

# I. ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
1.1 ANTECEDENTES Y MOTIVACION .....	11
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	11
1.3 SOLUCIÓN PROPUESTA .....	11
1.4 OBJETIVOS .....	12
1.4.1 Objetivo General .....	12
1.4.2 Objetivos Específicos .....	12
1.5 ALCANCES.....	12
1.6 METODOLOGÍAS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	12
1.7 RESULTADOS ESPERADOS.....	13
1.8 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO .....	13
1.8.1 Capítulo I: Introducción .....	13
1.8.2 Capítulo II: Marco teórico .....	13
1.8.3 Capítulo III: Análisis del problema .....	13
1.8.4 Capítulo IV: Desarrollo de la propuesta de solución .....	14
1.8.5 Capítulo V: Conclusiones .....	14
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1 EXPORTACIÓN DE MANZANAS EN CHILE .....	16
2.2 DISEÑO MODELO A ESTUDIAR.....	18
2.3 ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS .....	20
2.3.1 Mallado .....	20
2.3.2 Teorías de falla.....	21
2.4 ANÁLISIS DE FALLA .....	26
2.5 SELECCIÓN DE MATERIAL.....	28
2.5.1 Proceso de diseño.....	28
2.5.2 Selección de material utilizando CES Selector .....	33
2.6 INOCUIDAD ALIMENTARIA .....	34
2.6.1 Materiales asociados a la inocuidad .....	34
<b>CAPÍTULO III: ANÁLISIS DEL PROBLEMA</b> .....	<b>40</b>
3.1 INFORMACIÓN DEL TRANSPORTADOR DE BINS .....	41
3.2 CONDICIONES DEL EQUIPO .....	41
3.2.1 Datos del medio ambiente.....	41
3.3 LEVANTAMIENTO DEL EQUIPO .....	42
3.4 ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS .....	42
3.4.1 Asignación del material .....	43
3.4.2 Mallado .....	44
3.4.3 Condiciones de borde .....	45

3.4.4	Fuerzas aplicadas .....	46
3.5	ANÁLISIS ESTÁTICO DE LA ESTRUCTURA.....	47
3.5.1	Distribución de desplazamiento .....	48
3.5.2	Esfuerzo equivalente.....	48
3.5.3	Esfuerzo de corte máximo.....	49
3.6	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN.....	50
3.7	FALLAS IDENTIFICADAS EN LA ESTRUCTURA DEL EQUIPO.....	51
3.7.1	Unión de los perfiles.....	51
3.7.2	Reparaciones del equipo.....	52
3.7.3	Desgaste en la estructura .....	53
3.8	POSIBLES SOLUCIONES .....	54
3.8.1	Cambio de material y recubrimiento mediante pintura epoxi .....	54
3.8.2	Recubrimiento galvanizado .....	55
3.8.3	Cambios en la geometría del equipo.....	55
3.9	PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	56
<b>CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>		<b>58</b>
4.1	CONSIDERACIONES PARA EL REDISEÑO.....	59
4.1.1	Rediseño del equipo.....	59
4.1.2	Selección de material a utilizar.....	60
4.2	CÁLCULOS PARA EL REDISEÑO DEL EQUIPO.....	65
4.2.1	Determinación del diámetro de pernos .....	66
4.2.2	Determinación del espesor de los perfiles .....	74
4.3	ANÁLISIS ESTÁTICO DEL REDISEÑO.....	78
4.3.1	Asignación del material .....	78
4.3.2	Contactos .....	79
4.3.3	Mallado .....	80
4.3.4	Condiciones de borde .....	82
4.3.5	Fuerzas aplicadas .....	83
4.4	RESULTADOS DEL ANÁLISIS .....	84
4.4.1	Distribución de desplazamiento .....	84
4.4.2	Esfuerzo equivalente.....	85
4.4.3	Esfuerzo de corte máximo.....	85
4.5	ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	86
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES.....</b>		<b>89</b>
5.1	CONCLUSIONES Y RESULTADOS .....	90

