

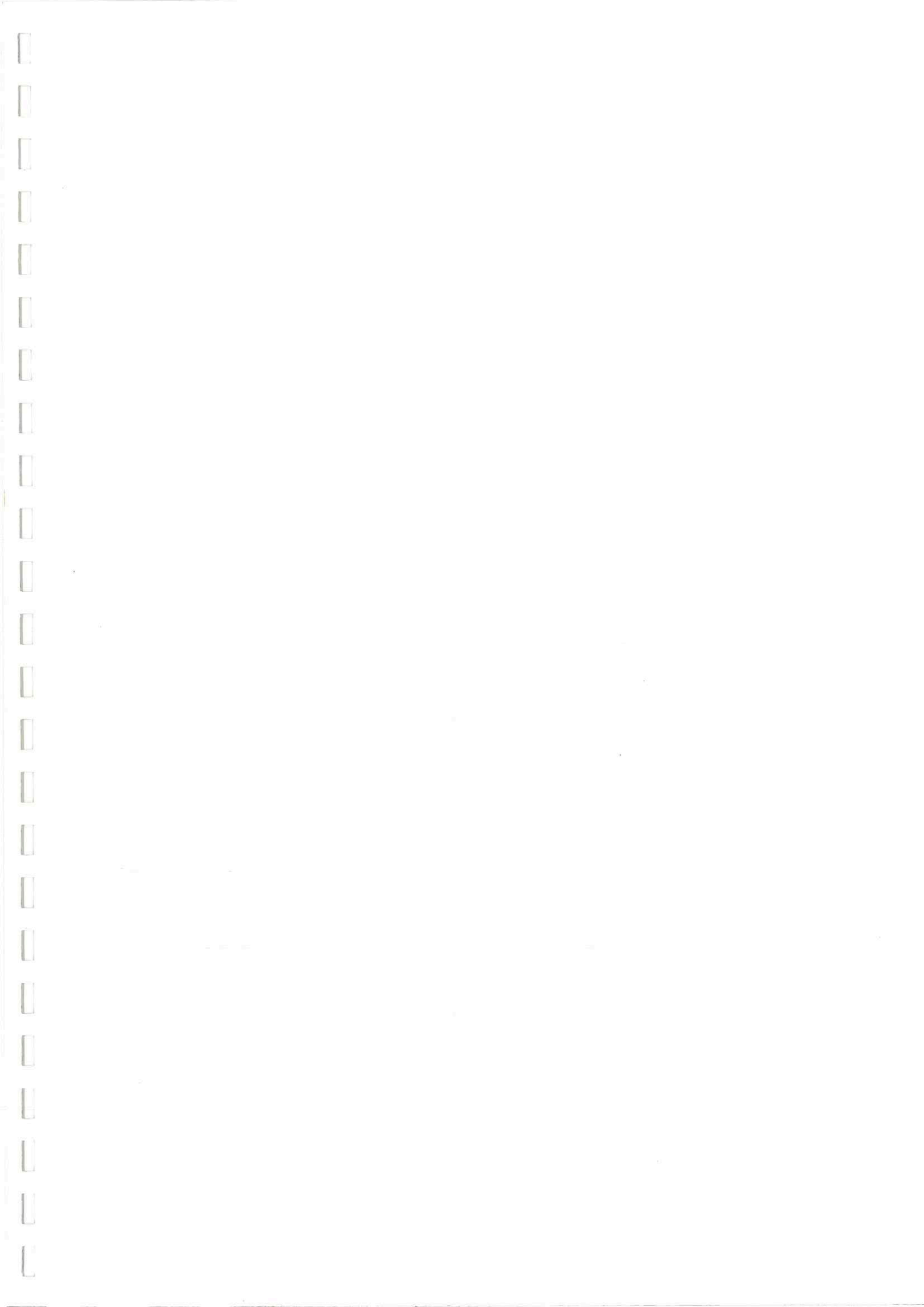
**Municipalidad de Río Grande
Provincia de Tierra del Fuego**



**Defensa Costera
En La Ciudad De Río Grande
(Anteproyecto)**

**Pautas Generales y Especificaciones para el Desarrollo
del Proyecto Ejecutivo y Ejecución de Obra**

**Informe LH N° 198-04-05
Mayo 2005**



DEFENSA COSTERA DE LA CIUDAD DE RIO GRANDE

ANTEPROYECTO DE OBRAS

Informe LH 198-04-05

Mayo de 2005

RESUMEN

A solicitud de la Municipalidad de Río Grande (Provincia de Tierra del Fuego), en este informe se presenta la Memoria descriptiva, Pautas generales para el desarrollo del proyecto ejecutivo y Cómputo métrico de las obras, correspondiente al anteproyecto de la Defensa costera de la ciudad de Río Grande.

Descriptor:

Temáticos:

Control de inundaciones. Defensas costeras.

Geográficos e Institucionales:

Río Grande. Municipalidad de Río Grande.

DEFENSA COSTERA
DE LA
CIUDAD DE RIO GRANDE
TIERRA DEL FUEGO

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA

OBRA: "Defensa Costera de la Ciudad de Río Grande"

El objetivo central del proyecto es la protección de una franja urbana de la ciudad de que bordea en parte la costa marítima y la costa fluvial del Río Grande, mediante obras de defensa a lo largo de este tramo de costa. Esta área viene sufriendo la acción del mar y del río durante tormentas asociadas a altas mareas, que ha dado como resultado la generación de intensos procesos de erosión y degradación de la costa, la devastación de estructuras existentes, e inundaciones en áreas bajas de la ciudad. Se plantea asimismo, como objetivo complementario, la revalorización de la costa, como elemento paisajístico integrado a la ciudad, como área para el desarrollo de actividades recreativas, sociales y culturales.

Estos objetivos básicos de la construcción de las obras de defensa costera, pueden resumirse en:

- Brindar adecuada seguridad contra las inundaciones de áreas bajas de la ciudad.
- Minimizar los potenciales procesos erosivos que pudieran poner en riesgo la infraestructura urbana cercana a la costa.
- Satisfacer las necesidades de la planificación urbana y criterios arquitectónicos que la naturaleza del proyecto y su emplazamiento exigen.

La obra de defensa que se propone es esencialmente una estructura longitudinal que se desarrollará a lo largo de la línea de costa entre la calle Rojas en el tramo fluvial, y la avenida Santa Fe sobre el litoral marítimo. La extensión total es de aproximadamente 2.300 m, con una elevación que debe permitir controlar los efectos generados por la combinación de mareas y tormentas. Estructuralmente la obra será concebida para soportar las cargas inducidas especialmente por el oleaje con un período de retorno de 50 años.

La implementación de las obras comprenderá la materialización de los siguientes elementos estructurales:

- ⇒ Un muro de defensa de hormigón armado, tipo Cantilever, de 3,5 m de altura, desarrollado en el frente fluvial.
- ⇒ Una batería de 3 espigones transversales que complementan los espigones actualmente existentes en el tramo de costa fluvial.
- ⇒ Un muro costanero de hormigón armado de aproximadamente 800 mts. de extensión.
- ⇒ Un terraplén de defensa desarrollado a lo largo del frente marítimo, complementado por un muro superior de hormigón armado para controlar el sobrepaso del oleaje.

La obra se desarrollará parcialmente sobre el litoral marítimo y sobre la margen

izquierda (norte) del río, siendo ambos ambientes de características notoriamente diferentes en cuanto a sus rasgos físicos y a los mecanismos hidrodinámicos y procesos sedimentológicos dominantes en cada una de ellos. Esta circunstancia condicionó fuertemente la geometría de las secciones transversales de obra posibles, por lo que se ha dividido el desarrollo de la obra en tres tramos en los que las soluciones adoptadas son diferentes.

