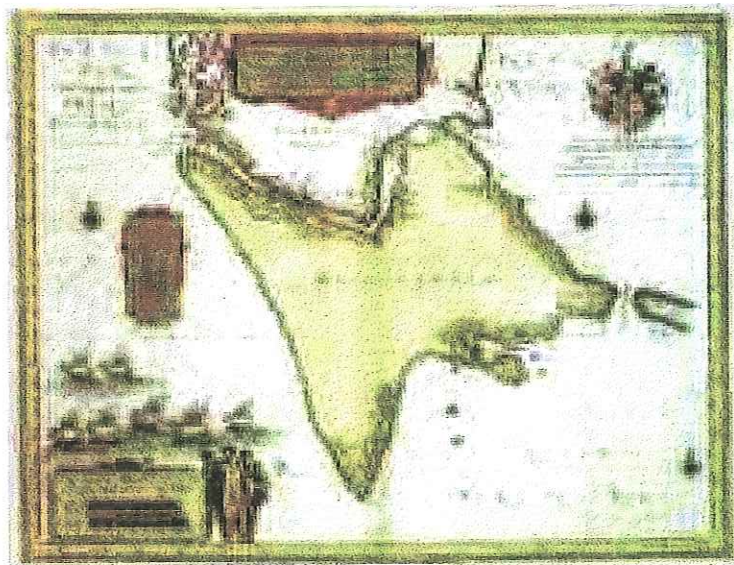


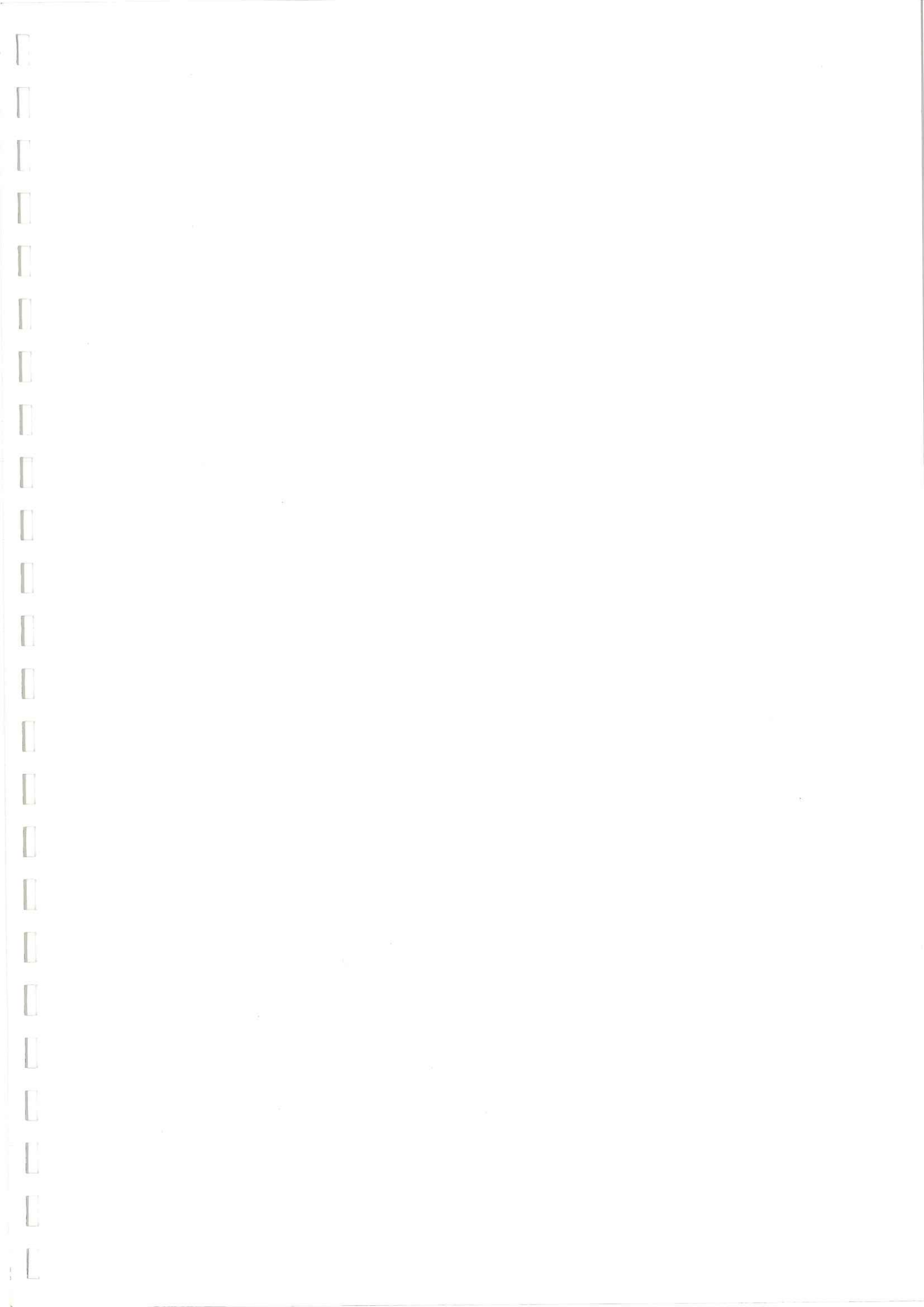
DEFENSA COSTERA EN LA CIUDAD DE RIO GRANDE
(Pcia. de Tierra del Fuego)

MEMORIA TÉCNICA Nº 1

**ESQUEMA PRELIMINAR DE OBRAS
ESTIMACIÓN DE COSTOS**



Estrecho de Magallanes - Carta de Navegación del Siglo XVI



DEFENSA COSTERA EN LA CIUDAD DE RIO GRANDE (Pcia. de Tierra del Fuego)

Memoria Técnica N° 1 Esquema Preliminar de Obras

Informe LHA 198-02-04

Septiembre de 2004

RESUMEN

El presente informe contiene la primera etapa de los estudios previstos en el convenio entre el INA y la Municipalidad de Río Grande donde se plantea un esquema preliminar de obras para el desarrollo de un Proyecto de Recuperación de la Costa, cuyo objetivo central es la protección de una franja urbana de la ciudad que bordea la costa marítima y la costa fluvial de los procesos de inundaciones que sufre la misma a partir de eventos asociados de tormentas y mareas.

Descriptores:

Temáticos:

Control de inundaciones. Defensas costeras.

Geográficos e Institucionales: Río Grande. Municipalidad de Río Grande.



LABORATORIO DE HIDRÁULICA

DIRECTOR

Ing. Julio C. De LIO

INFORME PRODUCIDO POR

Ing. Roberto D. CASTELLANO

EQUIPO DE TRABAJO

*Ing. Sergio LOSCHACOFF
Ing. Nicolás J. TOMAZIN
Téc. Mec. Carlos A. HASPERT
Ing. Sergio A. PREIATO
Ing. Jorge D. BACCHIEGA
Ing. José D. BREA*

INDICE DE MATERIAS

1	INTRODUCCION	1
2	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA	2
2.1	Caracterización urbana	2
2.2	Caracterización geológica	3
2.3	Caracterización hidrodinámica y meteorológica	4
3	NECESIDAD DE LAS OBRAS	6
4	CONDICIONES DE BORDE Y PREMISAS BASICAS DE DISEÑO	7
4.1	Información básica utilizada	7
4.2	Grado de protección de las obras	7
4.3	Condiciones básicas de diseño	8
4.4	Criterios y premisas generales del proyecto	9
5	ESQUEMA DE LAS OBRAS PROPUESTAS	11
5.1	Zonificación de las obras	11
5.2	Tipología de las obras	12
5.3	Dimensionamiento preliminar de las obras	15
6	COMPUTO DE LAS OBRAS	18

LISTA DE FIGURAS

1. Ubicación geográfica
2. Provincia de Tierra del Fuego
3. Carta de imagen satelital
4. Área de influencia del proyecto
5. Tramo 1
6. Tramo 2
7. Tramo 3
8. Solución de Muro vertical para el Tramo 1
9. Espigones tramo 1. Planta
10. Espigones Tramo 1. Alternativa A
11. Espigones Tramo 1. Alternativa B
12. Murete de coronamiento
13. Esquema general de solución para el Tramo 3
14. Tramo 3 Perfil 23
15. Tramo 3 Perfil 35
16. Tramo 3 Perfil 41

LISTA DE FOTOGRAFIAS

1. Desembocadura del Río Grande y costa marítima
2. Fotografía aérea Tramo 1
3. Fotografía Aérea Tramo 3
4. Erosión costera en terrenos rellenados
5. Obra de defensa costera en la Provincia de Chubut

MEMORIA TÉCNICA 1

1 INTRODUCCION

La ciudad de Río Grande, fundada oficialmente el 11 de julio de 1921, se halla ubicada sobre la costa atlántica de la Isla Grande de Tierra del Fuego, a orillas de la margen norte del Río Grande.

Uno de los problemas urbanísticos de la ciudad (que en la actualidad cuenta con una población cercana a los 70.000 habitantes) es la vulnerabilidad de áreas bajas a los efectos de inundaciones producto de un crecimiento gradual de la ciudad, que llevó a ocupar esas tierras tanto en la planicie de inundación fluvial como en la costa marítima. La situación tienen su origen en una combinación de efectos meteorológicos (temporales con olas extraordinarias generadas por vientos intensos) sumados a la ocurrencia de mareas astronómicas de gran amplitud.

A los recurrentes problemas de inundaciones se suma la escasez de espacios verdes y la carencia de un parque a escala urbana. La recuperación de la franja urbana que bordea la costa marítima y la costa fluvial como áreas habitables desde el punto de vista del riesgo de inundaciones, de la costa en sí como elemento paisajístico y área para el desarrollo de actividades recreativas, sociales y culturales, ha llevado a la Municipalidad de Río Grande a plantear el desarrollo de un *Proyecto de Recuperación de la Costa*.

Este proyecto se articula en la construcción de una obra de defensa costera longitudinal, con los siguientes objetivos básicos:

- 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 presente **Memoria Técnica 1** se ha realizado en el marco del convenio suscripto entre la Municipalidad de Río Grande (MRG) y el Instituto Nacional del Agua (INA) con fecha 26 de febrero de 2001, siendo su objetivo principal establecer las características básicas de la obra de defensa propuesta y la determinación de sus costos asociados.

2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

Tal como se dijo, la ciudad de Río Grande se emplaza a orillas del río homónimo, en su tramo final, previo a la desembocadura en el océano Atlántico.

En términos generales puede señalarse que la costa atlántica de la Provincia de Tierra del Fuego se extiende de NW a SE, sobre un frente de unos 300 Km entre Cabo Espíritu Santo en su extremo Norte a Cabo San Diego en el Sur. La ciudad de Río Grande, se halla ubicada sobre este tramo del litoral marítimo en la latitud de $53^{\circ} 45' S$ y $67^{\circ} 40'$ de longitud W, sobre la margen norte del río homónimo (Figuras 1, 2 y 3).

En los últimos años se ha producido un importante crecimiento de la infraestructura urbana, ocupando parte del valle de inundación del río y zonas cercanas a la línea de costa. Esta situación ha producido una situación particular en cuanto a la interacción del medio urbano con respecto al ambiente natural que lo circunda (influencia de mareas, procesos de sedimentación, procesos de erosión, etc.).

Teniendo en cuenta que la obra de defensa actuará, en cierta forma, como límite entre el espacio urbano y el medio natural, es importante destacar las principales características que presentan ambos medios, haciendo hincapié, tal como se mencionó anteriormente, en aquellos aspectos que condicionarán el diseño de las obras.

Dadas las características de la obra a proyectar así como sus objetivos básicos, resulta importante efectuar, preliminarmente, una caracterización general del área de emplazamiento de la misma, principalmente en aquellos aspectos que tienen influencia directa o indirecta en el diseño y dimensionamiento de la obra de defensa.

2.1 Caracterización urbana

La zona costera de la ciudad abarca una franja de aproximadamente 100 m a 150 m desde la línea de costa, extendiéndose sobre el último tramo del río Grande y sobre el frente marítimo propiamente dicho. En ambos casos el crecimiento urbano se ha extendido sobre zonas potencialmente anegables, ya sea por eventuales crecidas del río como por la interacción de la marea astronómica con eventos meteorológicos extremos.

La particular ubicación de la franja costera de la ciudad permite la subdivisión de la misma en dos sectores característicos:

- Un sector fluvial, que se extiende desde la calle Rojas (Plaza Eva Perón) hasta la desembocadura del río Grande en el Océano Atlántico. Este sector se caracteriza por una elevada concentración de viviendas, edificios públicos, comercios, etc., encontrándose la infraestructura urbana en forma prácticamente adyacente a la línea de costa.

