi_c \subseteq 0,75$ protecciones continuas

$\phi_c \subseteq 0,75$ para enrocamientos

$K_T =$ Factor de turbulencia

$K_T = 0,67$ Baja turbulencia, flujo uniforme

$K_T = 1,0$ Turbulencia normal en ríos; tramos rectos

$K_T = 1,5$ Orillas cóncavas $r \supset 2.B$, y aguas abajo de tanques amortiguadores y pilas

$K_T = 2,0$ Orillas cóncavas $r \subseteq 2.B$, zonas con alta turbulencia

$K_n =$ factor de corrección por perfil de velocidades

toma en cuenta el considerar a U en lugar de la velocidad en el fondo

$$K_{n1} = 2 \cdot \left[\log \left(1 + \frac{12 \cdot h}{K_s} \right) \right]^{-2} \quad \text{para perfil log aritmico}$$

$$K_{n2} = \left(1 + \frac{h}{D_n} \right)^{-0,2} \quad \text{para perfil log aritmico no desarrollado, flujo sobre cimacios sumergidos o sobre la cresta de enrocamientos}$$

$h =$ profundidad del agua [m]

$K_s =$ rugosidad del fondo

$K_s = 0,1D$ para recubrimientos parejos

$K_s = D$ para manta de bloques

$K_s = (1 \text{ a } 3) \cdot D_n$ recubrimientos rugosos, enrocados

$U =$ velocidad media en la vertical $\left[\frac{m}{s} \right]$

$K_s =$ factor de corrección por la inclinación del talud

$$K_s = \left(1 - \frac{\text{sen}^2 \alpha}{\text{sen}^2 \theta} \right)^{0,5}$$

$\alpha =$ ángulo de talud con la horizontal

$\theta =$ ángulo de reposo del material

$\Delta_m =$ densidad relativa del sistema de protección

$\Delta_m = (1 - n) \cdot \Delta$ $n =$ porosidad del material

$\theta_c = \text{esfuerzo cortante crítico}$
 $\theta_c = 0,05$ bloques sueltos de concreto
 $0,05 \leq \theta_c \leq 0,07$ bloques unidos de concreto

CORTE TRANSVERSAL

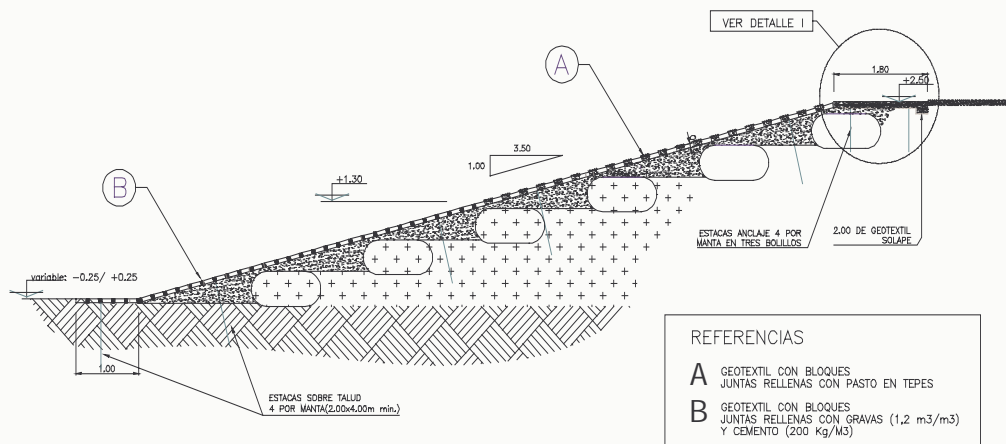


Figura 7 Corte transversal de la estabilización de la margen.

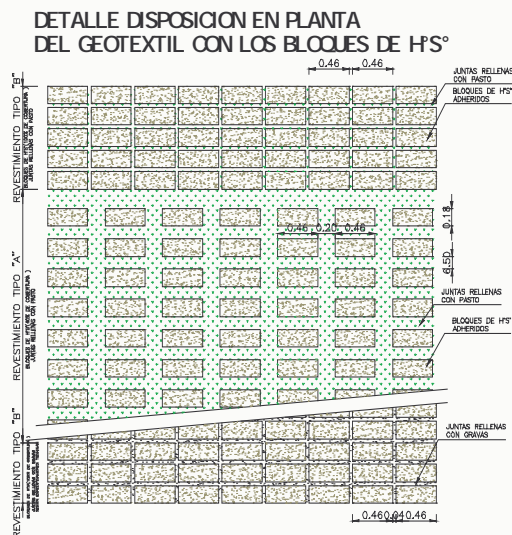


Figura 8 Detalle de disposición en planta del geotextil con los bloques de hormigón simple.

