

“Análisis hidrodinámico y morfodinámico para una alternativa de recuperación de playa en el sector de Recreo, Viña del Mar”

Defensa del proyecto para optar al Título de
Ingeniero Civil Oceánico

Vicente Ignacio Flores Álvarez

Contenido

- Introducción.
- Descripción del problema.
- Solución a estudiar.
- limitaciones
- Objetivos.
- Marco teórico.
- Metodología.
- Estudio de condiciones naturales.
- Resultados modelación numérica.
- Conclusiones.

➔ Introducción

Existen distintos tipos de recuperación de playas tales como rompeolas, alimentación de arena (concentrada y no), reforzamiento de dunas. Con el objetivo de lograr contener la arena en el sitio.

La ventaja de la alimentación concentrada radica en la minimización del impacto ambiental en comparación a la inyección de arena no concentrada, debido a que los organismos bentónicos se la zona de adaptan del forma gradual.

Para el estudio de la dinámica costera se hizo utilización del software MIKE para caracterizar campos de tensores de radiación, corrientes y transporte de sedimentos.



Fuente:

<http://www.eldiariomontanes.es/santander/201605/25/arenas-movedizas-magdalena-20160525153234.html>



Fuente:

http://cadenaser.com/emisora/2014/09/18/radio_san_sebastian/1410998472_850215.html

➔ Descripción del Problema

- El Balneario de Recreo fue un lugar **altamente concurrido a principios del siglo pasado**, no obstante en la década de los ochenta este lugar llegó a su fin debido a la construcción de la nueva **Av. España** que conecta Valparaíso y Viña del Mar.



Fuente: Elaboración propia



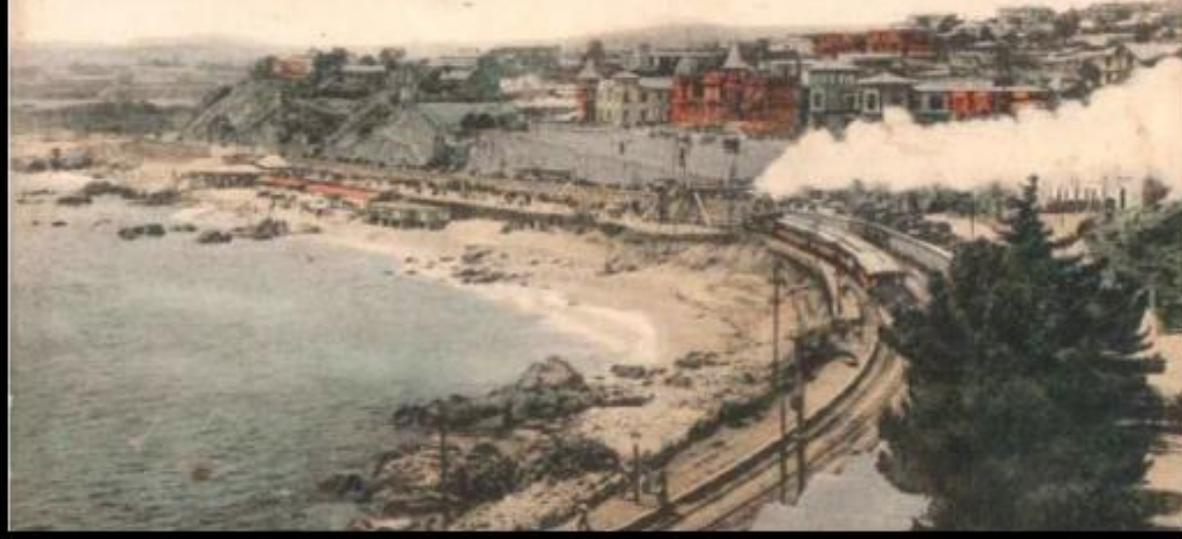
Fuente: Biblioteca Nacional de Chile, 2016



Fuente: Elaboración propia

➔ Descripción del Problema

Balneario y estación ferroviaria de Recreo década de 1900.



Fuente: (Encina, 2008)

Ampliación de avenida España, Puente Capuchinos, 1984



Fuente: (Museo de la construcción CChc, 1984)

Solución a estudiar

- Inyección de arena en el lugar.
- Inyección de arena y la construcción de un espigón.

Limitaciones

- El estudio de clima operacional y extremo se constituyó en aguas profundas, limitando la exactitud de los resultados.
- No se incluye marea y viento en los modelos numéricos.
- No se realiza análisis en Playa Caleta Abarca.
- Al no contar con granulometría en el sector de estudio, se utilizó los datos más cercanos (Playa Caleta Abarca).
- No se realizó validación de los modelos numéricos (MIKE 21 SW y MIKE 21 HD), debido a que no se poseen datos para calibración.
- No se posee mediciones de transporte de sedimento en el sector de Recreo.

Limitaciones

- La licencia de MIKE 21 pedida a DHI, es de alumnos, lo que conlleva un tiempo limitado de uso.
- No se realizó la modelación de transporte de sedimentos para la situación actual, debido a que en el sector no hay sedimento superficial, aunque no se descarta la existencia de arena sumergida.
- La orientación del espigón no se determinó mediante la dirección de flujo medio, ya que es un diseño tentativo y conceptual. La finalidad de esto, es el estudio de retención de sedimento y el impedimento de transporte de sedimento hacia el Club de Yates de Recreo.
- Las alternativas de solución se presentan a nivel de anteproyecto.

Objetivos

Objetivo General

- Desarrollar un estudio conceptual de alternativas para alimentación y recuperación de playas en el sector de Recreo, Viña del Mar.

Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones ambientales y morfológicas que condicionarían el diseño de una intervención costera para alimentación de playas
- Analizar el valor actual del terreno y proponer alternativas de revalorización mediante la disposición de arena e intervención costera para tal efecto.
- Proponer criterios de selección y seleccionar la mejor alternativa para la recuperación de la playa Recreo.

Marco Teórico

Modelos Numéricos

- **MIKE 21 Spectral Waves FM:** Modela el crecimiento, decaimiento y transformación de las olas generadas por viento y oleaje swell. Este modelo que **resuelve la fase comprende la ecuación del balance de acción del oleaje.**

$$\text{Densidad de acción espectral} \frac{\partial N}{\partial t} + \text{Velocidad de propagación} \nabla \cdot (\bar{v}N) = \frac{S}{\sigma} \text{ Términos fuente}$$

- Donde:
 - N : Densidad de acción espectral
 - ∇ : Diferencial cuatri-dimensional en el espacio
 - \bar{v} : Velocidad de propagación del grupo de ondas
 - S/σ : Términos fuente

No se consideró transferencia no lineal ola-ola S_{nl} ni whitecapping S_{ds}

$$\text{Términos fuente} \quad S = S_{in} + \text{Ola-ola} S_{nl} + S_{ds} + \text{Fricción fondo} S_{bot} + S_{surf}$$

Marco Teórico

Modelos Numéricos

- MIKE 21 Hydrodynamics FM:** Modelo para flujos 2D promediados en la vertical. Simula efectos hidráulicos tales como **corrientes**, mareas, temperaturas, calidad de aguas, inundaciones. **Las ecuaciones que utiliza el modelo hidrodinámico corresponden a continuidad y momentum en dirección x e y.**

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{v}}{\partial y} = hS$$

Variación local de la masa Variación convectiva de la masa Términos fuente

No se consideró Efecto coriolis; fricción por viento, inundación y secado, viscosidad turbulenta, precipitación y vaporación

Momentum en X	$\frac{\partial h\bar{u}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{u}^2}{\partial x} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial y}$	=	$-gh \frac{\partial \eta}{\partial x} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial x} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial x} + \frac{\tau_{sx} - \tau_{bx}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{xy}) + hu_s S$	Términos fuente			
Momentum en Y	$\frac{\partial h\bar{v}}{\partial t} + \frac{\partial h\bar{v}^2}{\partial y} + \frac{\partial h\bar{u}\bar{v}}{\partial x}$	=	$-gh \frac{\partial \eta}{\partial y} - \frac{h}{\rho_0} \frac{\partial p_a}{\partial y} - \frac{gh^2}{2\rho_0} \frac{\partial \rho}{\partial y} + \frac{\tau_{sy} - \tau_{by}}{\rho_0} - \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial s_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial x} (hT_{xy}) + \frac{\partial}{\partial y} (hT_{yy}) + hv_s S$				
	Aceleración local	Términos convectivos	Superficie libre	Diferencia de P	Tensores de radiación	Términos difusivos	

P atmosférica Tensión superficial y de fondo

➔ Marco Teórico

Modelos Numéricos

- **MIKE 21 Sediment Transport:** Calcula transporte de sedimento no cohesivo mediante información (Input HD) de corrientes o la combinación de corrientes y oleaje. Para el cálculo de carga total se estima la suma del transporte de fondo y el transporte por suspensión.

$$\underbrace{\phi_b = 5p \left(\sqrt{\theta' - 0.7\theta_c} \right)}_{\text{Transporte de fondo}} \quad + \quad \underbrace{q_s = \frac{1}{T} \int_0^T \int_{2d}^D (uc) dz dt}_{\text{Transporte por suspensión}} \quad \text{Ecuación de transporte de sedimentos total}$$

$$q_t = \phi_b + q_d$$

- Donde:

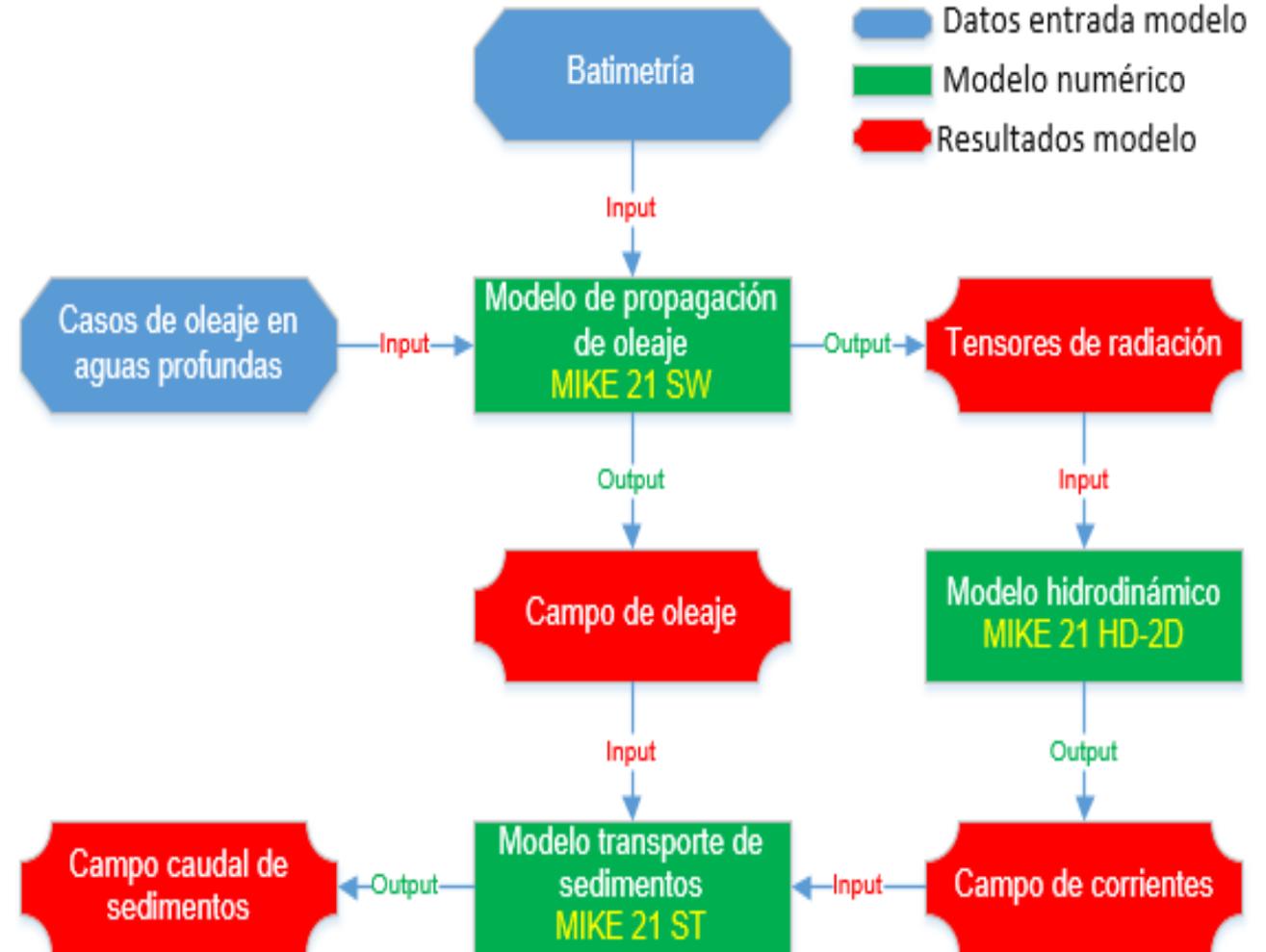
- p : porosidad sedimentaria
- ϕ_b : Transporte por fondo
- θ_c : Valor crítico parámetro de Shields
- q_s : Transporte por suspensión
- σ_g : Parámetro de desviación geométrica

$$\sigma_g = \left(\frac{d_{84}}{d_{16}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Parámetro de desviación geométrica}$$

