



Memoria del proyecto para optar al título de  
Ingeniero Civil Oceánico

**Procesos para la generación de un soporte web para la  
administración y análisis de datos asociados a la  
morfología de las playas en las localidades de Valparaíso,  
Viña del Mar y Concón.**

**Melissa Gutiérrez Bozzo**

Enero 2018

**Procesos para la generación de un soporte web para la administración y análisis de datos asociados a la morfología de las playas en las localidades de Valparaíso, Viña del Mar y Concón.**

**Melissa Gutiérrez Bozzo**

COMISIÓN REVISORA

NOTA

FIRMA

Mauricio Molina P.  
Profesor guía

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

René Noël L.  
Revisor

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Felipe Caselli B.  
Revisor

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **DECLARACIÓN**

Este trabajo, o alguna de sus partes, no ha sido presentado 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.

---

Mauricio Molina Pereira  
Profesor Guía

---

Melissa Gutiérrez Bozzo  
Alumna Memorista

## **AGRADECIMIENTOS**

*Quisiera expresar mis más sinceros agradecimientos a:*

*Mis padres, abuela, hermanas y amigos, quienes estuvieron conmigo a lo largo de todo este proceso.*

*A mis padres por apoyarme en cada decisión tomada y enseñarme a ser persistente para seguir siempre adelante, a mi abuela que gran parte de lo que soy es gracias a ella, por haberme enseñado valores y haber estado conmigo en mis momentos buenos y malos.*

*A mis hermanas por no preguntarme “¿Cuánto te falta”? cuando ya llevaba más de 6 años en la universidad.*

*A mis amigos que fueron un pilar fundamental cuando pensaba en bajar los brazos y renunciar, por su apoyo, compañía y los millones momentos de risas.*

*Al curso de metodología de análisis de la carrera de ingeniería civil informática y a todos a quienes ayudaron de manera directa o indirecta leyendo esta tesis, haciendo sus correcciones e intentando comprender términos que en su vida habían escuchado.*

*A todos ellos, muchas gracias*

## **TABLA DE CONTENIDO**

1	<b><u>Introducción</u></b> .....	1
2	<b><u>Objetivos</u></b> .....	2
2.1	<b>General</b> .....	2
2.2	<b>Específicos</b> .....	2
3	<b><u>Marco teórico</u></b> .....	3
3.1	<b>Playas</b> .....	3
3.1.1	Formación de playas .....	4
3.1.2	Clasificación de playas .....	4
3.1.3	Factores que influyen en la morfología de las playas.....	5
3.1.4	Análisis de los elementos de la playa .....	7
3.2	<b>Sistemas de medición</b> .....	8
3.2.1	Perfiles .....	8
3.2.2	Fotografías .....	10
3.2.3	Sedimentos .....	10
3.3	<b>Ingeniería de software</b> .....	15
3.3.1	Procesos de software .....	15
3.3.2	Desarrollo ágil.....	16
3.3.3	Ingeniería de requisitos .....	16
3.3.4	Sistema de información administrativa.....	17
3.3.5	Desarrollo de clientes .....	17
3.3.6	Modelado de diseño para aplicaciones web .....	18
3.3.7	Contrucción del prototipo .....	22
3.4	<b>Otras experiencias web similares</b> .....	22
3.5	<b>Modelos de negocio</b> .....	24
3.5.1	Modelo de Canvas.....	24
4	<b><u>Metodología</u></b> .....	26
4.1	<b>Descripción del proyecto</b> .....	26
4.2	<b>Perfiles</b> .....	27
4.2.1	Línea de costa .....	31
4.2.2	Erosión / acreción .....	31
4.2.3	Pendiente de playa .....	32
4.2.4	Punto más bajo del perfil .....	33
4.2.5	Área socavada o de acreción .....	33
4.2.6	Berma de playa .....	36
4.3	<b>Fotografías</b> .....	37
4.3.1	Evolución del entorno .....	39
4.3.2	Posibles cambios por estructuras .....	39
4.3.3	Fotografía histórica v/s actual .....	39