Este sector se destaca, también, por la presencia de obras de protección que se han desarrollado anteriormente con la finalidad de controlar los procesos de inundación y degradación de la costa. En este sentido puede mencionarse

la existencia de un muro de protección que ha colapsado en el pasado debido a su incapacidad de controlar estos procesos así como la presencia de espigones, construidos con posterioridad al colapso de la obra y cuyo funcionamiento ha resultado relativamente aceptable si se tiene en cuenta la acumulación de arena producida entre los mismos.

- Un segundo sector urbano, que se desarrolla sobre el *frente marítimo*, se extiende desde la desembocadura del río Grande hacia el NW. En este tramo, a diferencia del anterior, la infraestructura urbana cercana a la costa se alterna fuertemente con la presencia de zonas de recreación y esparcimiento. Por esta razón, los sectores más urbanizados de este tramo se encuentran (con algunas excepciones) ciertamente más alejados de la línea de costa.

Si bien las soluciones que se adoptaron para la obra de defensa responden, primariamente, a condicionamientos hidráulicos e hidrodinámicos del sistema natural, se han considerado las características urbanas antes descritas en la definición final de las obras.

2.2 Caracterización geológica

Otro aspecto importante a destacar del área donde se emplazarán las obras es la definición geológica del terreno, tanto en la zona de fundación de las mismas como en aquellos sectores que condicionan el comportamiento hidráulico del río y de las mareas.

En este aspecto debe destacarse que el área marítima presenta características muy particulares. Un perfil típico de la playa (entre cota 0 y +6,5 m) se compone de materiales gruesos (arenas y gravas) en la parte superior, en la que se desarrolla una estructura sedimentaria de acumulación (berma). Las pendientes son del orden de 5 a 10%. Arenas finas componen la parte inferior de la playa, en la que las pendientes son inferiores a 5%. Delante de la playa (entre cotas 0 y -5 m) se presenta una formación de roca sedimentaria blanda (restinga) de suave pendiente (0,3%) y gran extensión (del orden de 2000 m). Entre los 2000 y 4000 m la pendiente del talud se incrementa a 1 o 2 %, hasta alcanzar profundidades de 30 a 35 m.

Por otra parte, la Punta Popper y un sistema de bancos de arena y grava en la desembocadura del río Grande, constituyen un complejo sistema sedimentario (**Fotografía 1**) que ponen en evidencia la existencia de intensos procesos hidrosedimentológicos en el área.

Con relación al tipo de suelo existente en la zona de emplazamiento de las obras, los estudios antecedentes realizados permitieron corroborar la existencia de un material relativamente uniforme, en cuanto a sus características, tanto en el frente fluvial como en el frente marítimo. En este contexto, se ha registrado la presencia de materiales granulares, hasta al menos los primeros 5 m de profundidad, con la existencia de arenas gruesas con fuerte mezcla de cantos rodados y bajos contenido de materiales finos.

2.3 Caracterización hidrodinámica y meteorológica

El río Grande es el más importante de la isla Grande de Tierra del Fuego y abarca una cuenca de unos 7.000 Km². Los caudales de crecida, ocurren entre septiembre y octubre y alcanzan valores de 155 m³/s. La desembocadura conforma un estuario, en el que la marea (de gran amplitud en la región) penetra hasta 20 Km aguas arriba. Como consecuencia de ello, se originan en la desembocadura del río corrientes intensas de flujo y reflujo que pueden alcanzar los 2 m/s.

La caracterización del clima de olas en el entorno de la obra de defensa costera permite por una parte determinar las máximas sollicitaciones a las que ésta resultará expuesta, y brindar, de esta manera, las bases para el cálculo estructural de la misma. Además permite evaluar aspectos funcionales, tal como su capacidad de generar una adecuada protección a las áreas urbanas ubicadas detrás, reduciendo la posibilidad de sobrepaso por olas e inundación.

Las distintas fuentes de información (especialmente las originadas en la explotación de hidrocarburos y el proyecto portuario de Caleta La Misión) son razonablemente consistentes en la descripción general del clima de olas.

Debido a la gran preponderancia de vientos del W y del NW (alrededor del 70%), las olas que arriban a la costa no son generadas localmente. Las olas del sector N y NE resultan las de mayor relevancia en la región costera. Para estas direcciones alturas de ola del orden de los 7 m son probables en promedio una vez cada 50 años con un período asociado de 12 a 15 segundos.

El nivel del mar es una de las variables hidrodinámicas más significativas para el proyecto, en cuanto a que determina la profundidad de agua en la región costera y determina la altura de las olas que tienen posibilidad de llegar al área costera. El nivel del mar resulta afectado por factores de corto y largo plazo, algunos periódicos como la marea astronómica y otros ocasionales como los meteorológicos. A largo plazo la tendencia a un incremento del nivel medio del mar debido al calentamiento global es un hecho aceptado en el ámbito científico, aunque de difícil proyección futura.

El régimen de mareas en la región de Río Grande es semidiurno, siendo el nivel medio de 4.50 m respecto del plano de referencia SHN. Las máximas mareas astronómicas alcanzan los 8,70 m sobre este plano de referencia.

El nivel medio del mar es el plano de referencia para las cotas terrestres y es el utilizado en la presente Memoria Técnica.

La sobreelevación del nivel del mar por efectos meteorológicos es un fenómeno complejo que involucra muchas variables meteorológicas y no resulta de estimación sencilla. El efecto meteorológico se estima entre 0.80m y 1.00 m para períodos de retorno de 5 a 50 años.

Dado que el nivel de la marea astronómica media varía de +3.30 m a -3.30 m, la denominada restinga queda seca durante la marea baja (**Fotografía 1**). La restinga entonces, con una cota media del orden de los -3.0m actúa como una protección natural

e impide la llegada de las olas más altas a la costa, especialmente durante la marea baja. Aún en marea alta las profundidades limitadas pueden producir la rotura de olas a gran distancia de la costa. Olas de relativa intensidad pueden alcanzar la costa sólo en el breve período que dura la pleamar.

La región de Río Grande, como toda la región oriental de la Patagonia, se halla sujeta a vientos predominantes del sector Oeste, de gran persistencia e intensidad hacia fines del verano. La región presenta bajas tasas de precipitación pluvial, con valores medios del orden de los 350 mm, bastante homogéneo a lo largo del año, y con un máximo medio mensual de 59.1 mm en el mes de abril. Las características marítimas del clima hacen que la variación anual de temperatura sea relativamente pequeña, siendo las máximas y mínimas poco extremas en verano e invierno respectivamente. Las temperaturas medias mensuales oscilan entre los 10.4 C en enero a 0.2 en junio, con valores extremos de 24.3 en verano a -16 en invierno.

3 NECESIDAD DE LAS OBRAS

Las obras propuestas tienen como objetivo el control de inundaciones y erosión de la costa, originadas por niveles extraordinarios del mar asociados con temporales intensos en una faja urbana costera de unos 2300 m de longitud por un ancho variable entre 25 y 50 m, delimitada por la Av. Santa Fe y la Plaza Eva Perón, la Avenida Elcano y la calle Güemes, y la línea de costa natural. (Figura 4).

Esto representa un área de unos 90.000 m² de superficie en los que existe una importante infraestructura urbana: edificios públicos y privados, pavimentos hoteles y comercios, una planta elevadora de líquidos cloacales, estaciones de servicio, plazas y parques públicos, etc.

Esta condición de emplazamiento de la ciudad determina que, frente a la ocurrencia de eventos de marea asociados a eventos meteorológicos de cierta magnitud, se produzcan serios riesgos de generación de daños a la infraestructura aledaña así como problemas en el normal desarrollo de la vida urbana en general.

En este sentido debe mencionarse que el tramo costero indicado se ha visto expuesto en el pasado a procesos erosivos de origen hídrico (Fotografía 4) que han motivado la construcción de protecciones y defensas, algunas de ellas de carácter precario.

En el contexto planteado, surge la necesidad de mitigar los efectos de inundaciones y degradación de la costa, restituyendo aquellos elementos de protección que actualmente se encuentran colapsados o con un deficiente comportamiento respecto de los objetivos primarios para los cuales fueron diseñados y construidos.

En consecuencia, la obra de defensa que se propone es esencialmente una estructura longitudinal que se desarrollará a lo largo de la línea de costa entre las calles Rojas en el tramo fluvial, hasta la avenida Santa Fe sobre el litoral marítimo, con una extensión total de unos 2.300 m. Su elevación sobre el terreno natural será tal que permita controlar los efectos hídricos expuestos más arriba, en un marco de factibilidad técnica y económica.

Como objetivo complementario, la obra de defensa deberá delimitar el ambiente natural constituido por la playa, del espacio urbano, generando en un tramo de la misma espacios de recreación y estableciendo entre el ámbito urbano y el ambiente natural una vinculación paisajística.

4 CONDICIONES DE BORDE Y PREMISAS BASICAS DE DISEÑO

4.1 Información básica utilizada

La información antecedente utilizada en el diseño de las obras se compone, básicamente, de estudios preliminares realizados para caracterizar hidrodinámicamente el sistema y el clima de olas asociado, complementados por tareas de relevamiento de campo.

Los principales antecedentes utilizados para la definición preliminar de las obras pueden resumirse en:

- Estudios realizados por el INA a partir de 1992.
- Relevamientos topobatimétricos realizados en los años 1993, 1997 y 2001, complementados con un relevamiento de verificación efectuado en septiembre de 2004. El dimensionamiento preliminar de la obra, presentado en este informe, se basó en el relevamiento efectuado por la Estación Astronómica Río Grande en 2001. El siguiente relevamiento, realizado por el INA, será contemplado en la etapa posterior de anteproyecto y servirá como base para el desarrollo del proyecto ejecutivo de la obra. Al respecto cabe destacar que el plano de referencia de los mojones de la red de apoyo y de los perfiles relevados es el Plano de Referencia Municipal (PRM), coincidente con nivel medio del mar.
- Relevamiento de las condiciones del terreno de fundación, definidas a partir de la ejecución de sondeos, calicatas y ensayos de penetración, efectuados en septiembre de 2004.
- Relevamiento expeditivo de canteras para la extracción de materiales a ser utilizados en la construcción de las obras. En este sentido se efectuó una visita de inspección a la zona donde se pudieron identificar potenciales zonas de yacimientos para la obtención de piedras, materiales granulares y materiales cohesivos que conformarán parte de la solución proyectada.
- Estudios del clima de olas con relación al proyecto portuario de Caleta La Misión (INA y otras fuentes).

4.2 Grado de protección de las obras.

Debido a las características de la zona que se desea proteger, los potenciales riesgos existentes en cuanto a niveles de anegamiento y perturbaciones a la vida urbana, y tomando en consideración antecedentes de obras similares, se ha considerado adecuado adoptar un período de retorno de 50 años para el predimensionamiento de la obra de

defensa. A partir de esta condición básica de diseño se han adoptado los parámetros hidráulicos medios utilizados para diseñar la geometría de la protección.

No obstante, teniendo en cuenta potenciales riesgos de superposición de efectos, se han considerando variables hidrodinámicas adicionales que influyen en el grado de protección final que presentarán las obras. En este contexto se consideró la variación de la marea astronómica, la sobreelevación por efectos meteorológicos (viento, presión atmosférica) y el efectos del calentamiento global sobre el nivel medio del mar.

La marea astronómica presenta variaciones a lo largo del mes lunar y del año. Esta combinación de olas y niveles extremos (eventos independientes) determina una condición de proyecto a la cual puede asociarse un período de retorno aún mayor que 50 años. Esta condición real de diseño ha sido considerada como un factor de seguridad adicional cuya adopción se sustenta en las potenciales consecuencias que podrían generarse frente a un excesivo sobrepaso de la obra o bien frente a un colapso de la misma.

4.3 Condiciones básicas de diseño

A partir del período de retorno adoptado, el cual determina que los eventos así caracterizados tienen una probabilidad de presentarse una vez cada 50 años en promedio, se han definido los principales parámetros hidráulicos para el diseño preliminar de las obras:

- *Altura de ola de diseño:*

$$H_s=7 \text{ m ; } T_p= 15 \text{ s}$$

- *Nivel del mar:* se consideró: la marea astronómica + sobreelevación por viento + sobreelevación por calentamiento global.

$$NM_{\max}= 4.20\text{m} + 0.80 \text{ m} + 0.25 \text{ m} = +5.25 \text{ m.}$$

- *Caudal medio de sobrepaso admisible:* En este caso se adoptaron valores diferenciales según el sector de obra considerado. En el tramo correspondiente al Parque Costero se consideró un caudal admisible de hasta 20 l/m/s para la condición de proyecto. Por el contrario, en el resto del frente marítimo y el tramo fluvial se asumió, como valor máximo admisible, un caudal de hasta de 5 l/s/m

Para la propagación de olas desde aguas profundas hasta las proximidades de la traza de la obra se utilizó un programa computacional que permite determinar la altura de ola, la sobreelevación por olas (wave set-up) para el caso de olas aleatorias siguiendo los lineamientos de cálculo formulados por Goda.