Metodología

Para determinar la hidrodinámica y el transporte de sedimentos de Recreo, se empleó el **modelo MIKE 21** a partir de un **análisis de clima medio** en aguas profundas, en donde se analizó la frecuencia del oleaje y un clima extremo para obtener **casos de estudio** los cuales fueron utilizados para modelar numéricamente tres escenarios. Estos corresponden a:

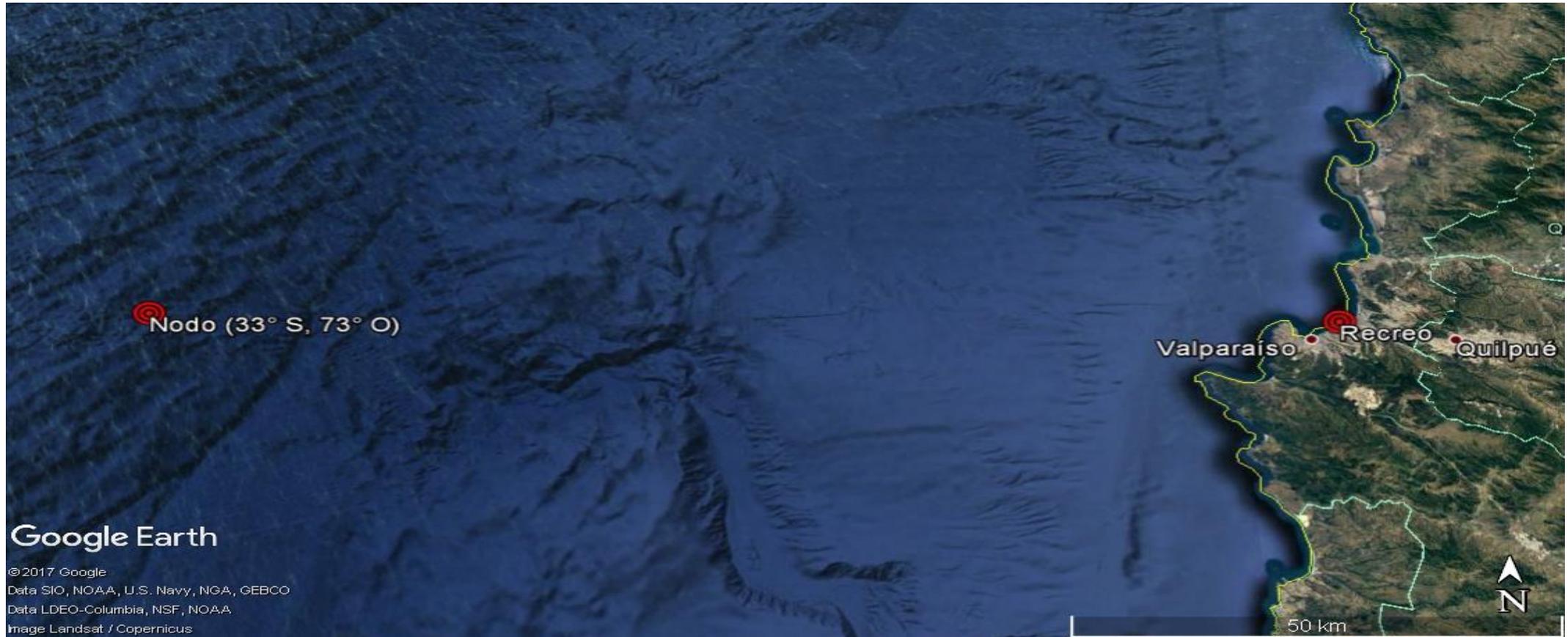
- Situación actual.
- Alternativa con relleno de arena.
- Alternativa con relleno de arena y estructura.





Estudio de Condiciones Naturales

Ubicación Nodo en Aguas Profundas

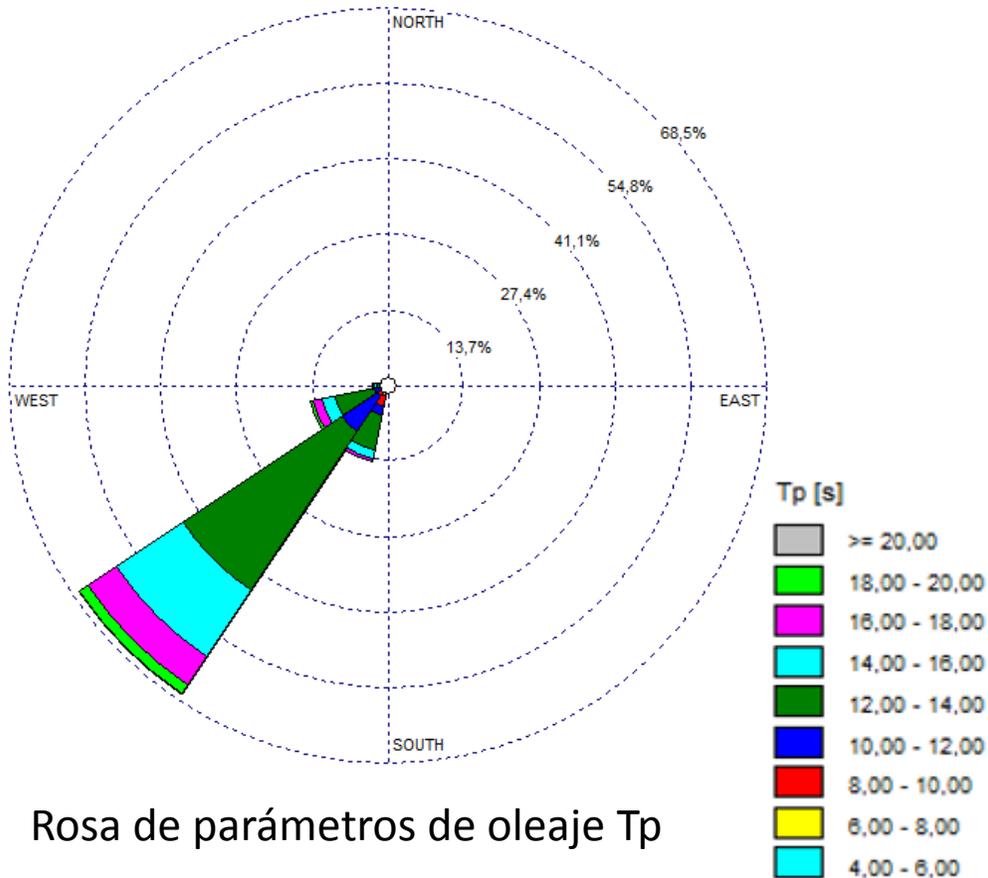


Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth

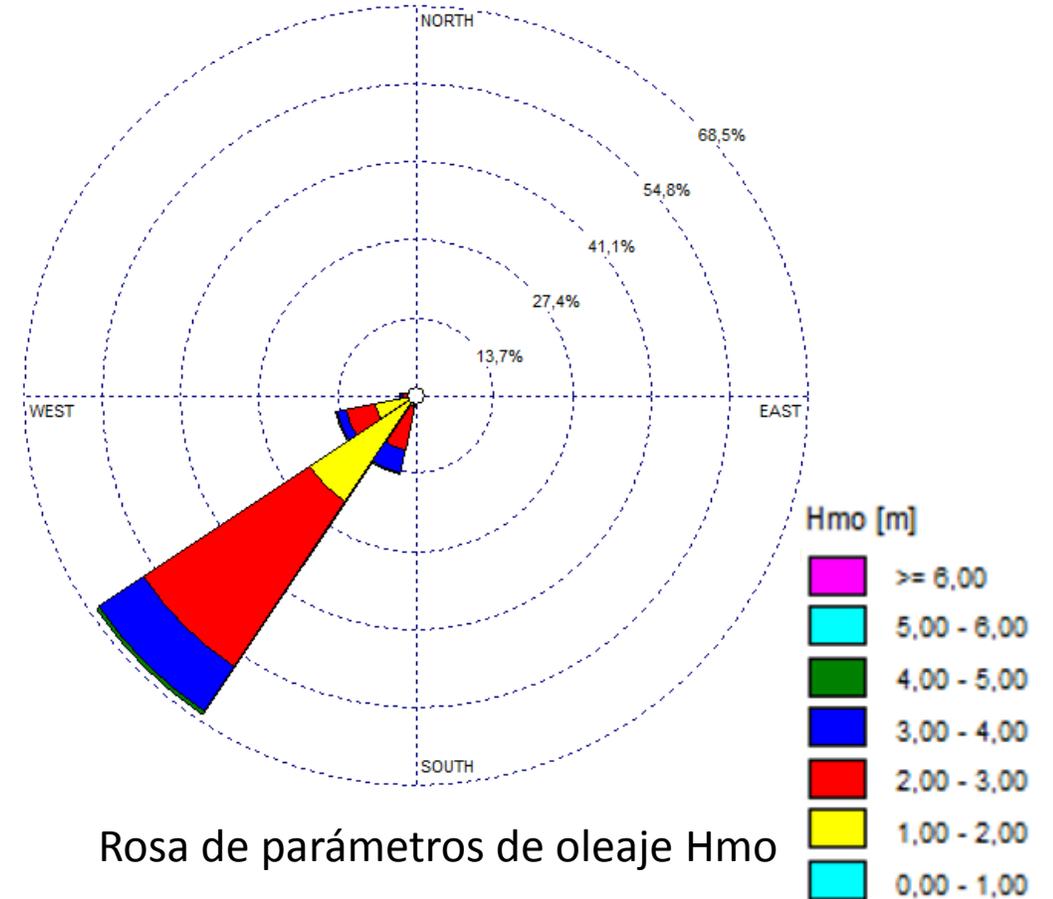


Estudio de Condiciones Naturales

Clima Medio en Aguas Profundas



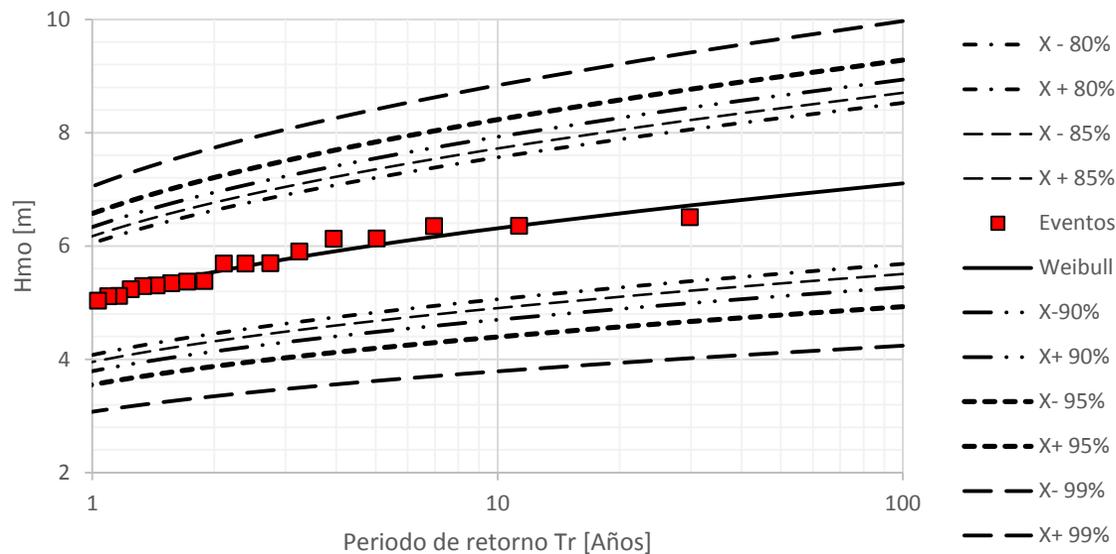
Rosa de parámetros de oleaje T_p



Rosa de parámetros de oleaje H_{mo}

Estudio de Condiciones Naturales

Clima Extremo en Aguas Profundas



Período de retorno [años]	Petrauskas	Gringorten	Goda
	Hmo Retorno [m]		
2	5.06	5.04	5.54
5	5.67	5.61	6.01
10	6.01	5.99	6.31
25	6.40	6.46	6.65
50	6.66	6.82	6.89
100	6.89	7.17	7.10

