

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

“DISEÑO DE GIMNASIO MODULAR EXPANDIBLE”

**Memoria para optar al Título de:
INGENIERO MECÁNICO**

ALUMNO : RODRIGO PEDERNERA P.

PROFESOR GUÍA : JOSÉ VERGARA.

PROFESOR CO-GUÍA: GUSTAVO MORALES.

2019

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas las personas que fueron participes en este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias a todos ustedes, fueron los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se ve reflejado en la culminación de mi paso por la universidad.

Muchas gracias a todos mis amigos que han compartido conmigo este momento de mi vida, en especial a José Flores, Felipe García, Felipe Molina, Danilo Valderrama, Felipe Barrios y Edgar Castillo, han sido de gran ayuda para terminar esta etapa de mi vida.

Especialmente me gustaría agradecer a Pilar Iturriaga por su apoyo incondicional y paciencia en todo momento, sin tu apoyo todo hubiese sido más difícil.

Finalmente, gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día creer y confiar en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre María Pimentel Vicencio por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio en las que su compañía o entrega de un chocolate eran algo inexplicable; gracias a mi padre Alejandro Pedernera Burgos por todo el sacrificio realizado en su vida, por siempre desear y anhelar lo mejor para mí. Esta tesis y periodo universitario está totalmente dedicado a ustedes.

RESUMEN

El desarrollo del presente diseño se fundamenta en los altos niveles de sedentarismo que presenta la población de Chile, posicionándose entre los países con los mayores índices de sobrepeso y obesidad en Latinoamérica.

Se diseñó un gimnasio modular expandible, a partir de un contenedor marítimo estándar de 20[pie], al cual se realizaron modificaciones con el propósito de abatir las puertas laterales y el techo, esto permite facilitar su transporte y maximizar la superficie generada cuando se desplieguen sus puertas en terreno.

Se diseñaron 2 tipos de máquinas multifuncionales, una para ejercitar el tren inferior y otra del tren superior del cuerpo, permitiendo la ejecución de movimientos guiados y con bajas cargas. Estas máquinas se diseñaron con el propósito de ser adaptables a dos condiciones, la primera; corresponde a la posición de transporte dentro del contenedor, donde se buscó disminuir su volumen y la segunda, es una posición de uso, donde la máquina se despliega para la ejecución de los ejercicios.

La capacidad máxima del gimnasio es de 12 personas, además, se debe contar con un preparador físico que supervise el correcto uso de las máquinas.

Finalmente, se especifican los costos de fabricación y adquisición de los diferentes elementos que componen la máquina, donde se obtuvo el valor final de esta y se comparó con respecto a las referencias.

El diseño se considera como preliminar, ya que, aun se pueden realizar iteraciones que estén enfocadas en mejorar la funcionalidad de las máquinas y del mismo contenedor. Por otra parte, se pueden buscar alternativas de materiales y/o elementos que permitan disminuir los costos y optimizar el peso.

ÍNDICE DE FIGURAS.