Obras de defensa

1 - Tramo 1

Este tramo comprende el litoral fluvial de la ciudad y, debido al escaso espacio existente para desarrollar una obra a talud, se ha optado por la implementación de un muro de hormigón armado tipo Cantilever complementado con una batería de espigones transversales a la línea de costa. Las estructuras que comprenden la defensa del tramo 1 son:

1.1 Muro de contención. Este muro cumplirá la doble función de contener el material de relleno emplazado en el sector urbano adyacente al mismo y delimitar el área urbana del ambiente natural constituido por el río y la playa. El mismo tendrá una altura de 3.50 m con una cota de fundación de +2.71 m.s.n.m.m, por lo cual su base se encontrará a una profundidad aproximada de 1,5 m respecto del nivel actual de la playa.

Debido a la acción del oleaje se considera la posibilidad de que por efecto de la erosión desaparezca temporariamente en forma parcial o total el material existente en la base del muro del lado de la playa, por lo cual, la estabilidad del muro debe verificarse aún sin la resistencia pasiva de esa porción de suelo.

1.2 Murete rompeolas de coronamiento. En el coronamiento del muro de contención, se construirá un murete para el control del oleaje en condiciones de alta marea. Esta estructura complementaria cumplirá además una función urbanística. La cota superior de esta estructura complementaria fue fijada en +7.50 m.s.n.m.m.

1.3 Espigones transversales. Se construirán tres (3) espigones transversales, adicionales a los ya existentes, que complementan a las otras dos estructuras adoptadas. Estas estructuras cumplirán la función de controlar las corrientes derivadas de la acción de la marea. Estas corrientes suman su acción erosiva a la que directamente efectúa el oleaje que penetra en la desembocadura del río.

Los nuevos espigones serán emplazados en forma aproximadamente perpendicular a la línea de costa a fin de controlar los efectos producidos por corrientes en ambos sentidos. Se ha previsto una separación entre espigones de aproximadamente 100 m, similar a la separación de los espigones existentes. Los tres espigones presentan longitudes decrecientes hacia aguas arriba del río, de 46 m, 34 m y 28 m respectivamente,.

Los espigones arrancan en el paramento del muro de defensa con cota +5.25m.s.n.m.m. y continúan hacia el río con pendiente 1:15 y un ancho de coronamiento constante de 3,00 m. La pendiente de ambos taludes es idéntica y constante de 1:3.

Debido a las condiciones y a las características de las solicitaciones a las que se encontrarán sometidas estas estructuras, se ha adoptado la implementación de espigones constituidos con elementos sueltos naturales (enrocado) o prefabricados de hormigón, que resistirán la acción dinámica de las corrientes y el oleaje, esencialmente por peso propio.

Los espigones se apoyarán, en toda su longitud, sobre una base construida con elementos similares a los del cuerpo del espigón. Esta base resistente se prologará hacia ambos lados de la sección transversal, y sobre todo el perímetro del morro del espigón, para cumplir funciones de control de erosión del pie de los taludes. Entre el terreno natural y la base se colocará un filtro de geotextil.

Debido a que entre estos nuevos espigones es previsible la existencia de un escaso aporte de sedimentos por oleaje desde el mar, ya que los mismos serán retenidos principalmente por los que se encuentran más próximos al frente marítimo, se considera necesaria la implementación de un relleno de arena en la zona entre espigones cercana al muro para garantizar la estabilidad del mismo.

Los espigones ya existentes en esta zona de la obra, han funcionado satisfactoriamente. Por esta razón se considera que sobre ellos no deben introducirse modificaciones sobre su geometría, previéndose, en el marco de la presente licitación, solamente la restauración de los elementos dañados o desacomodados.

2 - Tramo 2.

El tramo 2 se desarrolla en la primera parte del litoral marítimo, desde el último espigón existente. Si bien este sector se ha mostrado estable, sin deterioros visibles del espigón existente, resulta necesario incrementar la cota de coronamiento del mismo a fin de compatibilizarla con las condiciones de diseño del proyecto planteado. Para ello primeramente deberá efectuarse la demolición y el retiro del muro existente

En este tramo se ha proyectado la construcción de las siguientes obras:

2.1 Muro de contención. Se trata de un muro en cantilever con una fundación en cota +3,71 m. Entre los perfiles topográficos designados en el anteproyecto como P9 y P14, la geometría y disposición del muro es similar a la descrita para el tramo 1. Desde este perfil hasta la finalización del tramo 2, el muro mantiene la forma pero se reduce en dimensiones contando en este caso con una altura de 2,50 m y una base de 2,00 m.

2.2 Murete rompeolas de coronamiento. De manera similar al tramo 1, en el coronamiento del muro de contención se construirá un murete rompeolas de coronamiento, con base a cota +7,50 m.s.n.m.

2.3 Protección externa del muro de contención. Para el control de la erosión al pie del muro de contención, sobre el talud de la costa y en un ancho de 6 m desde el pie del mencionado muro, se colocará una protección de elementos sueltos (enrocados o

bloques prefabricados de hormigón), apoyados sobre un filtro de geotextil.

3 - Tramo 3

En este tramo, francamente marítimo, no se han observado procesos erosivos de magnitud. No obstante, el avance urbano sobre el ambiente natural de la costa ha llevado a ocupar zonas dinámicas del perfil de la playa, sobre el que se han realizado algunos rellenos que están expuestos a la acción del oleaje generándose, en esas circunstancias, procesos de erosión por lavado de los materiales sueltos utilizados.

La obra planteada en este tramo contempla los siguientes elementos estructurales:

3.1 *Muro de contención.* Este muro de contención cuenta con una geometría similar a la descrita en los tramos anteriores, con dimensiones más reducidas dado que se prevé una altura total de 1,55 m y una base de 1,35 m de ancho.

3.2 *Murete rompeolas de coronamiento.* Esta obra es también similar a las anteriores de los tramos 1 y 2, y tiene cota superior de +7,80 m.s.n.m., y una losa horizontal que conforma la vereda perimetral.

3.3 *Obra de defensa longitudinal.* En este tramo se ha proyectado una obra de defensa longitudinal al pie del muro de contención, que consiste en la conformación de un talud de suelo compactado, recubierto con una protección contra la acción del oleaje. Con el objeto de crear una superficie accesible a la playa que pueda ser relativamente transitable por peatones, se ha adoptado para esta protección la colocación de bloques de hormigón prefabricados. Esta protección deberá ser diseñados y verificados según los criterios de cálculo que se indican en las especificaciones técnicas correspondientes.

El talud se apoyará sobre el muro de contención y tendrá una pendiente de 1V : 3,5H. El paquete estructural de esta defensa contiene un relleno de arcilla compactada de 0,60m de espesor, un filtro de geotextil, un filtro de grava de 0,10m de espesor, y luego la cubierta de protección descrita.

3.4 *Protección de la obra de defensa.* Se construirá una protección contra la erosión del pie del talud de la obra longitudinal de defensa. Esta protección estará conformada por los siguientes elementos:

- Una pantalla de hormigón premoldeada, apoyada sobre estacas de fundación de madera, emplazada al pie del terraplén de defensa.
- Un enrocado de protección (o elementos sueltos prefabricados de hormigón) al pie, colocado sobre un filtro de geotextil o de material granular, entre el terreno natural y el enrocado.

4 - Obras complementarias

La obra de defensa se complementará con obras complementarias tendientes a facilitar

los accesos a la playa. y a permitir el adecuado drenaje de los excedentes pluviales.