Resultados análisis clima extremo en aguas profundas



Estudio de Condiciones Naturales

Ubicación Nodo 2 Propagación de Oleaje

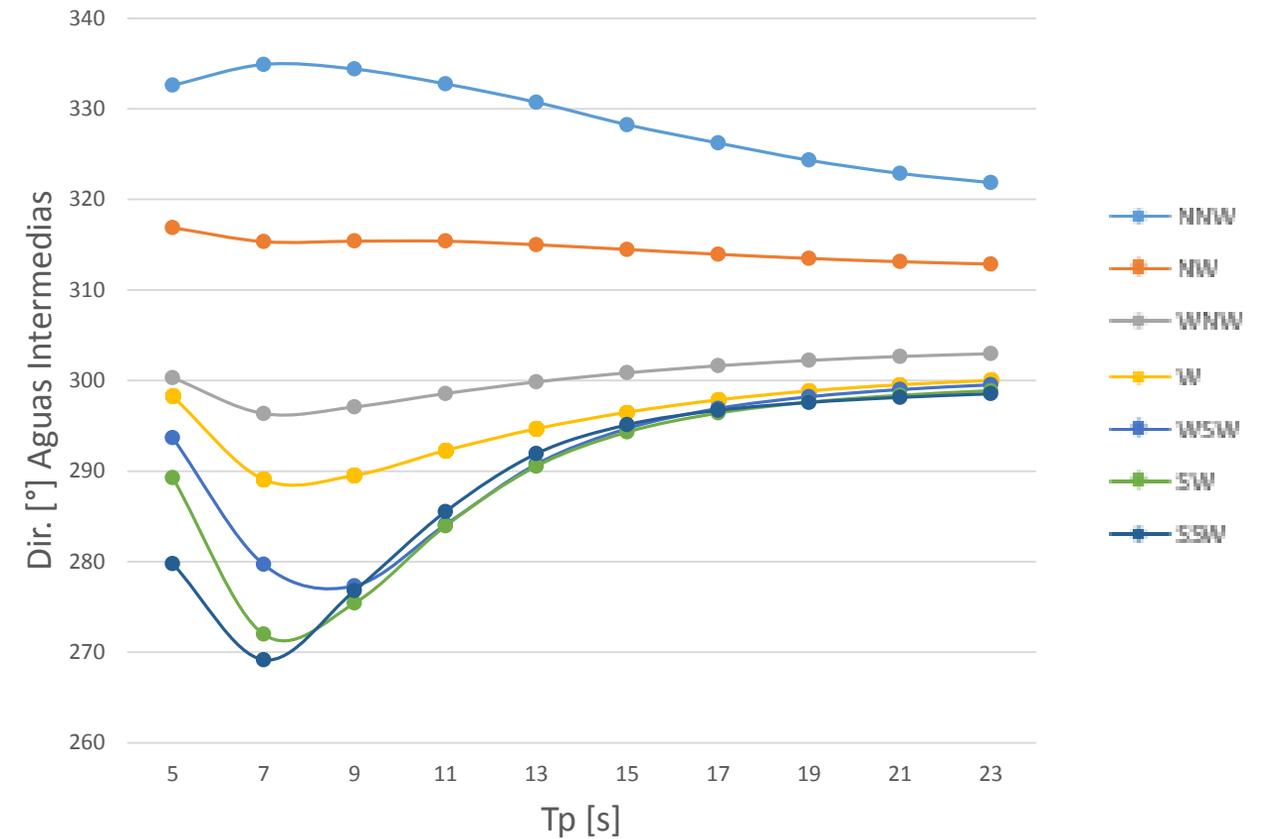
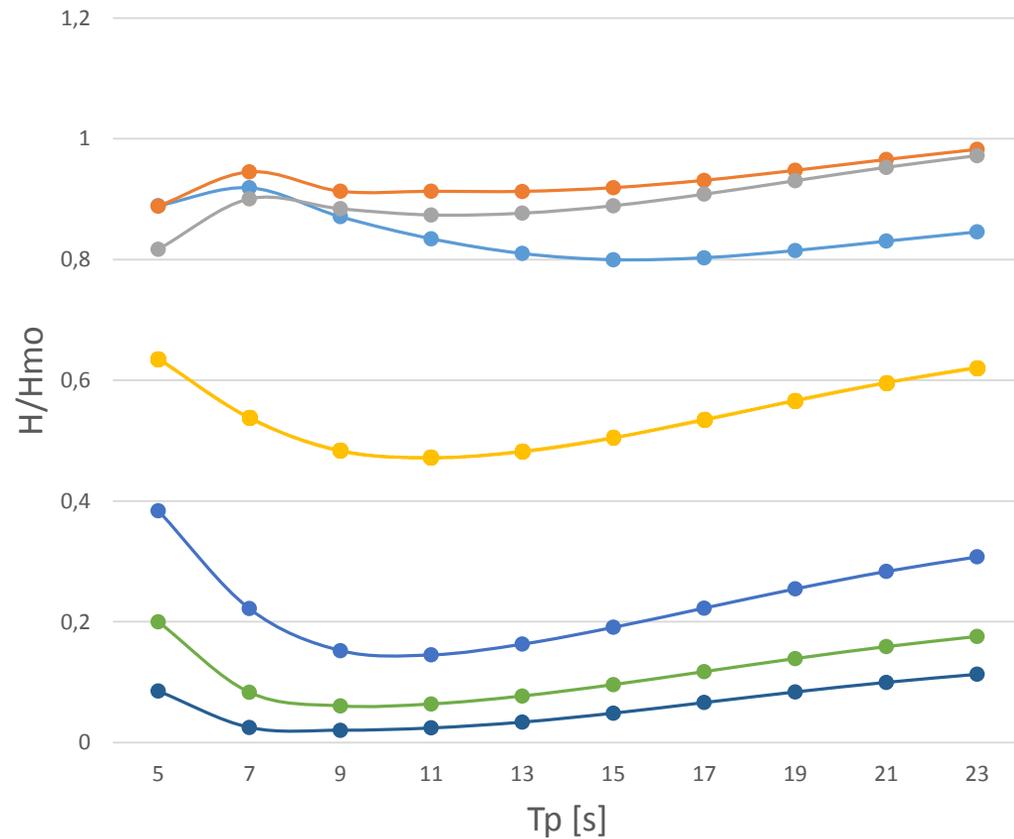


Fuente: Elaboración propia a partir de Google Earth



Estudio de Condiciones Naturales

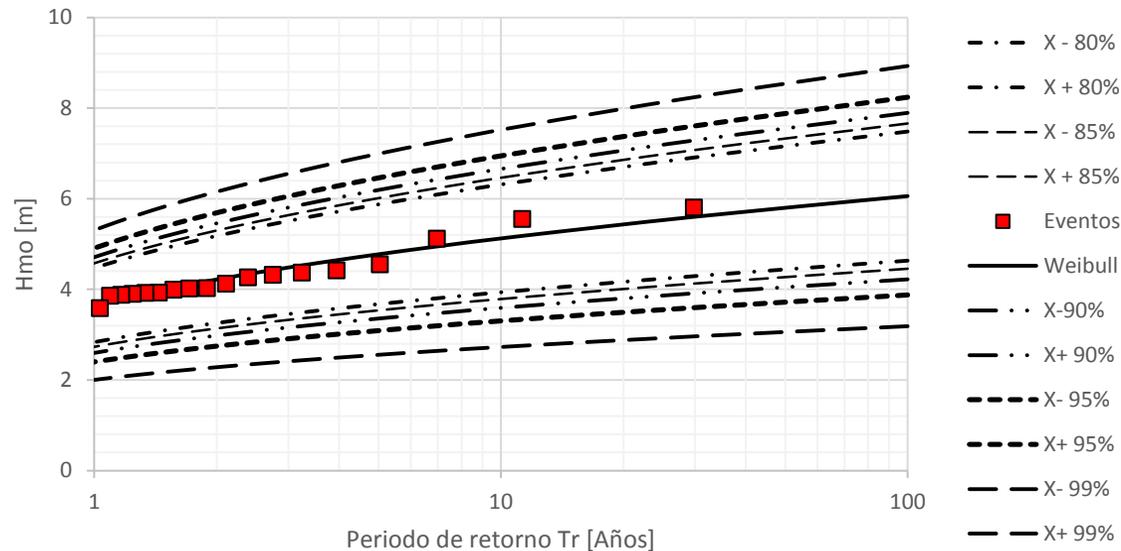
Propagación de Oleaje Nodo 2





Estudio de Condiciones Naturales

Clima Extremo en Nodo 2



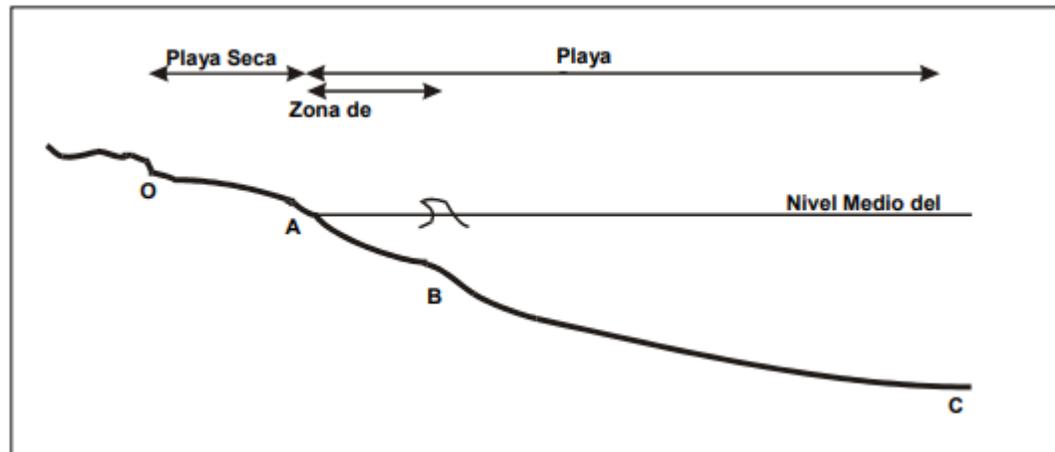
Período de retorno [años]	Petrauskas	Gringorten	Goda
	Hmo Retorno [m]		
2	3,65	3,62	4,22
5	4,37	4,30	4,77
10	4,77	4,75	5,12
25	5,23	5,32	5,53
50	5,53	5,75	5,80
100	5,80	6,17	6,06

Resultados análisis clima extremo en Nodo 2

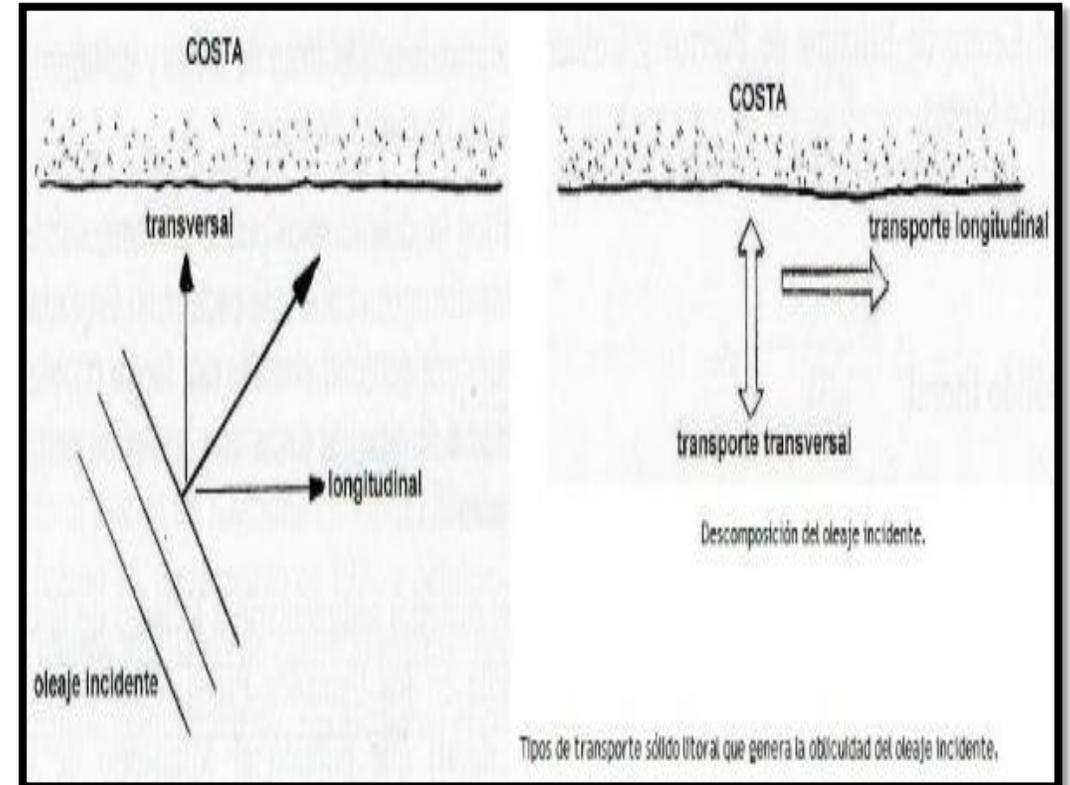
Estudio de Condiciones Naturales

Zonificación del Transporte de Sedimentos

Profundidad activa	Birkemeier	5.56 [m]
	Hellermeier	7.29 [m]
	Houston	4.37 [m]
Profundidad de cierre		11.93 [m]



Fuente: (Almazán Gárate, Palomino Monzón, & García Montes, 2000)



Fuente: (Guarch & Santana, 2017)