4.4 Criterios y premisas generales del proyecto

Sobre la base de la información básica considerada en el estudio, el nivel de protección establecido para las obras y las condiciones de borde hidráulicas antes mencionadas, se han adoptado los siguientes criterios y premisas básicas para el diseño de las obras de protección: El criterio general para definir la obra de defensa se basó en los siguientes consideraciones:

- La obra debe ser segura desde el punto de vista estructural y funcional para la condición de proyecto elegida.
- La afectación al perfil natural de la playa debe ser mínima. El perfil típico sobre el litoral marítimo presenta una berma de acumulación de materiales gruesos (arena, grava, canto rodado) que es una estructura dinámica originada en el aporte de materiales por olas durante periodos de relativa calma y que es reserva de material en oportunidad de que temporales intensos actúan sobre esta parte alta de la playa. En algunos tramos (Hotel Isla del Mar) no resulta posible la aplicación de este criterio porque los rellenos artificiales han avanzado sobre el perfil de playa natural.
- Aunque en la actualidad y en una situación de equilibrio la berma en la parte superior de la playa actúa como una defensa natural del terreno, el dimensionamiento de la obra de defensa se realizó considerando la situación extrema de un perfil erosivo en el que la berma, temporariamente se ha supuesto parcialmente removida, permitiendo la llegada de olas más altas al pie de la estructura de defensa.
- Protección contra inundaciones adecuada al uso del terreno protegido: Los valores admisibles de sobrepaso por olas establecidos para el proyecto han sido definidos a partir de la literatura específica.
- La cota superior de las obras ha sido determinada a partir del cálculo por medio de métodos empíricos, del caudal de sobrepaso por olas y deberán ser validados con los resultados de un modelo hidráulico, de los que eventualmente podrá surgir la conveniencia de realizar modificaciones.
- El dimensionamiento estructural del talud protegido ha sido realizado sobre la base de cálculos empíricos. Tanto los aspectos funcionales como los estructurales de la protección del terraplén deberán ser verificados en modelos hidráulicos una vez definido el proyecto.
- Aspectos arquitectónicos. Se ha puesto énfasis en compatibilizar los aspectos hidráulicos funcionales (control del sobrepaso por olas) y los estéticos, entre los que cabe señalar la cota de la obra que en términos generales se desarrolla 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. Igualmente, por razones de continuidad estructural y estética de la obra, la misma ha sido dimensionada de acuerdo a las

secciones más expuesta, manteniendo en lo posible la tipología de obra y el dimensionamiento general (geometría de la sección, dimensión de la protección) a lo largo de la traza.

5 ESQUEMA DE LAS OBRAS PROPUESTAS

A partir de las condiciones de borde expuestas en el punto anterior, se presenta una definición preliminar del tipo de obra así como de sus dimensiones generales, incluyendo la determinación de la cota necesaria para cumplir con el propósito indicado. La definición de este parámetro fue realizada a partir del análisis del riesgo de inundación por sobrepaso de olas y su incidencia en la seguridad del área protegida y de la misma estructura de defensa.

El dimensionado definitivo de las estructuras para resistir la erosión y el impacto de las olas será desarrollado en la etapa de anteproyecto de las obras y ajustado finalmente en la etapa de elaboración del proyecto ejecutivo de las mismas.

Para la definición geométrica de las obras se ha considerado como base el Plano de Referencia Municipal (PRM), que se halla a 4,50 m por encima del plano de referencia hidrográfico (Servicio de Hidrografía Naval) y resulta en consecuencia coincidente con el nivel medio del mar en la región.

5.1 Zonificación de las obras

La extensión total de las obras es de 2.280 m. Por las características morfológicas de la costa, por las características e intensidad de los fenómenos hidráulicos, y por la utilización del espacio urbano, la obra de defensa ha sido dividida en tramos para los que se prevén soluciones de distinta tipología.

Tramo 1 Extensión 730 m. (**Figura 5, Fotografía 2**) Este tramo se extiende sobre la margen norte del río Grande, entre la Plaza Eva Perón (Calle Rojas) y la calle Güemes hasta la altura del número 465. Una avenida costanera existente (Elcano y continuación en Güemes) se desarrolla a lo largo de la costa incluso sobre terrenos ganados parcialmente mediante rellenos. Existen en la actualidad áreas parqueadas, estacionamientos para vehículos y edificios de la administración pública. La cota natural de la zona es la más baja a lo largo de toda la región costera urbana.

Tramo 2 Extensión 370 m. (**Figura 6**) Este tramo se extiende sobre el frente marítimo a lo largo de la calle Güemes, aproximadamente desde su intersección con la calle Echeverría hasta la Avenida Belgrano. Está precedido por playas extensas de suave pendiente y bancos de arena. El frente de las viviendas está separado unos 15 m de la playa.

Tramo 3. Extensión 1180 m. (**Figura 7, Fotografía 3**). Este tramo se extiende también sobre el frente marítimo, desde la Av. Belgrano hasta Santa Fe. El perfil transversal se halla precedido de playas de suave pendiente. Se han realizado rellenos en los que se halla el Hotel Isla del Mar, la planta elevadora de líquidos cloacales, una ciclovia y una serie de monumentos públicos que formarán parte de un Paseo Costanero.

5.2 Tipología de las obras

Como se ha indicado, 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 ellas. Esto condiciona fuertemente la geometría de las secciones transversales de obra posibles.

Tramo 1

En el tramo fluvial de la protección costera se han considerado varios aspectos fundamentales que condicionan el tipo de solución a adoptar. Este tramo de la costa está sujeto a corrientes de marea de considerable intensidad debido a la onda de marea que con un período de 6 horas y una amplitud de hasta 8 m penetra en el estuario del río Grande. La costa está constituida por playas de fuerte pendiente. Hay procesos intensos de transporte de sedimentos tanto por acción de las corrientes como de las olas que llegan desde el mar. El poco espacio existente para desarrollar una obra a talud y las condiciones físicas descritas constituyen las condiciones básicas que condicionan la elección de la tipología de la obra de defensa, la que contemplará dos estructuras bien diferenciadas:

- *Un muro longitudinal de hormigón armado tipo Cantilever.*
- *Una batería de espigones transversales a la línea de costa.*

Con relación al *muro de gravedad propuesto*, el mismo 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. La **Figura 8** muestra el esquema de obra propuesta.

En este tipo de muros la estabilidad se logra por la acción de su propio peso y por el volumen de suelo que descansa sobre la base del mismo, razón por la cual se logra minimizar los volúmenes de hormigón requeridos para la obra.

El muro tendrá un desarrollo vertical de 3.50 m con una cota de fundación de 3.00 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 el aporte resistente de esa porción de suelo.

El terreno de fundación está conformado por una mezcla de arena gruesa y grava con una respuesta de $N=20$ golpes para el ensayo de penetración normal (SPT), constituyendo por tal motivo un suelo apto para resistir las sollicitaciones transferidas por la estructura.

El muro será rematado por un murete como se indica en la **Figura 8**, que cumplirá funciones hidráulicas y urbanísticas.

La segunda estructura que complementa la solución adoptada en este tramo tiene en cuenta la necesidad de controlar las intensas corrientes derivadas de la acción de la marea, sumadas a la acción del oleaje que penetra en el estuario, las cuales son generadores de procesos erosivos sistemáticos en la margen norte del río.

En este contexto, se debe destacar que existe actualmente una batería de tres espigones construidos con elementos premoldeados no vinculados entre sí, y con una separación de unos 100 m sobre la margen izquierda del río. Los espigones ejecutados, aunque precarios, restauraron el material de la playa especialmente en los tramos comprendidos entre el primero y segundo espigón desde aguas abajo; solamente se ha notado el cabeceo de los últimos elementos premoldeados.

Por esta razón se considera que esta zona no se debería hacer ninguna modificación, sino solamente restaurar los elementos dañados o desacomodados. No obstante el buen funcionamiento detectado en los espigones existentes, debe destacarse que los mismos no produjeron una solución integral del problema, ya que, si bien cumplieron con el objetivo buscado en los lugares de colocación, generaron problemas de erosión aguas arriba de su emplazamiento.

En efecto, en el tramo del río ubicado aguas arriba del último espigón existente no se ha detectado la restitución de arena a la playa, observándose, por el contrario, efectos erosivos debido a la falta de aporte de material sedimentario desde el mar.

Para mitigar este efecto se han proyectado tres espigones adicionales hacia aguas arriba cuyo esquema en planta se presenta en la **Figura 9**. Se plantean dos alternativas que se describen a continuación.

La primera (**Alternativa A, Figura 10**) consiste en una solución mediante geotubos de geotextil rellenos con el material granular (arena y grava) recubiertos con un enrocado para evitar, en el largo plazo, el deterioro por rayos UV y la rotura por vandalismo. Habida cuenta de que este enrocado no cumplirá funciones estructurales, el mismo no será diseñado para las condiciones de oleaje extremas sino para solicitaciones de menor período de retorno, previéndose la necesidad de efectuar potenciales tareas de mantenimiento en caso de detectarse, durante la vida útil de la obra, algún movimiento de las mismas.

La segunda alternativa (**Alternativa B, Figura 11**) corresponde a espigones armados con gaviones rellenos con piedra. En este caso en el extremo exterior del pie, que corresponde a la zona más crítica del mismo, se incrementará el área protegida como se muestra en la figura. Para este caso cabe la alternativa de ejecutar esa parte de la protección con bloques de hormigón adheridos a un geotextil ya que resultan más flexibles, y dado que es la zona que requiere especialmente esta propiedad.

Puede decirse que cada una de estas alternativas tiene ventajas e inconvenientes. En el caso de la Alternativa A, como se indicó, se hace necesario colocar un enrocado adicional para proteger a los geotubos y en la Alternativa B el empleo de gaviones en presencia de agua salina puede deteriorar el alambre lo que posiblemente deberá requerir algún mantenimiento en años subsiguientes.

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.

Tramo 2.

El tramo 2 se desarrolla desde la calle Güemes al 600, hasta la Av. Belgrano, en una extensión de 360 m. En este tramo del litoral marítimo la playa se ha mostrado estable y el muro costero existente se muestra íntegro y no presenta evidencia de daños ni descalces. Sin embargo su cota superior no resulta suficiente para impedir el ingreso de agua a la calle Güemes en ocasión de temporales asociados a niveles extraordinarios del mar. Por esta razón se ha considerado una solución que contempla la materialización de la siguiente obra:

- *Reconstitución de un muro de contención con una cota de coronamiento compatible con las condiciones hidráulicas adoptadas para el proyecto.*

En la **Figura 12** muestran las características geométricas de la solución adoptada.

Tal como se aprecia en la misma, se ha previsto la sobreelevación de la vereda de circulación peatonal junto al muro, de manera de llevarla a una cota equivalente a la de la vereda correspondiente al lado opuesto de la calzada. El muro proyectado tendrá la doble función de impedir el ingreso de agua desde la playa a la calle Güemes, y al mismo tiempo de actuar como límite físico entre el ambiente natural de la playa y el área urbana.

Se prevé la colocación de una protección del pie del muro para controlar el desarrollo de eventuales procesos de erosión al pie del mismo.

Tramo 3

Tampoco en este tramo se observan procesos erosivos de largo plazo sobre la playa natural, por desbalance longitudinal en el transporte de sedimentos. En cambio 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. Estos rellenos, se ven expuestos esporádicamente a la acción del oleaje, generándose en esas circunstancias procesos de erosión por lavado de los materiales sueltos utilizados (**Fotografía 4**). La obra proyectada en este tramo contempla la necesidad de controlar el efecto de ocasionales temporales, limitando el ingreso de agua al área urbana impidiendo el desarrollo de procesos erosivos y fijando una separación clara entre ambiente natural y el urbano.

En este tramo se encuentran alguna de las áreas más expuestas y sensibles a los factores de inundación. Disponiéndose, por otro lado, de mayor espacio para la materialización de la obra, se ha considerado apropiado considerar como alternativa de proyecto en este caso la siguiente estructura:

- Una obra de protección longitudinal a talud, con una pendiente de 1:3,5, y con la incorporación de un recubrimiento exterior de protección.
- La incorporación de un muro de coronamiento superior que impida el sobrepaso del mismo en niveles superiores al establecido como condición de borde del proyecto.