4.1 Accesos a la playa. Se ha previsto la implementación de módulos de acceso conformados por rampas y escaleras hasta la playa, y un recinto de acceso sobre la vereda perimetral del lado interno del murete rompeolas.

Este recinto de acceso tiene forma rectangular de 6 metros de longitud y ancho igual al de la vereda (1,50m), y en todo su perímetro tiene cota de coronamiento igual a la del murete rompeolas. Para acceder desde ambos lados desde la vereda al interior del recinto, se construirán escaleras de ascenso y descenso.

Se ha previsto, la materialización de seis (6) módulos de acceso, en los siguientes puntos de la traza de la obra de defensa:

- S. El Cano entre Antartida Argentina y 11 de Setiembre (Tramo 1)
- Intersección de Guemes y S. El Cano (Tramo 1)
- Intersección de Guemes y Etcheverría (Tramo 2)
- Intersección de Guemes y Av. Belgrano (Tramo 2)
- S. El Cano entre Piedrabuena y Thorne (Tramo 3)
- S. El Cano entre Thorne y Av. Santa Fe (Tramo 3).

El número de accesos y su configuración arquitectónica podrán modificarse en virtud del proyecto integral del paseo costero, debiendo garantizarse, como único requisito, la continuidad de la cota de coronamiento de la obra integral de defensa costera, en todo el perímetro de la misma.

4.2 Rampa de acceso vehicular. Se prevé el emplazamiento de una rampa de acceso de vehículos en la transición de los tramos 1 y 2, sobre la calle Guemes entre Espora y Etcheverría. Para esta obra también se impone la condición de continuidad de la cota de coronamiento de la obra de defensa costera.

4.3 Desagües pluviales y cloacales. Queda a cargo de la ejecución del proyecto ejecutivo de las obras, la solución a adoptar para garantizar la continuidad a los desagües pluviales y cloacales existentes, sin generar obstrucciones ni afectar el rendimiento hidráulico de los mismos.

Se ha identificado la existencia de conductos menores emplazados en los siguientes sectores:

- Guemes entre Espora y Echeverría (Perfil topográfico 11)
- Guemes y Echeverría (e/ perfiles 15 y 16)
- Guemes y Av. Belgrano (Perfil 21)

También se ha detectado la presencia de un conducto cloacal desactivado en S. El Cano y 11 de Julio, como así también una descarga de la estación elevadora cloacal, situada en S. El Cano y Piedrabuena.

DEFENSA COSTERA
DE LA
CIUDAD DE RIO GRANDE
TIERRA DEL FUEGO

**PAUTAS GENERALES PARA EL DESARROLLO
DEL PROYECTO EJECUTIVO DE LAS OBRAS**

PAUTAS GENERALES Y ESPECIFICACIONES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO Y EJECUCIÓN DE LA OBRA

ÍNDICE GENERAL

I-	PAUTAS GENERALES	2
	I.1. Recurrencia de Diseño	2
	I.2. Parámetros Oceanográficos generales	2
	I.3. Niveles de sobrepaso admisibles	3
	I.4. Parámetros urbanísticos	3
II-	ALCANCES DE LAS TAREAS.....	3
III-	MUROS DE HORMIGÓN ARMADO.....	4
	III.1. Condiciones de proyecto	4
	III.2. Tipología y diseño estructural.....	4
	III.3. Condiciones de fundación de las obras	5
	III.4. Hormigón Armado	5
	III.5. Sistema de Drenaje	5
IV-	ESPIGONES TRANSVERSALES.....	6
	IV.1. Condiciones de proyecto	6
	IV.2. Tipología y diseño estructural.....	6
	IV.3. Materiales	7
V-	TERRAPLENES LONGITUDINALES.....	7
	V.1. Condiciones Generales	7
	V.2. Condiciones de Proyecto.....	8
	V.3. Materiales	10
	V.4. Filtros de Geotextil	11
	V.5. Estacas de Madera.....	13
	V.6. Bloques de Hormigón.....	13
VI-	RELEVAMIENTOS TOPOBATIMÉTRICOS.....	13
VII-	RELEVAMIENTOS GEOTÉCNICOS.....	14
VIII-	ENSAYOS HIDRÁULICOS.....	14

PAUTAS GENERALES Y ESPECIFICACIONES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO Y EJECUCIÓN DE LA OBRA

I- PAUTAS GENERALES.

El desarrollo del proyecto ejecutivo de la obra de defensa deberá respetar, en términos generales, las condiciones de borde, tipologías y traza de las obras definidas en el anteproyecto.

En particular, se deberán considerar las tipologías y condicionantes establecidos para los tres tramos en los cuales fue definido el anteproyecto, desarrollándose, en cada caso, una obra que presente un nivel de resguardo adecuado desde el punto de vista funcional y estructural.

Las condiciones de proyecto que deberán respetarse son las siguientes:

I.1.- *Recurrencia de diseño.*

Dado los potenciales riesgos existentes en cuanto a los niveles de anegamiento y perturbaciones al normal desarrollo de la vida urbana, se deberá considerar un **período de retorno para el diseño** de las obras de defensa de **50 años**.

I.2.- *Parámetros oceanográficos generales.*

Se deberán respetar las siguientes condiciones de borde impuestas por los **parámetros oceanográficos** que caracterizan la marea y tormenta combinada de diseño:

- **Marea astronómica** : +8.30 m
- **Marea meteorológica**: 1 m con un período de retorno de 50 años.
- **Aumento del Nivel Medio del Mar por Calentamiento Global**: entre 2 y 10 mm/año.
- **Altura de ola en aguas profundas** $H_s=7$ m
- **Período de pico** $T_p= 15$ s

Con relación al *nivel medio del mar*, adoptado como base para el desarrollo del anteproyecto, cabe destacar que el mismo resulta significativo en la determinación de la cota de desborde del muro de defensa. En tal sentido, el pronóstico de variación de dicho nivel por calentamiento global implica la consideración de un aumento medio de 0,30 m en 50 años. Por esta razón, la obra proyectada deberá considerar una tipología que permita una eventual adecuación de su cota superior a fin de permitir compatibilizar la misma con potenciales incrementos del nivel medio del mar.

I.3.- Niveles de sobrepaso admisibles.

Tomando en consideración que entre los objetivos básicos de la obra se encuentra la protección del casco urbano contra las inundaciones, deberán respetarse los **niveles de sobrepaso admisibles** estipulados en el anteproyecto para cada tramo:

- Tramo 1 $q_{ad} = 2$ l/s/m
- Tramos 2 y 3 $q_{ad} = 5$ l/m/s para la condición de proyecto

I.4.- Parámetros urbanísticos.

Teniendo en cuenta que la obra se inserta en un proyecto de resguardo del casco urbano y de recuperación ambiental y paisajista del entorno costero de la ciudad, se deberán **compatibilizar los aspectos hidráulicos funcionales (control del sobrepaso por olas) y los estéticos**. En tal sentido, cabe señalar, entre otros parámetros, la consideración de la cota de la obra que se desarrollará a 1,00 a 1,20 m por encima del terreno natural y su terminación tanto del lado de la playa como del lado de la ciudad.