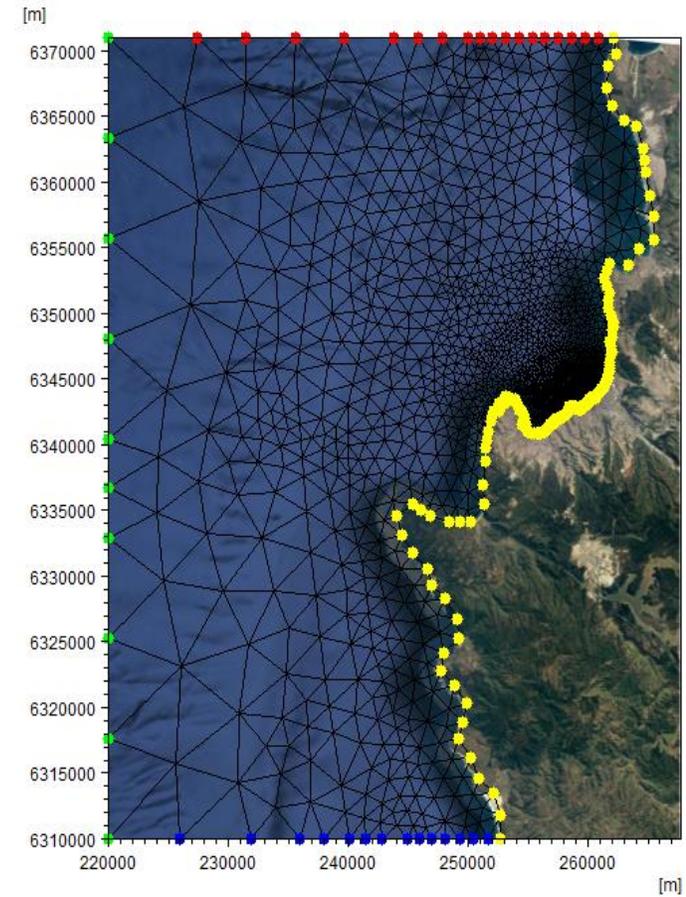
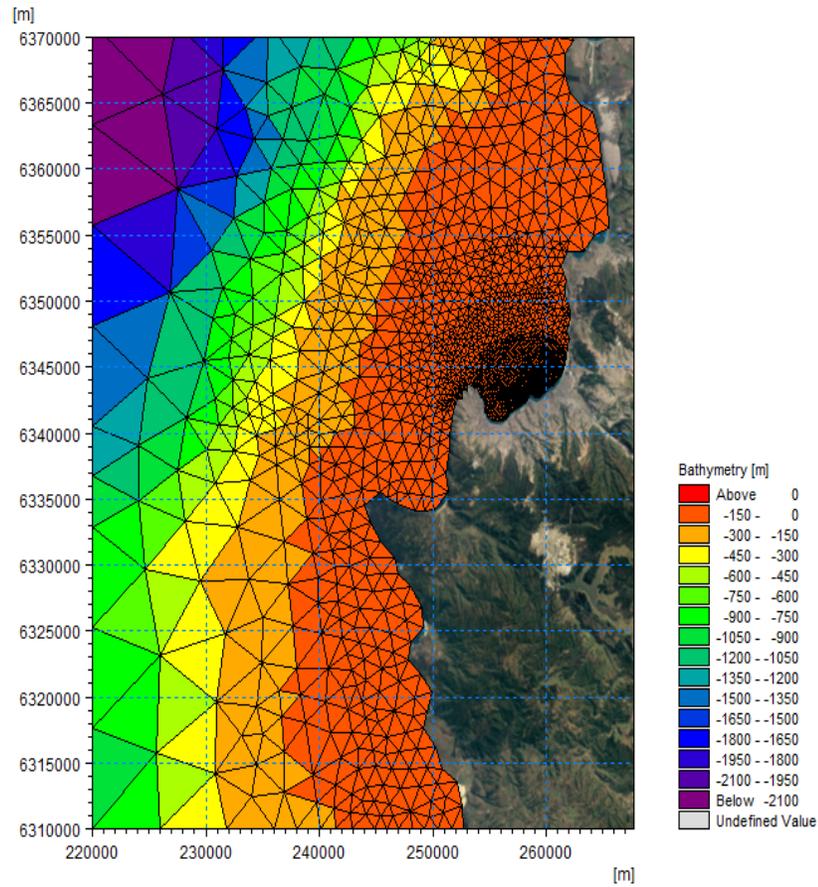
Estudio de Condiciones Naturales

Casos de Modelación Numérica

- El clima operacional obtenido en aguas profundas caracteriza que las direcciones referentes al **tercer cuadrante** comprenden una suma de **95.71% de los eventos** y las alturas entre 2 – 3 [m] tienen un total de 47.76% de la frecuencia de sucesos.

Caso	H _s	T _p	Dir°
1	7	14	315 (NW)
2	2	11	225 (SW)
3	3	13	225 (SW)
4	2	11	247.5 (WSW)
5	3	13	247.5 (WSW)

➔ Malla batimétrica



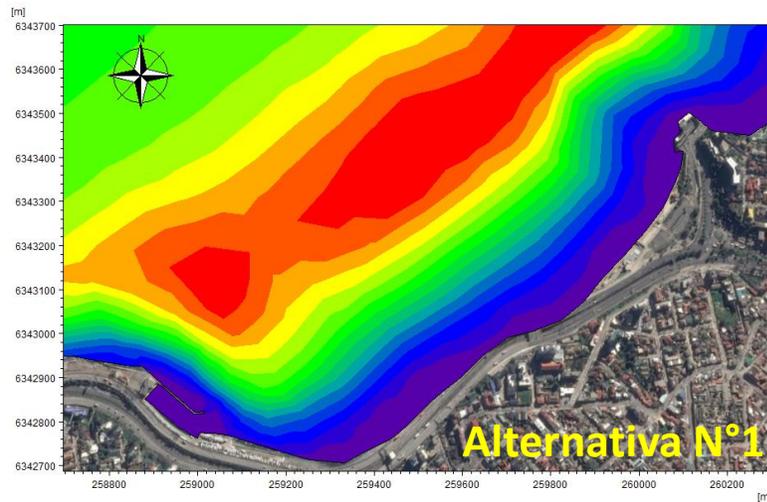
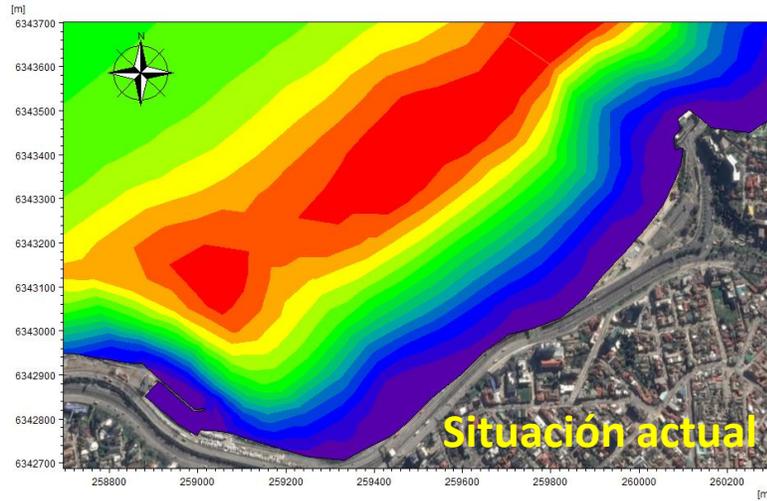


Estudio de Condiciones Naturales

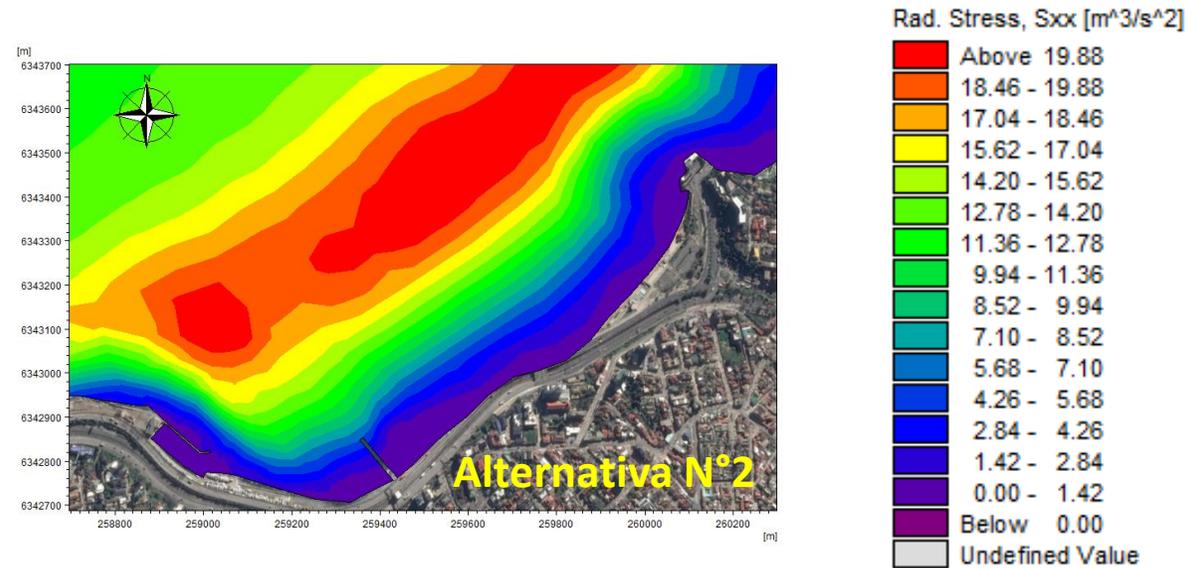
Escenarios de Modelación Numérica



Resultados



Campo Tensores de Radiación S_{XX}

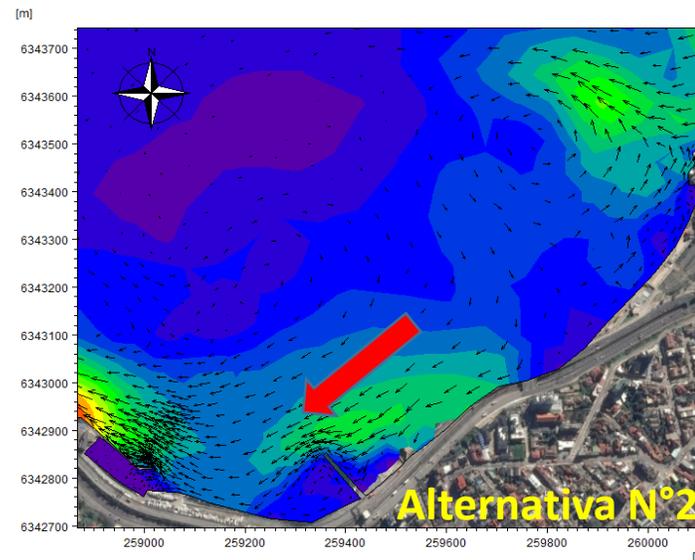
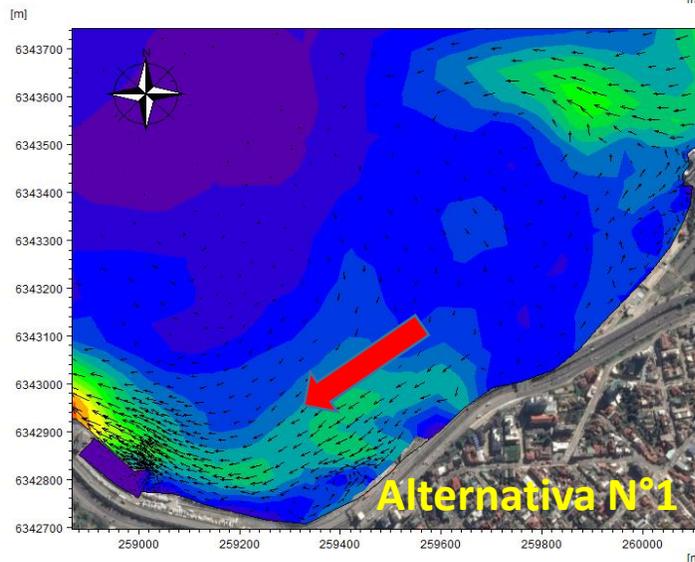
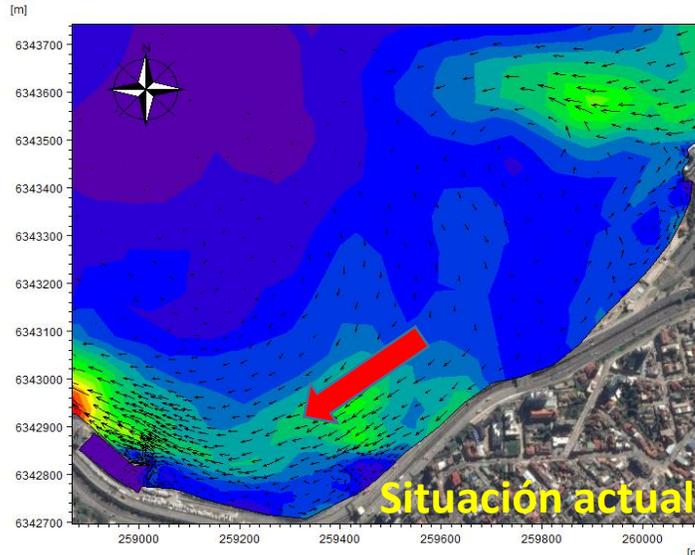
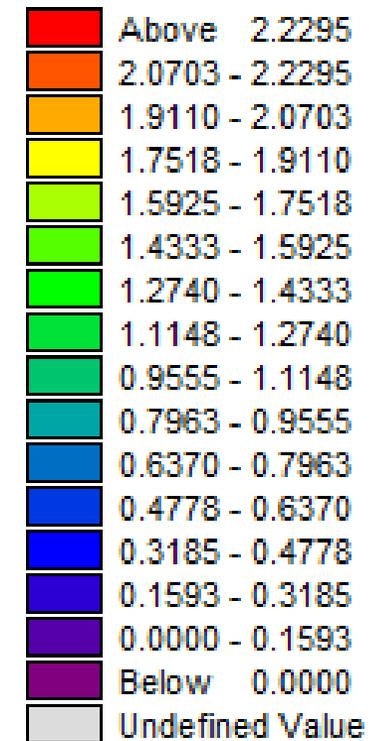