<i>Fig. 1: Estado nutricional, prevalencia nivel país.</i>	<i>- 17 -</i>
<i>Fig. 2: Outdoor container Hatlex.</i>	<i>- 22 -</i>
<i>Fig. 3: Outdoor container Hatlex.</i>	<i>- 23 -</i>
<i>Fig. 4: The ultimate tráiler fit mobile-gym.</i>	<i>- 24 -</i>
<i>Fig. 5: Posición en terreno del trailer.</i>	<i>- 25 -</i>
<i>Fig. 6: Transporte trailer fit.</i>	<i>- 25 -</i>
<i>Fig. 7: Dimension del Containerized Gym Unit Functional Training Locker.</i>	<i>- 26 -</i>
<i>Fig. 8: Posiciones inicial y final de la ejecución de ejercicio en el banco press.</i>	<i>- 28 -</i>
<i>Fig. 9: Ejecución del ejercicio en la Prensa de Piernas o Hack Squat.</i>	<i>- 29 -</i>
<i>Fig. 10: Ejecución de ejercicio en la maquina Peak Deck o Mariposa.</i>	<i>- 30 -</i>
<i>Fig. 11: Ejecución del ejercicio con Máquina para Dorsales.</i>	<i>- 31 -</i>
<i>Fig. 12: Ejecución de ejercicio en la Máquina de Cuádriceps.</i>	<i>- 32 -</i>
<i>Fig. 13: Posición inicial y final del ejercicio con la Máquina de Glúteos.</i>	<i>- 33 -</i>
<i>Fig. 14: Funcionamiento de Máquina para abdominales.</i>	<i>- 34 -</i>
<i>Fig. 15: Funcionamiento de Máquina para Bíceps.</i>	<i>- 35 -</i>
<i>Fig. 16: Posición inicial y final de la máquina curl femoral tumbado.</i>	<i>- 35 -</i>
<i>Fig. 17: Representación de transporte.</i>	<i>- 39 -</i>
<i>Fig. 18: Dimensiones de la posición de transporte.</i>	<i>- 40 -</i>
<i>Fig. 19: Yugo de izaje para sujeción de contenedores por toma inferior.</i>	<i>- 41 -</i>
<i>Fig. 20: Posicionamiento del contenedor en terreno.</i>	<i>- 42 -</i>
<i>Fig. 21: Distribución de los winches en la estructura del contenedor.</i>	<i>- 42 -</i>
<i>Fig. 22: Dimensiones final obtenidas después del abatimiento de las puertas laterales y tapas superiores.</i>	<i>- 44 -</i>
<i>Fig. 23: Dimensiones en la posición de funcionamiento de la máquina de tren inferior.</i>	<i>- 46 -</i>
<i>Fig. 24: Dimensiones en la posición de transporte de la máquina de tren superior.</i>	<i>- 47 -</i>
<i>Fig. 25: Contenedor y máquinas desplegadas en su posición de funcionamiento. Detalle que representa la fijación de las máquinas en dicha posición.</i>	<i>- 48 -</i>
<i>Fig. 26: Diagrama de cuerpo libre de la rueda sobre el riel.</i>	<i>- 50 -</i>

<i>Fig. 27: Modelo final Gimnasio Modular Expandible.</i>	- 52 -
<i>Fig. 28: Máquina de Tren Superior.</i>	- 53 -
<i>Fig. 29: Press de banco con guía.</i>	- 54 -
<i>Fig. 30: Diagrama de cuerpo libre del asiento banco, donde se representa la distribución de cargas, restricciones y las diferentes dimensiones.</i>	- 55 -
<i>Fig. 31: Factor de seguridad mínimo para el asiento banco.</i>	- 56 -
<i>Fig. 32: Detalle A, visualización en detalle de la ubicación del factor de seguridad mínimo para el asiento banco.</i>	- 57 -
<i>Fig. 33: Distribución de las cargas.</i>	- 58 -
<i>Fig. 34: Factor de seguridad mínimo.</i>	- 59 -
<i>Fig. 35: Máquina mariposa o Apertura en máquina en la posición inicial y final. ...</i>	- 60 -
<i>Fig. 36: Distribución de carga y restricciones en la posición inicial.</i>	- 61 -
<i>Fig. 37: Distribución de cargas y restricciones en la posición final.</i>	- 61 -
<i>Fig. 38: Desplazamiento en el eje z de los brazos máquina mariposa, operando con la carga máxima.</i>	- 62 -
<i>Fig. 39: Desplazamiento en el eje x de los brazos máquina mariposa, operando con la carga máxima.</i>	- 62 -
<i>Fig. 40: Distribución de las cargas sobre el asiento máquina mariposa (3.3).</i>	- 63 -
<i>Fig. 41: Ubicación del factor de seguridad mínimo para el asiento mariposa.</i>	- 64 -
<i>Fig. 42: Asiento soporte de máquina para dorsales.</i>	- 65 -
<i>Fig. 43: DCL del asiento para dorsales (3.4).</i>	- 65 -
<i>Fig. 44: Ubicación del factor de seguridad mínimo para el asiento de dorsales.</i>	- 66 -
<i>Fig. 45: Subconjunto estructura A (3.1)</i>	- 67 -
<i>Fig. 46: Detalle A</i>	- 68 -
<i>Fig. 47: Detalle B</i>	- 68 -
<i>Fig. 48: Representación de las cargas que actúan sobre la estructura A (3.1).</i>	- 69 -
<i>Fig. 49: Factor de seguridad mínimo de la estructura A (3.1), producto de las cargas aplicadas anteriormente en cada componente del conjunto 3.</i>	- 70 -
<i>Fig. 50: Detalle de la ubicación del factor de seguridad mínimo con el que opera la estructura A.</i>	- 71 -
<i>Fig. 51: Elementos de sujeción utilizados en el conjunto 3.</i>	- 72 -