En la **Figura 13** se muestra esquemáticamente la obra propuesta en este tramo.

Tal como se dijo, la función hidráulica del murete superior es la de hacer más eficiente la reducción del sobrepaso de olas, lo que permite alguna disminución del volumen de terraplén. El murete también cumple con un papel urbanístico, al delimitar el área parquizada y fijar una separación con la playa y el ambiente marino, y provee de una adecuada terminación al lado terrestre de la obra de defensa en el que se incorpora una vereda para circulación de peatones.

Para evitar la degradación del talud por la acción hidrodinámica, especialmente las olas que en marea alta alcanzarán la obra, se ha previsto un recubrimiento exterior del talud externo (del lado de la playa) que podrá estar constituido por elementos de hormigón prefabricados. Los aspectos estéticos también deberán ser considerados en la selección final de este recubrimiento.

5.3 Dimensionamiento preliminar de las obras

A partir de las condiciones de borde definidas para el diseño de las obras, de los criterios generales de proyecto y de la tipología de obras descrita en el punto anterior, se efectuó un dimensionamiento preliminar del conjunto de obras adoptado como solución, principalmente a los fines de establecer su costo.

Tramo 1

La cota del muro de defensa (**Figura 8**) se determinó de manera de asegurar que para las condiciones de proyecto el caudal medio de sobrepaso no supere los $0.005\text{m}^3/\text{s}$ por metro lineal de obra. Se utilizó el método de Goda para olas irregulares.

La altura de ola se determinó a partir de cómputo mediante modelación matemática de propagación de olas, para $T = 15$ s. El nivel del mar se adoptó en cota +5.25 m y se incluyó la influencia de la sobreelevación inducida por olas (wave set up).

Las cotas resultantes del cálculo (determinadas en función de la altura de ola a lo largo de la costa y del nivel del mar) se hallan en el entorno de los 7,30 m a 7,80 m, variables desde el extremo NE (más expuesto) hasta el SW. Sin embargo a los efectos del presente prediseño de obras y evaluación de costos, se ha considerado una cota constante de 7,60 m. La cota de fundación se ha fijado en +3.00 m de manera de asegurar que resulta cubierta por un espesor de arena del orden de 1,5 m.

Para el predimensionamiento estructural del muro se efectuó un análisis de preliminar de su estabilidad, verificándose los factores de seguridad existentes respecto de los riesgos de volcamiento, deslizamiento y nivel de tensiones en su base. Para esta

verificación se consideraron como fuerzas resistentes: el peso de la estructura de hormigón y el peso del suelo contenido sobre la base; y como fuerzas desestabilizadoras: el empuje activo del suelo, el empuje hidrostático y una carga 500 kg/m^2 distribuida uniformemente sobre el terreno. Para asegurar la estabilidad del sistema se requiere, necesariamente, la existencia de un sistema de drenaje que permita que el nivel freático sobre la base del muro no supere la cota de 4.70 m.

Tramo 2

En este caso la cota de muro (Figura 12) se determinó a partir de la consideración de las olas que llegan a una playa y el cómputo de la trepada (run-up). En particular se utilizó el valor $R_{u2\%}$, es decir aquél que es superado por el 2% de las olas incidentes del espectro de frecuencia.

Bajo estas consideraciones, y utilizando métodos empíricos se determinaron valores de run-up para dos secciones representativas de este tramo. También se adoptó la hipótesis una playa erosionada en la que la ausencia de la berma superior permite la llegada de olas más altas. Para este caso y en el Perfil 14, la propagación de olas desde aguas profundas hasta la proximidad de la obra resulta en una ola de $H=1,20 \text{ m}$. $L_o= 350 \text{ m}$, $H_o = 0.80$ y $R_{u2\%}=1.80\text{m}$. En consecuencia la cota virtual que alcanzaría el agua si la playa se prolongara es $\text{Cota} = 5.25 + 1.80 = 7.05 \text{ m}$. El mismo Perfil 14, calculado con berma (situación actual) ($\tan \alpha=0.10$, $H_o = 0.60$) resulta en $R_{u2\%}=2.10 \text{ m}$ y cota = 7.35 m. Un cálculo equivalente en un perfil próximo (Perfil 20) arroja el valor $\text{Cota} = 7.20 \text{ m}$.

Se adoptó para este tramo de la obra el perfil tipo indicado en la Figura 12, en el que se ha supuesto la vereda de circulación peatonal a cota 6,20 m (es decir elevada respecto de la actual) y una cota superior de muro de 7,30 m.

La cota de fundación se ha llevado a 4,65 m y en la situación normal de la playa esto asegura una tapada de arena mayor que 1 m. Para resistir una eventual situación erosiva se ha previsto la protección del pié, como se indica en la figura.

Tramo 3

Para este tramo se ha propuesto una sección mixta, compuesta por un talud protegido y un muro del lado interior (Figuras 13 a 16).

El caudal de sobrepaso q ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$) por metro lineal de obra es una función de la geometría de la sección transversal (en particular la cota superior) las características de la ola incidente (altura, período) y el nivel de agua. Se utilizaron las relaciones propuesta por van der Meer para la estimación de q .

La sección transversal más expuesta resulta la ubicada en el Perfil 23 (Hotel Isla del Mar). Para este perfil la ola al pié resulta $H = 1,80 \text{ m}$.

La cota resultante de obra para el Perfil 23 es de 7,80 m para asegurar un caudal de sobrepaso inferior a $5 \text{ l/s}/\text{m}$. Sin embargo en el tramo correspondiente al parque costero,

la cota superior de la obra puede ser menor, admitiendo un ingreso mayor de agua para la condición de diseño, de hasta 20 l/s/m.

Cabe señalar finalmente que los valores de sobrepaso determinados deberán ser verificados en la etapa de proyecto mediante la realización de investigaciones en modelos hidráulicos en escala reducida.

6 COMPUTO DE LAS OBRAS

TRAMO 1 (Alternativa A)				
Item.	Descripción		Unidad	Cantidad
01 Muro de Hormigón				
01.1	Limpieza y preparación del terreno		Gl.	1.00
01.2	Excavación		m ³	5707.00
01.3	Hormigón Armado		m ³	1848.00
01.4	Relleno y compactación		m ³	5110.00
01.5	Transporte de suelo en camión		m ³	600.00
01.6	Accesos a Playa		U	4.00
02 Espigones transversales (Alternativa A: Geotubos)				
02.1	Limpieza y Preparación del terreno		Gl.	1.00
02.2	Geotextil	Material	m ²	1552.00
		Colocación	m ²	1552.00
02.3	Geotubos de Protección	Mat. y col.	m	273.00
02.4	Enrocado de Protección	Material	m ³	713.00
		Colocación	m ³	713.00
02.5	Relleno	m ³	5180.00	
03 Tareas Complementarias				
03.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo		Gl.	1.00

TRAMO 1 (Alternativa B)				
Item.	Descripción		Unidad	Cantidad
01 Muro de Hormigón				
01.1	Limpieza y preparación del terreno		Gl.	1.00
01.2	Excavación		m ³	5707.00
01.3	Hormigón Armado		m ³	1848.00
01.4	Relleno y compactación		m ³	5110.00
01.5	Transporte de suelo en camión		m ³	600.00
01.6	Accesos a Playa		U	4.00
02 Espigones transversales (Alternativa B: Gaviones)				
02.1	Limpieza y Preparación del terreno		Gl.	1.00
02.2	Geotextil	Material	m ²	1100.00
		Colocación	m ²	1100.00
02.3	Colchonetas de base	Material	m ²	804.00
		Relleno	m ³	245.00
02.4	Gaviones de Protección	Colocación	m ³	245.00
		(1x0.5x2)	m ³	27.25
		(1x1x2)	m ³	218.00
		Relleno	m ³	245.25
02.5	Relleno	Colocación	m ³	245.25
		Relleno	m ³	5180.00
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	1107.00
01.3	Geotextil	Material	m ² 2980.00
		Colocación	m ² 2980.00
01.4	Hormigón Armado	m ³	435.00
01.5	Colchonetas de base	Material	m ² 2172.00
		Relleno	m ³ 652.00
		Colocación	m ³ 652.00
01.6	Relleno	m ³	2913.00
02 Tareas Complementarias			
02.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Gl.	1.00

6 COMPUTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

6.1 Composición del Presupuesto

Se efectuó el cómputo de las cantidades de obra necesarias para materializar la estructura de defensa de los distintos tramos en los que se subdividió la misma, considerándose las unidades de medida y los costos unitarios de forma de obtener los costos directos de obra.

Para la obtención del precio final de cada obra se consideró el siguiente esquema de presupuesto:

a. Costo de Obra (C.O)

➤ Costos Directos (C.D)

- Comprende los materiales, la mano de obra y las máquinas y equipos necesarios para la materialización de cada tramo. En este rubro se consideró, también, la proporción correspondiente a la elaboración del proyecto ejecutivo de la obra, en cada tramo.

➤ Costos Indirectos (C.I)

- Comprende trabajos complementarios tales como realización de tareas topográficas adicionales, transportes auxiliares, movilización, etc.
- Se consideró un 5 % del C.D.

➤ Gastos Generales (G.G)

- Se consideró un 15 % del C.D.

➤ Costo de Obra (C.O)

- El costo de obra total surge de $C.D + C.I + G.G$.

b. Precio Total sin impuestos (P.T s/I)

➤ Gastos Financieros (G.F)

- Se adoptó un 2 % de C.O

➤ Beneficios (B)

- Se consideró un 10 % del C.O.

➤ Precio Total sin Impuestos (P.T. s/I)

- El precio total sin impuestos surge de C.O. + G.F + B

c. Precio Total con impuestos (P.T c/I)

➤ Impuestos (I = IVA + IB)

- Se adoptó un 22.5 % de P.T. s/I

➤ Precio Total con Impuestos

- Surge de considerar P.T. s/I + I

El análisis de las cantidades de obra se efectuó por cada tramo de obra considerado, destacándose que en el tramo 1 se analizaron las dos variantes de espigones consideradas.

En el siguiente punto se resumen los cálculos y presupuestos de cada tramo, en tanto que en el punto 6.3 se detalla una planilla resumen con el costo total de la obra de defensa propuesta.

6.2 Computo y presupuesto de obras por tramo

TRAMO 1 (Alternativa A)							
Item.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total	
01 Muro de Hormigón							
01.1	Limpieza y preparación del terreno	Gl.	1.00	-----	30000.0		
01.2	Excavación	m ³	5707.00	29.0	165503.0		
01.3	Hormigón Armado	m ³	1848.00	500.0	924000.0		
01.4	Relleno y compactación	m ³	5110.00	25.0	127750.0		
01.5	Transporte de suelo en camión	m ³	600.00	10.0	6000.0		
01.6	Accesos a Playa	U	4.00	10000	40000.0	1,293,253.00	
02 Espigones transversales (Alternativa A: Geotubos)							
02.1	Limpieza y Preparación del terreno	Gl.	1.00	-----	15000.00		
02.2	Geotextil	Material	m ²	1552.00	5.0	7760.00	
		Colocación	m ²	1552.00	1.5	2328.00	
02.3	Geotubos de Protección	Mat. y col.	m	273.00	600.00	163800.00	
02.4	Enrocado de Protección	Material	m ³	713.00	40.0	28520.00	
		Colocación	m ³	713.00	40.0	28520.00	
02.5	Relleno	m ³	5180.00	25.0	129500.00	375,428.00	
03 Tareas Complementarias							
03.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Gl.	1.00	-----	-----	35,000.00	
Costo Directo (01+02+03)						1,703,681.00	

PRESUPUESTO TRAMO 1 - ALTERNATIVA A					
Item.	Descripción	Unidad		Costo Parcial	Costo Total
I COSTO DE OBRA					
I.1	Costo Directo Total		(01+02+03)	1,703,681.00	
I.2	Costos Indirectos		5 % (I.1)	85,184.00	
2.3	Gastos Generales		15 % (I.1)	255,552.00	2,044,417.00
II PRECIO TOTAL SIN IMPUESTOS					
II.1	Gastos Financieros		2 % (I)	40,888.00	
II.2	Beneficios		10 % (I)	204,442.00	2,289,747.00
III PRECIO TOTAL CON IMPUESTOS					
III.1	Impuestos		22.5 % (II)	515,193.00	2,804,940.00
PRECIO TOTAL TRAMO 1					2,804,940.00

