



Memoria del proyecto para optar al Título de
Ingeniero Civil Oceánico

MEJORAMIENTO DEL BORDE COSTERO
APLICACIÓN A PLAYA SAN MATEO

FRANCISCO ANDRÉS MOLTENI PEREZ

Mayo 2014

MEJORAMIENTO BORDE COSTERO, APLICACIÓN PLAYA SAN MATEO

Francisco Andrés Molteni Pérez

COMISIÓN REVISORA

NOTA

FIRMA

Matías Quezada Labra
Profesor guía

Carlos Cárdenas Martínez
Docente

Hernán Vergara Cortés
Docente

DECLARACIÓN

Este trabajo, o alguna de sus partes, no han sido presentados anteriormente en la Universidad de Valparaíso, institución universitaria chilena o extranjera u organismo de carácter estatal, para evaluación, comercialización u otros propósitos. Salvo las referencias citadas en el texto, confirmo que el contenido intelectual de este Proyecto de Título es resultado exclusivamente de mis esfuerzos personales.

La Universidad de Valparaíso reconoce expresamente la propiedad intelectual del autor sobre esta Memoria de Titulación. Sin embargo, en caso de ser sometida a evaluación para los propósitos de obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil Oceánico, el autor renuncia a los derechos legales sobre la misma y los cede a la Universidad de Valparaíso, la que estará facultada para utilizarla con fines exclusivamente académicos.

Matías Quezada Labra.
Profesor Guía.

Francisco Molteni Pérez.
Alumno Memorista.

Dedicatoria:

A mi tata, padre y amigo, quien fue capaz de demostrarme lo importante que es disfrutar la vida, donde quiera que estés te necesito y te extraño mucho, gracias por todo, te amo, me hubiese encantado celebrar esto junto a tí. A mi abuela, por la fuerza y entereza mostrada y sus incansables regaloneos, a mi madre, por como luchas cada día, por haberme aguantado tanto tiempo y haberme entregado tu apoyo incondicional durante todas las decisiones que he tomado, a mis tías y tíos, por ayudarme en los momentos que los necesité, a mis hermanas por estar a mi lado y al Lucas, por alegrarme la vida.

AGRADECIMIENTOS

En este documento, quiero expresar mis agradecimientos a las siguientes personas, que de una u otra manera contribuyeron en esta tarea.

Andrea Donoso: por su ayuda desinteresada, consejos y por todas esas conversaciones que me hicieron encontrar nuevos rumbos tanto en la elaboración de este documento como en la vida que me hace sentir una amistad incondicional demostrada a lo largo de estos años.

Iván Rojas: por entregarme parte de su tiempo para poder abastecerme de conocimientos en los diferentes temas tratados a lo largo de mi etapa de estudiante y de memorista.

Claudio Benito: por esas interminables tardes de cervezas, discusiones, risas y penas. Gracias por tu apoyo y la confianza entregada.

Leonardo Rodríguez: por los consejos, discusiones realizadas en base a este documento y la confianza depositada en mí.

Carlos Cárdenas: por la facilitación de información para complementar el desarrollo del proyecto presentado y su amistad incondicional a lo largo de todos estos años

Carlo Soto: por su amistad, compañerismo y apoyo a lo largo de esta etapa.

Desmar Ltda: por la entrega de información de manera desinteresada.

A todos mis compañeros con los cuales compartí momentos realmente inolvidables a lo largo de mi carrera, Felipe Rifo, José Cisternas, Pablo González, Juan Carlos Mercado (QEPD), Cindy Bernal, Celeste Bunster, Pía Monreal, Paz Caamaño, Soledad Hidalgo, etc.

Por último no puedo dejar de agradecer a mi profesor guía Matías Quezada Labra, quien en todo momento se mostró disponible para poder atender y resolver mis dudas, por muy pequeñas que estas fueran, y nunca se hizo el desentendido con el compromiso que adquirió desde el momento que empezamos a desarrollar este proyecto.

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	3
2.1 OLEAJE.....	3
2.1.1 GENERACIÓN DE OLEAJE.....	3
2.1.2 CARACTERIZACIÓN DEL OLEAJE	4
2.1.2.1 Análisis Estadístico	4
2.1.2.2 Análisis Espectral.....	5
2.1.3 PROPAGACIÓN.....	7
2.1.4 MODELOS DE PROPAGACIÓN.....	9
2.2 EVOLUCIÓN DE PLAYAS.....	10
2.2.1 GENERALIDADES	10
2.2.2 MODELOS DE EVOLUCIÓN MORFODINÁMICA DE PLAYAS.....	10
2.2.3 ESTADOS MORFODINÁMICOS DE EVOLUCIÓN DE PLAYAS MICROMAREALES.....	11
2.3 PROYECCIÓN DE LA PLAYA ARTIFICIAL.....	15
2.3.1 EVOLUCIÓN A CORTO PLAZO.....	16
2.3.2 EVOLUCIÓN A LARGO PLAZO.....	16
2.3.2.1 Ajustes Logarítmicos.....	17
2.3.2.2 Ajustes Parabólicos.....	19
2.3.2.3 Aplicaciones de diseño para Groins and Jetties.....	22
2.4 CRITERIOS DE VALORACIÓN DE UNA PLAYA	24
2.4.1 COMO DEFENSA COSTERA.....	24
2.4.2 HÁBITAT DE FLORA Y FAUNA.....	25
2.4.3 USO LÚDICO HUMANO.....	25
2.5 ALGUNOS EJEMPLOS EN CHILE.....	27
3. OBJETIVOS	30
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	30
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	30

4. CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO.....	31
4.1 CONDICIONES ACTUALES DE SAN MATEO.....	31
4.1.1 BATIMETRÍA.....	31
4.1.2 MAREAS.....	32
4.1.3 OLEAJE.....	34
4.1.3.1 Clima de Oleaje en Aguas Profundas.....	34
4.1.3.2 Propagación del Oleaje.....	37
4.1.3.3 Clima de oleaje operacional.....	41
4.1.4 MORFOLOGÍA COSTERA.....	43
4.1.4.1 Estudios Granulométricos.....	44
4.1.4.2 Análisis Estadístico.....	45
4.1.4.3 Transporte de Sedimentos.....	49
4.1.4.4 Determinación de la zona activa.....	52
4.1.4.5 Determinación de la profundidad de cierre.....	53
4.1.5 VALORACIÓN DEL SECTOR.....	55
4.1.5.1 Como defensa costera.....	55
4.1.5.2 Uso lúdico humano.....	56
4.2 PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE PLAYA.....	57
4.2.1 FORMULACIÓN SELECCIONADA PARA LA GENERACION DE LA PLAYA.....	57
4.2.2 DESCRIPCIÓN DEL LAYOUT PROPUESTO.....	58
4.2.2.1 Funcionamiento hidráulico rompeolas disipantes.....	59
4.2.3 AGITACIÓN EN LA ZONA DE BAÑO.....	61
4.2.3.1 Resultados.....	62
4.2.4 EVOLUCIÓN AL CORTO PLAZO.....	68
4.2.4.1 Resultados.....	69
4.2.5 EVOLUCIÓN AL LARGO PLAZO.....	73
4.2.5.1 Planta de equilibrio.....	74
4.2.5.2 Perfil de equilibrio.....	76
4.2.5.3 Determinación del perfil de relleno.....	79
4.2.5.4 Condición de baño seguro.....	80
4.2.5.5 Uso lúdico humano.....	81
4.2.6 PREDISEÑO DE LAS OBRAS.....	82
5. CONCLUSIONES.....	84
6. RECOMENDACIONES.....	87
7. REFERENCIAS.....	88

LISTA DE TABLAS

Tabla 4-1: Valores armónicos de la serie de marea.	33
Tabla 4-2: Tabla de incidencia y ocurrencia Hmo v/s Dir.	35
Tabla 4-3: Tabla de incidencia y ocurrencia Tpk v/s Dir.	35
Tabla 4-4: Tabla de incidencia Altura vs Dirección en el punto de extracción.	41
Tabla 4-5: Tabla de incidencia Período vs Dirección en el punto de extracción.	42
Tabla 4-6: Horario de la toma de muestras.	44
Tabla 4-7: Peso retenido y porcentaje pasante en la zona sumergida.	46
Tabla 4-8: Diámetros relevantes en la zona sumergida.	47
Tabla 4-9: Transporte Longitudinal año 2000.	50
Tabla 4-10: Transporte longitudinal año 2000 a 2004.	50
Tabla 4-11: Casos a modelar.	61
Tabla 4-12: Alturas de ola obtenidas en los puntos de extracción, Caso 1.	63
Tabla 4-13: Alturas de ola obtenidas en los puntos de extracción, Caso 2.	64
Tabla 4-14: Alturas de ola obtenidas en los puntos de extracción, Caso 3.	65
Tabla 4-15: Alturas seleccionadas para el análisis morfodinámico.	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Playa San Mateo, Valparaíso.	1
Figura 2-1: Capacidades de los Modelos Parabólicos, Elípticos e Hiperbólicos.	9
Figura 2-2 Disipativa.	12
Figura 2-3: Barra longitudinal y seno.	12
Figura 2-4: Barra y playa rítmicas.	12
Figura 2-5: Barra transversal y corriente de retorno.	13
Figura 2-6: Barra canaleta o terraza de baja mar.	13
Figura 2-7: Reflejante.	13
Figura 2-8: Escalas de cambios morfológicos en playas.	15
Figura 2-9: Representación de la curva espiral logarítmica.	17
Figura 2-10: Ángulo característico e indentation ratio propuesto para distintos valores del ángulo de incidencia del oleaje.	18
Figura 2-11: Esquema de representación de la curva descrita en los ajustes parabólicos.	19
Figura 2-12: Hsu-Evans (1989). Correlación entre coeficientes y ángulo de incidencia del oleaje.	20
Figura 2-13: Relación entre las variables β y R_0 usadas en Hsu-Evans (1989) y variables α_{min} e Y necesarias para la determinación del punto de control P_0	21
Figura 2-14: Aplicaciones en Proyectos Reales, Kevin Bodge.	23
Figura 2-15: Playa Covadonga, Antofagasta Chile.	27
Figura 2-16: Playa Trocadero, Antofagasta Chile.	27
Figura 2-17: Playa Paraíso, Antofagasta Chile.	28
Figura 2-18: Balneario Municipal, Antofagasta Chile.	28
Figura 2-19: Playa El Laucho, Arica Chile.	29
Figura 2-20: Playa Carboncillo, Antofagasta Chile.	29
Figura 4-1: Superposición de cartas náuticas.	31
Figura 4-2: Registro de mareas.	32
Figura 4-3: Ubicación de los puntos de validación.	34
Figura 4-4: Rosa de oleaje, Aguas profundas.	36

