



Memoria del proyecto para optar al Título de
Ingeniero Civil Oceánico

**DISEÑO DE OBRA COSTERA PARA LA OPTIMIZACIÓN
DE BOTADURA DE LOS ASTILLEROS Y MAESTRANZAS
DE LA ARMADA EN VALPARAÍSO, CHILE.**

Bicett Aracely Díaz Gómez

Diciembre 2018

DISEÑO DE OBRA COSTERA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE BOTADURA DE
LOS ASTILLEROS Y MAESTRANZAS DE LA ARMADA EN VALPARAÍSO,
CHILE.

Bicett Aracely Díaz Gómez

COMISIÓN REVISORA

NOTA

FIRMA

Rodrigo Sazo Fernández
Profesor guía

Mauricio Molina Pereira
Revisor

Jorge Rojas Alcaíno
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.

Bicett Díaz Gómez
Alumno Memorista

Rodrigo Sazo Fernández
Profesor Guía

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a todas las personas que me acompañaron en este arduo proceso. En especial a mis padres, que me han apoyado en todo lo necesario para que logre cada una de mis metas. A mi pareja Manuel Vásquez por incentivarme día a día a terminar esta etapa, por su amor infinito y complementar mi vida. Y a mi hermana Marlene Díaz, por cada sonrisa y pelea compartida, por sus consejos y locuras que han forjado en mí grandes enseñanzas.

A mi profesor guía Rodrigo Sazo Fernández quien me motivó incondicionalmente en el desarrollo de este proyecto de título, transmitiéndome sus diversos conocimientos constantemente. Además, a los profesores Mauricio Molina y Jorge Rojas, por su buena voluntad para aclarar dudas que aparecían en el transcurso de la elaboración de esta memoria.

Gracias a todos.

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVOS	3
2.1	GENERAL	3
2.2	ESPECÍFICOS	3
3	ALCANCES Y LIMITACIONES	4
4	MARCO TEÓRICO	5
4.1	MEDIO.....	5
4.1.1	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO	5
4.1.2	ANÁLISIS DE CLIMA MEDIO Y EXTREMO	10
4.2	EMBARCACIONES	13
4.3	DISEÑO.....	15
4.3.1	BASES DE DISEÑO	15
4.3.2	TIPOLOGÍAS DE OBRA COSTERA.....	16
4.3.3	CARGAS INVOLUCRADAS	19
4.3.4	ANÁLISIS ESTÁTICO SISMICO Y SU DEFORMACIÓN	30
5	METODOLOGÍA.....	32
6	RESULTADOS	35
6.1	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO	35
6.1.1	BATIMETRÍA.....	35
6.1.2	VIENTO.....	36
6.1.3	MAREA.....	38
6.1.4	OLEAJE.....	40
6.1.5	CORRIENTES.....	47
6.2	CARACTERIZACIÓN DE EMBARCACIONES.....	49
7	DISEÑO.....	50
7.1	BASES DE DISEÑO	50
7.2	CONDICIONANTES DE DISEÑO.....	50
7.3	TIPOLOGÍAS DE OBRA COSTERA.....	51
7.3.1	MURO DE CONTENCIÓN.....	52
7.3.1	RAMPA.....	58
8	PRESUPUESTO Y ESTRUCTURAS SELECCIONADAS.....	62
9	CONCLUSIONES	64
10	RECOMENDACIONES	66
11	REFERENCIAS.....	67
	ANEXO A.....	70
	ANEXO B.....	81
	ANEXO C	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Fotografía Astillero Las Habas en 1958	1
Figura 1.2: Rampa frente a ASMAR Valparaíso	2
Figura 1.3: Ubicación ASMAR Valparaíso y Molo de Abrigo	2
Figura 4.1: Método para identificar valores extremos	11
Figura 4.2: Factores que inciden en la definición del calado en la línea de atraque	13
Figura 4.3: Mínima extensión del calado de atraque	14
Figura 4.4: Presiones generadas por el oleaje en muro vertical	24
Figura 4.5: Fuerza de Oleaje sobre un pilote.	25
Figura 5.1: Mapa conceptual de la metodología empleada en el proyecto.	34
Figura 6.1: Grilla batimétrica.	35
Figura 6.2: Rosa de viento	36
Figura 6.3: Distribución de Gumbel y bandas de confianza para el viento	37
Figura 6.4: Amplitud de constituyentes armónicas.	38
Figura 6.5: Marea astronómica y meteorológica	39
Figura 6.6: Distribución de Gumbel y bandas de confianza para marea meteorológica ...	40
Figura 6.7: Rosas de oleaje altura-dirección y periodo-dirección, en aguas profundas. ...	41
Figura 6.8: Distribución de Weibull $k = 1.4$ y bandas de confianza para oleaje en aguas profundas.....	42
Figura 6.9: Malla y anidados.	43
Figura 6.10: Propagación SO y periodo 13 [s].....	44
Figura 6.11: Gráfico coeficientes de agitación	44
Figura 6.12: Gráfico coeficientes de dirección	45
Figura 6.13: Rosas de oleaje altura-dirección y periodo-dirección, en el sitio de interés. .	46
Figura 6.14: Distribución de Gumbel y bandas de confianza para oleaje en el sitio de interés.	47
Figura 6.15: Dirección de corrientes en la bahía de Valparaíso en Pleamar y Bajamar. ...	48
Figura 7.1: Diseño en planta.	52
Figura 7.2: Dimensiones (en milímetros) grúa modelo <i>TEREX A/C 60 Mk</i>	54
Figura 7.3: Plano perfil muro cantiléver.	56
Figura 7.4: Plano perfil muro gravitacional.	57
Figura 7.5: Distribución de cargas verticales en la rampa	58
Figura 7.6: Plano perfil rampa A) Opaca y B) Transparente.....	60
Figura 7.7: Plano frente rampa A) Opaca y B) Transparente.	61