II.- ALCANCES DE LAS TAREAS

En términos generales, el contratista deberá desarrollar el proyecto ejecutivo de la obra, contemplando los siguientes alcances:

- Efectuar sondeos topográficos y geotécnicos complementarios a fin de verificar las condiciones de emplazamiento de las obras.
- Elaborar el proyecto ejecutivo y de detalle de las obras que componen las estructuras de defensa de los tres tramos en los cuales se subdividió el proyecto, respetando las pautas y condiciones de borde establecidas en el anteproyecto.
- Elaboración del proyecto ejecutivo y de detalle de las obras complementarias asociadas a la estructura de defensa, en particular los accesos a playa y la readecuación de drenajes pluviales. Se deberá compatibilizar con las autoridades municipales la ubicación y tipología final de los accesos.
- En ambos casos se deberá incluir la verificación estructural de las obras de acuerdo a las condiciones de borde establecidas en el anteproyecto y a la verificación "in situ" a desarrollar durante el proyecto.
- Se deberá presentar una memoria descriptiva del proyecto, tipologías estructurales y geometrías adoptadas para las distintas partes componentes de la obra. Se incluirán las memorias de cálculo, condiciones de borde y metodologías de análisis empleadas para la definición de las obras.

- Sobre la base del proyecto definitivo se deberán elaborar las especificaciones técnicas correspondientes a fin de definir materiales y procesos constructivos.
- Se deberá elaborar un plan de trabajo y un cronograma detallado que incluya las metodologías constructivas, secuencias y tiempos requeridos.
- En todos los casos se deberá contar con la aprobación de la Municipalidad o quien la misma designe a los efectos de la supervisión e inspección de las tareas.

III- MUROS DE HORMIGÓN ARMADO.

III.1.- Condiciones de Proyecto

Los muros de defensa planteados deberán proyectarse como obras de hormigón armado, con geometrías y dimensiones que permitan satisfacer las siguientes condiciones:

- Actuar como elemento de contención o sostenimiento del terreno existente en el lado interno de la protección, principalmente en el tramo 1, donde se manifiesta cierto desnivel entre la cota de terreno interna y el perfil de playa.
- Impedir un sobrepaso superior al admisible preestablecido, mediante la colocación de un murete superior hasta la cota de diseño adoptada en cada tramo.
- Garantizar una adecuada vinculación de la zona protegida con la playa propiamente dicha, compatibilizando la estructura diseñada con los accesos previstos en distintos puntos de la misma.
- Garantizar una adecuada limitación física entre el ámbito natural y el ámbito urbano.

III.2.- Tipología y diseño estructural

Para materializar la contención del terreno interno a la obra de defensa, se deberán plantear muros tipo "Cantilever", con cotas de fundación variables según el tramo de obra considerado, considerándose, en cada caso, las solicitaciones actuantes debidas al peso propio de la estructura, al peso de terreno circundante, a los empujes activo y pasivo del suelo y a las cargas debido a la presencia del nivel freático.

Sobre la estructura de muro propiamente dicha, se materializará el murete superior que servirá para alcanzar la cota de coronamiento prefijada en cada tramo y, funcionalmente, actuará como muro rompeolas a fin de reducir los niveles de sobrepaso.

El dimensionamiento de la obra de defensa se deberá realizar considerando la **situación**

extrema de un perfil erosivo en el que la berma, (aunque temporariamente) se halle parcialmente removida, permitiendo la llegada de olas más altas al pié de la estructura de defensa.

Asimismo, se deberá considerar la disposición de un drenaje en el **tramo 1** a fin de reducir las solicitaciones sobre la estructura y compatibilizar las dimensiones de la misma con los espacios y condiciones del entorno disponible. Dada las características de la obra de protección de talud adoptadas para los tramos 2 y 3, este drenaje no podrá materializarse, razón por la cual el cálculo de su estabilidad se deberá efectuar considerando los empujes hidrostáticos correspondientes. En el punto III.5 se definen las condiciones a cumplir en el diseño de esta obra complementaria.

III.3.- Condiciones de fundación de las obras

El proyectista deberá efectuar una verificación complementaria de las condiciones del terreno en la zona de emplazamiento del muro a fin de garantizar la estabilidad de la fundación.

Los sondeos preliminares realizados permitieron establecer la existencia de un material de base con un ángulo de fricción interna $\phi = 35^\circ$, sin cohesión ($c=0$). No obstante, las condiciones efectivas de fundación deberán corroborarse con sondeos en puntos particulares a fin de obtener las condiciones de borde reales para el desarrollo del proyecto ejecutivo.

III.4.- Hormigón armado

Las estructuras de los muros de defensa serán diseñadas y materializadas con hormigón armado de cemento Pórtland, con una resistencia característica mínima $\sigma'_{bk} = 210$ kg/cm², tipo H21 según CIRSOC 201.

Su peso específico deberá ser mayor a 2.30 tn/m³ y en caso de preverse su inmersión o su contacto con medios de elevada agresión química, deberán cumplimentarse los lineamientos establecidos en las disposiciones del CIRSOC 201 para dichos casos.

En todos los casos se deben realizar los ensayos de Laboratorio para verificar resistencias y pesos específicos.

Las barras de acero deberán tener una resistencia mínima $f_y = 4200$ kg/cm²

III.5.- Sistema de Drenaje

El muro correspondiente al tramo 1 deberá contar con un sistema de drenaje que permita disminuir los empujes hidrostáticos. Se deberá considerar un sistema que permita eliminar el agua excedentes acumulada en el terreno en la parte externa del muro, pudiendo evaluarse, a nivel de detalle, las siguientes variantes:

- Colocación de un manto de grava de 30 a 50 cm de espesor con conductos de drenaje de 4" de diámetro espaciados cada 5 m, separación que deberá verificarse y ajustarse durante la etapa de proyecto definitivo de las obras..
- Colocación de una geomanta de polipropileno (tipo MacDrain o similar) sobre el paramento interno del muro vertical. En caso de optarse por este tipo de solución deberán preverse, también, conductos de drenaje adecuados.

IV- ESPIGONES TRANSVERSALES

IV.1.- *Condiciones Generales*

Los espigones previstos en el **tramo 1** de la obra de defensa deberán estar orientados en forma aproximadamente perpendicular a la línea de costa con una separación entre ellos de aproximadamente 100 m, similar a los ya colocados (verificándose un ángulo entre 9 y 11°). Las longitudes de las tres estructuras serán variables, disminuyendo hacia aguas arriba siguiendo una envolvente suave que permita conectarse al río naturalmente.

Se deberá prever la materialización de un relleno artificial de arena con un espesor de por lo menos 1 m de forma tal de incrementar el empuje pasivo sobre el muro y evitar problemas de estabilidad.

IV.2.- *Tipología y diseño estructural*

De acuerdo a las condiciones previstas en el anteproyecto, los espigones serán diseñados con enrocado, pudiendo considerarse como variante admitida la implementación de cubos de hormigón.

Estas variantes contemplan la necesidad de materializar una estructura de comportamiento flexible, adaptable a potenciales asentamientos de la base y erosiones al pie.

En la etapa de proyecto ejecutivo deberá dimensionarse en el enrocado de protección del espigón, cuyo diámetro deberá ser obtenido a partir de la formulación de Van der Meer, considerándose para ello los siguientes parámetros iniciales:

- $H_s = 1.85\text{m}$
- Pendiente: 1:3
- Período promedio: 13 seg
- Densidad del agua: 1025 Kg/m^3
- Densidad del enrocado: 2500 Kg/m^3
- Nivel de daño: 2 (sin daño)
- Número de olas: 2000
- Permeabilidad: 0.60

Deberá ajustarse y verificarse el cálculo en caso que se modifiquen las condiciones de borde básicas antes expuestas. No se considera necesario el dimensionamiento frente a la acción de las corrientes dado que la acción del oleaje resulta superior en este caso.

