

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	2
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA .....	4
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. RESULTADOS ESPERADOS .....	4
1.6. METODOLOGÍA.....	5
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. DEFINICIÓN DE POSICIÓN ANATÓMICA .....	7
2.2. DATOS DE DISCAPACIDAD Y DEPENDENCIA SEVERA .....	7
2.3. ESTADO DEL ARTE .....	8
2.3.1. U-TURNER .....	8
2.3.2. SÁBANA DE TRANSFERENCIA O REPOSICIONAMINETO ZHEEYI .....	9
2.3.3. COLCHÓN ANTIESCARAS TUBULAR .....	9
2.3.4. COLCHÓN ANTIESCARAS DE FLUJO ALTERNANTE.....	10
2.3.5. CATRE CLÍNICO MANUAL DE 2 Y 3 POSICIONES .....	11
2.3.6. CATRE CLÍNICO ELÉCTRICO DE 3 Y 4 POSICIONES.....	11
2.3.7. CAMA MÉDICA CLINITRON .....	12
2.3.8. INTELLIGENT CARING BED.....	13
2.3.9. TURN-AID.....	13
2.3.10. DISEÑO Y PROTOTIPO REALIZADO ANTERIORMENTE .....	14
2.4. MECÁNICA DE CUERPOS RÍGIDOS .....	15

2.4.1.	EQUILIBRIO DE PARTÍCULAS .....	16
2.4.2.	MOMENTO DE UNA FUERZA.....	16
2.4.3.	ECUACIONES DE EQUILIBRIO PARA MOMENTOS .....	17
2.4.4.	PRINCIPALES SOPORTES Y SUS REACCIONES .....	17
2.5.	ARMADURAS SIMPLES .....	18
2.5.1.	MÉTODOS DE NODOS.....	18
2.5.2.	MÉTODO DE SECCIONES .....	19
2.6.	FUERZAS ESTRUCTURALES INTERNAS .....	19
2.6.1.	FUERZA AXIAL .....	20
2.6.2.	FUERZA DE CORTE .....	20
2.6.3.	MOMENTO FLEXIONANTE.....	20
2.6.4.	MOMENTO DE TORSIÓN.....	21
2.7.	FRICCIÓN.....	21
2.8.	RESISTENCIA DE MATERIALES .....	22
2.8.1.	ESFUERZO AXIAL.....	22
2.8.2.	ESFUERZO NORMAL MÁXIMO.....	22
2.8.3.	ESFUERZO CORTANTE.....	23
2.8.4.	ESFUERZO DE CORTE POR TORSIÓN .....	23
2.8.5.	PANDEO .....	24
2.8.6.	FACTOR DE SEGURIDAD .....	24
2.8.7.	ESFUERZO DE CORTE EN SOLDADURA POR FLEXIÓN.....	25
2.9.	TEORÍA DE VON MISES.....	27
2.10.	DISEÑO 3D.....	28
2.11.	SIMULACIÓN COMPUTACIONAL ESTRUCTURAL.....	28
2.12.	MATERIALES DE INGENIERÍA .....	29

2.12.1.	METALES .....	29
2.12.2.	POLÍMEROS.....	30
2.12.2.1.	TECHNYL.....	31
	CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	32
3.1.	REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.....	33
3.2.	REQUERIMIENTOS DE LA SOLUCIÓN .....	33
3.3.	DISEÑO 3D DE LA SOLUCIÓN.....	33
3.4.	SELECCIÓN DE MATERIALES.....	33
3.5.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	34
3.6.	SIMULACIÓN COMPUTACIONAL .....	34
3.7.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	34
	CAPÍTULO 4. DESARROLLO.....	35
4.1.	REQUERIMIENTOS DE LA SOLUCIÓN .....	36
4.1.1.	CARGA DE DISEÑO .....	36
4.1.2.	RANGO DE ALCANCE.....	37
4.2.	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	37
4.2.1.	ANTECEDENTES DE DISEÑO .....	37
4.2.2.	BOCETO PRELIMINAR.....	38
4.2.3.	BOCETO DEFINITIVO.....	39
4.3.	DISEÑO 3D.....	40
4.4.	SELECCIÓN DE COMPONENTES .....	44
4.5.	CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	45
4.5.1.	CÁLCULO DE LA TENSIÓN.....	46
4.5.2.	CÁLCULO DE RESISTENCIA EN EL RODILLO.....	48
4.5.3.	CÁLCULO DE ESFUERZO EN LA MANILLA .....	52

