

**INVERSIONES AMX CHILE LTDA.**  
**PROYECTO TERMINAL MULTIPROPÓSITO**

**INFORME TÉCNICO**

**DETERMINACIÓN Y PROPOSICIÓN DE  
ANCHO DE ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL**

**PROYECTO ADUCCIÓN Y DESCARGA DE AGUA DE MAR  
PUNTA CACHOS, III REGIÓN**

N° AQ-O0705-ZPL

Rev.0

**Preparado por:**



**Para:**

**PROCONSA INGENIERÍA**

**Noviembre, 2007**

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1.0</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>2</b>
1.1	Objetivos .....	3
1.2	Localización de la descarga.....	3
1.3	Concesión marítima .....	4
<b>2.0</b>	<b>METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE ANCHO DE ZPL.....</b>	<b>5</b>
2.1	Registros de olas satelitales .....	5
2.2	Transferencia de oleaje a la costa .....	6
2.3	Pendiente del fondo marino .....	7
2.4	Altura de ola rompiente .....	8
2.5	Zona de Protección Litoral .....	8
<b>3.0</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>9</b>
3.1	Datos de oleaje costa afuera.....	9
3.2	Transferencia de oleaje a la costa .....	10
3.3	Pendiente del fondo marino .....	12
3.4	Altura de ola rompiente .....	13
3.5	Zona de Protección Litoral .....	13
<b>4.0</b>	<b>DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>5.0</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>15</b>

## 1.0 INTRODUCCIÓN

INVERSIONES AMX CHILE LTDA., se encuentra desarrollando el estudio de prefactibilidad de una Central Termoeléctrica, para lo cual se está evaluando construir obras de captación y de descarga de agua de mar en Punta Cachos, Comuna Copiapó, III Región.

La utilización de agua de mar natural para enfriamiento de la Central, y su posterior descarga al mar, implica atender los aspectos ambientales involucrados en el proyecto, para minimizar el impacto y dar cumplimiento a las normas vigentes. En este sentido, la descarga de agua proyectada debe cumplir con los estándares de emisión establecidos en el D.S. N°90/2000 MINSEGPRES “*Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales*”, el cual fija distintos criterios de emisión para descargas dentro o fuera de la Zona de Protección Litoral.

La **Zona de Protección Litoral (ZPL)** es un ámbito territorial de protección ambiental vinculado al D.S. N° 90/2001 MINSEGPRES, que corresponde a la franja de playa, agua y fondo de mar adyacente a la costa continental o insular, delimitada por una línea superficial imaginaria, medida desde la línea de baja marea de sicigia, que se orienta paralela a ésta y que se proyecta hasta el fondo del cuerpo de agua, fijada por la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante en conformidad a la siguiente fórmula:

$$A = \frac{[1.28 \times H_b]}{m} \times 1.6$$

En que,

A = Ancho zona de protección litoral medido desde la traza NRS (cota cero, m)

H<sub>b</sub> = Altura media de la rompiente (m), determinada con la metodología *hindcasting* u otro equivalente autorizado por la Autoridad Marítima.

m = Pendiente del fondo marino.

Conocer el ancho de la zona de protección litoral tiene gran relevancia para la correcta aplicación del D.S. N° 90, ya que los criterios de emisión para la evacuación de residuos líquidos al mar, son más rigurosos dentro de la ZPL que fuera de ella.

En este contexto, INVERSIONES AMX CHILE LTDA., ha encargado la reunión de antecedentes científicos para abordar, de acuerdo con la normativa vigente, la determinación de ancho de ZPL del sector donde proyecta construir obras de disposición de su efluente al mar.

El estudio que sigue, determina el ancho de la Zona de Protección Litoral del sector de proyecto, con la finalidad de ser presentado a la Autoridad Marítima para su análisis y revisión.

### 1.1 Objetivos

Los objetivos de este informe, son:

- Determinar la ZPL del sector donde se emplazará el efluente de la Central Termoeléctrica.
- Disponer de antecedentes técnicos para solicitar a la Autoridad Marítima la aprobación y fijación del ancho de la ZPL.

### 1.2 Localización de la descarga

La descarga de la Central se localizará en el sector costero entre Isla Cima Cuadrada y Punta Cachos, Comuna Copiapó (Figura 1). El área de proyecto se ubica aproximadamente a 71 Km al sur del núcleo urbano de la ciudad de Caldera, en las siguientes coordenadas geográficas:

**Coordenadas geográficas  
Ubicación descarga de agua de mar proyectada**

Coordenadas UTM		Coordenadas geodésicas	
Este	Norte	Longitud	Latitud
298898	6936006	71° 02' 21.1" W	27° 41' 06.7" S