<i>Fig. 52: Representación de soldadura conjunto 3.....</i>	<i>- 74 -</i>
<i>Fig. 53: Máquina de tren inferior.....</i>	<i>- 76 -</i>
<i>Fig. 54: Prensa de piernas, subconjunto 2.4.....</i>	<i>- 77 -</i>
<i>Fig. 55: Representación en la ejecución del ejercicio.....</i>	<i>- 78 -</i>
<i>Fig. 56: DCL de la posición media de la estructura móvil con las cargas aplicadas.-</i>	<i>78</i>
<i>-</i>	
<i>Fig. 57: Desplazamiento máximo de la máquina press de piernas en la posición de 45°.-</i>	<i>79 -</i>
<i>Fig. 58: DCL en la posición vertical de la máquina press de piernas.</i>	<i>- 80 -</i>
<i>Fig. 59: Desplazamiento máximo de la máquina press de piernas en la posición vertical.</i>	
<i>.....</i>	<i>- 80 -</i>
<i>Fig. 60: Máquina para gemelos.</i>	<i>- 81 -</i>
<i>Fig. 61: DCL y Representación de movimiento de la palanca.</i>	<i>- 82 -</i>
<i>Fig. 62: Desplazamiento máximo máquina de gemelos.</i>	<i>- 82 -</i>
<i>Fig. 63: Factor de seguridad mínimo para la máquina para gemelos.....</i>	<i>- 83 -</i>
<i>Fig. 64: Máquina curl de piernas.....</i>	<i>- 84 -</i>
<i>Fig. 65: DCL palanca curl de piernas.....</i>	<i>- 85 -</i>
<i>Fig. 66: Desplazamiento máximo de la palanca 2.4.</i>	<i>- 85 -</i>
<i>Fig. 67: DCL de soporte curl (2.4).....</i>	<i>- 86 -</i>
<i>Fig. 68: Desplazamiento máximo soporte curl (2.4).</i>	<i>- 87 -</i>
<i>Fig. 69: Detalle A, elementos de montaje para máquina press de piernas (2.2)</i>	<i>- 88 -</i>
<i>Fig. 70: Estructura soporte 2.1.</i>	<i>- 89 -</i>
<i>Fig. 71: Detalle B, fijación de la palanca curl con respecto a la estructura A (2.1). -</i>	<i>89 -</i>
<i>Fig. 72: Detalle C, elementos que componen la zona inferior de la estructura A (2.1).....</i>	<i>-</i>
<i>90 -</i>	
<i>Fig. 73: Representación de las fuerzas de las cargas ejercidos por cada subconjunto</i>	
<i>sobre la estructura central.....</i>	<i>- 91 -</i>
<i>Fig. 74: Desplazamiento máximo del subconjunto 2.1, producto de las cargas aplicadas</i>	
<i>en cada componente del conjunto 3.....</i>	<i>- 92 -</i>
<i>Fig. 75: Detalle A, representación de soldadura conjunto 2</i>	<i>- 95 -</i>
<i>Fig. 76: Catalogo para la selección de ruedas de portón.</i>	<i>- 97 -</i>