4.3.4	Seguimiento fotográfico .....	40
4.4	<b>Sedimentos</b> .....	42
4.4.1	Curva granulométrica .....	42
4.4.2	Diámetros característicos .....	43
4.4.3	Análisis estadístico .....	45
4.5	<b>Usuarios</b> .....	47
4.6	<b>Soporte web</b> .....	49
4.7	<b>Modelo de Canvas</b> .....	51
5	<b><u>Resultados</u></b> .....	52
5.1	<b>Perfiles</b> .....	52
5.1.1	Línea de costa .....	52
5.1.2	Acresión o retroceso .....	53
5.1.3	Pendiente de playa .....	54
5.1.4	Punto más bajo del perfil .....	55
5.1.5	Área socavada o de acreción .....	56
5.1.6	Ancho de berma de la playa .....	56
5.2	<b>Fotografías</b> .....	58
5.2.1	Evolución del entorno .....	58
5.2.2	Posibles cambios por estructuras .....	58
5.2.3	Fotografía histórica v/s actual .....	59
5.2.4	Seguimiento fotográfico .....	60
5.2.5	Línea de costa .....	62
5.2.6	Perfiles indirectos .....	62
5.3	<b>Sedimentos</b> .....	66
5.3.1	Curva granulométrica .....	66
5.3.2	Diámetros característicos .....	67
5.3.3	Análisis estadístico .....	67
5.4	<b>Desarrollo de clientes</b> .....	71
5.5	<b>Desarrollo soporte web</b> .....	76
5.5.1	Administrador .....	76
5.5.2	Técnico .....	82
5.5.3	Colaborador .....	84
5.5.4	Registrado .....	90
5.5.5	No registrado .....	96
6	<b><u>Modelo de negocio</u></b> .....	101
7	<b><u>Conclusión</u></b> .....	104
8	<b><u>Recomendaciones</u></b> .....	105
9	<b><u>Referencias bibliográficas</u></b> .....	106
10	<b><u>Anexos</u></b> .....	109

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 - Zonificación y elementos de una playa .....	3
Figura 2 - Factores naturales .....	5
Figura 3 - Factores humanos .....	6
Figura 4 - Descripción metodológica del método Emery .....	9
Figura 5 - Aplicación in situ del método Emery .....	10
Figura 6 - Clasificación de sedimento según Udden-Wentworth .....	12
Figura 7 - Clasificación curtosis .....	13
Figura 8 - Clasificación asimetría .....	14
Figura 9 - Clasificación de la muestra .....	14
Figura 10 - Modelo de desarrollo de clientes .....	17
Figura 11 - Árbol de requisitos de calidad .....	19
Figura 12 - Paradigma de construcción de prototipos .....	22
Figura 13 - Ejemplos de páginas extranjeras .....	23
Figura 14 - Área de estudio.....	26
Figura 15 - Ubicación geográfica de las playas en estudio .....	28
Figura 16 - Bitácora de mediciones.....	30
Figura 17 - Ejemplificación de erosión/acreción .....	32
Figura 18 - Ejemplificación pendiente de playa .....	32
Figura 19 - Ejemplificación punto más bajo del perfil .....	33
Figura 20 - Ejemplificación de casos posibles para el cálculo del área del perfil .....	35
Figura 21 - Ejemplificación berma del perfil .....	36
Figura 22 - Dron utilizado para la captura fotográfica.....	39
Figura 23 - Encuesta.....	48
Figura 24 - Estructura del soporte web .....	50
Figura 25 - Datos del perfil 15, playa de Reñaca .....	52
Figura 26 - Vista en planta línea de costa Playa de Reñaca .....	53
Figura 27 - Acreción, perfil 15, Playa de Reñaca .....	54
Figura 28 - Pendiente perfil 15, Playa de Reñaca .....	54
Figura 29 - Punto más bajo perfil 15, Playa de Reñaca .....	55
Figura 30 - Comparación entre fechas en el perfil 15 de la Playa de Reñaca .....	56
Figura 31 - Comparación de bermas, perfil 15 Playa de Reñaca .....	57
Figura 32 - Evolución del entorno Playa de Reñaca .....	58
Figura 33 - Cambio en la morfología playa Recreo por ensanchamiento de la calzada ...	59
Figura 34 - Comparación histórica playa Los Lilenes .....	59
Figura 35 - Seguimiento fotográfico de mayo a noviembre del 2008, Playa de Reñaca ...	61
Figura 36 - Comparación de línea de costa, playa Abarca .....	62
Figura 37 - Selección de puntos notables .....	63
Figura 38 - Vista en planta de puntos notables .....	63
Figura 39 - Superposición de perfiles in situ con puntos notables a partir de regresión ...	65
Figura 40 - Curva granulométrica perfil 15, playa de Reñaca.....	66
Figura 41 - Visualización sección sedimentos colaborador .....	70
Figura 42 - Perfil de la persona en relación con la playa .....	71
Figura 43 - Tópicos de interés .....	72
Figura 44 - Interés V/S conocimiento de los subproductos .....	73
Figura 45 - Disposición para el registro dentro del prototipo web .....	73
Figura 46 - Cuota de registro anual.....	74