4.5.4.	CÁLCULO DE RESISTENCIA EN SOPORTE DEL RODILLO .....	55
4.5.5.	ESFUERZO DE CORTE POR FLEXIÓN EN SOLDADURA.....	58
4.5.6.	ESFUERZO EN LA CADENA.....	59
4.6.	SIMULACIÓN COMPUTACIONAL .....	61
4.6.1.	SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DEL RODILLO .....	61
4.6.2.	SIMULACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MANILLA .....	64
4.6.3.	SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DEL SOPORTE PRINCIPAL .....	67
4.7.	COSTO DE LA ESTRUCTURA COMPLETA .....	70
4.8.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	72
	CONCLUSIONES.....	73
	REFERENCIAS .....	74
	ANEXOS .....	75
	ANEXO 1: CATÁLOGO DE DISEÑO SEGUROS SEAGERS .....	75
	ANEXO 2: CATÁLOGO PERFIL RECTANGULAR TUBULAR .....	76
	ANEXO 3: CATÁLOGO CAÑERÍA CON COSTURA ASTM A53 .....	77
	ANEXO 4: PLANOS DE FABRICACIÓN .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Accesorio U-Turner. Fuente: Página de compra oficial U-Turner. ....	8
Figura 2.2: Accesorio Zheeyi. Fuente: Página de compra oficial Zheeyi. ....	9
Figura 2.3: Colchón antiescara tipo tubular. Fuente: Página web el enfermo feliz.....	10
Figura 2.4: Colchón antiescara de flujo alternante. Fuente: Página web camillas chile. ....	10
Figura 2.5: Catre clínico manual. Fuente: Página web camillas chile.....	11
Figura 2.6: Catre clínico eléctrico. Fuente: camillas chile. ....	12
Figura 2.7: Cama clinitron. Fuente: Página web hill-rom.ca.....	12
Figura 2.8: Cama inteligente. Fuente: Página web smartbed-icb. ....	13
Figura 2.9: Equipo Turn-Aid. Fuente: Página web turnaid.dk. ....	14
Figura 2.10: Diseño de estructura versión inicial. Fuente: Elaboración propia. ....	15
Figura 2.11: Estructura para cambio de posición. Fuente: Elaboración propia.....	15
Figura 2.12: Tipos de apoyos y reacciones. Fuente: Libro Ingeniería Mecánica Estática - Hibbeler 12ed. ....	17
Figura 2.13: Método de nodos. Fuente: Libro Ingeniería Mecánica Estática - Hibbeler 12ed. ....	18
Figura 2.14: Método de secciones. Fuente: Libro Ingeniería Mecánica Estática - Hibbeler 12ed. ....	19
Figura 2.15: Componentes de fuerzas internas. Fuente: Libro Ingeniería Mecánica Estática - Hibbeler 12ed. ....	20
Figura 4.1: Boceto preliminar a mano alzada. Fuente: Elaboración propia. ....	38
Figura 4.2: Diseño definitivo. Fuente: Elaboración propia. ....	39
Figura 4.3: Diseño completo de la estructura. Fuente: Elaboración propia. ....	40
Figura 4.4: Vista de ensamble rodillo y buje. Fuente: Elaboración propia. ....	41
Figura 4.5: Componentes de la manilla ensamblado al rodillo. Fuente: Elaboración propia. ....	42
Figura 4.6: Vista soporte del rodillo. Fuente: Elaboración propia. ....	42
Figura 4.7: Posiciones del sistema de seguridad. Fuente: Elaboración propia. ....	43
Figura 4.8: Vista soporte de la base con separador. Fuente: Elaboración propia. ....	44
Figura 4.9: Representación gráfica de distancias para el cálculo de la tensión. Fuente: Elaboración propia.....	46
Figura 4.10: Diagrama de cuerpo libre. Fuente: Elaboración propia. ....	47
Figura 4.11: Situaciones para el cálculo de las reacciones. Fuente: Elaboración propia. ....	48

Figura 4.12: Diagramas de corte y momento para ambas situaciones. Fuente: Elaboración propia.....	49
Figura 4.13: Diagrama del momento torsor en el rodillo. Fuente: Elaboración propia.....	51
Figura 4.14: Boceto y diagrama de cuerpo libre de la manilla. Fuente: Elaboración propia. ...	53
Figura 4.15: Diagrama de corte y de momento de la manilla. Fuente: Elaboración Propia. ....	54
Figura 4.16: Carga axial en el soporte del rodillo. Fuente: Elaboración propia. ....	56
Figura 4.17: Boceto y diagrama de cuerpo libre para cálculo del esfuerzo en la cadena. Fuente: Elaboración propia.....	60
Figura 4.18: Reacciones en el rodillo para simulación computacional. Fuente: Elaboración propia.....	62
Figura 4.19: Esfuerzo Von Mises mediante simulación computacional en el rodillo. Fuente: Elaboración Propia. ....	63
Figura 4.20: Factor de seguridad determinado mediante simulación computacional. Fuente: Elaboración Propia. ....	63
Figura 4.21: Deflexión máxima en el eje Y. Fuente: Elaboración propia. ....	64
Figura 4.22: Restricciones en el rodillo y fuerzas externas. Fuente: Elaboración propia. ....	64
Figura 4.23: Esfuerzo Von Mises determinado mediante simulación computacional. Fuente Elaboración propia.....	65
Figura 4.24: Factor de seguridad determinado mediante simulación computacional. Fuente Elaboración propia.....	66
Figura 4.25: Deflexión máxima en la manilla determinado mediante simulación computacional. Fuente Elaboración propia. ....	66
Figura 4.26: Reacciones y fuerzas externas aplicadas en el soporte. Fuente: Elaboración propia.....	67
Figura 4.27: Esfuerzo Von Mises determinado por la simulación computacional. Fuente: Elaboración Propia. ....	68
Figura 4.28: Factor de seguridad determinado mediante simulación computacional. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 4.29: Deflexión máxima del soporte en la parte superior. Fuente: Elaboración propia. ....	69