El diámetro del *enrocado de la protección al pie* deberá dimensionarse siguiendo la misma metodología que la considerada para el cuerpo del espigón, considerándose en este caso una pendiente de 1:11 y un nivel de daño igual a 5 (ya que para estas pendientes este valor le corresponde un nivel de daño moderado y además es previsible reponer material en esta zona donde está proclive a la erosión del lecho).

IV.3.- Materiales

El peso específico del enrocado deberá ser superior a 2500 kg/m^3 , debiendo ajustarse las condiciones de proyecto en caso de modificarse este parámetro característico de la protección.

La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten a su estructura, libre de vetas, grietas y sustancias extrañas adheridas, e incrustaciones cuya alteración posterior pueda afectar la estabilidad de la obra.

Deberán considerarse las siguientes características del material, justificándose adecuadamente cualquier cambio introducido en virtud de potenciales modificaciones en las condiciones de borde asumidas en el proyecto:

<i>Cuerpo del espigón:</i>	$D_{\text{cuerpo espigón}} = 0.56 \text{ m}$ (Diámetro nominal) $D_{50 \text{ cuerpo espigón}} = 0.66 \text{ m}$. (Diámetro 50%)
<i>Protección del pie:</i>	$D_{\text{pie espigón}} = 0.36 \text{ m}$ (Diámetro nominal) $D_{50 \text{ pie espigón}} = 0.42 \text{ m}$. (Diámetro 50%)

El pie y base del espigón se ejecutará con un espesor igual a dos veces el diámetro nominal en el pie, es decir equivalente a 0.72m.

V- TERRAPLENES LONGITUDINALES

V.1.- Condiciones Generales

- El dimensionamiento estructural del talud protegido podrá realizarse sobre la base de cálculos empíricos. Tanto los aspectos funcionales como los estructurales de la protección deberán ser **verificados en modelos hidráulicos** una vez definido el proyecto.
- Deberán contemplarse las condiciones dinámicas que presenta la configuración

topobatómica del emplazamiento. Por tal razón, dependiendo del tiempo en el que se realice el proyecto ejecutivo, deberán **relevarse perfiles de verificación** a fin de adecuar la geometría y condiciones de las obras a la configuración existente al momento de la construcción.

- El anteproyecto realizado contempla una composición de los materiales supuesta, debiendo preverse, en la etapa de proyecto ejecutivo, la realización de cálculos definitivos, adecuándose a la solución finalmente propuesta. Si bien en el cálculo de anteproyecto se han realizado verificaciones para una ola máxima, en la etapa del proyecto ejecutivo es posible sectorizarse y dimensionar la protección de acuerdo a los datos de entrada de cada sector.
- El proyectista deberá hacer los estudios de suelos necesarios y presentar el tipo de material de relleno que se utilizará, conjuntamente con el método de compactación a emplearse para lograr las condiciones requeridas de resistencia y permeabilidad (indicadas en el informe técnico de anteproyecto de las obras).

V.2- *Condiciones de proyecto*

a) Tramo 2

Terraplén de protección:

Se ha previsto la ejecución de una protección al pie que permitirá generar una condición de seguridad adicional al muro previsto para este sector. Para su diseño se considerarán las siguientes condiciones de borde:

- $H_s = 1.60 \text{ m}$
- $h = 1.20 \text{ m}$.
- $\lambda = L_o = 36\text{m}$

Para la adopción de la longitud de protección necesaria se considerarán los criterios de diseño usualmente empleados para este tipo de estructuras (referencias: Taw publications-Pilarkzyk-Holanda y Scour Manual -Hoffmans - Holanda)

Protección del pie del talud

En el anteproyecto se ha considerado conveniente la adopción de una protección de pie de longitud mínima igual a $3H_s$, equivalente a $L_{pie} = 5 \text{ m}$ o hasta un valor de $4,5H_s \approx 7,20\text{m}$

Esta parte de la protección se considera que necesita tener mayor flexibilidad ya que se debe adaptar a la deformación producida por la erosión. Esta propiedad hace que se considere el enrocado como la más apta para cumplir los requerimientos mencionados. Para su dimensionamiento deberán considerarse las siguientes condiciones de borde:

- Hs = 1.60m
- Tm = 13 seg
- Pendiente = 1:11
- Densidad relativa = 1,5
- nivel de daño = 4 (por ser talud tendido este valor corresponde a bajo nivel de daño)

b) Tramo 3

Terraplén de protección:

Para el terraplén longitudinal de defensa del Tramo 3 deberá ejecutarse el proyecto siguiendo los lineamientos establecidos en el Manual CUR (Design manual for pitched slope protection - Holanda) y considerando las siguientes condiciones de borde:

- Hs: altura de ola significativa = 1,85 m.
- T_p: período pico = 15 seg.

En principio la protección consistirá de una capa de arcilla de 0.60m de espesor apoyada sobre el cuerpo de arena, un geotextil y un filtro de piedra partida ó grava del tipo de la que se utiliza en la elaboración de hormigón, de espesor e = 0.10 m. Se supone para el filtro un D₉₀ = 18 mm y D₁₅ = 8 mm.

La estructura se complementará con un bloque de 0.5m de espesor para las condiciones de diseño planteadas a fin de cumplir con los criterios de estabilidad.

La granulometría del filtro de grava podrá adecuarse en función del material de la disponible en la zona, el mismo debe verificarse su estabilidad interna y servirá como condición de borde para el cálculo de la cobertura de protección (bloques ó bloques-geotextil).

Entre el filtro y base de arcilla debe colocarse un geotextil dimensionado correctamente.

De acuerdo al tipo de cobertura a colocarse se recalculará el espesor teniendo en cuenta entre otros su peso específico, permeabilidad de la cobertura, granulometría y espesor del filtro.

Protección del pie del talud

Para la protección al pie caben similares consideraciones a las efectuadas para el

tramo 2, debiendo asumirse que esta parte de la protección debe tener mayor flexibilidad, ya que allí finaliza la misma y es la zona donde podrían producirse erosiones. La protección debe adaptarse a dicha deformación.

La longitud necesaria de protección al pie se estima entre 2 a 4 veces la erosión en el pie. En etapa de anteproyecto se estimó como erosión máxima igual a una altura de ola, debiendo ajustarse este valor en etapa de proyecto definitivo. Según las condiciones de borde adoptadas, la longitud de base predefinida resulta igual a 4,5m y la superior aproximadamente igual a 5,70m, lo que equivale a aproximadamente tres veces la profundidad de erosión posible.

Para el dimensionamiento del enrocado deberán considerarse las siguientes condiciones de borde:

- B_p : Longitud de la protección al pie \cong 5m (valor promedio)
- T : Período = 15 seg.
- H : Tirante \cong 1,50 m (considerando el set-up de ola)
- H : Altura de ola = 1,85m
- Densidad relativa = 1,5

V.3- Materiales

a) Enrocado de protección

Se debe tener en cuenta que el peso específico del enrocado a colocar debe ser superior 2500 kg/m^3 , en caso contrario en el proyecto ejecutivo deberá adecuarse la solución diseñada a las condiciones de borde efectivamente consideradas.

La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten a su estructura, libre de vetas, grietas y sustancias extrañas adheridas, e incrustaciones cuya alteración posterior pueda afectar la estabilidad de la obra.

Con relación a las características básicas del enrocado, las mismas se considerarán de acuerdo al tramo analizado, respetándose, en cada caso, las siguientes características mínimas:

- **Tramo 2**
 $D_n = 0,36 \text{ m}$
 $D_{50} = 0,42 \text{ m}$
Espesor de la capa de protección = 2. $D_n = 0,72 \text{ m}$.
- **Tramo 3**
 $D_n = 0,35 \text{ m}$
 $D_{50} = 0,41 \text{ m}$
Espesor de la capa de protección = 2. $D_n = 0,70 \text{ m}$.

b) Cuerpo del talud

El cuerpo del talud se ejecutará con el material de la playa, este se compactará para lograr un ángulo de fricción interna superior a 35°.