Figura 4-5: Nodo de extracción de coeficientes.....	37
Figura 4-6: Grillas utilizadas en la transferencia de oleaje, STWAVE.	38
Figura 4-7: Coeficientes de altura de ola en el punto de extracción.	39
Figura 4-8: Coeficientes de dirección del oleaje en el punto de extracción.	39
Figura 4-9: Rosa de incidencia del oleaje en el punto de extracción.....	42
Figura 4-10: Distribución de playas en las ciudades de Viña del mar y Valparaíso.	43
Figura 4-11: Posicionamiento de las muestras de sedimentos.....	44
Figura 4-12: Clasificación sedimentológica de la muestra total.	45
Figura 4-13: Curva granulométrica, zona sumergida.....	46
Figura 4-14: Clasificación granulométrica.	47
Figura 4-15: Presencia de guijarros en playa San Mateo.	48
Figura 4-16: Distribución Transversal del LST Neto año 2000.	51
Figura 4-17: Distribución Transversal del LST Neto año 2000 a 2004.	51
Figura 4-18: Ciclos de una playa.	53
Figura 4-19: Avenida Altamirano, después de la remodelación.....	55
Figura 4-20: Playa San mateo, un día sin mucha concurrencia.	56
Figura 4-21: Aplicaciones en Proyectos Reales, Kevin Bodge.	57
Figura 4-22: Layout propuesto para la mejora de Playa San Mateo.....	58
Figura 4-23: Estructuras del layout ingresadas para la agitación en la zona.....	61
Figura 4-24: Puntos de extracción de la propagación de oleaje.	62
Figura 4-25: Modelación realizada para las condiciones descritas en el caso 1.	63
Figura 4-26: Modelación realizada para las condiciones descritas en el caso 2.	64
Figura 4-27: Modelación realizada para las condiciones descritas en el caso 3.	65
Figura 4-28: Altura Significativa en los puntos de extracción, Veril 3 metros.	66
Figura 4-29: Altura significativa en los puntos de extracción, Veril 5 metros.	66
Figura 4-30: Análisis del comportamiento del Layout propuesto, Caso 1.....	69
Figura 4-31: Análisis del comportamiento del Layout propuesto, Caso 2.....	70
Figura 4-32: Análisis del comportamiento del Layout propuesto, Caso 3.....	71
Figura 4-33: Metodología de elaboración Layout propuesto.....	74
Figura 4-34: Crecimiento del área de solana.....	75
Figura 4-35: Perfil seleccionado a analizar.	76
Figura 4-36: zonas de Difracción Refracción.	77
Figura 4-37: Perfiles de equilibrio analizados.	78
Figura 4-38: Superposición del perfil seleccionado.	79
Figura 4-39: Estimación de condiciones para el baño seguro.	80
Figura 4-40: Prediseño del rompeolas.....	83

RESUMEN

El mejoramiento del borde costero en las zonas de alta concurrencia de turistas, es uno de los mayores propósitos de los gobiernos regionales a lo largo del país. La quinta región, es una de las franjas litorales que más ha enfocado la visión en este tema, ya sea con paseos remodelados, habilitación de servicios en las playas y por sobre todo información de los riesgos que existen en el sector.

Las condiciones de baño en las playas del litoral son riesgosas, por lo que tratar de mejorar las condiciones en éstas, pueden ser un gran paso en el enfoque de seguridad a exponer.

En el litoral central, la utilización de técnicas para le regeneración de playas mediante características artificiales no ha sido uno de los principales planes de conservación del frente costero, sin embargo, en el norte de nuestro país es donde se han realizado a lo menos dos estudios de playas artificiales en el sector de La Chimba y LLacolén, realizado por Escondida en el año 2010, tres establecidas como Balneario Paraíso, Balneario municipal y Trocadero, en Antofagasta y en Tocopilla la playa Covadonga en la Segunda Región de Antofagasta, las cuales han activado el turismo en la región.

En Valparaíso solo existen cuatro playas de las cuales una está habilitada para el baño, Playa Torpederas. En base a ésta problemática es que nace la inquietud de generar alguna alternativa que brinde un nuevo espacio de uso lúdico con áreas de solana y condiciones favorables para el baño