TRAMO 1 (Alternativa B)						
Item.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total
01 Muro de Hormigón						
01.1	Limpieza y preparación del terreno	Gl	1.00	----	30000.0	
01.2	Excavación	m ³	5707.00	29.0	165503.0	
01.3	Hormigón Armado	m ³	1848.00	500.0	924000.0	
01.4	Relleno y compactación	m ³	5110.00	25.0	127750.0	
01.5	Transporte de suelo en camión	m ³	600.00	10.0	6000.0	
01.6	Accesos a Playa	U	4.00	10000	40000.0	1,293,253.00
02 Espigones transversales (Alternativa B: Gaviones)						
02.1	Limpieza y Preparación del terreno	Gl.	1.00	----	15000.00	
02.2	Geotextil	Material	m ²	1100.00	5.0	5500.00
		Colocación	m ²	1100.00	1.5	1650.00
02.3	Colchonetas de base	Material	m ²	804.00	24.0	19296.00
		Relleno	m ³	245.00	40.0	9800.00
		Colocación	m ³	245.00	40.0	9800.00
02.4	Gaviones de Protección	(1x0.5x2)	m ³	27.25	124.0	3379.00
		(1x1x2)	m ³	218.00	66.0	14388.00
		Relleno	m ³	245.25	40.0	9810.00
		Colocación	m ³	245.25	40.0	9810.00
02.5	Relleno	m ³	5180.00	25.0	129500.00	227,933.00
03 Tareas Complementarias						
03.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Gl.	1.00			30,500.00
Costo Directo (01+02+03)						1,551,686.00

PRESUPUESTO FINAL TRAMO 1 - ALTERNATIVA B					
Item.	Descripción	Unidad		Precio Parcial	Precio Total
I COSTO DE OBRA					
I.1	Costo Directo Total		(01+02+03)	1,551,686.00	
I.2	Costos Indirectos		5 % (I.1)	77,584.00	
2.3	Gastos Generales		15 % (I.1)	232,753.00	1,862,023.00
II PRECIO TOTAL SIN IMPUESTOS					
II.1	Gastos Financieros		2 % (I)	37,240.00	
II.2	Beneficios		10 % (I)	186,202.00	2,085,465.00
III PRECIO TOTAL CON IMPUESTOS					
III.1	Impuestos		22.5 % (II)	469,230.00	2,554,695.00
PRECIO TOTAL TRAMO 1					2,554,695.00

TRAMO 2						
Item.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total
01 Muro de Protección						
01.1	Limpieza y Preparación del terreno	Gl.	1.00	-----	15000.00	
01.2	Excavación	m ³	1107.00	29.0	32103.00	
01.3	Geotextil	Material	m ²	2980.00	5.0	14900.00
		Colocación	m ²	2980.00	1.5	4470.00
01.4	Hormigón Armado	m ³	435.00	500.0	217500.00	
01.5	Colchonetas de base	Material	m ²	2172.00	24.0	52128.00
		Relleno	m ³	652.00	40.0	26080.00
		Colocación	m ³	652.00	40.0	26080.00
01.6	Relleno	m ³	2913.00	25.0	72825.00	461,086.00
02 Tareas Complementarias						
02.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Gl.	1.00	-----	-----	10,000.00
Costo Directo (01+02)						471,086.00

PRESUPUESTO FINAL TRAMO 2					
Item.	Descripción	Unidad		Precio Parcial	Precio Total
I COSTO DE OBRA					
I.1	Costo Directo Total		(01+02)	471,086.00	
I.2	Costos Indirectos		5 % (I.1)	23,554.00	
2.3	Gastos Generales		15 % (I.1)	70,663.00	565,303.00
II PRECIO TOTAL SIN IMPUESTOS					
II.1	Gastos Financieros		2 % (I)	11,306.00	
II.2	Beneficios		10 % (I)	56,530.00	633,139.00
III PRECIO TOTAL CON IMPUESTOS					
III.1	Impuestos		22.5 % (II)	142,456.00	775,595.00
PRECIO TOTAL TRAMO 2					775,595.00

TRAMO 3							
Item.	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Parcial	Precio Total	
01 Muro de Hormigón							
01.3	Hormigón Armado	m ³	1533.00	500.0	766500.0		
01.4	Relleno y compactación	m ³	1533.00	25.0	38325.0		
01.6	Accesos a Playa	U	7.00	12500	87500.0	892,325.00	
02 Talud de Protección							
02.1	Limpieza y Preparación del terreno	Gl.	1.00	----	35000.0		
02.2	Excavación	m ³	42110.00	29.0	1221190.0		
02.3	Geotextil	Material	m ²	24447.00	5.0	122235.0	
		Colocación	m ²	24447.00	1.5	36670.0	
02.4	Filtro de Grava	Material	U	1120.00	50.0	56000.0	
		Colocación	m ³	1120.00	40.0	44800.0	
02.5	Enrocado de Protección	Material	m ³	3551.00	40.0	142040.0	
		Colocación	m ³	3551.00	40.0	142040.0	
02.6	Bloques de Hormigón pref.	Material	m ³	5320.00	290.0	1542800.0	
		Colocación	m ³	11200.00	9.0	100800.0	
02.7	Pantalla de Hormigón pref.	Material	m ³	110.00	270.0	29700.0	
		Colocación	m	1179.00	1.5	1768.0	
02.8	Estacas de madera	--	786.00	60.0	47160.0		
02.9	Arcilla talud	Material	m ³	6720.00	28.0	188160.0	
		Colocación	m ³	6720.00	25.0	168000.0	
2.10	Relleno	Protección	m ³	37009.00	25.0	925225.0	
		Base	m ³	11200.00	8.0	89600.0	4,893,188.00
03 Tareas Complementarias							
03.1	Elaboración de Proyecto Ejecutivo	Gl.	1.00			116,000.00	
Costo Directo (01+02+03)						5,901,513.00	

PRESUPUESTO FINAL TRAMO 3						
Item.	Descripción	Unidad		Precio Parcial	Precio Total	
I COSTO DE OBRA						
I.1	Costo Directo Total		(01+02)	5,901,513.00		
I.2	Costos Indirectos		5 % (I.1)	295,076.00		
I.3	Gastos Generales		15 % (I.1)	885,227.00		7,081,816.00
II PRECIO TOTAL SIN IMPUESTOS						
II.1	Gastos Financieros		2 % (I)	141,636.00		
II.2	Beneficios		10 % (I)	708,182.00		7,931,634.00
III PRECIO TOTAL CON IMPUESTOS						
III.1	Impuestos (IVA + IB)		22.5 % (II)	1,784,618.00		9,716,252.00
PRECIO TOTAL TRAMO 3						9,716,252.00

6.3 Resumen de Presupuestos de Obra

Se resumen los costos finales de la obra de defensa, considerando para ello dos alternativas que contemplan la ejecución de los espigones del tramo 1 con distintos materiales.

Alternativa A

Tramo	Descripción	Precio (\$)
1	Muro de Hormigón + espigones con Geotubos	2,804,940.00
2	Muro de Hormigón	775,595.00
3	Muro de Hormigón + protección a talud	9,716,252.00
Precio Total de la alternativa A		13,296,787.00

Alternativa B

Tramo	Descripción	Precio (\$)
1	Muro de Hormigón + espigones con Gaviones	2,554,695.00
2	Muro de Hormigón	775,595.00
3	Muro de Hormigón + protección a talud	9,716,252.00
Precio Total de la alternativa B		13,046,542.00

Tomando en consideración que las alternativas serán desarrolladas a nivel de anteproyecto y posteriormente a nivel de proyecto ejecutivo, se optará por la alternativa más conveniente en dichas etapas. En esta selección se considerarán no sólo aspectos económicos, sino también constructivos.

Por las razones expuestas se considera el costo de la alternativa más elevada a fin de establecer el orden de magnitud del precio total de la obra de defensa, el cual asciende a la suma de *Pesos Trece Millones Doscientos Noventa y Seis Mil Setecientos Ochenta y Siete (\$ 13,296,787.00)*

FIGURAS

Y

FOTOGRAFIAS

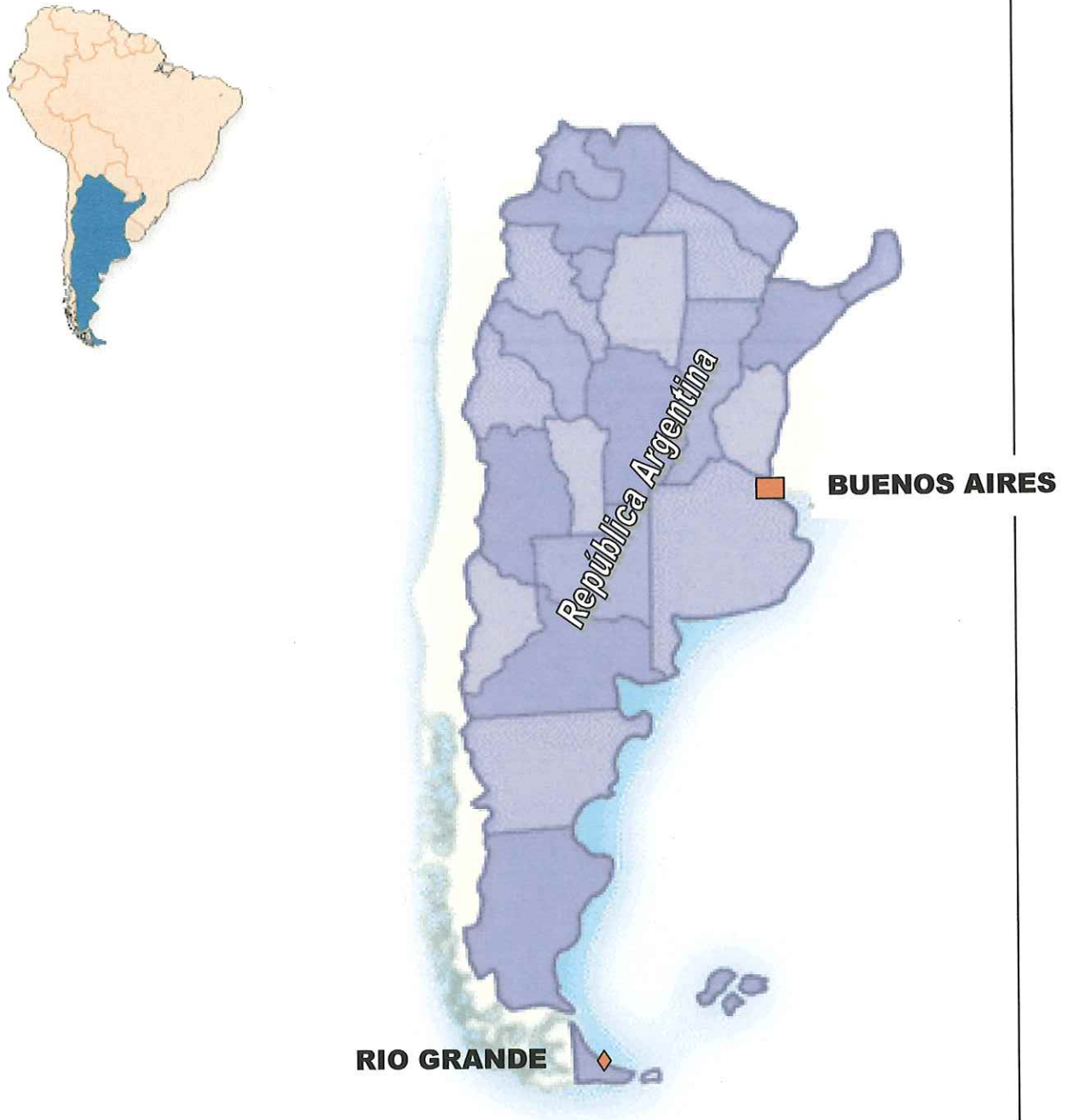


FIGURA 1 . Ubicación geográfica



FIGURA 2 . Provincia de Tierra del Fuego



FIGURA 3 . Rio Grande - Carta de imagen satelital (IGM, 1986)