Datum: WGS-84

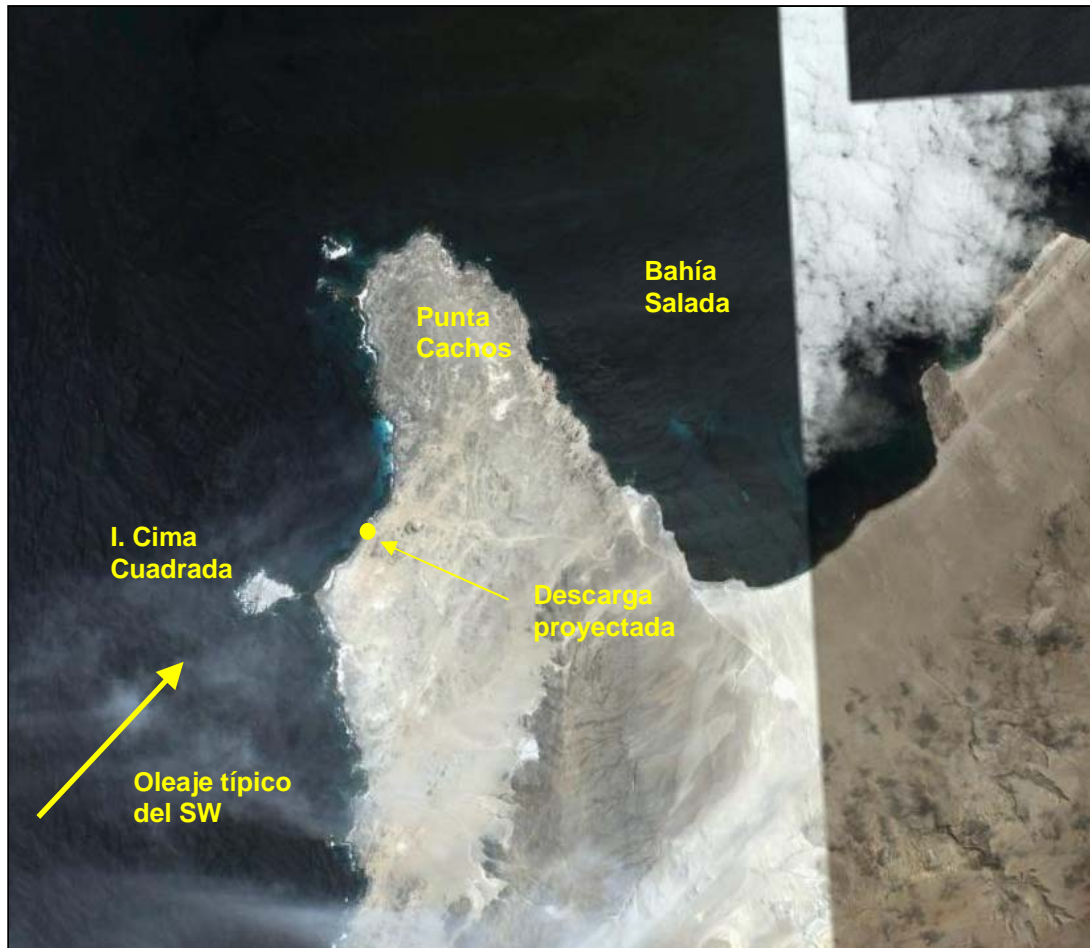


Figura 1. Localización geográfica sitio de proyecto.

### 1.3 Concesión marítima

La concesión marítima del sector en el cual se emplazarán las obras será solicitada en paralelo con los estudios ambientales del proyecto.

Teniendo totalmente definida la ubicación de las obras, se procederá a la tramitación del permiso antes señalado.

## 2.0 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE ANCHO DE ZPL

La determinación de ancho de ZPL se realiza de acuerdo con la siguiente pauta:

- Se reúne y analiza información satelital de las olas costa afuera Punta Cachos.
- Se realiza la transferencia de olas al sitio de proyecto. Para este efecto se analiza la propagación de los trenes de olas mediante la aplicación de un modelo numérico de refracción de oleaje
- En función de la altura y pendiente del fondo marino se evalúa la altura de la ola rompiente ( $H_b$ ).
- Finalmente, se aborda el cálculo de la ZPL de acuerdo con la fórmula indicada en el D.S. N° 90/2000 MINSEGPRES.

### 2.1 Registros de olas satelitales

El agente forzante de las olas de gravedad es el viento, ya que este proporciona la energía primaria para el desarrollo y generación del oleaje. Su efecto específico, en términos de transferencia de energía al océano está determinado por las condiciones locales, las que pueden ser modificadas por la topografía del área, la estación del año, distancia que recorre y número de horas que actúa.

En este contexto, y para reunir información de oleaje del área de estudio, se recopiló registros de olas satelitales del sitio público “7300.nrlssc.navy.mil/altimetry”.

Los satélites entregan mediciones de alturas significativas de olas ( $H_s$ ) en intervalos cada 1 segundo o cada 7 km, a lo largo de su superficie de barrido. Dependiendo del satélite, hay un registro puntual de  $H_s$  cada 5 o 15 días.

Para efectos de este estudio, se analizaron los datos de oleaje medidos por el satélite GFO para la región costa afuera de Punta Cachos, con información disponible entre octubre 2001 a junio de 2006.

La Figura 2 muestra la trayectoria de barrido del satélite, y las regiones geográficas analizadas en este estudio.

La información de oleaje fue organizada estacionalmente, con la finalidad de determinar las condiciones medias de verano, otoño, invierno y primavera.

Debe consignarse que los satélites entregan como resultado de condición de oleaje en mar abierto, el valor de altura significativa ( $H_s$ ). Este es un parámetro estadístico que se obtiene al promediar el tercio superior del espectro total de olas, sin embargo, como en un

evento cualquiera ocurren simultáneamente una gama de alturas de olas, el parámetro  $H_s$  representa la fracción de las olas más altas presentes.

La altura media de oleaje ( $H_m$ ) se determina con la siguiente relación propuesta por la teoría Rayleigh de olas:

$$H_m = 0,63 \times H_s$$

En que:

$H_m$ : altura media del oleaje

$H_s$ : altura significativa del oleaje

## 2.2 Transferencia de oleaje a la costa

Los registros de olas satelitales representan las condiciones en mar abierto. Este oleaje al propagarse a sectores de baja profundidad, queda afecto al fenómeno de refracción o deflexión de los trenes de olas que van adquiriendo una posición paralela a la geometría de la línea de costa, y en consecuencia, su dirección y altura cambiará, de acuerdo con la siguiente relación:

$$H_r = H_o \times K_r$$

$H_o$ : Altura de ola en mar abierto

$H_r$ : Altura de ola refractada en el sitio de proyecto (costa)

$K_r$ : Coeficiente de refracción o de transferencia de oleaje

Para efectos de determinar las alturas de olas en el sector de proyecto, se estimaron los coeficientes de transferencia ( $K_r$ ), aplicando la ley de Snell y la teoría lineal de oleaje, de acuerdo con los siguientes supuestos:

- Profundidad a la cual hacer la transferencia: 10 metros de profundidad
- Direcciones de olas NW, W y SW
- Período de olas 12 segundos (valores modales)
- Nivel de marea 0 metros (NRS)

Como elemento esencial de cálculo, se prepararon diagramas de refracción de oleaje, y en base a estos, de determinaron los valores de los coeficientes de transferencia  $K_r$ , de acuerdo con la siguiente relación:

$$K_r = \sqrt{\frac{A_o}{A}}$$

donde,

$A_o$ : Separación inicial de dos rayos de olas costa afuera

A: Separación final de dos rayos de olas en el sitio de proyecto

Para el trazado de los frentes de olas se usó de referencia la siguiente información cartográfica:

- Imagen satelital obtenida del sitio público <http://maps.google.com/>
- Perfiles Batimétricos Oceánicos, Sector Punta Cachos - Isla Cima Cuadrada, AQUACIEN, 2007.
- Levantamiento Batimétrico Exploratorio, Sector Toma y Descarga de Agua de Mar, AQUACIEN, 2007.
- Levantamiento de Línea de Costa con inspección SHOA, método GPS diferencial, Punta Cachos, AQUACIEN, 2007.