## II. ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Gráfico principales exportaciones chilenas en usd .....	18
Ilustración 2:	Grúa horquilla komatsu .....	19
Ilustración 3:	Transportador de bins .....	19
Ilustración 4:	Relación tensión cortante máxima y círculo de mohr .....	21
Ilustración 5:	Relación tensión cortante máxima y círculo de mohr .....	22
Ilustración 6:	Representación gráfica de tensiones .....	22
Ilustración 7:	Representación gráfica de tensión plana .....	23
Ilustración 8:	Prisma resultante del criterio de la tensión cortante máxima.....	25
Ilustración 9:	Elipse tensión plana .....	25
Ilustración 10:	Esquema selección de material .....	29
Ilustración 11:	Camino del diseño mecánico .....	30
Ilustración 12:	Diagrama de flujo del diseño mecánico .....	32
Ilustración 13:	Conceptos para la selección de material .....	33
Ilustración 14:	Diagrama clasificación de aceros inoxidables .....	35
Ilustración 15:	Modelo 3d transportador de bins .....	42
Ilustración 16:	DCL de la estructura del equipo.....	43
Ilustración 17:	Propiedades del material .....	43
Ilustración 18:	Mallado de la estructural .....	44
Ilustración 19:	Body sizing en mallado .....	44
Ilustración 20:	Refinement en mallado .....	45
Ilustración 21:	Soportes fijos .....	46
Ilustración 22:	Soportes de desplazamiento.....	46
Ilustración 23:	Fuerza aplicada en la estructural .....	47
Ilustración 24:	Fuerza aplicada en la estructural .....	47
Ilustración 25:	Distribución de desplazamientos .....	48
Ilustración 26:	Esfuerzo equivalente.....	49
Ilustración 27:	Máximo esfuerzo equivalente .....	49
Ilustración 28:	Esfuerzo de corte máximo .....	50

Ilustración 29: Zona de esfuerzo de corte máximo.....	50
Ilustración 30: Grietas en la estructura del equipo .....	52
Ilustración 31: Estructura del transportador de bis .....	52
Ilustración 32: Reparación con soldadura de arco manual .....	53
Ilustración 33: Puntos de apoyo de bins.....	54
Ilustración 34: Uniones reparadas en el equipo .....	56
Ilustración 35: Uniones reparadas en el equipo .....	56
Ilustración 36: Rediseño del equipo .....	60
Ilustración 37: Gráfico módulo de elasticidad vs valor .....	61
Ilustración 38: Gráfico módulo de elasticidad vs valor .....	62
Ilustración 39: Gráfico módulo de elasticidad vs valor .....	62
Ilustración 40: Gráfico módulo de elasticidad vs valor .....	63
Ilustración 41: Gráfico módulo de elasticidad vs valor .....	64
Ilustración 42: Vista isométrica de la estructura .....	67
Ilustración 43: DCL de la parte frontal de la estructura .....	67
Ilustración 44: DCL del elemento nº 6 .....	68
Ilustración 45: Diagrama de pernos nº 1 y 2 .....	69
Ilustración 46: DCL del elemento nº 1 .....	71
Ilustración 47: Diagrama de pernos nº 3, 4 y 5 .....	71
Ilustración 48: Arandelas nord-lock .....	73
Ilustración 49: DCL del elemento nº 1 .....	75
Ilustración 50: Falla por aplastamiento del elemento nº 6.....	76
Ilustración 51: DCL del elemento nº 1 .....	77
Ilustración 52: Sección en la que actúa el momento flector M3 .....	78
Ilustración 53: Geometría ingresada al software ansys® .....	79
Ilustración 54: Contacto pegado (bonded) .....	80
Ilustración 55: Contacto de fricción (frictional).....	80
Ilustración 56: Mallado de la estructural .....	81
Ilustración 57: Body sizing en mallado .....	81
Ilustración 58: Body sizing en mallado .....	82

Ilustración 59: Soportes fijos .....	82
Ilustración 60: Soportes de desplazamiento.....	83
Ilustración 61: Fuerza aplicada en la estructural .....	83
Ilustración 62: Fuerza aplicada en la estructural .....	84
Ilustración 63: Distribución de desplazamientos .....	84
Ilustración 64: Esfuerzo equivalente.....	85
Ilustración 65: Máximo esfuerzo equivalente .....	85
Ilustración 66: Esfuerzo de corte máximo .....	86
Ilustración 67: Zona de esfuerzo de corte máximo.....	86

### III. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Mayores exportadores de manzanas a nivel mundial .....	16
Tabla 2:	Propiedades del acero inoxidable 304 .....	36
Tabla 3:	Resultados análisis de elementos finitos diseño original .....	50
Tabla 4:	Tabla comparativa de aceros seleccionados para el rediseño .....	65
Tabla 5:	Resultados análisis de elemento finitos .....	87
Tabla 6:	Factor de seguridad de cada análisis.....	87