FIGURA 4 - Area de influencia del proyecto

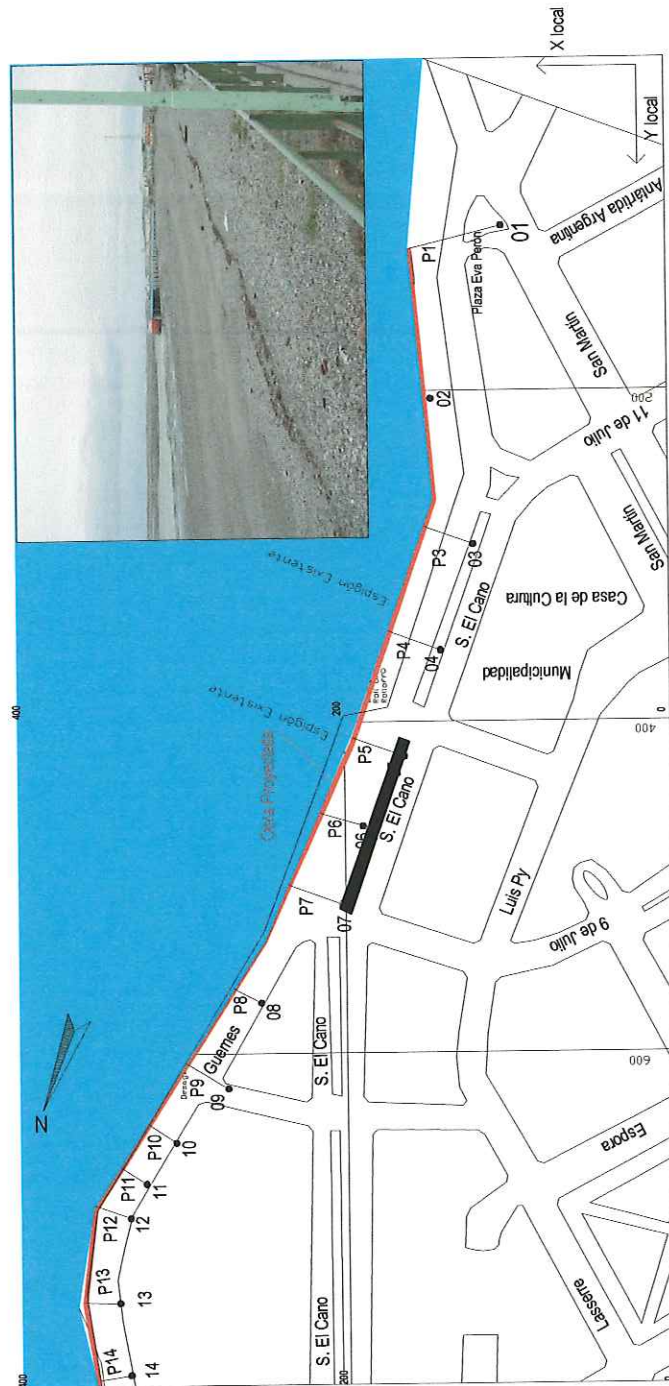


FIGURA 5 – Tramo 1 de la defensa costera

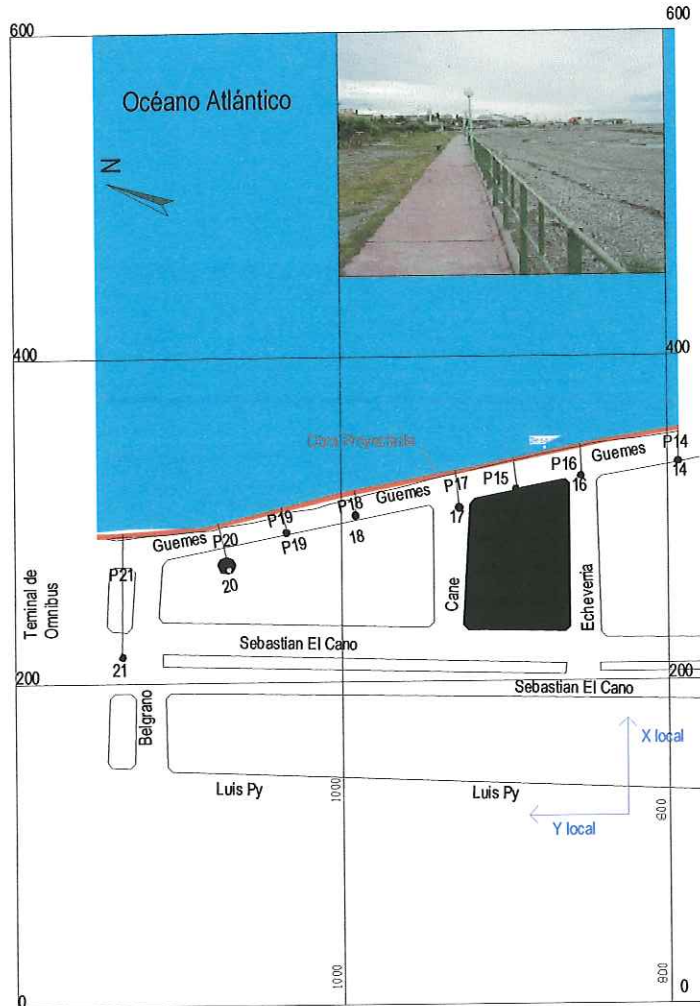


FIGURA 6 - Tramo 2 de la defensa costera

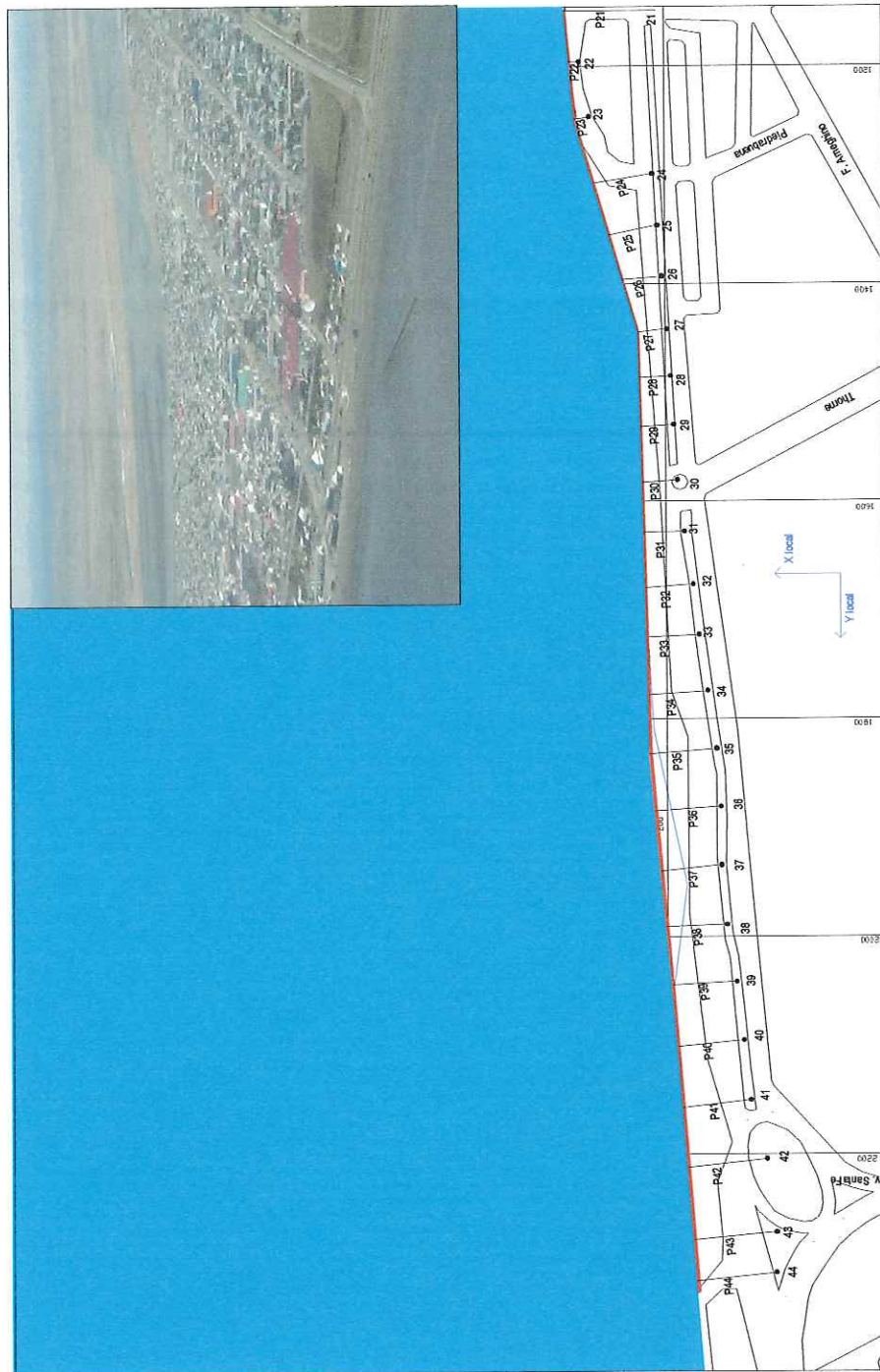


FIGURA 7 – Tramo 3 de la defensa costera

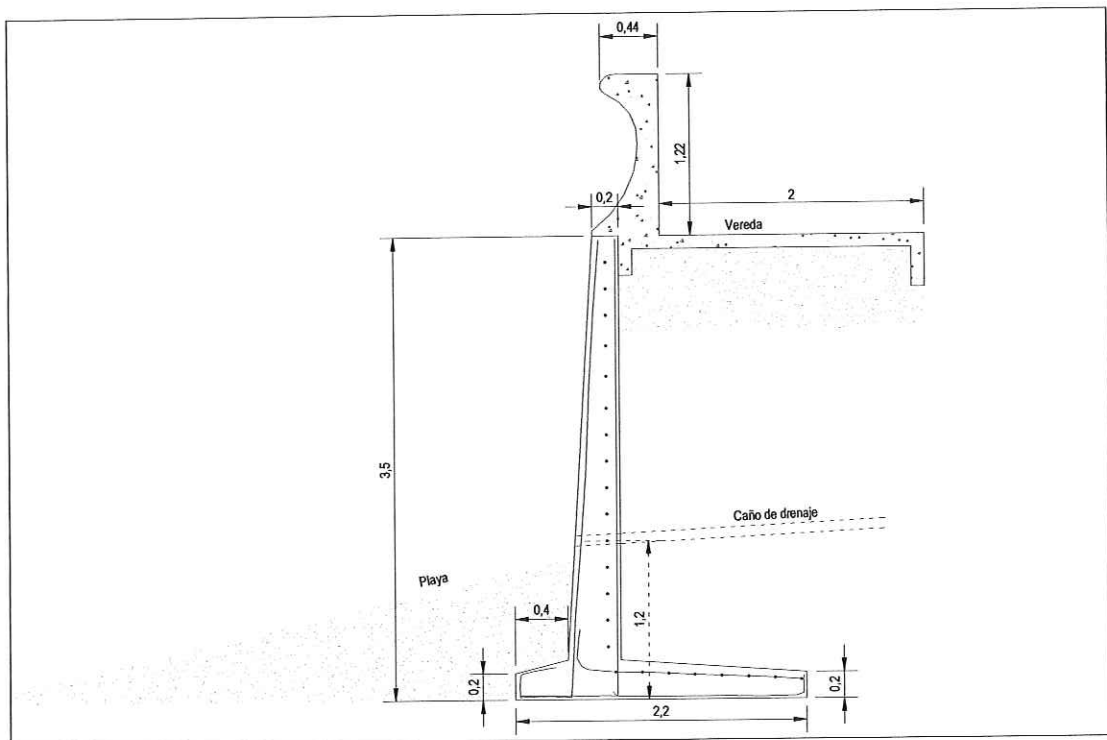


FIGURA 8 – Esquema de obra de defensa costera (Tramo 1)