La capa de arcilla deberá garantizar la estabilidad geotécnica de la obra, conformando una capa impermeable.

Asimismo deberá considerarse su aporte como resistencia residual en caso que en un evento superior al de diseño genere la remoción de la cobertura y el filtro.

Las características mínimas que debe cumplir la capa de arcilla son las siguientes, considerándose diferentes características de acuerdo a su resistencia a la erosión:

▪ *resistencia a la erosión: buena*

1.- Limite líquido (Wl)	≥45%
2.- Índice de plasticidad (Ip)	>0.73 * (Wl - 20) %
3.- Contenido de arena (D >63μ)	< 40 %
4.- Contenido de materia orgánica	≤ 5%
5.- Contenido de Na cl	≤ 4 g / l.
6.- Índice de consistencia durante la colocación (Ic)	≥ 0.75
7.- Contenido de agua máximo (Wmáx)	(Wl-0.75 Ip)%
8.- Contenido de agua mínimo (Wmín)	prueba de proctor (%)

▪ *resistencia a la erosión: regular*

1.- Limite líquido (Wl)	<45%
2.- Índice de plasticidad (Ip)	>18 %
3.- Contenido de arena (D >63μ)	< 40 %
4.- Contenido de materia orgánica	≤ 5%
5.- Contenido de Na cl	≤ 4 g / l.
6.- Índice de consistencia durante la colocación (Ic)	≥0.75
7.- Contenido de agua máximo (Wmáx)	(Wl-0.75 Ip)%
8.- Contenido de agua mínimo (Wmín)	prueba de proctor (%)

La granulometría del filtro que se colocará entre la cobertura y la capa de arcilla deberá conocerse previo al proyecto definitivo a fin de adecuar los parámetros de cálculo de la protección y verificar la estabilidad interna del filtro.

V.4- Filtros de Geotextil

Para el *Tramo 2*, entre la protección al pie (enrocado) y base de arena (playa) se coloca un geotextil que en el caso anterior dependerá de la textura del enrocado ya que influye en el efecto de punzonamiento. Este geotextil en la unión entre muro y enrocado se practica un pliegue a fin de conseguir mayor flexibilidad cuando se produce la deformación del mismo.

Para el caso del *Tramo 3*, entre la capa de arcilla y filtro se colocarán geotextil que funcionen como capa de filtro entre los dos tipos de materiales. Este elemento complementario se utilizará para separar distintos tipos de suelos, controlar la erosión y facilitar el drenaje.

En ambos casos, el geotextil a utilizar deberá estar constituido exclusivamente por filamentos continuos sintéticos agujados, no aceptándose bajo ningún concepto la utilización de materiales conformados por fibras cortadas.

La unión entre los filamentos solamente podrá ser por medios mecánicos (agujados) no aceptándose la utilización de calor (termofijación o termosoldadura).

El geotextil recomendado entre el filtro y base de arcilla en el caso que los materiales a separar no presenten cantos vivos, es un geotextil no tejido, agujado de 200gr/m^2 , resistencia al punzonado superior a 2.5 kN.

En cuanto a la abertura, se debe verificar las siguientes condiciones para que evitar que las partículas migren a través del geotextil:

- Si la base es granular: $O_{90} \leq D_{b50}$
- Si la base es arcillosa: $O_{90} \leq 10 * D_{b50}$ y $O_{90} \leq D_{b90}$ y $O_{90} \leq 100$ micrones.
- O_{90} : Diámetro característico de abertura del geotextil.
- D_{b50} : Diámetro característico de la capa bajo el geotextil.

Entre el filtro y la cobertura de bloques puede colocarse o no un geotextil, dependiendo de si los mismos presentan aberturas que permitan la salida del material de filtro. En este prediseño se consideraron bloques con juntas únicamente, por lo que para esta situación no es necesario la colocación de un geotextil entre bloques y filtro.

En todos los casos el geotextil debe dimensionarse adecuadamente teniendo en cuenta los materiales que separarán y las cargas intervinientes. También en el proyecto ejecutivo

se indicarán las longitudes de solapes del geotextil necesarias para cada situación y el modo de colocación.

V.5- *Estacas de Madera*

Se colocarán estacas de madera de 1,80m de largo y de lados 0,10m.

La cantidad de estacas por metro de protección de acuerdo al predimensionado para las condiciones planteadas será igual a:

$$\text{Número de estacas} \cong 2.5 \text{ estacas / m,}$$

Se adopta 4 estacas por metro o sea “*una estaca cada 0,25m*” considerando una seguridad igual a 1,65.

El diseño definitivo de estos elementos deberá considerar las condiciones de borde y el predimensionado antes mencionado.

V.6- *Bloques de Hormigón*

Se utilizarán bloques prefabricados de hormigón para la terminación superficial del terraplén de defensa del tramo 3.

Los bloques de hormigón se ejecutarán en hormigón de cemento portland de resistencia característica mínima $\sigma'_{bk} = 210 \text{ kg/cm}^2$, tipo H21 según CIRSOC 201. Peso específico mayor a 2.30 tn/m^3 . En caso de preverse su inmersión o su contacto con medios de elevada agresión química, deberán cumplimentarse los lineamientos establecidos en las disposiciones del CIRSOC 201 para dichos casos.

En todos los casos se deben realizar los ensayos de Laboratorio para verificar resistencias y pesos específicos.

A fin de sostener los bloques, se colocarán elementos premoldeados que se apoyan sobre las estacas, los cuales deben calcularse durante el desarrollo del proyecto ejecutivo.

VI- RELEVAMIENTOS TOPOBATIMÉTRICOS

Si bien en el desarrollo del proyecto ejecutivo deberán considerarse los perfiles topobatimétricos relevados en oportunidad del desarrollo del anteproyecto de las obras, deberán ejecutarse perfiles adicionales a los fines de verificar la compatibilidad de la información de base con las condiciones del terreno al momento de la realización del proyecto y la ejecución de la obra.

VII- RELEVAMIENTOS GEOTECNICOS

Al igual que en el ítem anterior, podrán utilizarse para el desarrollo del proyecto ejecutivo los sondeos realizados durante la etapa de anteproyecto. No obstante, el proyectista deberá verificar las condiciones de diseño preestablecida con sondeos adicionales en los cuales deberán determinarse, como mínimo, los siguientes parámetros:

- a) Ensayo de penetración cada metro de avance mediante la hincada de un sacamuestras provisto de zapatas de pared delgada. El número de golpes (N) necesario para hacer penetrar el sacamuestras en un suelo no alterado por el avance de la perforación con una energía de 49 kilográmetros constituye una valoración cuantitativa de la compacidad relativa de los diferentes estratos atravesados.
- b) Recuperación de muestras representativas del suelo, identificación y acondicionamiento en recipientes herméticos para conservar inalteradas sus condiciones naturales de estructura y humedad.
- c) Delimitación de la secuencia y espesor de los diferentes estratos por reconocimiento tacto-visual de los suelos extraídos.
- d) Medición del nivel del agua libre subterránea.