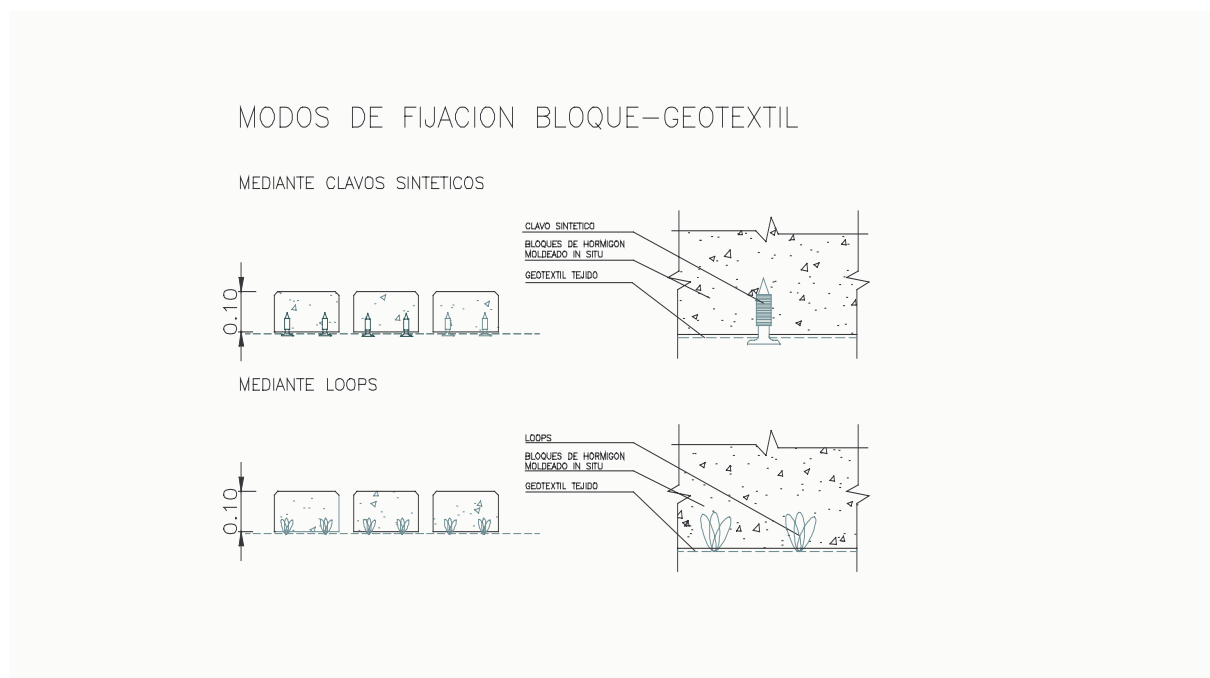


Figura 9 Esquema del método de fijación de los bloques de hormigón al geotextil.



Figura 10 Trabajos para la fijación de los bloques de hormigón a la manta geotextil.

Los espacios entre bloques de hormigón fueron completados con suelo y cobertura vegetal mediante el implante de una mezcla de gramíneas y leguminosas o en su defecto con la colocación de panes de césped o “tepes” extraídos de zonas próximas al lugar de la obra.



Figura 11. Trabajos de colocación de panes de césped “tepes” entre los espacios de los bloques de hormigón.



Figura 12 Vista de la ribera finalizada la obra de estabilización de la margen

4.4 Obras complementarias

Dado el objeto del proyecto fue necesario la realización de obras de carácter complementario para lograr los alcances del mismo.

Algunas de estas se ejecutaron en forma simultánea con la obra hidráulica y otras a partir de necesidades surgidas de la dinámica que tomó el sector intervenido.

Entre éstas se destacan la construcción de una vereda de hormigón armado que a modo de sendero peatonal sigue el trayecto de la línea de ribera, la instalación de un sistema de riego

por aspersión para el mantenimiento de la parquización, la puesta en valor de hitos urbanos, el diseño y construcción de elementos de equipamiento urbano como asientos revestidos con piedra de tipo pórfidos de la línea sur de la provincia, cestos para residuos con leyendas alusivas al cuidado del ambiente y cartelera informativa y de referencia histórica.

5. CONCLUSIONES

En esta obra las herramientas y los conocimientos de la Ingeniería clásica para la solución de un problema hidráulico se combinaron con los de la biología en pos de lograr una solución integral a partir de entender la preservación de la calidad del medio ambiente como una forma de vida y sostenibilidad del sistema.

El empleo de estas técnicas de estabilización de márgenes de río con elementos de los métodos tradicionalmente conocidos como duros en combinación con los métodos suaves en zonas urbanas se destaca como sumamente útil.

Si bien se reconocen algunas dificultades en su implementación como la adecuada selección de especies vegetales y la necesidad de un continuo mantenimiento de la obra, por tratarse de componentes dinámicos, los beneficios desde el punto de vista de la valoración urbana y la calidad de vida de sus habitantes, lo justifica ampliamente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Dall Armellina, A; Reverter, M; Gajardo, O; Bezic, C; Polo, S. “Comparación de métodos de bioingeniería para la protección de costas erosionadas en el Valle Inferior del Río Negro”. Centro Universitario Regional Zona Atlántica – Universidad Nacional del Comahue. Viedma, Argentina (1999).

Dall Armellina, A; Pelotto, J; Avilés, L; Lizama, J. “Evaluación de impacto ambiental de las obras de construcción de defensa contra inundaciones y estabilización de márgenes en Viedma”. Centro Universitario Regional Zona Atlántica – Universidad Nacional del Comahue. Viedma, Argentina (1999).

Mc Intosh, C. “Efectos de la marea meteorológica sobre las ciudades de Viedma – Carmen de Patagones”. Autoridad Interjurisdiccional de Cuencas. Viedma, Argentina (1998).

Pilarczyc, K. Geosynthetics and geosystems in hydraulic and coastal engineering. A.A Balkema, Rotterdam, Holanda. (2000).