



Memoria del proyecto para optar al Título de
Ingeniera Civil Oceánica

VALIDACIÓN DE LAS FORMULACIONES EXISTENTES
PARA EL CÁLCULO DEL RUN-UP, MEDIANTE
MODELACIÓN FÍSICA, PARA DETERMINAR EL MEJOR
AJUSTE EN LAS COSTAS CHILENAS

Daphne Catalina Vargas Gutiérrez

Noviembre 2024

VALIDACIÓN DE LAS FORMULACIONES EXISTENTES PARA EL CÁLCULO
DEL RUN-UP, MEDIANTE MODELACIÓN FÍSICA, PARA DETERMINAR EL
MEJOR AJUSTE EN LAS COSTAS CHILENAS

Daphne Catalina Vargas Gutiérrez

COMISIÓN REVISORA

NOTA

FIRMA

Mauricio Molina Pereira
Profesor guía

Sebastián Correa Araya
Docente

Sergio Bidart Loyola
Docente

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.

Daphne Vargas Gutiérrez

Alumna memorista

Mauricio Molina Pereira

Profesor guía

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a:

*Mi madre, hermanos y abuelos por todo el apoyo incondicional
y el cariño que me han dado.*

*Mis amigos que siempre estuvieron con sus
palabras de aliento y alegrando mis días.*

*Mauricio Molina, por permitirme ser parte de cada actividad que me acercaba
más al mundo de la ingeniería oceánica, por siempre tener una palabra
de aliento y su apoyo en la culminación de este documento*

*Mis profesores, compañeros y cada persona que aportó
su granito de arena en el desarrollo de este proyecto.*

A Beyoncé.

*“Quiero agradecerme,
Quiero agradecerme por creer en mí,
Quiero agradecerme por hacer todo este arduo trabajo,
Quiero agradecerme por no tener días libres,
Quiero agradecerme por nunca rendirme...”
Snoop Dog.*

CONTENIDO

1	Introducción.....	9
2	Objetivos	10
2.1	Objetivo general	10
2.2	Objetivos específicos	10
3	Marco teórico	11
3.1	Oleaje	11
3.1.1	Caracterización del oleaje en la bahía de Valparaíso	12
3.2	Morfología de playas	13
3.2.1	Caracterización de las playas de la bahía de Valparaíso	15
3.3	Número de Iribarren	17
3.3.1	Caracterización del n° de Iribarren en las playas de la bahía de Valparaíso	17
3.4	Run – up	17
3.4.1	Definición de run-up	17
3.4.2	Fórmulas de run – up	18
3.5	Modelación física	19
3.5.1	Análisis dimensional.....	20
4	Metodología	21
4.1	Equipamiento experimental	22
4.1.1	Canal de olas	22
4.1.2	Adquisición de datos de oleaje	22
4.1.3	Adquisición de datos audiovisuales	23
4.1.4	Elementos de disipación	24
4.1.5	Sensor ultrasónico	24
4.2	Diseño de playa	24
4.3	Casos de estudio	26
4.3.1	Validación modelo / comparación con estudio realizado	26
4.3.2	Bahía de Valparaíso.....	27
4.4	Modelación física	28
4.5	Procesamiento de datos de oleaje	29
4.6	Procesamiento de videos	29
4.7	Verificación fórmulas	30
5	Resultados	31
5.1	Oleaje modelación física	31
5.1.1	Ensayos validación	31