Caso 1; $T_p = 14$ s; Dir = NW; $H_s = 7$ m

Resultados

Campo Corrientes

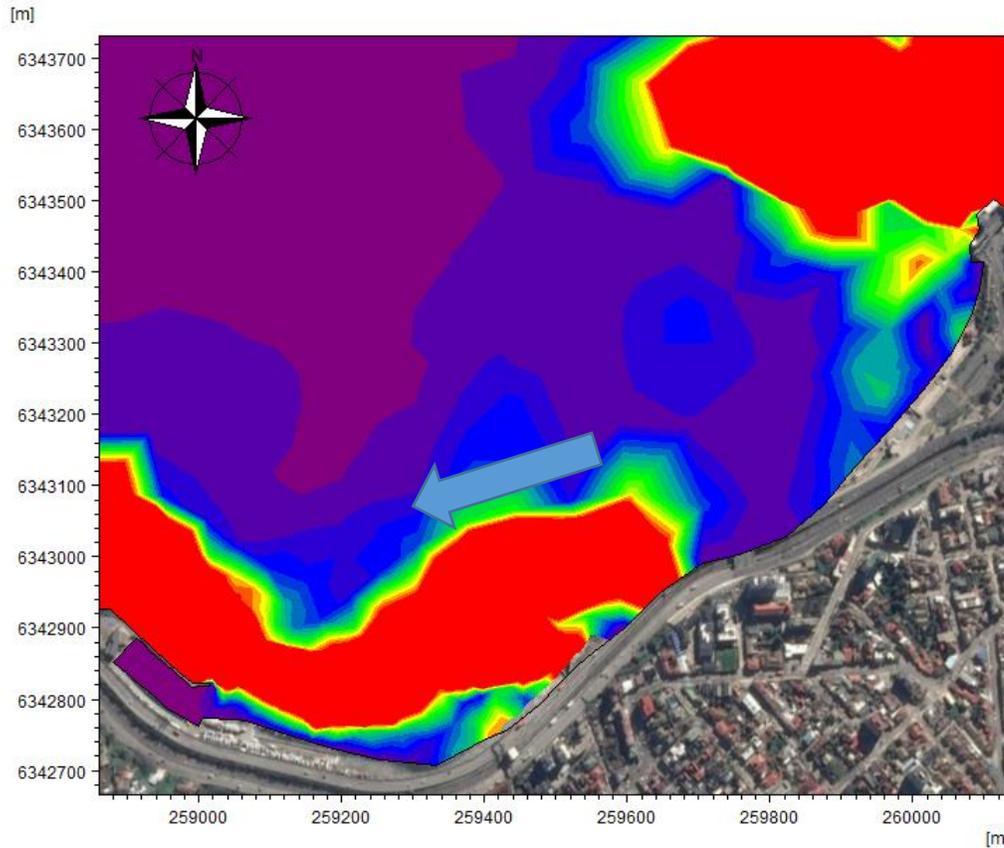
Current speed [m/s]



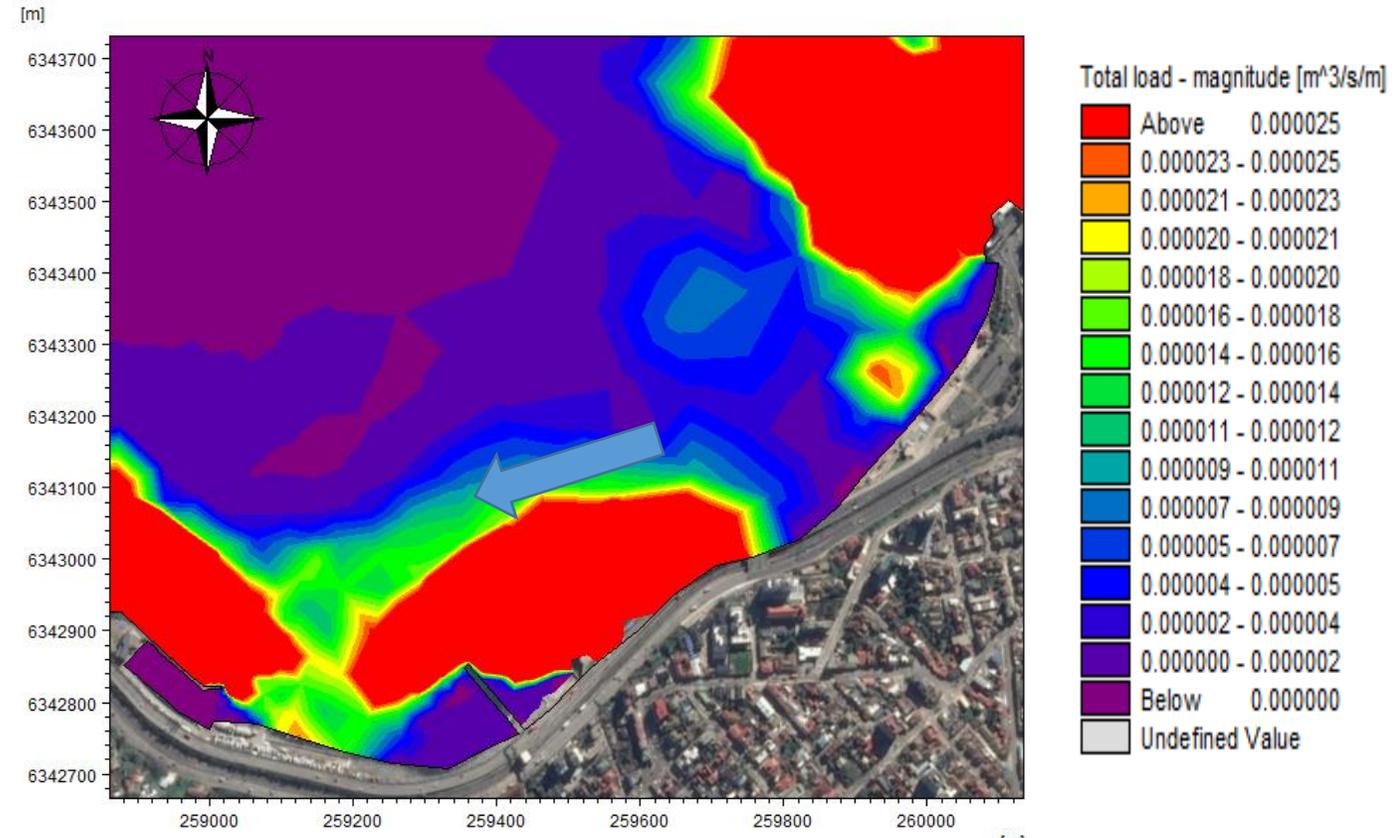
Caso 1; $T_p = 14$ s; Dir = NW; $H_s = 7$ m

Resultados

Campo Transporte de Sedimentos



Alternativa N°1; $T_p = 14s$; Dir = NW; $H_s = 7 m$



Alternativa N°2; $T_p = 14s$; Dir = NW; $H_s = 7 m$

Resultados

Posición extracción de Perfiles

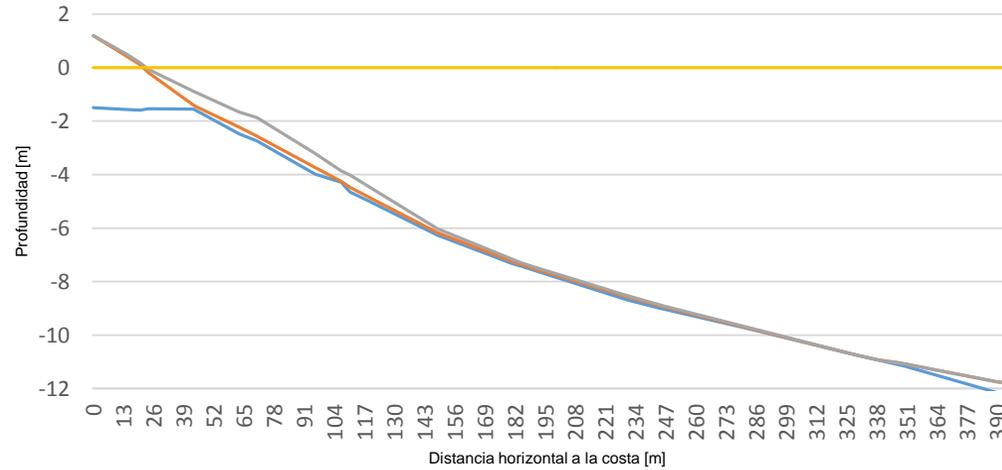
Extracción de perfiles a partir de la modelación de transporte de sedimentos, mediante la herramienta “Data Extraction FM”

Los perfiles cuentan con un largo horizontal de 300 [m] iniciando en la costa.

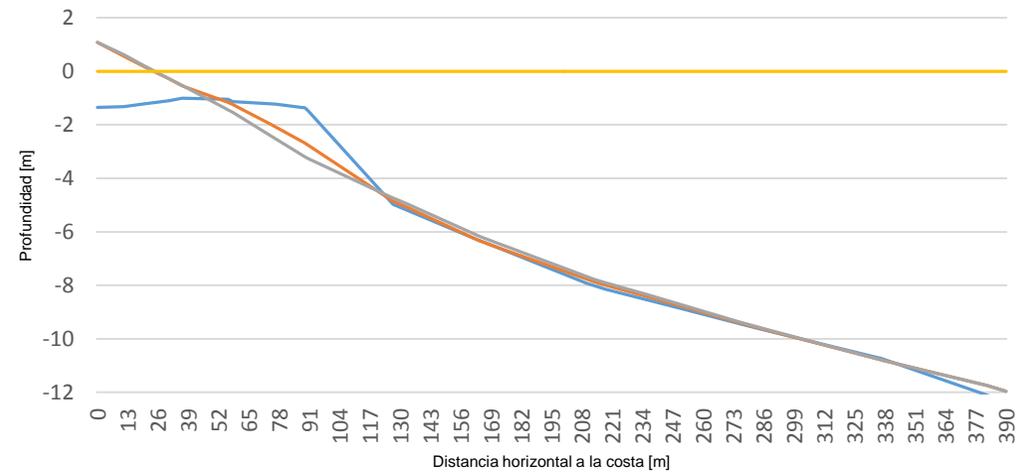


Resultados

Perfil N°1

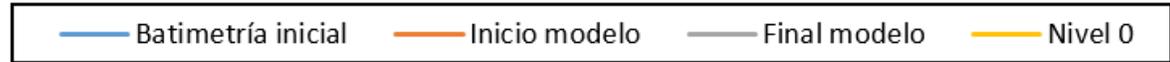
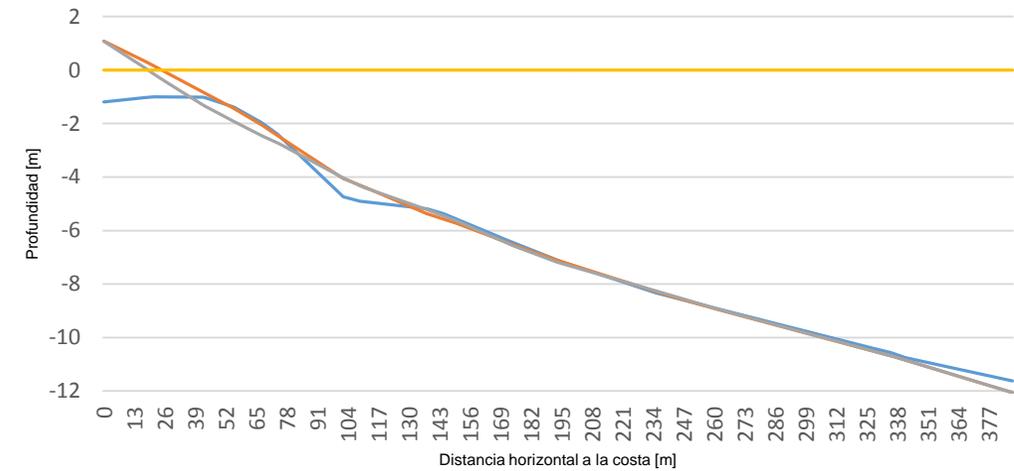