La información cartográfica fue georreferenciada al sistema UTM WGS-84. Luego, mediante una interpolación lineal con triangulación, se preparó una grilla batimétrica, que se usó después para el análisis de la refracción. La Figura 3 presenta el relieve submarino del área de estudio.

El análisis de la refracción se realizó con un programa de simulación numérica de aproximación parabólica desarrollado por AQUACIEN, el cual analiza el comportamiento de un tren de olas que se propaga sobre el fondo marino.

Los resultados del análisis numérico de refracción consisten en alturas de olas oceánicas transferidas al sector de proyecto (aguas someras), considerando los efectos de la batimetría del área.

### **2.3 Pendiente del fondo marino**

La pendiente de fondo marino se determinó en función de levantamientos batimétricos exploratorios realizados recientemente en el sector de estudio.

Del plano batimétrico adjunto al final de este informe, se obtuvo la distancia desde el NRS hasta donde se ubican las isóbatas de 5, 10 y 15 metros de profundidad.



## 2.4 Altura de ola rompiente

Las olas de diferente altura sólo pueden persistir como tales dependiendo de la profundidad del mar. En general, las olas rompen cuando la relación de su altura a la profundidad del mar está en el rango entre 0.8 y 1.2, aproximadamente. Así, una ola de 1.0 m de altura rompe a profundidades entre 0.8 y 1.2 metros.

Para determinar las alturas de olas rompientes ( $H_b$ ) se empleó la relación sugerida por la DIRECTEMAR, de acuerdo con Komar y Gaughan (1972) y las modificaciones introducidas por Rattanapitikon y Shibayama (2000):

$$H_b = (10,02 \text{ m}^3 - 7,46 \text{ m}^2 + 1,32 \text{ m} + 0,55) \times H_r (H_r / L_o)^{-1/5}$$

En que,

$H_b$  : Altura de ola rompiente, m

$m$  : Pendiente del fondo marino donde ocurre el rompimiento de ola

$H_r$  : Altura de la ola transferida a costa (refractada), m

$L_o$  : Longitud de ola en agua profunda, m

## 2.5 Zona de Protección Litoral

El cálculo de la ZPL se realizó con la ecuación descrita en el artículo primero, párrafo 3.13 del D.S. N° 90/2000 MINSEGPRES.

Como el ancho de ZPL depende de la pendiente de fondo marino, la que tiene rangos de variación entre lugares diferentes de la costa, estos cálculos se realizaron en el sector de proyecto.

Además, y en consideración a que el ancho de la ZPL fluctúa según la estación del año, se empleó el valor de ola rompiente que determina un mayor ancho de ZPL, y así se asegura de proteger siempre la flora y fauna litoral y tener una zona de seguridad para el baño y contacto directo (DGTM Y MM ORDINARIO A.-53-004).

### 3.0 RESULTADOS

#### 3.1 Datos de oleaje costa afuera

La tabla 1 presenta el resumen estadístico de los registros satelitales de olas, y la Figura 4 muestra los datos a la forma de una serie de tiempo.

**Tabla 1**  
**Datos de oleaje de percepción remota**  
**Promedios estacionales de alturas de olas costa afuera Punta Cachos**

Estación	Nodo N° 1					Nodo N° 2				
	N°	Hs	Std	Hm	Std	N°	Hs	Std	Hm	Std
Verano	88	1.95	0.51	1.23	0.32	92	2.05	0.57	1.29	0.36
Otoño	100	2.11	0.67	1.33	0.42	102	2.41	0.85	1.52	0.54
Invierno	61	2.05	0.72	1.29	0.45	68	2.29	0.86	1.44	0.54
Primavera	90	2.07	0.54	1.31	0.34	92	2.28	0.68	1.44	0.43
<b>Año</b>	<b>339</b>	<b>2.05</b>	<b>0.61</b>	<b>1.29</b>	<b>0.38</b>	<b>354</b>	<b>2.26</b>	<b>0.76</b>	<b>1.42</b>	<b>0.48</b>

H<sub>s</sub>: Altura significativa de olas, m

H<sub>g</sub>: Altura media de olas, m

H<sub>Std</sub>: Desviación estándar, m

Fuente: Elaboración propia en base a datos de percepción remota

Los datos presentados entregan un buen indicio de las condiciones medias de oleaje en mar abierto. Se evidencia que las alturas significativas de olas son levemente inferiores en la región nodal N° 1 que N° 2, con un promedio general anual de 2,05 m y 2,26 m, respectivamente. Por su parte, las condiciones medias de olas quedan representadas por alturas entre 1,29 m (nodo N° 1) y 1,42 m (nodo N° 2).

Para efectos de determinar el ancho de la ZPL se tendrá en consideración los datos informados en el nodo N° 2, lo anterior, por contarse con mayor cantidad de registros en ese sector, y por corresponder a alturas de olas mayores, lo que representa condiciones más conservadoras.

Cabe consignar, que el D.S. N° 90/2001 solicita la determinación de la ZPL en función de la altura media del oleaje (H<sub>m</sub>), sin embargo, en este informe se ha optado por analizar el oleaje significativo (H<sub>s</sub>), lo que representa un escenario ambiental más conservador, con condiciones de olas más altas. En consecuencia, la ZPL calculada quedará circunscrita a una franja más ancha respecto de analizar el oleaje medio.

### Direcciones de olas

Los datos satelitales no contienen información respecto de la dirección del oleaje incidente. Para determinar la condición media direccional se recurrió a un estudio previo realizado por el consultor que suscribe en el año 1993.

La tabla siguiente presenta una estimación direccional de oleaje basado en el análisis de cartas sinópticas de superficie (hindcasting).

**Tabla 2**  
**Frecuencia direccional de oleaje**  
**Costa afuera Coquimbo - Caldera**

<b>MES</b>	<b>S – SW</b>	<b>W</b>	<b>NW</b>
	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Verano	82.3	11.9	5.8
Otoño	73.1	12.4	14.5
Invierno	56.5	19.6	24.0
Primavera	77.6	10.6	11.8
<b>Año</b>	<b>72.4</b>	<b>13.6</b>	<b>14.0</b>

Este antecedente evidencia que el clima de oleaje proviene mayoritariamente del S y SW, lo cual es consistente con la condición climática anticiclónica casi permanente que caracteriza a la zona geográfica del centro y norte de Chile.

### **3.2 Transferencia de oleaje a la costa**

#### Diagramas de refracción

La Figuras 5 a 7 ilustran el resultado de la refracción de los trenes de olas oceánicas que se propagan al sector de descarga proyectado.