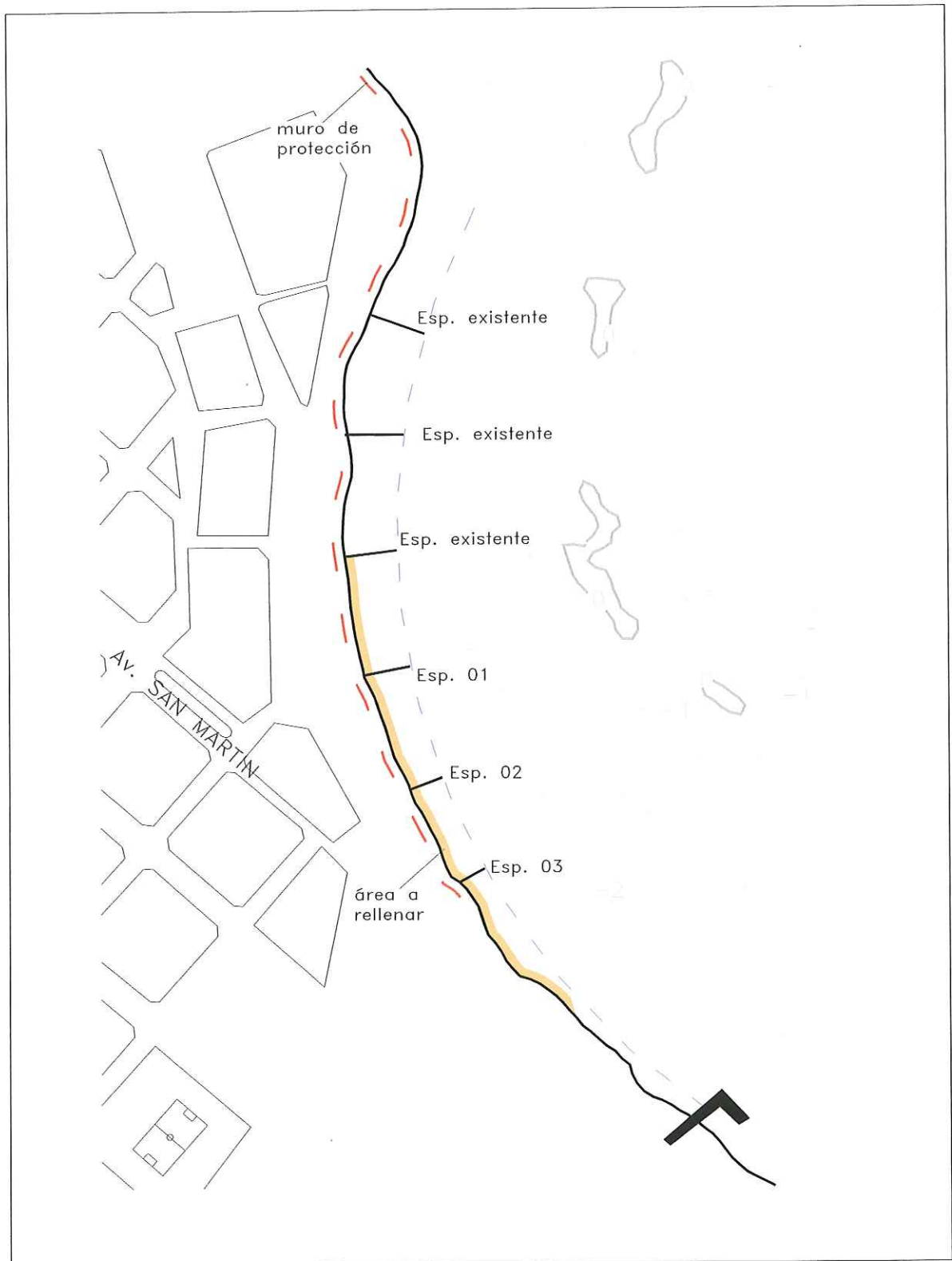


FIGURA 9 – Espigones Tramo 1 – Vista en planta

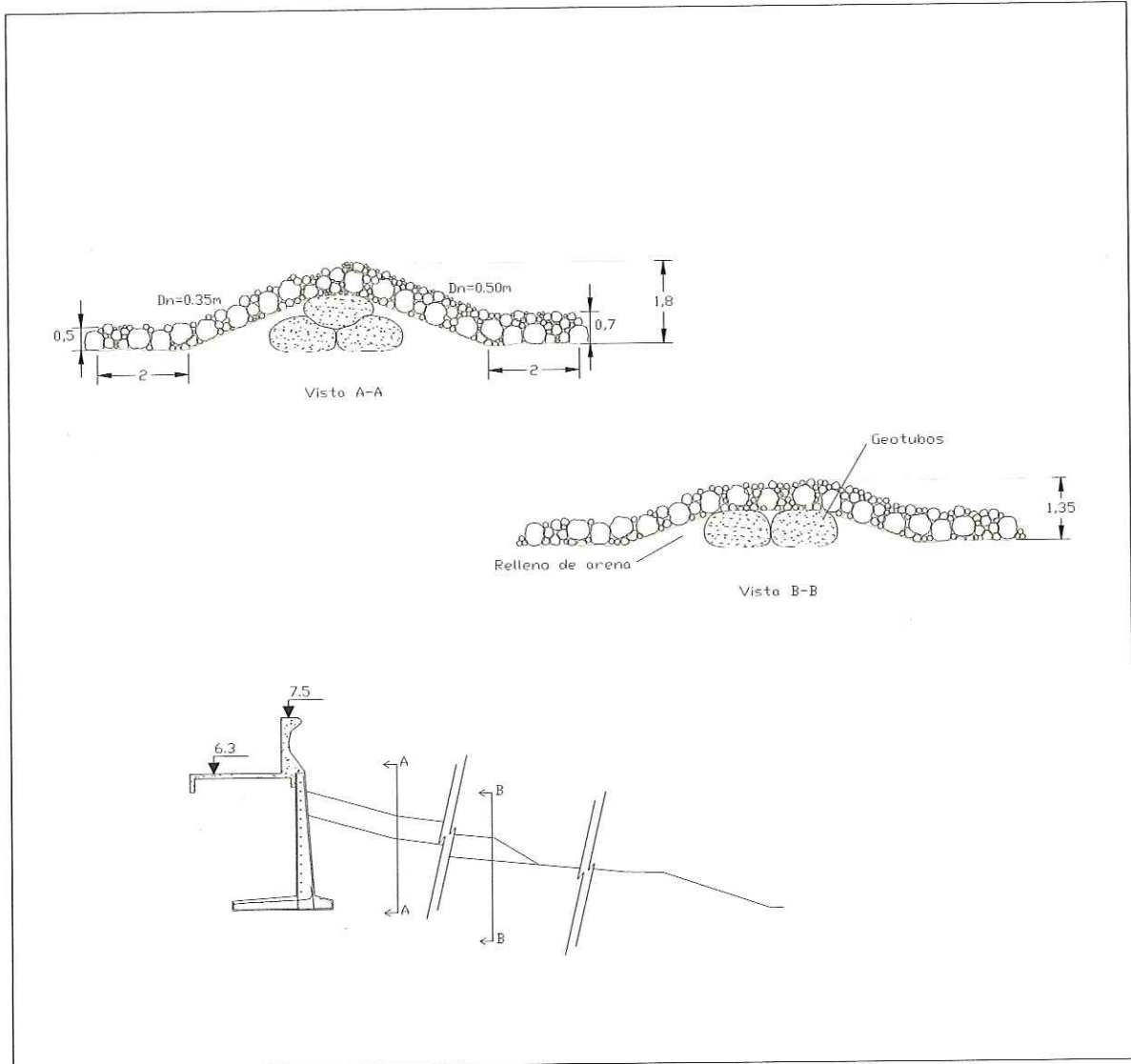


FIGURA 10 - Espigones en Tramo 1. Alternativa A

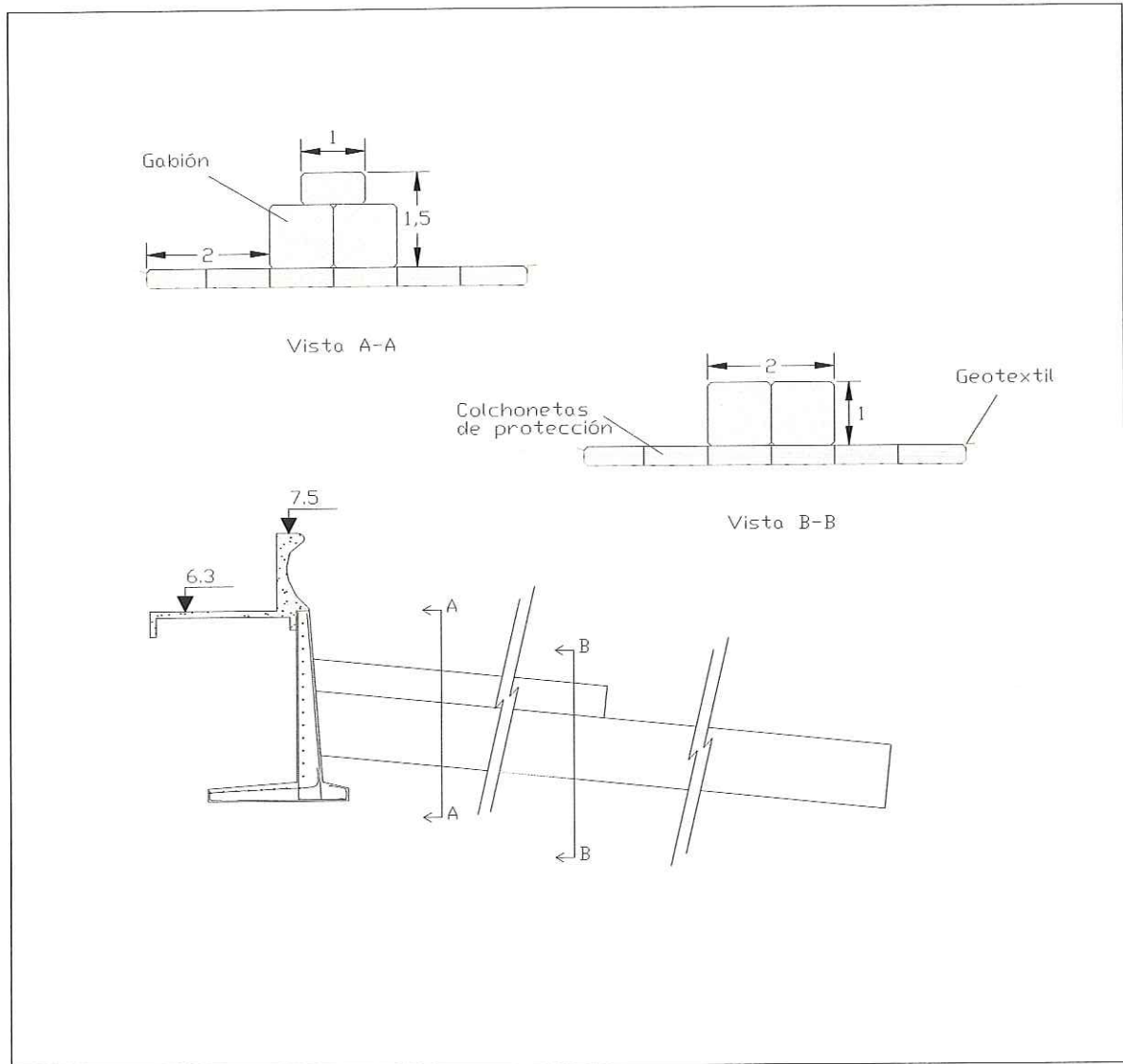


FIGURA 11 – Espigones Tramo 1 – Alternativa B

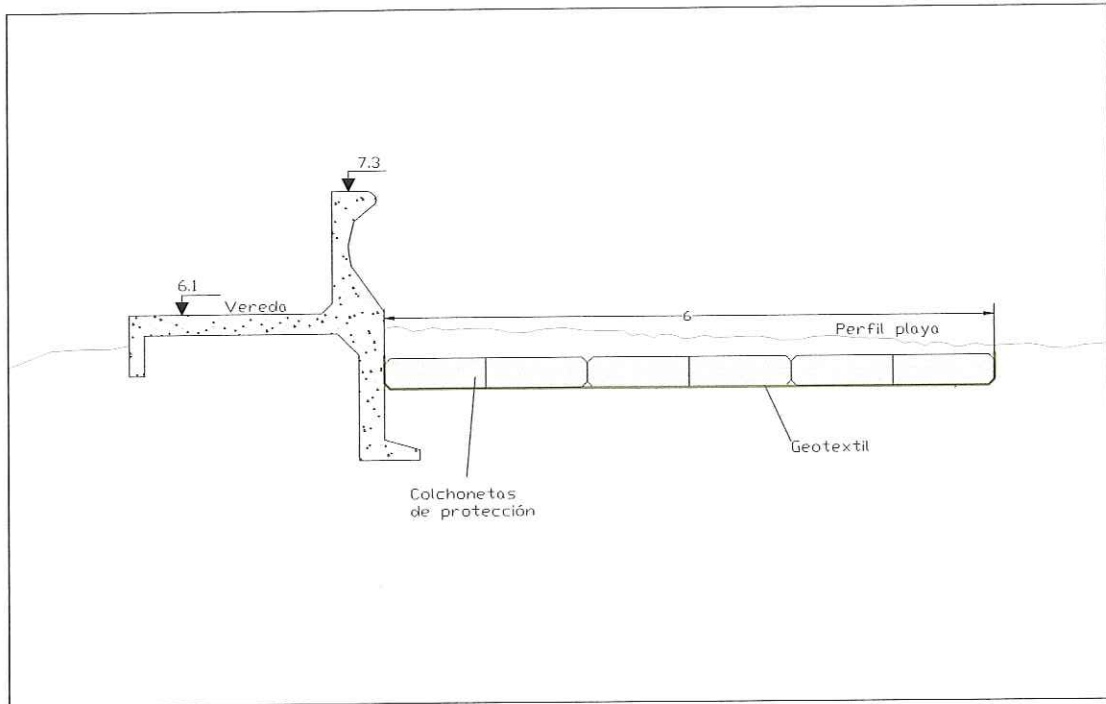


FIGURA 12 – Esquema de obra de defensa para el Tramo 2

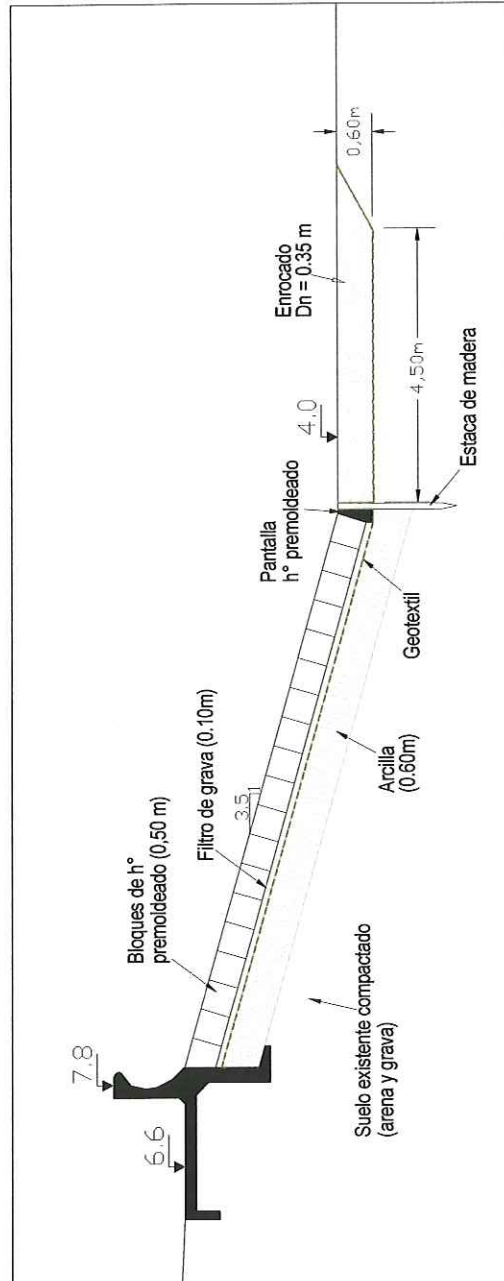


FIGURA 13 – Esquema de defensa costera para el Tramo 3

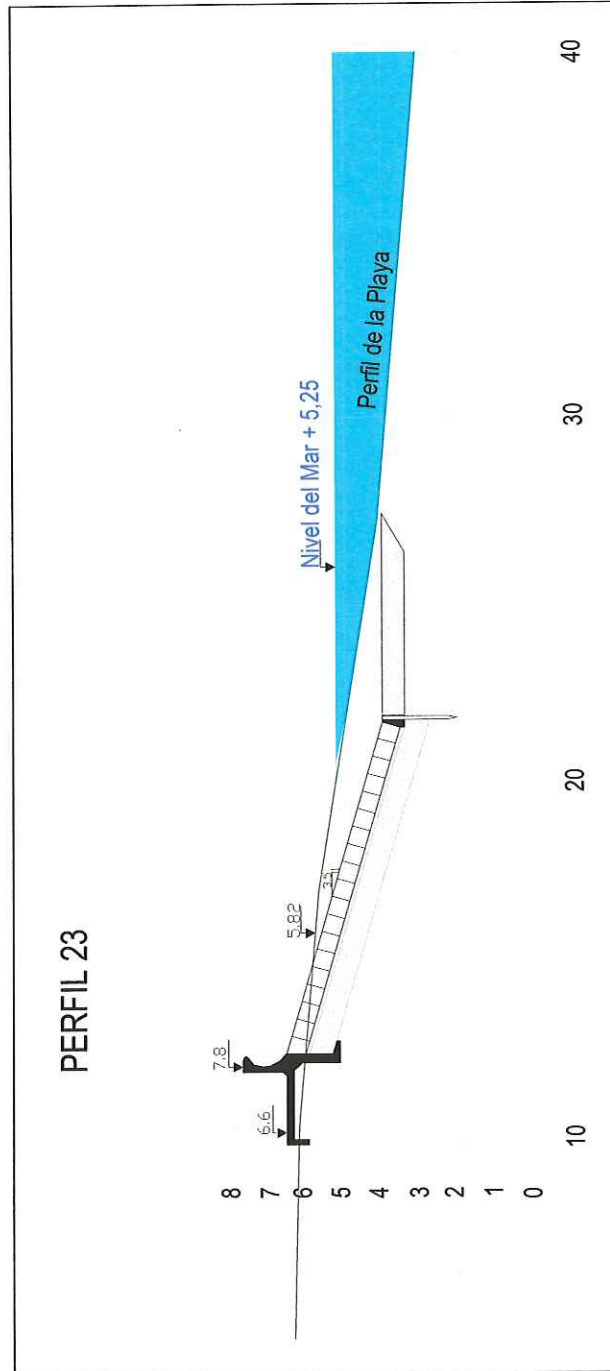


FIGURA 14 – Defensa costera – Tramo 3 – Perfil 23 (Hotel Isla del Mar)