Perfil N°2

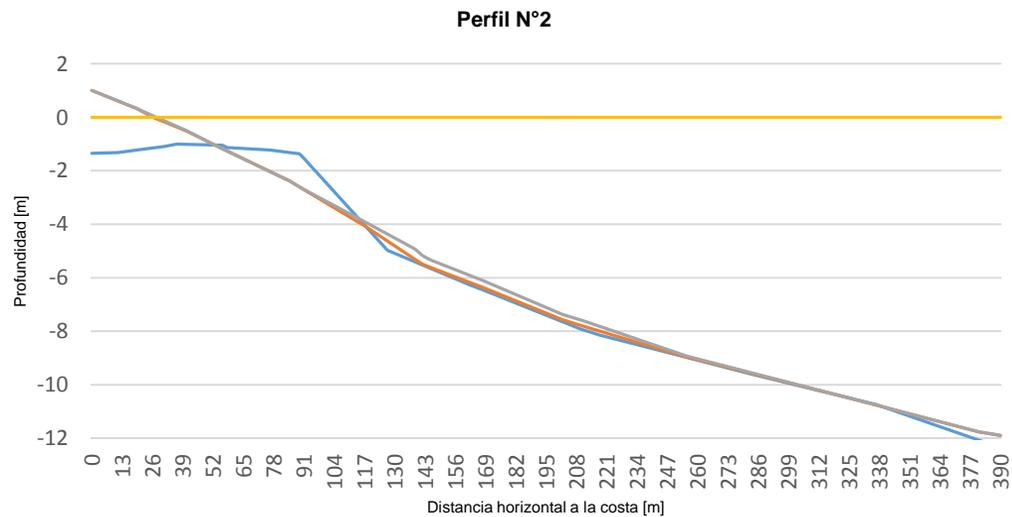
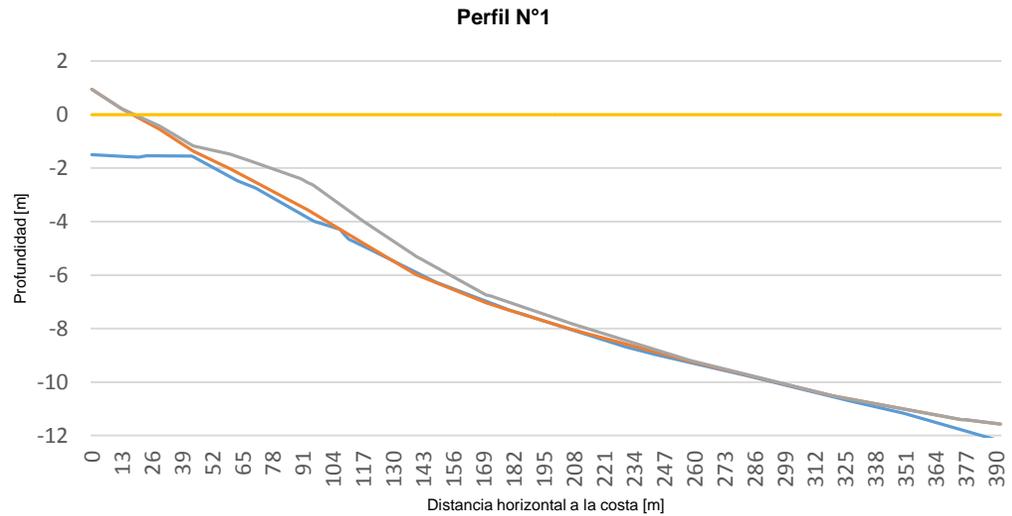


Perfiles Alternativa N°1 Caso Extremo

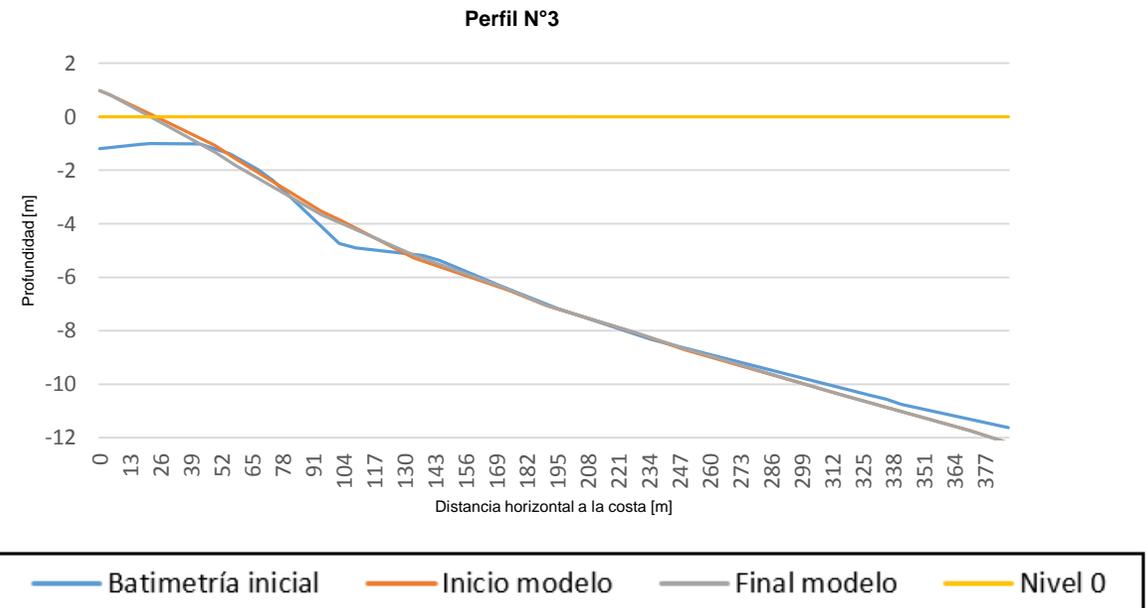
Perfil N°3



Resultados



Perfiles Alternativa N°2 Caso Extremo

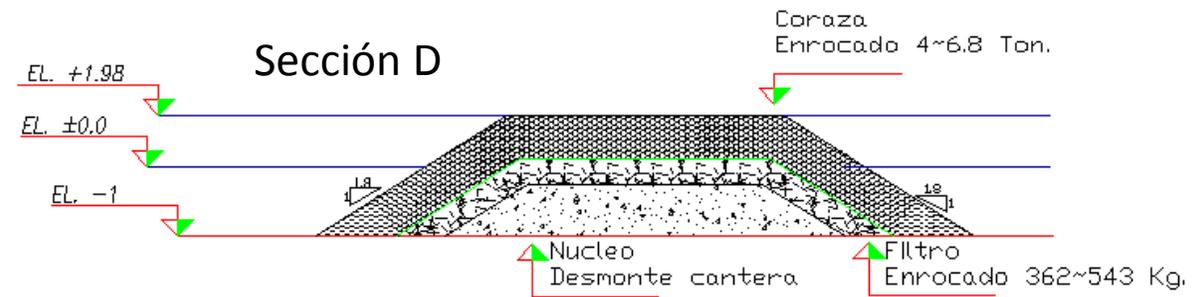
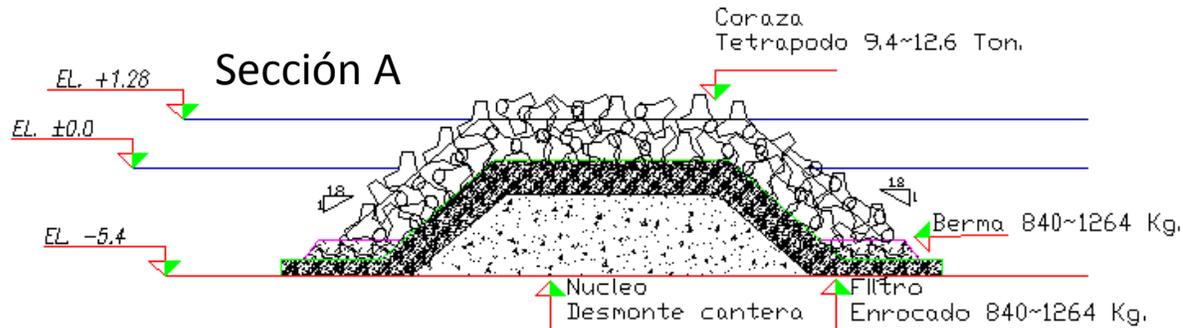
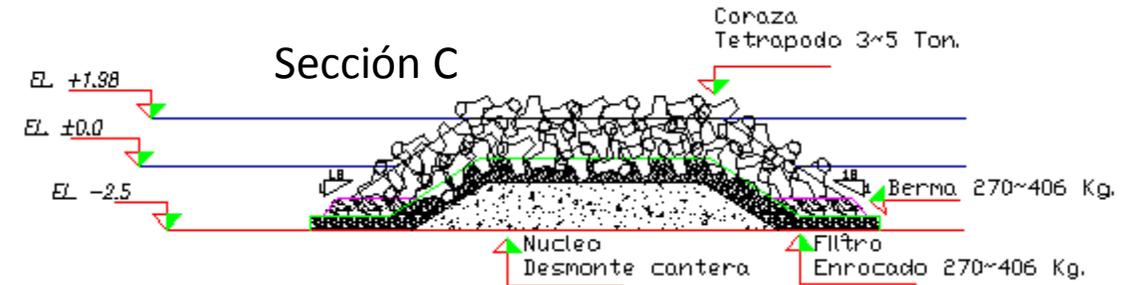
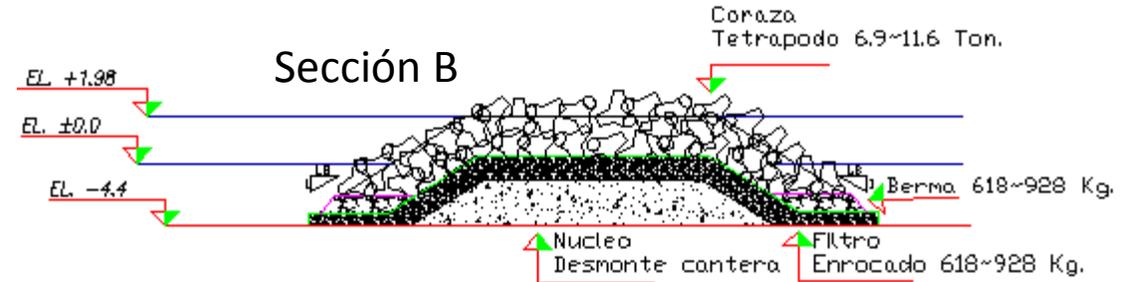
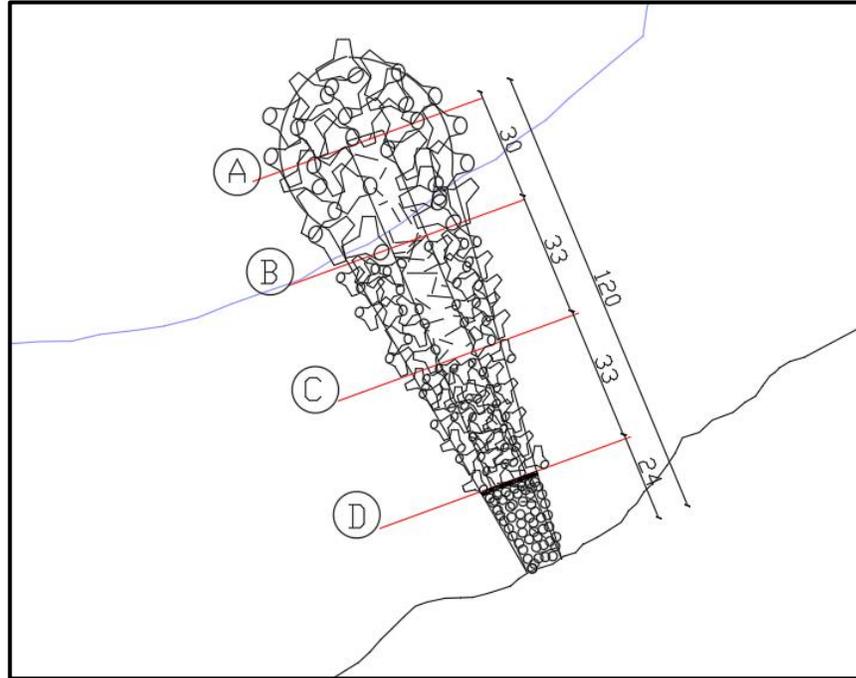


Resultados

Resumen acreción/erosión perfiles

Alternativa	Caso	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Sin estructura	1	1	1	-6	-2	0	3	1	-2	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Con estructura	1	1	1	-1	-1	0	-3	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Planimetría Espigón



Costo estimado de obras \$1.108.796,075

Conclusiones

1. ¿Qué sucede al inyectar arena? (Alternativa N°1)
2. ¿Qué sucede al inyectar arena e instalar un espigón? (Alternativa N°2)
3. ¿Cuál es la mejor opción?