Estos diagramas nos entregan una representación generalizada del comportamiento y propagación del oleaje en el área de estudio. En efecto, cuando los rayos de olas divergen, la energía del oleaje se reparte en una zona geográfica mayor, y por lo tanto las alturas de las olas disminuirán en esos sectores. Contrariamente, en promontorios rocosos y puntas se produce convergencia de ortogonales, resultando alturas de olas mayores.

En consideración al relieve submarino del área de estudio, se desprende lo siguiente:

### Oleaje del NW y W

Al examinar los diagramas presentados en las Figuras 5 y 6, se advierte que los rayos de olas divergen en el sector costero de proyecto, y en consecuencia, este oleaje llegará con algún grado de atenuación a la costa.

### Oleaje del SW

El diagrama mostrado en la Figura 7, evidencia que Isla Cima Cuadrada bloquea los trenes de olas de dirección SW, y en consecuencia este oleaje llegará muy atenuado al sitio de proyecto.

La conclusión que se desprende de este análisis, es que el sector definido para la descarga de agua, ofrece un excelente grado de protección al oleaje del tercer cuadrante.

### Coeficientes de transferencia

Los valores de los coeficientes de refracción ( $K_r$ ) del sector de estudio se entregan en la Tabla 3.

Estos coeficientes  $K_r$ , permiten cuantificar el fenómeno de la refracción: valores cercanos a la unidad ( $K_r = 1,0$ ), indican poca influencia en la modificación de las alturas de olas. Un valor mayor a  $K_r = 1,0$  indica que las alturas de olas aumentarán, en cambio, un valor menor a  $K_r = 1,0$  significa que la ola oceánica disminuirá su altura en ese sector.

**Tabla 3**  
**Coeficientes de transferencia,  $K_r$**   
**Profundidad de transferencia de 10 metros**

Dirección Oleaje	$K_r$
NW	0.69
W	0.64
SW	0.27

Fuente: Elaboración propia

Con estos coeficientes de transferencia se determinan las siguientes condiciones de oleaje en el sector de proyecto:

**Tabla 4**  
**Alturas significativas de olas transferidas a costa (valor promedio)**  
**Profundidad de transferencia de 10 metros**

ESTACION	Altura significativa oceánica $H_o$ (m)	Dirección SW ( $K_r=0,27$ )		Dirección W ( $K_r=0,64$ )		Dirección NW ( $K_r=0,69$ )		Altura transferida a costa $H_t$ (m)
		$H_t$ (m)	f (%)	$H_t$ (m)	f (%)	$H_t$ (m)	f (%)	
VERANO	2.05	0.55	82.3	1.31	11.9	1.41	5.8	0.69
OTOÑO	2.41	0.65	73.1	1.54	12.4	1.66	14.5	0.91
INVIERNO	2.29	0.62	56.5	1.47	19.6	1.58	24.0	1.01
PRIMAVERA	2.28	0.62	77.6	1.46	10.6	1.57	11.8	0.82
AÑO	2.26	0.61	72.4	1.45	13.6	1.56	14.0	0.86

$H_o$ : Altura significativa en mar abierto (valor promedio estacional)  
 $H_t$ : Altura transferida a costa  
 f: Frecuencia  
 Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Pendiente del fondo marino

La Tabla 5 entrega las pendientes medias del fondo marino en el rango de 0 a 15 metros de profundidad.

**Tabla 5**  
**Pendiente del fondo marino**

Tramo de Profundidad (m)	Distancia al NRS (m)	Pendiente (%)
0 – 5	52.7	9,5 %
0 – 10	117.8	8,5 %
0 – 15	217.7	6,9 %

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Altura de ola rompiente

En la Tabla 6 se entregan las alturas de olas rompientes determinadas a partir de la relación indicada en la sección 2.4.

**Tabla 6**  
**Alturas de olas rompientes (valor promedio)**

Estación	Altura significativa Oceánica (m)	Altura transferida a costa (m)	Altura ola rompiente (m)
Verano	2.05	0.69	1.35
Otoño	2.41	0.91	1.68
Invierno	2.29	1.01	1.84
Primavera	2.28	0.82	1.55
Año	2.26	0.86	1.60

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Zona de Protección Litoral

En función de los resultados informados en las secciones precedentes, se calcula el siguiente valor para el ancho de ZPL.

$$A = \frac{[1,28 \times H_b]}{m} \times 1,6 = \frac{[1,28 \times 1,84]}{0,085} \times 1,6 = 44 \text{ m}$$

Este criterio indica que el ancho de ZPL mide 44 m, en las condiciones estacionales más conservadoras (con mayor altura de olas).

Nota: Para la evaluación de la altura de la rompiente, se considera la altura de ola rompiente de la estación de invierno de  $H_b = 1,84$  m. La pendiente de fondo marino es 8,5%.

#### 4.0 DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los datos de percepción remota evidencian que en mar abierto, las alturas significativas de olas alcanzan magnitudes de 2,0 m a 2,4 m, y magnitudes medias del orden entre 1,3 m a 1,5 m. En el sector de proyecto, las alturas de olas son comparativamente inferiores, debido a la atenuación del oleaje por el fenómeno de refracción. En efecto, el relieve submarino y la Isla Cima Cuadrada atenúan considerablemente los frentes de olas que atacan del tercer cuadrante, y parcialmente los frentes de olas del W y NW, lo que provee de protección al sitio de proyecto.

De acuerdo con los antecedentes técnicos y científicos presentados en este informe, se determina una altura media transferida a costa entre 0,7 m a 0,9 m, con alturas de olas rompientes entre 1,4 m a 1,8 m, siendo levemente mayor la ola rompiente de la estación de invierno. En este escenario ambiental, se calcula una anchura de ZPL de 44 metros.

En resumen, de acuerdo con los antecedentes técnicos expuestos en las secciones precedentes, se propone fijar un ancho de ZPL de 44 metros en el sector de la descarga proyectada, en Punta Cachos, Comuna Copiapó, III Región.

**A<sub>zpl</sub> = 44 metros**

## 5.0 BIBLIOGRAFÍA

**AQUACIEN, 2007.** Estudio de Oleaje y Determinación de ZPL en Caleta Caleta Totoral, III Región. Informe Técnico elaborado para Costasur Ltda.