5.1.2	Ensayos bahía de Valparaíso.....	33
5.1.3	Comparación ensayos.....	34
5.2	Run-up	35
5.2.1	Modelación física	35
5.2.2	Formulaciones.....	39
6	Discusiones y recomendaciones	46
6.1	Discusiones.....	46
6.1.1	Capacidad de replicar las condiciones de oleaje en los ensayos experimentales.	46
6.1.2	Comparación de los resultados obtenidos con los datos de referencia de Roos y Battjes	47
6.1.3	Resultados obtenidos para las costas de la bahía de Valparaíso: modelación física v/s formulaciones	47
6.1.4	Conclusión de la Discusión	48
6.2	Recomendaciones	48
7	Conclusiones.....	50
8	Referencias	51
9	Anexos	52
9.1	Perfiles de playa de la bahía de valparaíso	52
9.2	Gráfico de valores de Run-up normalizados de los ensayos de modelación física	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 3-1: Cantidad de Perfiles de las playas de la región de Valparaíso.....	15
Tabla 4-1: Configuración de ensayos de Roos y Battjes.....	26
Tabla 4-2: Configuración de ensayos de validación.....	26
Tabla 4-3: Casos Bahía de Valparaíso	27
Tabla 4-4: Casos Bahía de Valparaíso modificados	28
Tabla 4-5: Configuración de los ensayos de validación y de la Bahía de Valparaíso	28
Tabla 5-1: Valores modelación ensayos de validación	32
Tabla 5-2: Valores modelación Bahía de Valparaíso	33
Tabla 5-3: Valores del Run-up de validación por modelación física.....	36
Tabla 5-4: Valores del Run-up de la Bahía de Valparaíso por modelación física.....	38
Tabla 5-5: Valores de Run-up mediante la fórmula de Hunt vs modelación física.....	40
Tabla 5-6: Valores de Run-up mediante la fórmula de Ruggiero vs modelación física.....	41
Tabla 5-7: Valores de Run-up mediante la fórmula de Holman vs modelación física.....	43
Tabla 5-8: Valores de Run-up mediante la fórmula de Stockdon vs modelación física	44
Tabla 9-1: Perfiles de playa.....	52

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 3-1: Zonas de generación de oleaje que alcanzan las costas chilenas, de izquierda a derecha se muestra la zona de generación mar de fondo reinante, la zona de generación mar de fondo noroeste y la zona de generación local.....	11
Figura 3-2: Gráfico de dispersión de Altura y periodo de las playas de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo: Refñaca, del deporte, Caleta Abarca y Caleta Portales.	12
Figura 3-3: Perfil de playa	13
Figura 3-4: Perfiles de playa a) perfil disipativo, b) perfil reflejante.	13
Figura 3-5: División de la hidrodinámica en el perfil de playa	14
Figura 3-6: De izquierda a derecha, playas con mediciones de perfiles de playa, gráfico de mediciones de un perfil de playa	15
Figura 3-7: Valores máximos, medios y mínimos de la pendiente de la cara de la playa por perfil, junto al valor promedio de los máximos, medios y mínimos.	16
Figura 3-8: Perfil de playa de Nielsen y Hanslow.....	16
Figura 4-1: Mapa conceptual de la metodología de trabajo.	21
Figura 4-2: Canal de olas del LabOcéano de la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica	22
Figura 4-3: Esquema del canal de olas y la instalación de los resistores.....	23
Figura 4-4: Esquema de ubicación de estructura de playa junto con el sistema de adquisición de datos audiovisuales en el canal de olas	23
Figura 4-5: Sensor ultrasónico.....	24
Figura 4-6: Módulo uno de la estructura de playa, con el sistema de pesos instalados	25
Figura 4-7: Rectificación de imagen, arriba identificación de zona de estudio, abajo ubicación de tornillos y las distancias entre ellos.....	29
Figura 4-8: Detección del agua y su borde	30
Figura 5-1: Gráfico de valores de Run-up normalizados de los ensayos de modelación física ..	39
Figura 5-2: Gráfico de valores de Run-up normalizados de los ensayos por fórmulas.....	45
Figura 9-1: Gráfico de valores de Run-up normalizados de los ensayos de modelación física ..	53

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo validar las fórmulas existentes para el cálculo del run – up, mediante modelación física del oleaje, con el fin de determinar cuál de ellas se ajusta mejor a las características específicas de las costas chilenas. Para ello, se realizó un análisis comparativo entre las estimaciones teóricas del run – up obtenidas a partir de diferentes fórmulas y los resultados obtenidos en ensayos de modelación física, realizados en el laboratorio Laboceáno de la Escuela de Ingeniería Civil Oceánica de la Universidad de Valparaíso. En este laboratorio, se construyó una playa con pendiente variable para replicar las condiciones reales de las costas de la bahía de Valparaíso.

Los resultados mostraron que las fórmulas más utilizadas en la literatura no siempre ofrecieron un ajuste adecuado para las características del oleaje en la bahía de Valparaíso, lo que resalta la necesidad de revisar y adaptar las metodologías para mejorar la precisión de las estimaciones.

Este estudio contribuye a la mejora de la estimación de los impactos del oleaje tanto en la erosión costera como en infraestructura costera, ya que una estimación más precisa del run-up permitirá realizar predicciones más confiables sobre los riesgos asociados a los oleajes y marejadas. Los resultados obtenidos ofrecen una base para futuras investigaciones y para la optimización de las estrategias de protección costera, así como para el diseño de infraestructuras más resilientes frente a fenómenos de oleaje extremo.