Recomendaciones y Futuras Líneas Investigativas

1. Realizar dos **campañas de medición (inverno - verano)** para oleaje y corrientes.
2. Realizar **mediciones batimétricas con más detalle en el sector de estudio.**
3. Luego de obtener las mediciones in situ, es recomendable para futuros proyectos realizar **una validación y calibración** de los modelos matemáticos.
4. Implementación de un modelo de cambios de línea de costa (MIKE 21 Shoreline model).

“Análisis hidrodinámico y morfodinámico para una alternativa de recuperación de playa en el sector de Recreo, Viña del Mar”

ANEXOS

Referencias bibliográficas

- Aiken, C., Castillo, M., & Navarrete, S. (2008). *A simulation of the Chilean Coastal Current and associated topographic upwelling near Valparaíso, Chile*.
- Almazán Gárate, J. L., Palomino Monzón, M., & García Montes, J. R. (2000). *Introducción a la dinámica de las formas costeras*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Barrales Guzmán, K. D. (2017). *Vulnerabilidad siconatural en cerro y quebradas de Valparaíso: Decisiones de políticas publicas a propósito del gran incendio de 2014*. Santiago.
- Beyá, J., Álvarez, M., Gallardo, A., Hidalgo, H., Aguirre, C., Valdivia, J., . . . Molina, M. (2016). *Atlas de Oleaje de Chile*. Valparaíso.
- Biblioteca Nacional de Chile. (2016). *Panorama del Balneario del Recreo, Viña del Mar, Hacia 1930*. Obtenido de <http://www.memoriachilena.cl/602/w3-article-99918.html>
- Bifak, P. (2017). *Dutch Design*. Obtenido de <https://worksthatwork.com/1/zandmotor>
- Blanes Eckert, C. (2008). *Caracterización granulométrica de las playas del litoral gerundense. Implicaciones en el transporte de sedimentos*.
- Bricio Garberi, L. (2009). *Comportamiento funcional y ambiental de los diques Exentos de Baja Cota de Coronación y su importancia en la Ingeniería de Costas*. Universidad Politécnica de Madrid.
- Cáceres, G., & Sabatini, F. (2003). *Para entender la urbanización del litoral: el balneario en la conformación del Gran Valparaíso (siglo XIX y XX)*.
- Cartes Zurita, O. A. (2005). *Análisis espacial y temporal de la dinámica de las corrientes en la bahía de Valparaíso*.
- Castagneto, P. (2010). *Una Historia de Viña Del Mar: La "hija de los Rieles"*.
- Córdova López, L., & Torres Hugues, R. (2015). *Medidas de rehabilitación para el sector Oasis en playa Varadero*. La Habana.
- De Vriend, H. J., & van Koningsveld, M. (2012). *Buikding with Nature: Thinking, acting and interacting differently*.
- DHI. (2016). *MIKE 21 & MIKE 3 Flow Model FM Hydrodynamic and Transport Module, Scientific Documentation*.
- DHI. (2016). *MIKE 21 Spectral Waves Module, Scientific Documentation*.
- DHI. (2016). *MIKE 21 ST*.
- DHI. (2016). *MIKE 21 Toolbox*.
- Engineers, U. A. (2003). *Coastal Engineering Manual, Chapter II-4, Surf zone hydrodynamics*.
- Fernández Domínguez, R. A. (2010). *Estudio alternativas de rompeolas para el proyecto "Terminal de descarga de carbón"*.
- G. I. O. C. (2000). *Regeneración de playas*. Universidad de Cantabria.
- Gálvez Fernández, B. A. (2017). *Caracterización de respuesta de playa ante eventos extremos de oleaje: Playa Reñaca-Caletta Abarca. Región de Valparaíso, Chile*. Valparaíso.

Referencias bibliográficas

- García Pimentel, M. J. (2013). *Análisis comparativo de diferentes metodologías para el cálculo de corrientes litorales generadas por el oleaje*.
- Goda, Y. (2000). *Random Seas And Desing Of Maritime Structures*. World Scientific.
- Google Earth. (2017).
- Guarch, A., & Santana, A. (2017). *La dinámica litoral*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/sistemaslitorales/diagnosi/destruccio/la-dinamica-litoral>
- INGEMAR. (1996). *Estudio Hidro-Oceanograficos, Poryecto Emisario Submarino 2 Norte, Viña Del Mar*.
- Izquierdo, T., & Marquez, A. (2006). *Comparación de métodos de interpolación para la realización de mapas de precipitación para el acuífero de icod- Cañadas (Tenerife, Islas Canarias)*.
- Jgamir. (2007). *Playas de Caracas I*. Obtenido de www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1943501
- Kamphuis, J. W. (2000). *Introduction to Coastal Engineering and Management, Advanced Series on Ocean Engineering - Volume 16*. Canada: World Scientific Co. Pte. Ltd.
- Liu, Z., & Frigaard, P. (2001). *Generation and analysis of random waves*.
- López Ruiz, A. (2013). *Hidrodinámica de la zona de rompientes*. Universidad de Granada.
- Medina, R., Vidal, C., González, M., Galofré, J., & Bernabeu, A. M. (2001). *Modelado de la morfodinámica de playas por medio de formulaciones de <<Equilibrio>>*.
- Ministerio de Medio Ambiente - Dirección General de Costas. (2008). *Directrices sobre actuaciones en playas*. Madrid.
- Ministerio de Obras Públicas. (2013). *Guía Para el Diseño, Construcción, Operación y Conservación de Obras Marítimas y Costeras*. Santiago.
- MOPU. (1990). *ROM 0.2-90 Acciones en el proyecto de obras maritimas y portuarias*.
- Museo de la Construcción CChC. (04 de Abril de 2017). *enterreno*. Obtenido de <https://www.enterreno.com/moments/ampliacion-de-avenida-espana-puente-capuchinos-1984>
- Negro Valdecantos, V. (2002). *Diseño de diques rompeolas*.
- París Solas, C., Wibbelink, H., & Basabe Criado, J. M. (1995). *Construcción De Playas. Experiencia En España*. España.
- Pezzuto, P. R., Resgalla, C., Abreu, J. G., & Menezes, J. T. (2004). *Environmental Impacts of the Nourishment of Balneário Camboriú Beach, SC, Brazil*.
- Protagonistas de la cultura. (2012). *MOP Inicia Obras de Conservación en Balneario Municipal de Antofagasta*. Obtenido de <http://www.region2.cl/mop-inicia-obras-de-conservacion-en-balneario-municipal-de-antofagasta/>
- Rodrigues Marins, S., Feder Mayer, V., & Cesar Fratucci, A. (2015). *Impactos percibidos del turismo; Un estudio comparativo con residentes y trabajadores del sector en Rio de Janeiro-Brasil*.
- Sánchez Arcilla, A., & A. Jiménez, J. (1995). *Evolucion en planta/perfil de una playa. Metodos predictivos*. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya.

Referencias bibliográficas

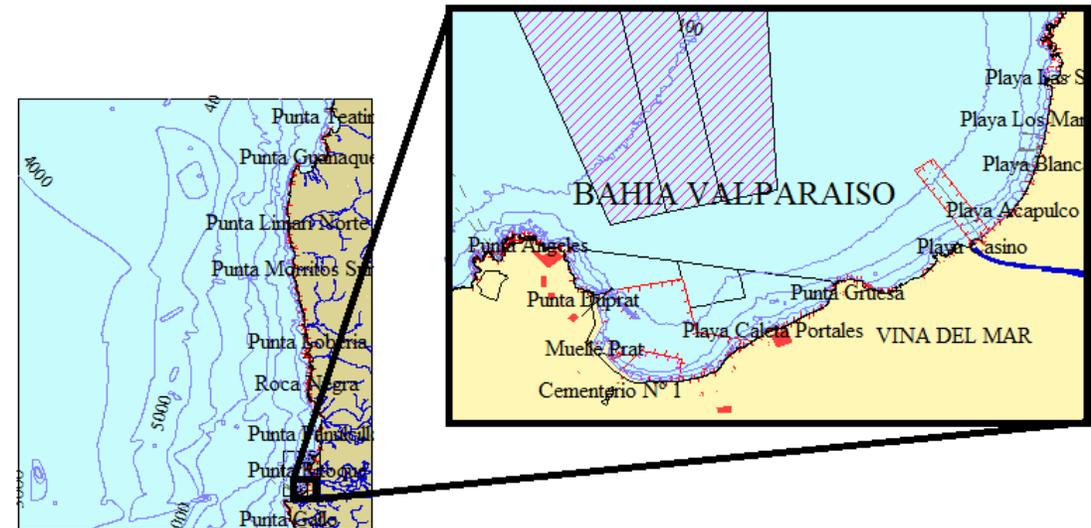
- SHOA Pub. 3013. (1992). *Glosario de Marea y Corrientes*. Chle.
- SHOA Pub. 3202. (1999). *Instrucciones Oceanográficas N°2*.
- SHOA PUB.3201. (2005). *Instrucciones Oceanográficas N°1*.
- Sierra, J. P., & Lo Presti, A. (1997). *Estudio Comparativo de Criterios de Rotura del Oleaje Regular*. España: Universidad Politécnica de Catalunya.
- Silva Casarín, R. (2005). *Análisis y descripción estadística del oleaje*.
- Svendsen, A. (2006). *Chapter 12: Cross-Shore Circulation and Undertow*. Obtenido de <http://www.globalspec.com/reference/49487/203279/chapter-12-cross-shore-circulation-and-undertow>
- Taal, M., Löffler, M., Vertegaal, C., Wijsman, J., Van der Valk, L., & Tonnon, P. (2016). *Development of the Sand Motor*.
- TAUROREMOLQUES. (2017). *Los camiones de volteo y sus características*. Obtenido de <https://www.tauro.mx/camiones-de-volteo/>
- Topografho. (2017). *Geotubos: contenedores de arena, a base de geotextiles*. Obtenido de <http://topografho.blogspot.cl/2010/05/geotubos-contenedores-de-arena-base-de.html>
- UNICAN. (2000). *Documentos de Referencia, Volumen I, Dinámicas*.
- UNICAN. (2000). *Documentos de Referencia, Volumen II, Procesos Litorales*.
- University of Delaware. (2017). *Rip Current Characteristics*. Obtenido de <https://www.ceoe.udel.edu/ripcurrents/characteristics/index.html>
- USACE. (2003). *Coastal Engineering Manual*.
- V. Petroni, R. (2005). *Hidráulica Marítima y Estuarios*. Buenos Aires: Dunken.
- Viveros, Á. I. (2016). *Desarrollo de una metodología para la valorización multidimensional de la zona costera: el caso Valparaíso-Viña del Mar*.



Estudio de Condiciones Naturales

Batimetría

Carta N°	Nombre
5111	Bahía y Puerto de Valparaíso
5000	Bahía Valparaíso a Golfo de Arauco
4322	Club de Yates Viña del Mar
4320	Bahía Quintero a Bahía Valparaíso
4000	Bahía Coquimbo a Bahía Valparaíso

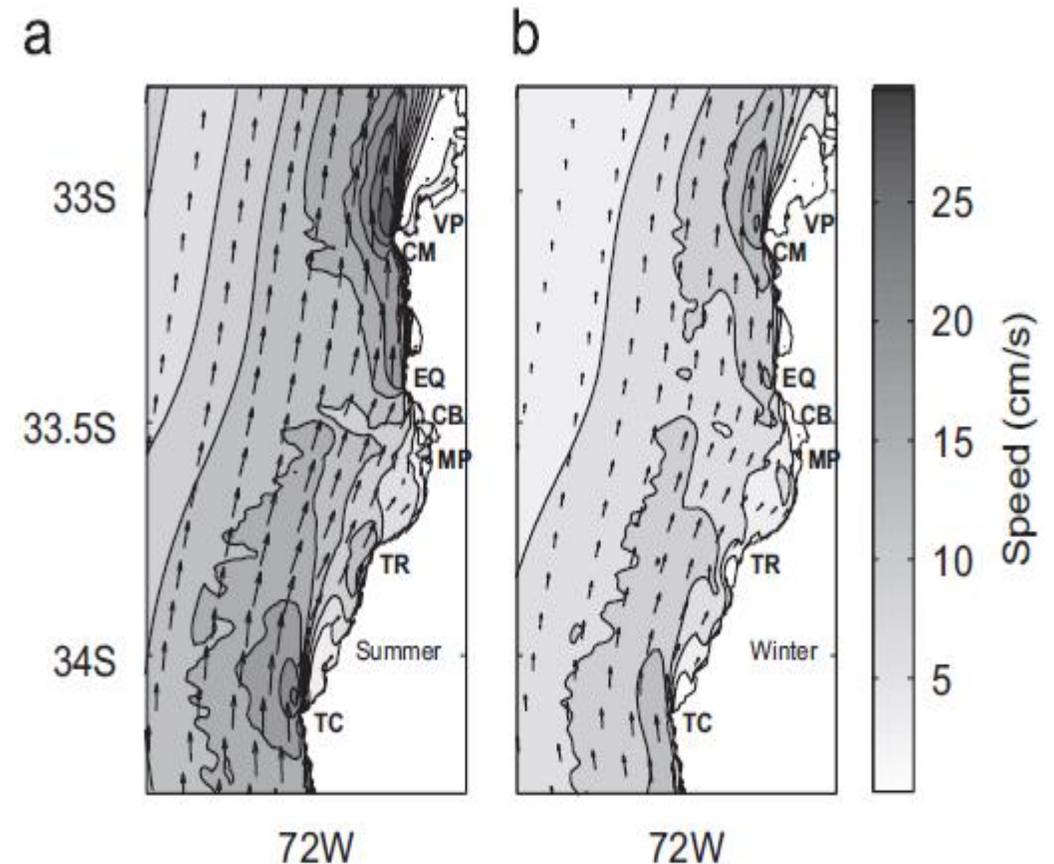


Fuente: (SHOA, 2009)

Estudio de Condiciones Naturales

- El estudio “simulation of the Chilean Coastal Current and associated topographic upwelling near Valparaíso, Chile” que analiza las surgencias en base a las corrientes chilenas en la costa por acción de viento local, desde la localidad de Topocalma (TP) hasta la bahía de Valparaíso (VP) denota que **las corrientes en el sector de Valparaíso inducidas por vientos son despreciables.**

Vientos



Fuente: (Aiken, Castillo, & Navarrete, 2008)

Estudio de Condiciones Naturales

Marea

Datos de marea obtenidos a través del sitio web <http://www.iocsealevelmonitoring.org>

Niveles de marea determinados para el diseño del espigón, no obstante **la marea no fue incorporada al modelo** debido a la baja magnitud de las corrientes producidas por la marea, del orden de $3,6 \text{ cm/s}$ (INGEMAR, 1996).