**AQUACIEN, 2007.** Estudio Preliminar de Vientos y Olas. Proyecto Terminal Multipropósito Punta Cachos, III Región. PROCONSA INGENIERIA

**AQUACIEN, 2007.** Levantamiento Batimétrico Preliminar Sector Toma y Descarga de Agua. Proyecto Terminal Multipropósito Punta Cachos, III Región.

**AQUACIEN, 2007.** Levantamiento de Líneas de Playa, Proyecto Terminal Multipropósito Punta Cachos, III Región.

**AQUACIEN, 2006.** Caracterización Meteorológica y Oceanográfica de Bahía Caldera. Informe Técnico preparado para Subsea Engineering Ltda.

**CERC. 1984.** Shore Protection Manual, Coastal Engineering Research Center, US Army, 2ª Edition.

**DIRECTIVA DGTM. Y MM. ORDINARIO A-53/004.** Disposiciones y Procedimientos Científicos-Técnicos para Fijar el Ancho de la Zona de Protección Litoral (ZPL).

**Rattanapitikon, W., and Shibayama, T. 2000.** "Verification and Modification of Breaker Height Formulas". Coastal Engineering Journal 42 (4). World Scientific Publishing, Singapore.

**SEMAR. 1993.** Estudio Oceanográfico e Hidrográfico para diseño Puerto Punta Padrones, Bahía Caldera, III Región. (Informe aprobado por SHOA)

**SEMAR. 1999.** Mediciones y Estudio de Corrientes, Vientos, Marea y Olas. Proyecto Muelle Las Losas, Huasco. Compañía Minera del Pacífico S.A. (Informe aprobado por SHOA).



PROPUESTA DE ANCHO DE  
ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL

PUNTA CACHOS, III REGIÓN

Zona de barrido  
satélite GFO

NORTE

Escala Gráfica

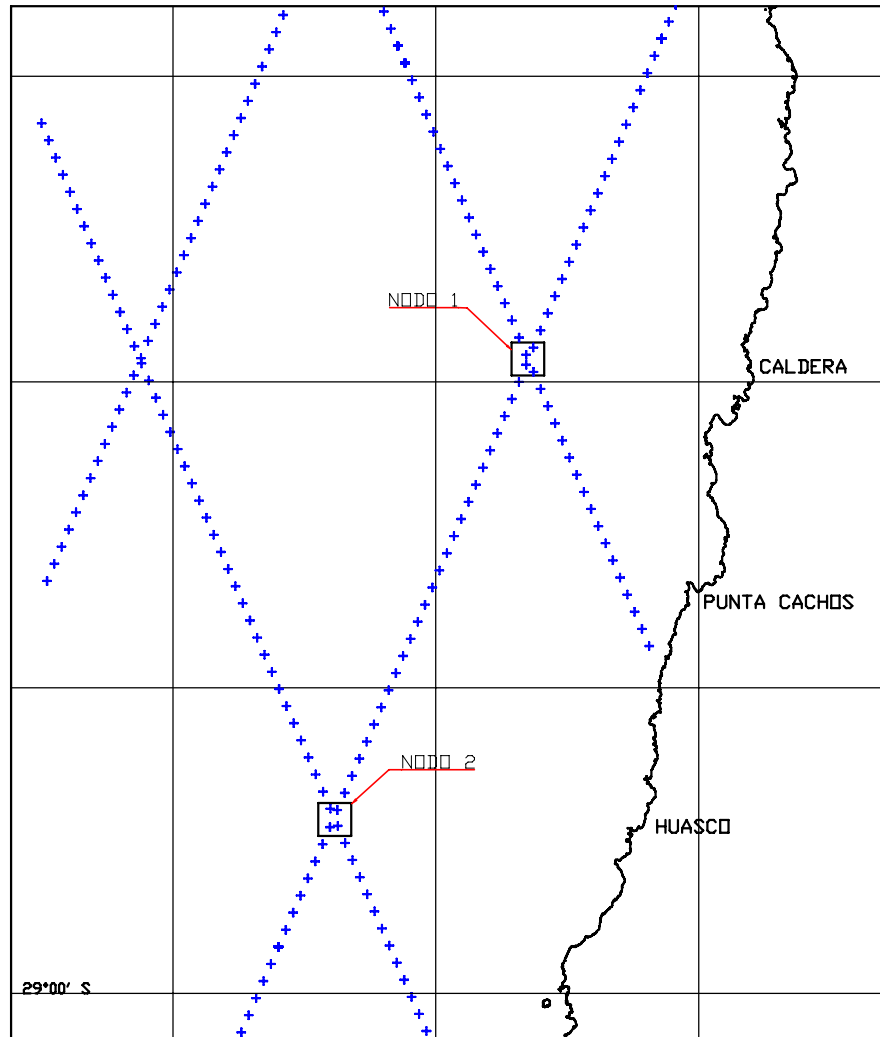
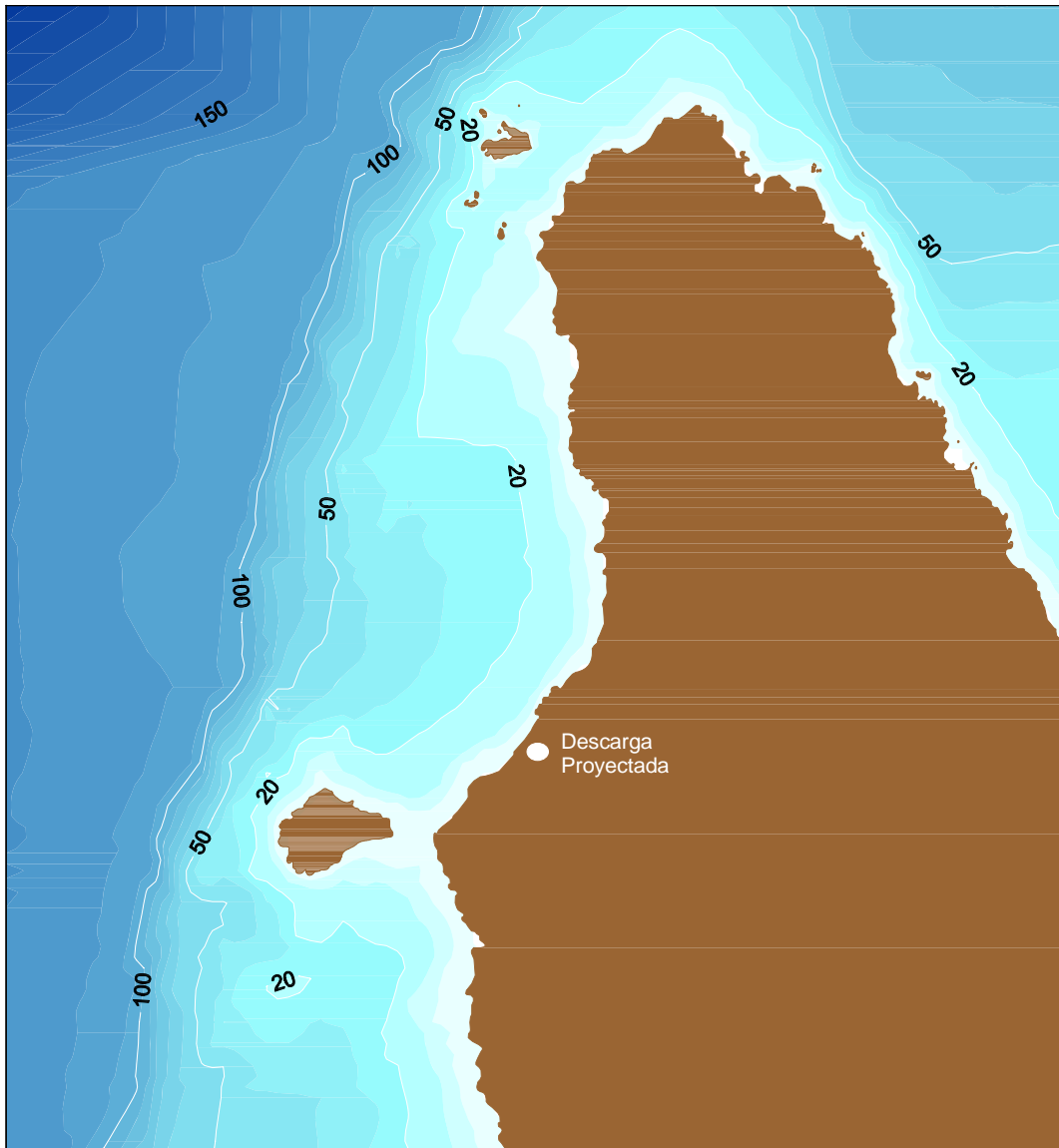