Todas las muestras extraídas serán sometidas a las siguientes determinaciones:

- a) Contenido natural de humedad referido al peso del suelo secado en estufa a 110 °C.
- b) Límites de Atterberg: Líquido y plástico.
- c) Delimitación de la fracción menor de 74 micrones (limo + arcilla) por lavado sobre el tamiz estándar N° 200.
- d) Clasificación de los suelos por textura y plasticidad conforme al Sistema Unificado de Casagrande.
- e) Observación macroscópica de las muestras: color, textura, concreciones calcáreas, materia orgánica, óxidos, etc.
- f) Se considera necesaria la determinación del contenido de sales totales y sulfatos en los suelos, para cada tipo de suelos encontrados en los perfiles.

Se considera necesaria la ejecución de al menos un sondeo de verificación en cada uno de los tres tramos en los cuales fue subdividido el proyecto.

VIII- ENSAYOS HIDRÁULICOS

Se deberá verificar el funcionamiento hidráulico de secciones típicas de la obra mediante la realización de modelo físico en 2D. Se verificará la estabilidad y el sobrepaso para las condiciones de diseño, entregándose al contratista oportunamente las especificaciones particulares para el desarrollo de estos ensayos.

IX) Los planos de base correspondiente al anteproyecto de obras podrán consultarse en el Informe LH 198-03-2004.

DEFENSA COSTERA

DE LA

CIUDAD DE RIO GRANDE

TIERRA DEL FUEGO

COMPUTO MÉTRICO DE LAS OBRAS

TRAMO 1			
Item.	Descripción	Unidad	Cantidad
01 Muro de Hormigón			
01.1	Limpieza y preparación del terreno	Gl	1.00
01.2	Excavación	m ³	9388.00
01.3	Hormigón Armado	m ³	1692.00
01.4	Relleno y compactación	m ³	8788.00
01.5	Transporte de suelo en camión	m ³	600.00
01.6	Accesos a Playa	U	4.00
02 Espigones transversales			
02.1	Limpieza y Preparación del terreno	Gl.	1.00
02.2	Excavación	m ³	7332.00
02.3	Geotextil	Material	m ² 4556.00
		Colocación	m ² 3650.00
02.4	Enrocado base (espigón)	Material.	m ³ 2326.00
		Colocación	m ³ 2326.00
02.5	Enrocado cuerpo (espigón)	Material	m ³ 606.00
		Colocación	m ³ 606.00
02.6	Relleno (entre espigones)	m ³	27726.00
02.7	Dren. Tubo PVC 4"	m	55.00
02.8	Grava para Dren	m ³	249
03 Tareas Complementarias			
03.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Gl.	1.00

TRAMO 2			
Item.	Descripción	Unidad	Cantidad
01 Muro de Protección			
01.1	Limpieza y Preparación del terreno	Gl.	1.00
01.2	Excavación	m ³	4053.00
01.3	Geotextil	Material	m ² 5876.00
		Colocación	m ² 4701.00
01.4	Hormigón Armado	m ³	1323.00
01.5	Enrocado de protección	Material	m ² 2350.00
		Colocación	m ³ 2350.00
01.6	Relleno	m ³	5827.00
01.7	Relleno de playa (entre perfiles 9 al 11)	m ³	2351.00
02 Tareas Complementarias			
02.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Gl.	1.00

TRAMO 3			
Item.	Descripción	Unidad	Cantidad
01 Muro de Hormigón			
01.3	Hormigón Armado	m ³	2101.00
01.4	Relleno y compactación	m ³	5020.00
01.6	Accesos a Playa	U	2.00
02 Talud de Protección			
02.1	Limpieza y Preparación del terreno	Gl.	1.00
02.2	Excavación	m ³	34139.00
02.3	Geotextil	Material	m ² 25661.00
		Colocación	m ² 20528.00
02.4	Filtro de Grava	Material	m ³ 1119.00
		Colocación	m ³ 1119.00
02.5	Enrocado de Protección	Material	m ³ 4819.00
		Colocación	m ³ 4819.00
02.6	Bloques de Hormigón pref..	Material	m ³ 5698.00
		Colocación	m ² 11400.00
02.7	Pantalla de Hormigón pref.	Material	m ³ 114.00
		Colocación	m 1220.00
02.8	Estacas de madera	U	4860.00
02.9	Arcilla talud	Material	m ³ 6947.00
		Colocación	m ³ 6947.00
2.10	Relleno	Protección m ³	17349.00
03 Tareas Complementarias			
03.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Gl.	1.00

**Municipalidad de Río Grande
Provincia de Tierra del Fuego**



**Defensa Costera
En La Ciudad De Río Grande
(Anteproyecto)**

**Adenda al Informe LH N° 198-04-05
Julio 2005**

**DEFENSA COSTERA
DE LA
CIUDAD DE RIO GRANDE
TIERRA DEL FUEGO**

ADENDA al Informe LH N° 198-04-05

**BLOQUES DE HORMIGÓN
COMO ALTERNATIVA PARA REEMPLAZAR AL ENROCADO
PREVISTO COMO PROTECCIÓN AL PIE EN LOS
TRAMOS 1, 2 y 3**

1. INTRODUCCIÓN

El presente constituye un informe complementario al LH N° 198-04-05, Mayo 2005, el cual contiene las pautas generales y especificaciones para el desarrollo del proyecto ejecutivo y ejecución de obra, correspondientes al anteproyecto de la defensa costera de la ciudad de Río Grande.

El objetivo de esta adenda es establecer las características de bloques de hormigón que pudieran reemplazar al enrocado previsto en el informe de referencia como protección al pie de los Tramos 1, 2 y 3 de la obra de defensa.

En los puntos siguientes se presentan las realizadas.

2. RESUMEN OBRAS DE DEFENSA

1 - Tramo 1

Este tramo comprende el litoral fluvial de la ciudad y, debido al escaso espacio existente para desarrollar una obra a talud, se ha optado por la implementación de un muro de hormigón armado tipo Cantilever complementado con una batería de espigones transversales a la línea de costa. Las estructuras que comprenden la defensa del tramo 1 son:

1.1 *Muro de contención.*

1.2 *Murete rompeolas de coronamiento.*

1.3 *Espigones transversales.*

2 - Tramo 2.

El tramo 2 se desarrolla en la primera parte del litoral marítimo, desde el último espigón existente. Si bien este sector se ha mostrado estable, sin deterioros visibles del espigón existente, resulta necesario incrementar la cota de coronamiento del mismo a fin de compatibilizarla con las condiciones de diseño del proyecto planteado. Para ello primeramente deberá efectuarse la demolición y el retiro del muro existente

En este tramo se ha proyectado la construcción de las siguientes obras:

2.1 *Muro de contención.*

2.2 *Murete rompeolas de coronamiento.*

2.3 *Protección externa del muro de contención.*

3 - Tramo 3

En este tramo, francamente marítimo, no se han observado procesos erosivos de magnitud. No obstante, el avance urbano sobre el ambiente natural de la costa ha llevado a ocupar zonas dinámicas del perfil de la playa, sobre el que se han realizado algunos rellenos que están expuestos a la acción del oleaje generándose, en esas circunstancias, procesos de erosión por lavado de los materiales sueltos utilizados.

La obra planteada en este tramo contempla los siguientes elementos estructurales:

3.1 *Muro de contención.*

3.2 *Murete rompeolas de coronamiento.*

3.3 *Obra de defensa longitudinal.*

3.4 *Protección de la obra de defensa.*

4 - Obras complementarias

La obra de defensa se complementará con obras complementarias tendientes a facilitar los accesos a la playa. y a permitir el adecuado drenaje de los excedentes pluviales.

Las protecciones de enrocado que pueden ser reemplazadas por bloques cúbicos de hormigón son las defensas al pie de las obras correspondientes al Tramo 2 (Obra 2.3) y al Tramo 3 (Obra 3.4). Las características de dichos bloques se especifican en puntos siguientes.

