

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Motivación.....	1
1.2.	Objetivos.....	2
1.2.1.	Objetivos generales.....	2
1.2.2.	Objetivos específicos.....	2
1.3.	Organización y metodología.....	3
1.3.1.	Contextualización.....	3
1.3.2.	Recopilación de antecedentes.....	3
1.3.3.	Modelación y análisis de estructuras.....	4
1.3.4.	Diseño del sistema de anclaje vertical móvil.....	4
2.	INDUSTRIA PORTURIA.....	5
2.1.	Transporte marítimo de mercancías.....	5
2.1.1.	Contexto mundial.....	5
2.1.2.	Contexto chileno.....	7
2.2.	Estructuras portuarias.....	9
2.2.1.	Muelles.....	9
2.2.2.	Grúa STS.....	12
3.	DESCARRILAMIENTO.....	15
3.1.	Descarrilamiento de grúas STS.....	15
3.1.1.	Modelos físicos a escala.....	15
3.1.2.	Casos de descarrilamiento.....	24
3.1.3.	Consecuencias del descarrilamiento.....	26
3.2.	Revisión de normativa.....	27
3.2.1.	Normativa sísmica chilena.....	27
4.	ANTECEDENTES.....	31
4.1.	Localización del proyecto.....	31
4.2.	Nave de diseño.....	32
4.3.	Mecánica de suelos.....	32
4.4.	Descripción general de las estructuras.....	33
4.4.1.	Grúa STS.....	33
4.4.2.	Frente de ataque.....	33
4.5.	Disposiciones normativas.....	34

4.5.1.	Norma NCh2369 of.2003 Actualizada	34
4.5.2.	Norma NCh2745 of.2013	38
4.5.3.	Norma NCh3171 of.2010	39
5.	MODELACIÓN DE ESTRUCTURAS.....	40
5.1.	Cargas	40
5.1.1.	Cargas muertas o permanentes	40
5.1.2.	Cargas vivas o sobrecargas.....	40
5.1.3.	Carga de equipos	41
5.1.4.	Cargas sísmicas.....	42
5.1.5.	Combinaciones de cargas	51
5.2.	Modelo del muelle	53
5.2.1.	Materiales	53
5.2.2.	Dimensiones de los elementos estructurales	53
5.2.3.	Geometría de la estructura.....	54
5.2.4.	Suelo de fundación	56
5.2.5.	Modelación de la estructura.....	57
5.3.	Modelo de grúa STS	59
5.3.1.	Geometría	59
5.3.2.	Cargas consideradas en el modelo.....	60
5.4.	Modelo integrado muelle – grúa.....	61
5.5.	Análisis sísmicos de las estructuras	62
5.5.1.	Masa sísmica.....	62
5.5.2.	Análisis Modal – Espectral.....	62
5.5.3.	Análisis Tiempo – Historia.....	63
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA MODELACIÓN.....	66
6.1.	Resultados Análisis Modal – Espectral.....	66
6.2.	Resultados Análisis Tiempo – Historia.....	67
6.2.1.	Desplazamientos del punto superior del link – conexión (apoyos sin anclaje)	67
6.2.2.	Fuerzas en conexión grúa STS – tablero (apoyos lado mar con anclaje)	69
6.3.	Análisis de Resultados	71
6.3.1.	Modal – espectral.....	71
6.3.2.	Tiempo – historia.....	72
7.	ELEMENTO DE FIJACIÓN ANTI – LEVANTE.....	79
7.1.	Consideraciones iniciales.....	79

7.2.	Cargas de diseño	80
7.3.	Factor de impacto.....	82
7.4.	Factor de seguridad.....	82
7.5.	Criterio de falla	83
7.6.	Diseño y modelación en ANSYS.....	85
7.6.1.	Geometría del modelo	85
7.6.2.	Mallado.....	91
7.6.3.	Condiciones del modelo	93
7.7.	Resultados de la modelación en ANSYS.....	96
7.7.1.	Tensiones en el anclaje	96
7.7.2.	Tensiones en la soldadura.....	97
7.8.	Análisis de resultados ANSYS	99
7.8.1.	Soldadura.....	99
7.8.2.	Desplazamientos.....	100
7.8.3.	Concentración de tensiones en el bogie.....	102
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
8.1.	Conclusiones generales.....	104
8.2.	Conclusiones de análisis sísmicos	105
8.3.	Conclusiones del elemento de fijación anti – levante	107
8.4.	Recomendaciones	108
8.4.1.	Modificaciones al proyecto de norma NCh2369	108
8.4.2.	Canaleta	108
8.4.3.	Unión entre anclaje y bogie	109
8.4.4.	Conexión entre rieles	110
9.	BIBLIOGRAFÍA	111
10.	ANEXOS	113
10.1.	Anexo A: Espectros calculados y combinados con SRSS	114
10.2.	Anexo B: Planos de una grúa STS tipo	118
10.3.	Anexo C: Máximos desplazamientos obtenidos en los eventos sísmicos estudiados	121
10.4.	Anexo D: Máximas fuerzas obtenidas en los eventos sísmicos estudiados	124
10.5.	Anexo E: Diseño de elementos secundarios del sistema de anclaje	127