Nivel Medio de la Marea	0,68 [m]
Nivel Medio del mar	0,69 [m]
Altura Media de la Pleamar	1,14 [m]
Altura Media de la Pleamar más Alta	1,28 [m]
Altura Media de la Bajamar	0,23 [m]
Altura Media de la Bajamar más Baja	0,18 [m]
Nivel de Reducción de Sonda	0 [m]

Planos de referencia de marea



Estudio de Condiciones Naturales

Marea



ESTUDIOS HIDRO-OCEANOGRÁFICOS

PROYECTO EMISARIO SUBMARINO 2 NORTE

VIÑA DEL MAR

ABRIL 1996

Empleando botellas de deriva en la región de Valparaíso, se observó la existencia de un flujo superficial hacia el sur, entre abril y mayo, con velocidades promedios del orden de 4 km/día. En cambio, entre agosto y octubre se encontró un flujo hacia el norte con velocidades del orden de 3.7 km/día (Fonseca, 1985; Montecinos et. al., 1993). Estas observaciones son consistentes con la idea de que las corrientes superficiales tienen un ciclo anual que coincide con las fluctuaciones del nivel medio del mar en la costa. De esta forma se tendría que entre enero y mayo el flujo predominante sería hacia el sur, y entre julio y noviembre hacia el norte (Fonseca, 1985).



Estimación costos espigón y relleno

ÍTEM	DESIGNACIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
	NOMBRE PARTIDA	NOMBRE SUB-PARTIDA				
1	ACTIVIDADES GENERALES					\$ 185,711,951
1.1	INSTALACIÓN DE FAENAS		GL	1	\$ 185,711,951	\$ 185,711,951
2	ESPIGÓN					\$ 344,352,149
2.1	NUCLEO 36.4 KG		M ³	360.36	\$ 12,078	\$ 4,352,500.28
2.2	NUCLEO 50 KG		M ³	158.4	\$ 12,078	\$ 1,913,186.94
2.3	NUCLEO 75 KG		M ³	337.8	\$ 12,078	\$ 4,080,016.08
2.4	FILTRO 363 KG		M ³	196.8	\$ 15,765	\$ 3,102,574.35
2.5	FILTRO 728 KG		M ³	627	\$ 15,765	\$ 9,884,726.20
2.6	FILTRO 1 TON		M ³	318.78	\$ 20,597	\$ 6,565,752.77
2.7	FILTRO 1.5 TON		M ³	705	\$ 20,597	\$ 14,520,533.61
2.8	GEOTEXTIL DE PROTECCIÓN		M ²	2059.64	\$ 4,920	\$ 10,133,098.05
2.9	CORAZA ROCA 10 TON		M ³	3391.08	\$ 32,630	\$ 110,650,726.42
3	INSTALACIÓN DE TETRAPODOS		UN	252.252796	\$ 44,312	\$ 11,177,756.29
3.1	CORAZA TETRAPODOS 7.28 TON		UN	155.432796	\$ 485,404	\$ 75,447,704.25
3.2	CORAZA TETRAPODOS 15.1 TON		UN	96.82	\$ 955,625	\$ 92,523,573.99
4	RELLENO					\$ 787,640,318
4.1	ARRIENDO CAMIÓN TOLVA (15 M ³)		UN	306	\$ 150,000	\$ 45,900,000
4.2	SUMINISTRO DE SEDIMENTOS		M ³	36718	\$ 20,201	\$ 741,740,318
					TOTAL	\$ 1,317,704,418

Impacto ambiental

Para una posible fase de ejecución del proyecto, es necesario que sea aprobado por la ley 19.300 sobre las bases generales del medio ambiente, en donde se clasifica esta memoria de título como un estudio de impacto ambiental según el artículo 11.

La importancia de este estudio consiste disminuir el grado de degradación del hábitat causado por la alimentación de la playa, esta depende principalmente: A) el tiempo de ejecución; B) las características del sedimento depositado; C) la extensión geográfica del proyecto D) el tipo de sedimento de las dunas (Pezzuto, Resgalla, Abreu, & Menezes, 2004). Un ejemplo de la importancia de este estudio es lo ocurrido en el Balneario Camboriu ubicando al sur de Brasil, realizaron una alimentación de sedimentos a lo largo de la costa sin un estudio de impacto ambiental, lo que provocó composiciones de sedimentos diferentes a la original, cambios en la característica del sedimento el cual se hizo más grueso y gravoso, un aumento en el contenido de limo y arcillas, y cambios en la composición química de las aguas.

Un estudio de impacto ambiental de las características que conlleva la alimentación de una playa debe analizar tópicos como los que se tocan en el documento "impacto ambiental de regeneración de playas: la playa de poniente (GIJÓN)" planteado por Juan Canteras, que aborda análisis tales como:

- Análisis de comunidades bentónicas¹⁰ en la zona de estudio: Este consiste en un muestreo cuantitativo y cualitativo de biocenosis¹¹, con el fin de valorar las especies considerando el número de individuos, estado de conservación, frecuencia y rareza.
- Calidad de aguas: consiste en determinar las concentraciones de oxígeno, nitritos, nitratos y fosfatos, también precisar la demanda biológica de oxígeno. Estos parámetros se determinan a través de un análisis químico y microbiológico con muestras tomadas en la zona de estudio.
- Valorización de la avifauna: Se determina en función del valor especie y del valor espacio, en donde la primera posee como criterios de evaluación el estado de conservación, lista de especies en lista roja, uso de hábitat y abundancia. Por otro lado el valor espacio corresponde al número de especies, índice de especies y presencia de especies protegidas.
- Paisaje: corresponde a un análisis visual.
- Grado de aceptación social: Este factor se determina a través de una encuesta en la que se evalúa el grado de difusión del proyecto, conocimiento del mismo, críticas al proyecto y la idea de renegación de playa.

Finalmente proyectos de esta envergadura que conllevan creación o regeneración de playas deben contemplar los parámetros ambientales en cada una de sus fases y tomas de decisiones de tal manera de aminorar impactos negativos en el litoral y prevenir la posible pérdida de especies en peligro de extinción.

➡ Valorización del sector Recre

Escala de Valor Likert	
1	Valor Inexistente
2	Valor Bajo
3	Valor Medio
4	Valor Importante
5	Valor Alto

Fuente: Elaboración propia basada en (Viveros, 2016)



Fuente: (Viveros, 2016)

$$|Valor_{Zona\ costera}| = \sqrt{(Ambiental)^2 + (Económico)^2 + (Urbano - Sociocultural)^2}$$

➔ Valorización del sector Recreo

Tramo	Tipo de Valor	Asignación Valor Cualitativo					Valor promedio tramo	Magnitud Valor
Tramo 19 Ex Balneario Recreo.		HÁBITATS COSTERO	A TRACTIVO ESCÉNICO		ÁREAS VERDES (PARQUES)			7.7
	Ambiental	3	4		3		3.3	
		USO DEL SUELO (PLANO REGULADOR)	OFERTA INMOBILIARIA	TIPO DE VECINDARIO	DENSIDAD CONTRUCCION	TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA		
	Económico	5	5	5	4	5	4.8	
		RED VIAL	SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO	EQUIPAMIENTO URBANO	INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS DE USO PÚBLICO Y PATRIMONIO			
	Urbano-Sociocultural	5	5	5	5		5	

Tramo	Tipo de Valor	Asignación Valor Cualitativo					Valor promedio tramo	Magnitud Valor
Tramo 20 Playa Caleta Abarca.		HÁBITATS COSTERO	A TRACTIVO ESCÉNICO		ÁREAS VERDES (PARQUES)			8
	Ambiental	3	5		4		4	
		USO DEL SUELO (PLANO REGULADOR)	OFERTA INMOBILIARIA	TIPO DE VECINDARIO	DENSIDAD CONTRUCCION	TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA		
	Económico	5	4	5	5	5	4.8	
		RED VIAL	SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO	EQUIPAMIENTO URBANO	INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS DE USO PÚBLICO Y PATRIMONIO			
	Urbano-Sociocultural	5	5	5	5		5	

Valorización del sector Recreación

Tipo de Valor	Asignación Valor Cualitativo					Valor promedio	Magnitud Valor
	HÁBITATS COSTERO	ATRACTIVO ESCÉNICO		ÁREAS VERDES (PARQUES)			
Ambiental	3	4		4		3.66	
	a.- Intervenidos, sustitución de paisajes.	a.- Zona costera con vista al mar.		a.- Con acceso público, mobiliario básico, juegos infantiles.			
	b.- Daño reparable con planes de mitigación/recuperación.	b.- infraestructura y Balnearios de uso público con servicios y equipamiento.		b.- Terreno con diseño y jardines con especies silvestres e introducidas.			
	c.- Contaminación marina física y química reparable.	c.- Desarrollo inmobiliario y Hotelero no invasivo		c.- Cobertura vegetal en buen estado de conservación.			
	-	d.- Zona con flora y fauna marina silvestre.		d.- con mantención municipal y riego natural.			
	USO DEL SUELO (PLANO REGULADOR)	OFERTA INMOBILIARIA	TIPO DE VECINDARIO	DENSIDAD CONTRUCCION	TIPOLOGÍA CONSTRUCTIVA		
Económico	5	5	5	4	5	4.8	
	a.- Suelo Urbano apto para zona industrial.	a.- Alto interés comercial.	a.- Presencia estrato medio alto y alto.	a.- Baja densidad por metro cuadrado.	a.- Hormigón Predominante, fundaciones de Hormigón.		
	b.- Suelo Urbano apto para zona residencial.	b.- Industria no invasiva (financiera, comercio, hotelera, turística, etc.) aledaña.	b.- Inseguridad ciudadana plenamente controlada.	b.- Sin hacinamiento, recolección de basura establecido y permanente.	b.- Servicios higiénicos, acceso a red sanitaria (alcantarillado), piscina.		
	c.- Suelo Urbano, acceso viabilidad estructurada.	c.- Unidades productivas en funcionamiento (portuario, ferrocarril, manufactura, industrial, etc.)	c.- Con intervención permanente de fuerza pública.	-	c.- Jardín frontal y posterior excelentemente conservado con diseño y ordenamiento.		7.8
	d.- Presencia de actividad comercial e industrial de todo tipo.	d.- Oferta inmobiliaria residencial variada predominante, también para oficinas.	d.- Espacios establecidos de participación ciudadana y actividades comunitarias.	-	-		
	RED VIAL	SISTEMA DE TRANSPORTE PUBLICO	EQUIPAMIENTO URBANO	INFRAESTRUCTURA, SERVICIOS DE USO PÚBLICO Y PATRIMONIO			
Urbano-Sociocultural	5	5	5	5		5	
	a.- Vías peatonales seguras y de alta calidad.	a.- Muy buena calidad y seguridad.	a.- Completo, urbanización típica de metrópolis.	a.- Completo, infraestructura pública de todo tipo.			
	b.- Acceso a autopistas de alta calidad y factibilidad de estacionamientos.	b.- Factibilidad de acceso vía Transporte Público desde todos los puntos de la ciudad.	b.- Acceso a servicios básicos complementarios (Red Wi-Fi, Redes de gas, etc.).	b.- Acceso a servicios públicos, FF.AA y Bomberos muy cercanos y en gran número.			
	c.- Acceso aéreo con aeropuerto y por vía marítima con infraestructura existente.	-	c.- Acceso a servicios de recreación (parques, balnearios públicos, teatros, cine, etc.).	c.- Acceso a servicios municipales y gubernamentales, instituciones de educación pública y privada.			
	-	-	d.- Ciclovías, parues e infraestructura deportiva de acceso público.	d.- Patrimonio urbano con acceso público.			