<i>Fig. 77: Representación de los cables pertenecientes a la máquina de tren superior.</i>	<i>- 98</i>
-	
<i>Fig. 78: Representación de los cables pertenecientes a la máquina de tren superior.</i>	<i>- 99</i>
-	
<i>Fig. 79: Elementos que componen a la tapa superior.</i>	<i>- 101 -</i>
<i>Fig. 80: Distribución de los elementos que componen la tapa superior.</i>	<i>- 102 -</i>
<i>Fig. 81: Posiciones de abatimiento en las que se realizó el análisis de tensiones...</i>	<i>- 102 -</i>
<i>Fig. 82: Desplazamiento máximo en la posición de 1° con respecto a la horizontal.</i>	<i>- 103</i>
-	
<i>Fig. 83: Desplazamiento máximo en la posición de 45° con respecto a la horizontal.</i>	<i>..... - 103 -</i>
<i>Fig. 84: Desplazamiento máximo en la posición de 89° con respecto a la horizontal.</i>	<i>..... - 104 -</i>
<i>Fig. 85: Subconjunto 1.3.</i>	<i>- 105 -</i>
<i>Fig. 86: Detalle A, elementos que componen a la puerta lateral (1.3).</i>	<i>- 106 -</i>
<i>Fig. 87: Representación de montaje para la estructura de la puerta lateral (1.3).</i>	<i>- 106 -</i>
<i>Fig. 88: Representación de las diferentes posiciones en la que se realizaron los análisis a la puerta lateral.</i>	<i>- 107 -</i>
<i>Fig. 89: Disposición de las máquinas de entrenamiento sobre la puerta lateral.</i>	<i>... - 108 -</i>
<i>Fig. 90: DCL puerta lateral, donde se representan las restricciones y las diferentes cargas que actúan sobre la estructura.</i>	<i>- 109 -</i>
<i>Fig. 91: Desplazamiento máximo de la puerta lateral en la posición de $\alpha = 0^\circ$.</i>	<i>..... - 110 -</i>
<i>Fig. 92: Factor de seguridad mínimo de la puerta lateral en la posición $\alpha = 0^\circ$.</i>	<i>... - 110 -</i>
<i>Fig. 93: Detalle A, ubicación del factor de seguridad mínimo.</i>	<i>- 111 -</i>
<i>Fig. 94: Restricciones que se aplicadas para realizar el análisis de tensiones en las diferentes posiciones de abatimiento.</i>	<i>- 112 -</i>
<i>Fig. 95: Desplazamiento máximo de la puerta lateral en la posición de 1° con respecto a la horizontal.</i>	<i>- 113 -</i>
<i>Fig. 96: Detalle A, ubicación del factor de seguridad mínimo en la posición de 1° con respecto a la horizontal.</i>	<i>- 113 -</i>
<i>Fig. 97: Desplazamiento máximo en la posición de $\alpha = 45^\circ$.</i>	<i>- 114 -</i>

Fig. 98: Factor de seguridad mínimo en la posición de $\alpha = 45^\circ$ - 114 -

Fig. 99: Desplazamiento máximo en la posición de 89° con respecto a la horizontal.- 115 -

Fig. 100: Desplazamiento máximo de la puerta lateral en la posición de 89° con respecto a la horizontal. - 116 -

Fig. 101: Detalle A, ubicación del factor de seguridad mínimo para la posición de 89° ..- 116 -

Fig. 102: Desplazamiento máximo en la posición de 90° con respecto a la horizontal. ...- 117 -

Fig. 103: Factor de seguridad mínimo en la posición de 90° con respecto a la horizontal. - 118 -

Fig. 104: Detalle A, Factor de seguridad mínimo ubicado en el pasador que permite el montaje de la barra de bloqueo. - 118 -

Fig. 105: DCL para cálculo de pasador..... - 120 -

Fig. 106: Disposición de pasadores en el contenedor..... - 121 -

Fig. 107: Soportes niveladores en la puerta lateral 1.3. - 122 -

Fig. 108: Distribución de los 10 soportes niveladores en la puerta lateral 1.3..... - 122 -

Fig. 109: Distribución de los winches para el abatimiento de la puerta lateral. - 123 -

Fig. 110: DCL, para realizar el cálculo de la fuerza necesaria que debe ejercer el winche para el cierre de puertas. - 124 -

Fig. 111: Desplazamiento máximo de la placa de montaje del winche trabajando con la carga máxima. - 125 -

Fig. 112: Coeficiente de seguridad mínimo de la placa de montaje winche, trabajando con su carga máxima. - 125 -

Fig. 113: Representación de la unión de soldadura de filete empleada en la Fig.59.- 151

ÍNDICE DE TABLAS.