Figura 2

PROPUESTA DE ANCHO DE  
ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL  
PUNTA CACHOS, III REGIÓN

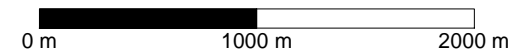
Grilla Batimétrica para  
Análisis de Refracción



NORTE



Escala Gráfica



Escala de  
Profundidad

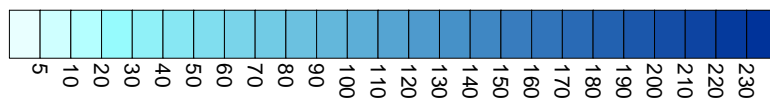


Figura 3

PROPUESTA DE ANCHO DE ZONA  
DE PROTECCIÓN LITORAL

PUNTA CACHOS, III REGIÓN

---

*DATOS SATELITALES DE OLAS*

---

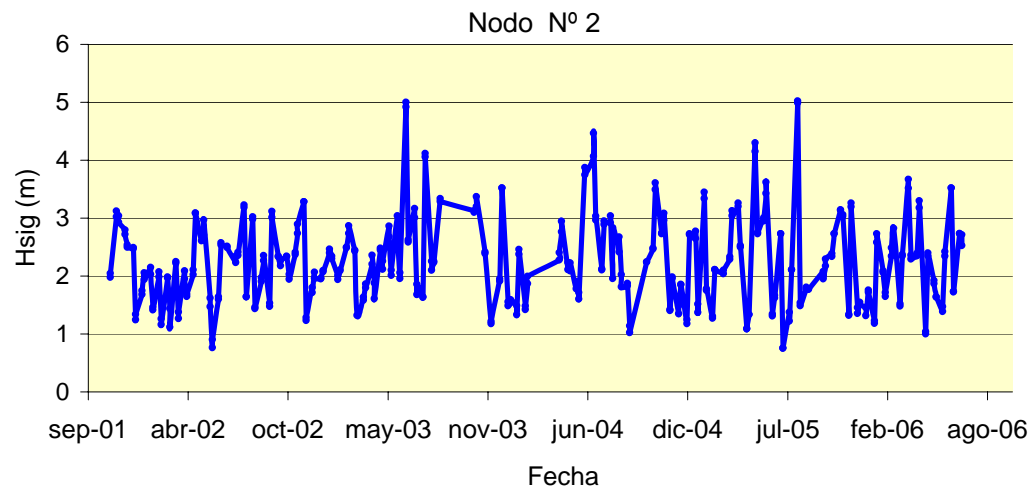
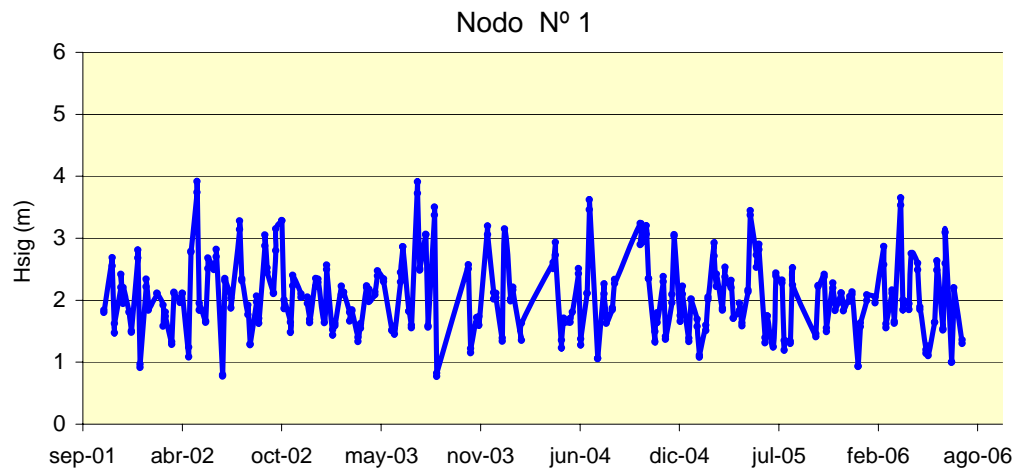
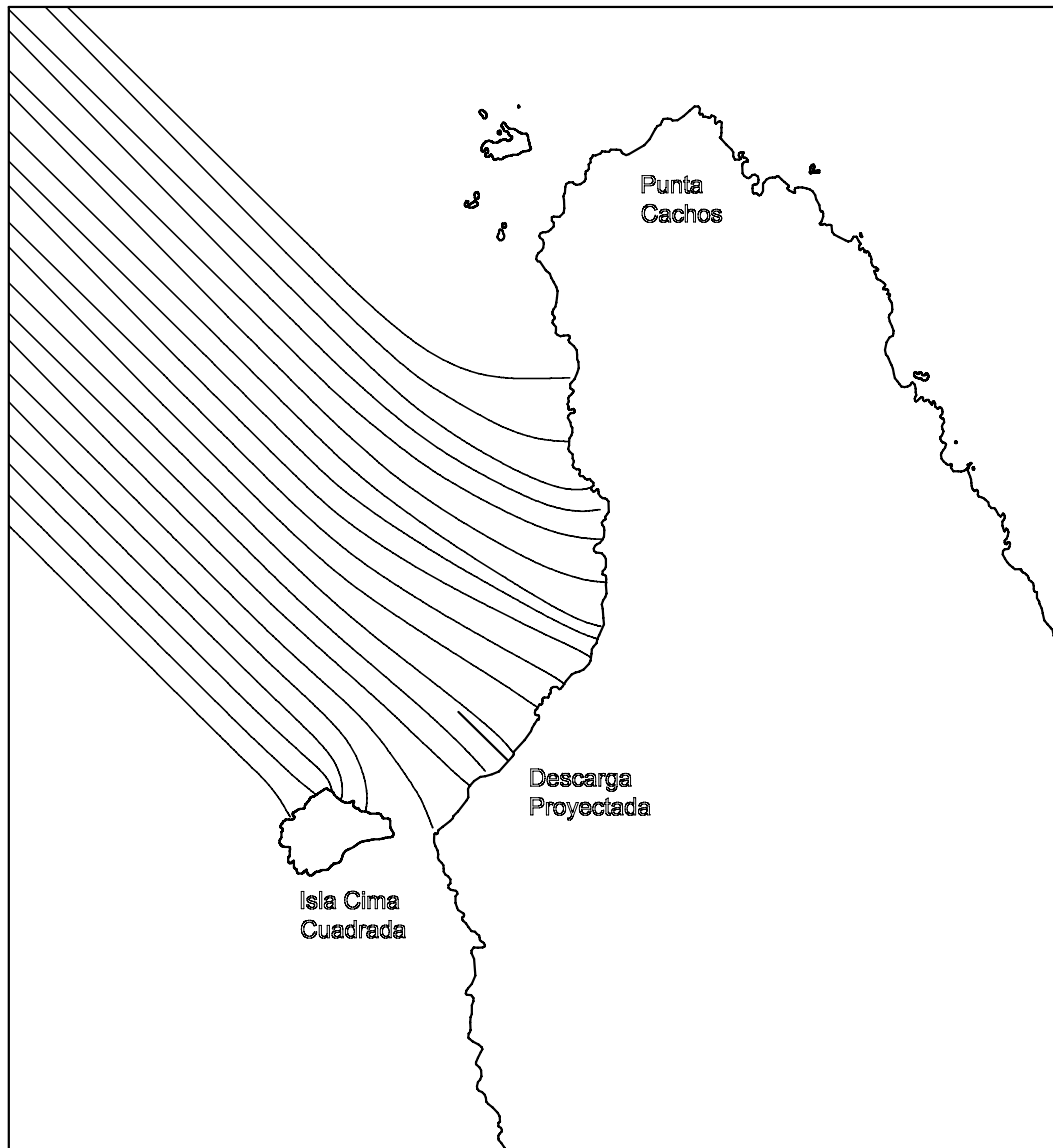