En cuanto a las obras previstas con enrocado en el Tramo 1 (1.3. Espigones transversales), no se recomienda el uso de bloques cúbicos de hormigón para el cuerpo del espigón, puesto que no presentan un grado de trabazón adecuado para un correcto funcionamiento de la estructura. Los elementos especiales de hormigón (tipo tetrapodos, acropodos, etc) pueden ser utilizados en este caso, empleando para su diseño la expresión de Van der Meer, con los coeficientes específicos en cada caso, y con los parámetros de cálculo ya especificados en la Memoria Descriptiva.

Sí pueden utilizarse los elementos cúbicos como protección al pie y base de los espigones.

3. PAUTAS GENERALES Y ESPECIFICACIONES PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO EJECUTIVO Y EJECUCIÓN DE LA OBRA, RELACIONADAS CON EL CAMBIO DEL ENROCADO POR BLOQUES DE HORMIGÓN.

A continuación se presentan los cambios en las pautas y especificaciones resultantes del cambio de enrocado por bloques cúbicos de hormigón en las obras señaladas.

3.1. ESPIGONES TRANSVERSALES

La variante planteada para la base y protección al pie de los espigones, contempla la necesidad de materializar una estructura de comportamiento flexible, adaptable a potenciales asentamientos de la base y erosiones al pie.

En la etapa de proyecto ejecutivo deberán dimensionarse los cubos de hormigón protección del espigón, cuyas dimensiones deberán obtenerse a partir de la formulación de Van der Meer, considerándose para ello los siguientes parámetros iniciales:

- Hs = 1.85m
- Pendiente: 1:11
- Período promedio: 13 seg
- Densidad del agua: 1025 Kg/m³
- Densidad del hormigón: 2300 Kg/m³
- Nivel de daño: 5
- Número de olas: 2000
- Permeabilidad: 0.60

Se establece un nivel de daño igual a 5, porque para estas pendientes corresponde un nivel de daño moderado, previéndose además reponer material en esta zona donde está proclive a la erosión del lecho.

Materiales

El peso específico del hormigón deberá ser 2300 kg/m³, debiendo ajustarse las condiciones de proyecto en caso de modificarse este parámetro característico de la protección.

Deberán considerarse las siguientes características del material, justificándose adecuadamente cualquier cambio introducido en virtud de potenciales modificaciones en las condiciones de borde asumidas en el proyecto:

Protección del pie:

$D_{n\text{pie espigón}} = 0.38 \text{ m}$ (Diámetro nominal)

El pie y base del espigón se ejecutará con un espesor igual a dos veces el diámetro nominal en el pie, es decir equivalente a 0.76 m.

Constructivamente, se recomienda la colocación de un manto de grava de espesor 0.15 m entre el geotextil y la base de bloques de hormigón, para evitar el punzonamiento de aquél por las aristas vivas de los bloques. Los bloques deben colocarse en forma irregular, tratando de lograr un grado de trabazón máximo, similar al enrocado.

3.2. TERRAPLENES LONGITUDINALES

Condiciones de proyecto

a) Tramo 2

Protección del pie del talud

En el anteproyecto se ha considerado conveniente la adopción de una protección de pie de longitud mínima igual a $3H_s$, equivalente a $L_{pie} = 5$ m o hasta un valor de $4,5H_s \approx 7,20$ m

Esta parte de la protección se considera que necesita tener mayor flexibilidad ya que se debe adaptar a la deformación producida por la erosión. Esta propiedad debe ser garantizada con una adecuada colocación de los bloques. Para su dimensionamiento deberán considerarse las siguientes condiciones de borde:

- $H_s = 1.60$ m
- $T_m = 13$ seg
- Pendiente = 1:11
- Densidad relativa = 1,3
- nivel de daño = 4 (por ser talud tendido este valor corresponde a bajo nivel de daño)

Constructivamente, se recomienda la colocación de un manto de grava de espesor 0.10 m entre el geotextil y la protección de bloques de hormigón, para evitar el punzonamiento de aquél por las aristas vivas de los bloques. Los bloques deben colocarse en forma irregular, tratando de lograr un grado de trabazón máximo y flexibilidad similar al enrocado.

b) Tramo 3

Protección del pie del talud

Para la protección al pie caben similares consideraciones a las efectuadas para el tramo 2, debiendo asumirse que esta parte de la protección debe tener mayor

flexibilidad, ya que allí finaliza la misma y es la zona donde podrían producirse erosiones. La protección debe adaptarse a dicha deformación.

La longitud necesaria de protección al pie se estima entre 2 a 4 veces la erosión en el pie. En etapa de anteproyecto se estimó como erosión máxima igual a una altura de ola, debiendo ajustarse este valor en etapa de proyecto definitivo. Según las condiciones de borde adoptadas, la longitud de base predefinida resulta igual a 4,5m y la superior aproximadamente igual a 5,70m, lo que equivale a aproximadamente tres veces la profundidad de erosión posible.

Para el dimensionamiento de los bloques deberán considerarse las siguientes condiciones de borde:

- B_p : Longitud de la protección al pie \cong 5m (valor promedio)
- T : Período = 15 seg.
- H : Tirante \cong 1,50 m (considerando el set-up de ola)
- H : Altura de ola = 1,85m
- Densidad relativa = 1,3

Materiales

a) Bloques de protección al pie

Los bloques de hormigón se ejecutarán en hormigón de cemento portland de resistencia característica mínima $\sigma'_{bk} = 210 \text{ kg/cm}^2$, tipo H21 según CIRSOC 201. Peso específico 2.30 tn/m^3 . En caso de preverse su inmersión o su contacto con medios de elevada agresión química, deberán cumplimentarse los lineamientos establecidos en las disposiciones del CIRSOC 201 para dichos casos.

En todos los casos se deben realizar los ensayos de Laboratorio para verificar resistencias y pesos específicos.

Con relación a las características básicas de los bloques, las mismas se considerarán de acuerdo al tramo analizado, respetándose, en cada caso, las siguientes características mínimas:

- ***Tramo 2*** $D_n = 0,38 \text{ m}$
Espesor de la capa de protección = 2. $D_n = 0,76\text{m}$.
- ***Tramo 3*** $D_n = 0,36 \text{ m}$
Espesor de la capa de protección = 2. $D_n = 0,72\text{m}$.

b) Filtros de Geotextil

Para ambos tramos, entre la protección al pie (bloques) y base de arena (playa) se

coloca un geotextil que dependerá de la textura del bloque ya que influye en el efecto de punzonamiento, por lo tanto este geotextil debe dimensionarse adecuadamente teniendo en cuenta este efecto. El efecto puede disminuirse mediante la colocación de un manto de grava de espesor 0.10 m entre el geotextil y la protección de bloques de hormigón, para evitar el punzonamiento de aquél por las aristas vivas de los bloques.

En la unión entre el extremo inferior de la protección del talud y los bloques de protección al pie se practica un pliegue en el geotextil, a fin de conseguir mayor flexibilidad cuando se produce la deformación del mismo.

El geotextil a utilizar deberá estar constituido exclusivamente por filamentos continuos sintéticos agujados, no aceptándose bajo ningún concepto la utilización de materiales conformados por fibras cortadas.

La unión entre los filamentos solamente podrá ser por medios mecánicos (agujados) no aceptándose la utilización de calor (termofijación o termosoldadura).

En todos los casos el geotextil debe dimensionarse adecuadamente teniendo en cuenta los materiales que separan y las cargas intervinientes. También en el proyecto ejecutivo se indicarán las longitudes de solapes del geotextil necesarias para cada situación y el modo de colocación.