Figura 47 - Sección de notificaciones del usuario administrador .....	77
Figura 48 - Sección administración de playas del usuario administrador .....	78
Figura 49 - Crear campaña, usuario administrador .....	79
Figura 50 - Ingreso y edición de datos de la campaña de medición .....	80
Figura 51 - Finalización campaña, usuario administrador .....	81
Figura 52 - Visualización de playas para el usuario técnico .....	82
Figura 53 - Ingreso de bitácoras, usuario técnico.....	83
Figura 54 - Ingreso de datos a la bitácora virtual para usuario técnico.....	84
Figura 55 - Visualización de la información de las playas, usuario colaborador .....	85
Figura 56 - Información de la playa seleccionada por el usuario colaborador .....	86
Figura 57 - Ingreso de datos a la bitácora virtual para el usuario colaborador .....	87
Figura 58 - Visualización de resultados para el usuario colaborador.....	88
Figura 59 - Visualización resultados fotográficos para usuario colaborador .....	89
Figura 60 - Información básica para usuario público, registrado .....	90
Figura 61 - Visualización de la información de las playas, usuario registrado .....	91
Figura 62 - Visualización de información de la playa seleccionada, usuario registrado....	92
Figura 63 - Visualización de resultados para el usuario registrado.....	94
Figura 64 - Visualización resultados fotográficos para usuario registrado .....	95
Figura 65 - Visualización página principal usuario no registrado .....	96
Figura 66 - Visualización de la información de las playas, usuario no registrado .....	97
Figura 67 - Visualización de información de la playa seleccionada, usuario no registrado	98
Figura 68 - Visualización resultados fotográficos para usuario no registrado .....	99
Figura 69 - Instructivo informativo de la toma de mediciones.....	100
Figura 70 - Modelo de negocios Canvas.....	103
Figura 71 - Perfiles establecidos en la Playa de Reñaca .....	109
Figura 72 - Playa las Torpederas 1988 - 2017 .....	109
Figura 73 - Playa las Torpederas 1930 – 2017 .....	110
Figura 74 - Playa las Torpederas 1930 - 1940 - 2017 .....	110
Figura 75 - Playa Caleta Abarca 1954 - 2017 .....	111
Figura 76 - Playa Miramar 1920 - 1930 - 2017.....	111
Figura 77 - Playa Miramar 1953 - 2017.....	112
Figura 78 - Desembocadura Estero Marga Marga 1959 - 2017 .....	112
Figura 79 - Playa Avenida Perú 1940 - 2014 .....	113
Figura 80 - Playa Amarilla 1910 – 1935 - 2017 .....	114
Figura 81 - Playa Amarilla 1965 - 2017.....	115



## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 - Cantidad de perfiles medidos por playa .....	28
Tabla 2 - Playas que presentan seguimiento fotográfico .....	37
Tabla 3 - Playas que presentan fotografías históricas.....	38
Tabla 4 - Parámetros obtenidos del tamizado P15-B1 de la Playa de Reñaca.....	43
Tabla 5 - Estimación preliminar de % pasante mediante función No lineal del perfil .....	44
Tabla 6 - Resultados de correlación y ajuste del modelo de regresión lineal .....	64
Tabla 7 - Análisis D50 perfil 15 .....	67
Tabla 8 - Curtosis perfil 15, playa de Reñaca .....	68
Tabla 9 - Asimetría perfil 15, playa de Reñaca.....	68
Tabla 10 - Desviación estándar perfil 15, playa de Reñaca.....	69
Tabla 11 - Tamaño promedio perfil 15, playa de Reñaca .....	69
Tabla 12 - Cantidad de dinero que un turista está dispuesto a pagar por suscripción .....	75
Tabla 13 - Cantidad de dinero que un aficionado está dispuesto a pagar por suscripción .....	75
Tabla 14 - Cantidad de dinero que un investigador/estudiante está dispuesto a pagar por suscripción.....	75
Tabla 15 - Cantidad de dinero que "otros" está dispuesto a pagar por suscripción .....	76

## **ÍNDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1 - Suma de Riemann .....	33
Ecuación 2 - Cálculo de área .....	34
Ecuación 3 - Polinomio de Interpolación de Grado 1.....	43
Ecuación 4 - Curva Logística .....	43
Ecuación 5 - Curtosis.....	45
Ecuación 6 - Asimetría.....	45
Ecuación 7 - Desviación estándar.....	46
Ecuación 8 - Tamaño promedio .....	46

## **RESUMEN**

Las ciudades de Valparaíso, Viña del Mar y Concón, todas ellas ubicadas en el litoral central de la Región de Valparaíso (Chile), albergan en su borde costero una serie de playas de arena de variadas dimensiones y geomorfología, las cuales constituyen un recurso económico importante para el desarrollo de actividades turísticas, como así también para el emplazamiento de obras marítimas civiles reguladas por la autoridad competente.

Aun cuando estas playas son reconocidas por la población local y regional, disponen de accesos expeditos y han sido ocupadas asiduamente durante más de dos siglos, se dispone de información escasa y dispersa sobre su morfología, dinámica y variabilidad temporal. La escasa información existente no está centralizada y, además, es de difícil acceso.

Considerando estas falencias, y como una primera aproximación a esta problemática, se establecieron los pasos necesarios para desarrollar una base de datos, basado en una plataforma de Internet (plataforma web) sostenible en el tiempo orientada a almacenar, procesar y visualizar diversa información proporcionada por las playas.

El proyecto fue llevado a cabo en la región de de Valparaíso, en las zonas de Valparaíso, Viña del Mar y Concón, basada en la medición de perfiles de las playas ubicadas en las dos primeras localidades y las fotografías correspondientes a las playas de todas las zonas. Se efectuó una recopilación de mediciones de perfiles de playa en las localidades anteriormente señaladas, efectuadas mediante la aplicación de la metodología propuesta por Emery (1961). El procesamiento de estos datos permite el cálculo de diversos parámetros que pueden obtenerse con dicha información.

Otro sistema de medición utilizado correspondió a las fotografías históricas de playas las cuales fueron replicadas en la actualidad manteniendo el ángulo y ubicación con el propósito de lograr apreciar cómo ha ido evolucionando la playa a través de los años. A su vez, se utilizó un seguimiento fotográfico que data desde el 2013 que permitió evaluar cómo se comportan las playas frente a las cuatro estaciones del año (verano-otoño-invierno-primavera).

Los sedimentos son otro de los parámetros utilizados dentro del proyecto, cuyo objetivo consistió en dar a conocer qué tipo de sedimento presenta cada playa junto con sus respectivas características, (tamaño, clasificación, distribución, etc.). Dentro de las localidades trabajadas en este proyecto se visualizan los resultados de la playa de Reñaca, donde el principal tipo de sedimento consiste en arena mediana. Los perfiles más cercanos al estero de Reñaca presentan una mayor homogeneidad y el sedimento es mucho más fino, lo contrario sucede al alejarse de este, donde el sedimento es más grueso.

La visualización de los perfiles de playa y sedimentos se llevaron a cabo mediante gráficos y tablas, mientras que el análisis fotográfico de manera visual.

Con relación a qué tipo de personas utilizarán la plataforma web, se llevó a cabo una encuesta donde fueron identificados 5 posibles usuarios en la que se destacaron sus intereses y conocimientos sobre diversos conceptos del tema de las playas, también fue posible recopilar información acerca de qué tipo de usuario está dispuesto a pagar por una