Figura 4

PROPUESTA DE ANCHO DE ZONA  
DE PROTECCIÓN LITORAL

PROYECTO TERMINAL MULTIPROPÓSITO  
PUNTA CACHOS

Diagrama de refracción  
Oleaje NW - Período 12 s



NORTE



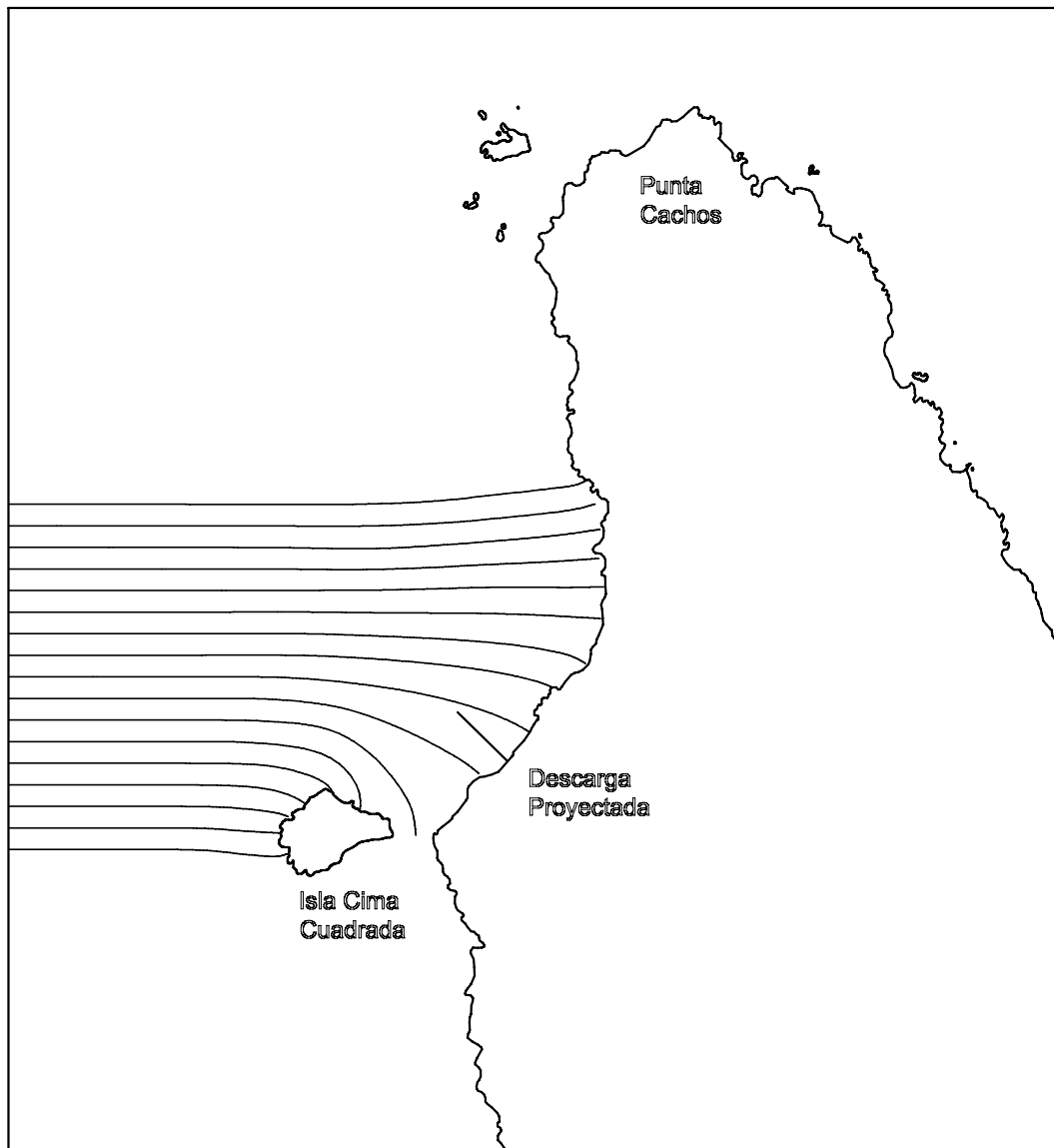
0 500 1000 m

Figura 5

PROPUESTA DE ANCHO DE ZONA  
DE PROTECCIÓN LITORAL

PROYECTO TERMINAL MULTIPROPÓSITO  
PUNTA CACHOS

Diagrama de refracción  
Oleaje W - Período 12 s



NORTE



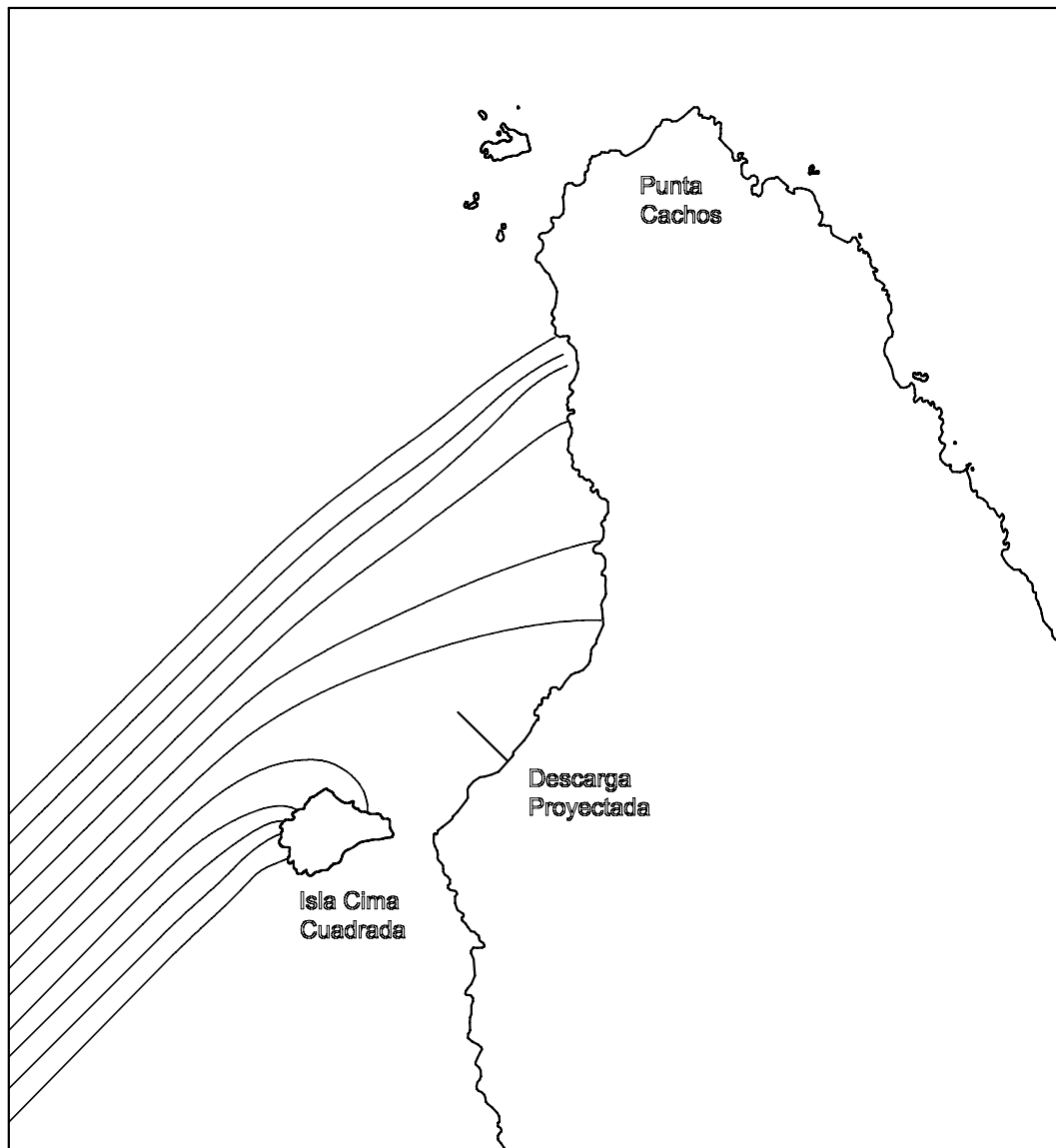
0 500 1000 m

Figura 6

PROPUESTA DE ANCHO DE ZONA  
DE PROTECCIÓN LITORAL

PROYECTO TERMINAL MULTIPROPÓSITO  
PUNTA CACHOS

Diagrama de refracción  
Oleaje SW - Período 12 s



NORTE



0 500 1000 m

Figura 7

**PROPUESTA DE ANCHO DE  
ZONA DE PROTECCIÓN LITORAL**

**PROYECTO TERMINAL MULTIPROPÓSITO  
PUNTA CACHOS**

**LEVANTAMIENTO TOPO-BATIMÉTRICO  
SECTOR DESCARGA DE AGUA  
Escala 1:5000**

*NORTE*



**Escala Gráfica**



**NOTAS:**

**SISTEMA COORDENADO UTM WGS-84  
SONDAS Y COTAS REFERIDAS AL NRS  
ESCALA 1:5000**