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1: Relación dependencia y discapacidad para adultos de 18 y más años. Fuente: Servicio Nacional de discapacidad. ....	7
Gráfico 4.1: Peso de personas encuestadas. Fuente: Municipalidad Curicó. ....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Extracto de tabla "Propiedades flexionantes de soldadura". Fuente: Libro Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. ....	26
Tabla 2.2: Tabla de esfuerzos permisibles del material de aporte. Fuente: Libro Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. ....	27
Tabla 2.3: Tabla de propiedades mecánicas del número de electrodo. Fuente: Libro Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. ....	27
Tabla 2.4: Propiedades mecánicas acero SAE 1020. Fuente: Catálogo aceros Otero. ....	30
Tabla 2.5: Propiedades plásticos de ingeniería. Fuente: Catálogo aceros Otero sección plásticos de ingeniería. ....	31
Tabla 4.1: Características de camas usadas por las personas. Fuente: Municipalidad Curicó. .	37
Tabla 4.2: Lista de componentes seleccionados. Fuente: Elaboración propia. ....	45
Tabla 4.3: Ángulos para para cálculo de tensión. Fuente: Elaboración propia. ....	46
Tabla 4.4: Magnitud de la tensión en ambas posiciones. Fuente: Elaboración propia. ....	48
Tabla 4.5: Especificaciones dimensionales y geométricas del rodillo. Fuente: Elaboración propia. ....	48
Tabla 4.6: Expresiones matemáticas para el cálculo de reacciones internas de ambas situaciones. Fuente: Elaboración propia. ....	49
Tabla 4.7: Magnitud de fuerzas internas y deflexión máxima. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Tabla 4.8: Esfuerzos de corte en el plano x e y. Fuente: Elaboración propia. ....	50
Tabla 4.9: Magnitud del esfuerzo normal máximo. Fuente: Elaboración propia. ....	51
Tabla 4.10: Esfuerzo de corte por momento torsor. Fuente: Elaboración propia. ....	51
Tabla 4.11: Cálculo de teoría de falla y factor de seguridad del rodillo. Fuente: Elaboración propia. ....	52
Tabla 4.12: Cálculo de las reacciones en la manilla. Fuente: Elaboración propia. ....	53
Tabla 4.13: Propiedades geométricas de la manilla y cálculo de esfuerzos. Fuente: Elaboración propia. ....	54
Tabla 4.14: Cálculo de esfuerzo de corte por torsión en la manilla. Fuente: Elaboración propia. ....	55
Tabla 4.15: Resultado del Esfuerzo Von Mises y el factor de seguridad. Fuente: Elaboración propia. ....	55



Tabla 4.16: Propiedades geométricas y dimensionales del soporte. Fuente: Elaboración propia. .....	56
Tabla 4.17: Esfuerzo axial de compresión en el soporte. Fuente: Elaboración propia.....	57
Tabla 4.18: Factores para el cálculo de pandeo y resultado del esfuerzo en ambos ejes. Fuente: Elaboración propia.....	57
Tabla 4.19: Resultado del esfuerzo de corte en la soldadura. Fuente: Elaboración propia. ....	58
Tabla 4.20: Esfuerzo Von Mises para soldadura y esfuerzo admisible recomendado. Fuente Elaboración propia.....	59
Tabla 4.21: Resultado de reacciones del diagrama de cuerpo libre. Fuente: Elaboración porpia. .....	61
Tabla 4.22: Cálculo de la resistencia estructural en la cadena. Fuente: Elaboración propia. ....	61
Tabla 4.23: Costo de componentes seleccionados. Fuente: Elaboración propia. ....	70
Tabla 6.1: Especificaciones técnicas de seguros seagers. Fuente: Página web oficial resortes madrigal. ....	75
Tabla 6.2: Especificaciones técnicas de perfil rectangular tubular. Fuente: Catálogo Técnico Cintac.....	76
Tabla 6.3: Especificaciones técnicas de cañería con costura ASTM A53. Fuente: Página web oficial Acenor Chile.....	77