LISTA DE TABLAS

Tabla 4.1: Distribución de probabilidad.	11
Tabla 4.2: Formulación simplificada para la estimación del calado de atraque.	14
Tabla 4.3: Vida útil mínima para obras o instalaciones de carácter definitivo.	15
Tabla 4.4: Riesgo máximo admisible.	15
Tabla 4.5: Límites generales de sobrepaso admisible detrás de la obra.	17
Tabla 4.6: Coeficientes de rozamiento.	28
Tabla 4.7: Cargas de amarre para embarcaciones de hasta 2000 [t].	28
Tabla 4.8: Cargas sobre varaderos de halado longitudinal en función del desplazamiento máximo de buque del proyecto, para carros rígidos.	29
Tabla 4.9: Valores del coeficiente I.	30
Tabla 4.10: Valores de aceleración efectiva.	30
Tabla 6.1: Cartas náuticas.	35
Tabla 6.2: Tabla de incidencia dirección – velocidad de viento.	36
Tabla 6.3: Clima extremo de viento.	37
Tabla 6.4: Clima extremo marea meteorológica.	40
Tabla 6.5: Tabla de incidencia periodo – altura en aguas profundas.	41
Tabla 6.6: Clima extremo en aguas profundas.	42
Tabla 6.7: Tabla de incidencia altura – dirección en el sitio de interés.	46
Tabla 6.8: Clima extremo de oleaje en el sitio de interés.	47
Tabla 6.9: Influencia del transporte trasversal.	48
Tabla 6.10: Características de embarcaciones.	49
Tabla 7.1: Bases de diseño.	50
Tabla 7.2: Resumen condicionantes de diseño.	50
Tabla 7.3: Parámetros de diseño del suelo de fundación y relleno.	53
Tabla 7.4: Empujes y Momentos.	54
Tabla 7.5: Empujes y Momentos.	59
Tabla 8.1: Presupuesto muro costero de contención.	62
Tabla 8.2: Presupuesto rampa.	63

LISTA DE ANEXO A **CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO**

Anexo A 1: Datos extremos de viento.....	71
Anexo A 2: Resultado clima extremo de viento.....	71
Anexo A 3: Amplitud de constituyentes armónicas.....	72
Anexo A 4: Datos extremos de marea meteorológica y datos de viento y presión a ese instante.....	72
Anexo A 5: Resultado clima extremo de marea meteorológica.....	73
Anexo A 6: Tabla de incidencia dirección – altura en aguas profundas.....	73
Anexo A 7: Tabla de incidencia dirección – periodo en aguas profundas.....	73
Anexo A 8: Datos extremos de oleaje aguas profundas.....	74
Anexo A 9: Resultado clima extremo de oleaje en aguas profundas.....	74
Anexo A 10: Combinaciones de propagación.....	75
Anexo A 11: Coeficientes de agitación.....	75
Anexo A 12: Coeficientes de dirección.....	75
Anexo A 13: Rosas de oleaje altura – dirección y periodo – dirección, en el sitio obtenida del espectro.....	76
Anexo A 14: Tabla de incidencia altura – dirección en el sitio de interés obtenida del espectro.....	76
Anexo A 15: Tabla de incidencia periodo – dirección en el sitio de interés obtenida del espectro.....	76
Anexo A 16: Tabla de incidencia altura – periodo en el sitio de interés obtenida del espectro.....	77
Anexo A 17: Tabla de incidencia periodo – dirección en el sitio de interés obtenida de parámetros de resumen.....	77
Anexo A 18: Tabla de incidencia altura – periodo en el sitio de interés obtenida de parámetros de resumen.....	77
Anexo A 19: Datos extremos de oleaje en el sitio de interés a partir de parámetros de resumen.....	78
Anexo A 20: Datos extremos de oleaje en el sitio de interés a partir del espectro de aguas profundas.....	79
Anexo A 21: Resultado clima extremo de oleaje en el sitio de interés a partir de parámetros de resumen.....	79
Anexo A 22: Resultado clima extremo de oleaje en el sitio de interés a partir del espectro.....	80