<i>Tab. 1: Comparación de los 3 referentes de gimnasios móviles.</i>	<i>- 27 -</i>
<i>Tab. 2: Grupos musculares del tren superior que ejercita cada máquina.</i>	<i>- 36 -</i>
<i>Tab. 3: Grupos musculares del tren inferior que ejercita cada máquina.</i>	<i>- 36 -</i>
<i>Tab. 4: Característica general de las máquinas de gimnasios.</i>	<i>- 36 -</i>
<i>Tab. 5: Máquinas seleccionadas para el conjunto de tren superior e inferior.</i>	<i>- 37 -</i>
<i>Tab. 6: Secuencia de abatimiento del contenedor.</i>	<i>- 43 -</i>
<i>Tab. 7: Dimensiones del contenedor.</i>	<i>- 45 -</i>
<i>Tab. 8: Dimensiones de la máquina de tren inferior.</i>	<i>- 46 -</i>
<i>Tab. 9: Dimensiones de la máquina de tren superior.</i>	<i>- 47 -</i>
<i>Tab. 10: Material de los elementos estructurales utilizados.</i>	<i>- 50 -</i>
<i>Tab. 11: Cargas máximas de funcionamiento de las máquinas.</i>	<i>- 51 -</i>
<i>Tab. 12: Masa en kg del conjunto 3.</i>	<i>- 53 -</i>
<i>Tab. 13: Fuerzas de reacción obtenidas en los análisis de los diferentes subconjuntos que componen la máquina de tren superior.</i>	<i>- 70 -</i>
<i>Tab. 14: Resultados de los análisis realizados a los subconjuntos pertenecientes a la máquina de tren inferior.</i>	<i>- 71 -</i>
<i>Tab. 15: Carga máxima que soporta cada elemento de sujeción de la máquina de tren superior.</i>	<i>- 73 -</i>
<i>Tab. 16: Diámetros obtenidos realizando los cálculos por corte directo, aplastamiento, fatiga y flexión, además se adjuntaron los factores de seguridad con los que se realizaron los cálculos de estos diámetros.</i>	<i>- 73 -</i>
<i>Tab. 17: Masa en kg de la máquina de tren inferior.</i>	<i>- 76 -</i>
<i>Tab. 18: Restricción de los subconjuntos pertenecientes a la máquina de tren inferior.</i>	<i>- 90 -</i>
<i>Tab. 19: Resultado de los análisis realizados a los subconjuntos pertenecientes al conjunto 3.</i>	<i>- 93 -</i>
<i>Tab. 20: Diámetros obtenidos realizando los cálculos por corte directo, aplastamiento, fatiga y flexión, además se adjuntaron los factores de seguridad con los que se realizaron los cálculos.</i>	<i>- 94 -</i>

<i>Tab. 21: Fuerzas que actúan sobre la soldadura representada en el detalle A (Fig. 87)..</i>	<i>- 96 -</i>
<i>Tab. 22: Masas en kg del conjunto 1.....</i>	<i>- 100 -</i>
<i>Tab. 23: Factor de seguridad y desplazamiento máximo en las diferentes posiciones analizadas de la tapa lateral.</i>	<i>- 119 -</i>
<i>Tab. 24: Costos de fabricación y adquisición del gimnasio modular expandible....</i>	<i>- 126 -</i>
<i>Tab. 25: Costo total del gimnasio modular expandible.....</i>	<i>- 126 -</i>
<i>Tab. 26: Tabla comparativa del costo final del gimnasio modular con respecto a 2 de las referencias.....</i>	<i>- 126 -</i>

ÍNDICE DE GRAFICOS.

<i>Graf. 1: Sedentarismo en el último mes (<3 veces por semana).</i>	- 18 -
<i>Graf. 2: Interés en la actividad física y/o deportivo año 2015.</i>	- 19 -
<i>Graf. 3: Practica de actividad física y deportes por tramo etario.</i>	- 20 -
<i>Graf. 4: Practica de actividad física y deportes según nivel socioeconómico.</i>	- 21 -

ÍNDICE.