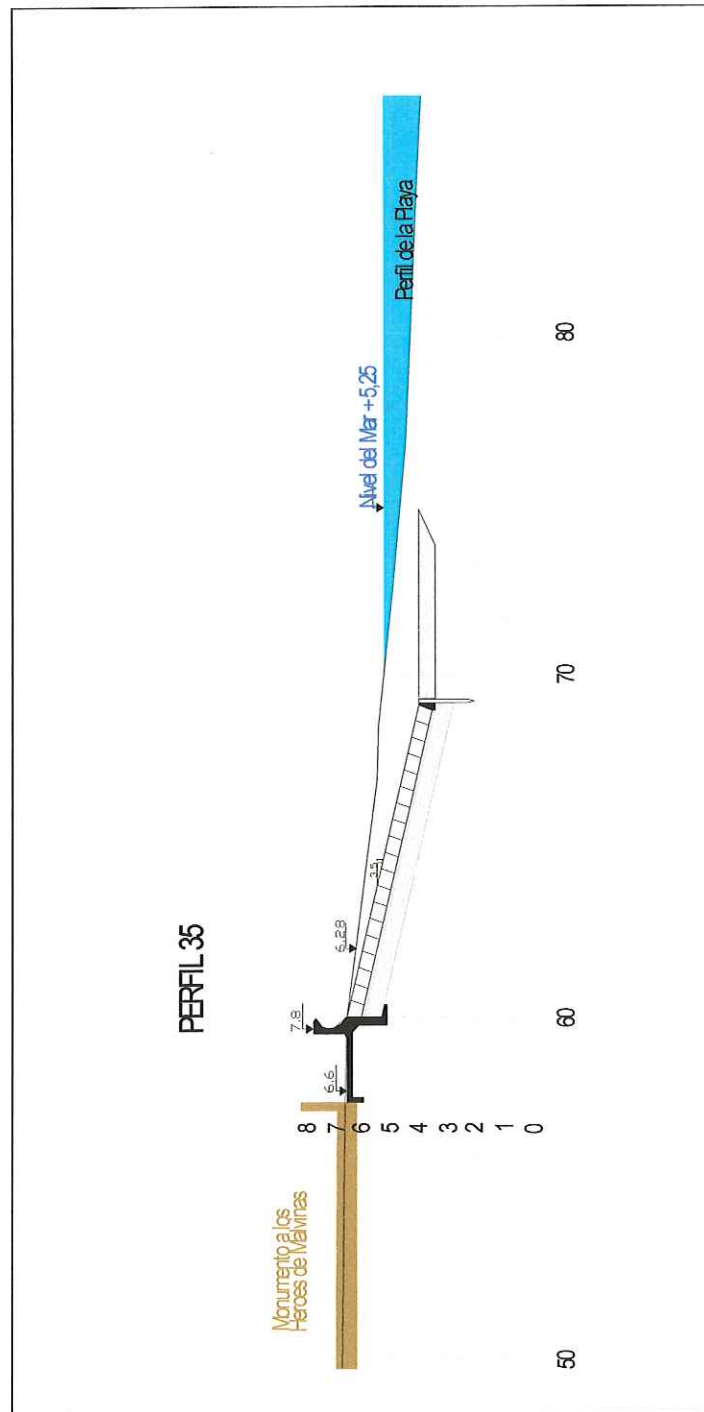


FIGURA 15 – Defensa costera – Tramo 3 – Perfil 35 (Monumento a Malvinas)

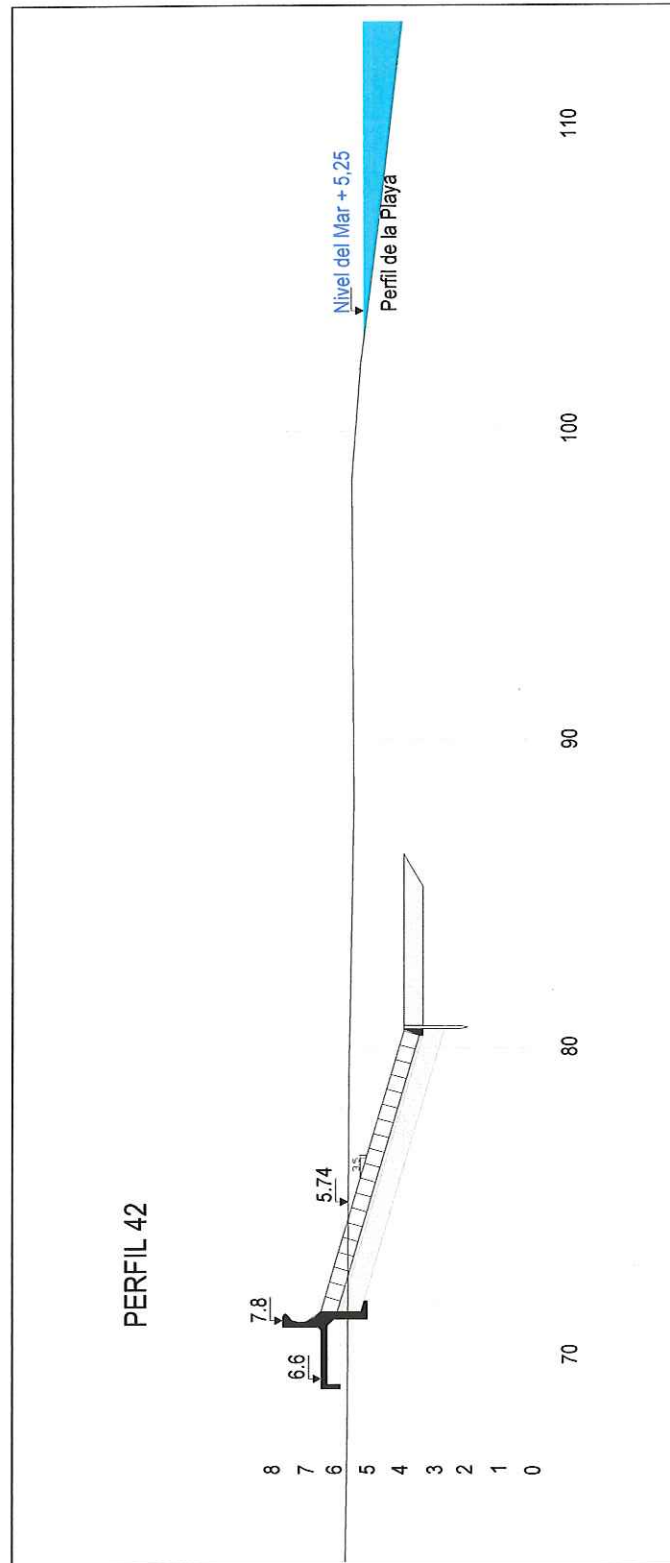


FIGURA 16 - Defensa costera – Tramo 3 – Perfil 42 (Av. Santa Fé)



FOTOGRAFIA 1 – Vista Aérea de la desembocadura del Río Grande



FOTOGRAFIA 2. Vista aérea de la desembocadura del Río Grande en el tramo de la defensa costera proyectada.



FOTOGRAFIA 3 . Vista aérea de la costa marítima en el tramo de la obra proyectada.



FIGURA 4 - Erosión costera por acción del oleaje



FOTOGRAFIA 5 - Obra de defensa costera en la Provincia de Chubut