LISTA DE ANEXO B

CARACTERIZACIÓN DE EMBARCACIONES

Anexo B 1: PUMAR MI420 PATRULLA.	82
Anexo B 2: PUMAR MI470 COMANDO.	82
Anexo B 3: PUMAR MI470 DANUBIO.	82
Anexo B 4: PUMAR MI585 ASALTO.	83
Anexo B 5: PUMAR MI585 FAENA.	83
Anexo B 6: RHIB PUMAR WR450 BOMBEROS.	83
Anexo B 7: RHIB PUMAR AR670E.	84
Anexo B 8: RBB PUMAR WR900-EX.	84
Anexo B 9: RBB PUMAR WR1250.	84
Anexo B 10: LPC "Salinas".	85
Anexo B 11: SAFE 25 Full Cabin.	85
Anexo B 12: SAFE 36 Full Cabin.	86

LISTA DE ANEXO C

DISEÑO: MEMORIAS DE CÁLCULO

Anexo C 1: Cota de coronamiento.	88
Anexo C 2: Carga de atraque.	88
Anexo C 3: Diseño Muro Cantilever.	89
Anexo C 4: Diseño Muro Gravitacional.	90
Anexo C 5: Requerimiento geométrico de la rampa.	91
Anexo C 6: Cargas verticales y máximo tiro.	91
Anexo C 7: Diseño Rampa Opaca.	92
Anexo C 8: Fuerza de Morison.	92
Anexo C 9: Secciones H.	93
Anexo C 10: Perfiles circulares de diámetro mayor.	94
Anexo C 11: Esfuerzo de corte basal y deformaciones.	95
Anexo C 12: Precios unitarios de materiales en cada proyecto.	96

RESUMEN

ASMAR es la empresa de construcción naval más grande e importante de Chile, posee 3 instalaciones principales ubicadas en Talcahuano, Punta Arenas y Valparaíso (ASMAR, 2017). Sin embargo, esta última planta no posee estructuras costeras para la prueba de sus embarcaciones. De esta manera nace el proyecto que tiene como objetivo general proponer el diseño de un muro costero y una rampa para optimizar el proceso de botadura del astillero.

Las condiciones naturales son obtenidas para el diseño estructural mediante estudios de ingeniería oceánica.

- La batimetría del lugar da indicios de una pendiente del terreno de playa y fondo marino cercana al 11%.
- Los vientos no son un factor importante en la zona, tanto estructural como operacionalmente. Debido a que la restricción dada por la ROM (2012) es para vientos esperados de a lo menos 22 [m/s] y frente ASMAR Valparaíso, tal proyección se lograría tan sólo para un período de retorno mayor a 70 años y las condiciones límites establecidas por la autoridad marítima en Valparaíso como norma general para la realización de maniobras, están dadas por vientos de intensidad de 7.7 [m/s] aconteciendo en el año el 1%.
- El oleaje reinante es de 1.5 [m] de altura desde el NNO y periodo 13 [s]; el oleaje dominante de 2.86 [m] de altura desde la misma dirección y periodo; el nivel de diseño es de 3.16 [m] sobre NRS (incluyendo forzante astronómica y meteorológica).
- La correntimetría del lugar es menor y se estima que el proceso de arrastre litoral se debe fundamentalmente al oleaje.

La nave de diseño determina las características en planta y alzado de las obras costeras, corresponde a la Lancha de Patrulla Costera (LPC) "Salinas" pertenecientes a la Armada de Chile.

En base a estas condiciones se asume un periodo de retorno de 70 años, y se sugieren dos muros costeros de contención: cantiléver y gravitacional. Asimismo, la rampa propuesta es del tipo opaca y transparente.

De acuerdo con el presupuesto (sólo de material) de cada obra se determina apropiado emplazar un muro cantiléver de hormigón armado H-30 y una rampa transparente de marcos rígidos, secciones H 250x200x100.01, con pilotes verticales de acero estructural de diámetro 620 [mm], valorado en 167615 UF.