1. INTRODUCCIÓN.	- 15 -
1.1 INTRODUCCIÓN.	- 15 -
1.2 OBJETIVOS.	- 16 -
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.	- 16 -
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.	- 16 -
2. ANTECEDENTES.	- 17 -
2.1- SITUACIÓN CHILENA ACTUAL EN MATERIA DE SALUD NUTRICIONAL Y ACTIVIDAD FÍSICA.	- 17 -
2.2- REFERENTES DEL PROYECTO.	- 22 -
2.2-1. OUTDOOR CONTAINER HATLEX, ESTADOS UNIDOS.	- 22 -
2.2-2. TRAILER-FIT, ESTADOS UNIDOS (Fig.4).	- 24 -
2.2-3. CONTAINERIZED GYM UNIT FUNCTIONAL TRAINING LOCKER, ESTADOS UNIDOS.	- 26 -
2.3- MÁQUINAS DE ENTRENAMIENTO FÍSICO.	- 28 -
2.3-1. PRESS DE BANCO EN MÁQUINA.	- 28 -
2.3-2. PRENSA DE PIERNAS O HACK SQUAT.	- 29 -
2.3-3. PECK DECK O MARIPOSA.	- 30 -
2.3-4. MÁQUINA PARA DORSALES.	- 31 -
2.3-5. MÁQUINA PARA CUÁDRICEPS.	- 32 -
2.3-6. MÁQUINA DE GLÚTEOS.	- 33 -
2.3-7. MÁQUINA DE ABDOMINALES.	- 34 -
2.3-8. MÁQUINA DE BÍCEPS.	- 34 -
3. ASPECTOS FUNCIONALES.	- 39 -
3.1 TRASPORTE.	- 39 -

3.2	IZAJE.....	- 40 -
3.3	DESPLIEGUE Y SUPERFICIE GENERADA.....	- 42 -
3.4	DISEÑO DE MAQUINAS DE ENTRENAMIENTO.....	- 45 -
3.4.1	MÁQUINA DE TREN INFERIOR.....	- 46 -
3.4.2	MÁQUINA DE TREN SUPERIOR.....	- 47 -
3.4.3	PPOSICIÓN DE LAS MÁQUINAS EN EL CONTENEDOR.....	- 48 -
4.	DISEÑO MECÁNICO.....	- 49 -
4.1	ANÁLISIS DE ELEMENTOS FINITOS (FEA).....	- 49 -
4.2	CONDICIONES DE DISEÑO.....	- 49 -
4.2.1	AUTONOMÍA.....	- 49 -
4.2.2	CAPACIDAD.....	- 49 -
4.2.3	PERSONAL NECESARIO PARA LA PUESTA EN MARCHA. .	- 49 -
4.2.4	MATERIAL DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES UTILIZADOS.....	- 50 -
4.2.5	CARGAS MÁXIMAS.....	- 51 -
4.3-	MÁQUINA DE TREN SUPERIOR (3).....	- 53 -
4.3-1.	ASIEN TO BANCO (3.5) Y ESTRUCTURA BANCO (3.6).....	- 54 -
4.3-2.	BRAZOS (3.2) Y ASIEN TO MÁQUINA MARIPOSA (3.3).....	- 60 -
4.3-3.	ASIEN TO DORSALES (3.4).....	- 65 -
4.3-4.	ESTRUCTURA A (3.1).....	- 67 -
4.3-5.	ELEMENTOS DE SUJECIÓN.....	- 72 -
4.3-6.	CÁLCULO DE SOLDADURA.....	- 74 -
4.4-	MÁQUINA DE TREN INFERIOR (2).....	- 76 -
4.4-1.	MÁQUINA PRESS DE PIERNAS (2.2).....	- 77 -
4.4-2.	MÁQUINA PARA GEMELOS (2.3).....	- 81 -

4.4-3.	CURL DE PIERNAS 2.4.	- 84 -
4.4-4.	ESTRUCTURA A (2.1).	- 88 -
4.4-5.	ELEMENTOS DE SUJECIÓN.	- 94 -
4.4-6.	CÁLCULO DE SOLDADURA.....	- 95 -
4.4-7.	SELECCIÓN DE RUEDAS.....	- 97 -
4.4-8.	SELECCIÓN DE CABLE.....	- 98 -
4.5-	CONTENEDOR EXPANDIBLE (1).	- 100 -
4.5-1.	ESTRUCTURA CONTENEDOR (1.1).....	- 100 -
4.5-2.	TAPA SUPERIOR (1.2).	- 101 -
4.5-3.	TAPA LATERAL (1.3).....	- 105 -
4.5-4.	CÁLCULO DE PASADOR PARA LAS PUERTAS LATERALES.....	- 120 -
4.5.5	SELECCIÓN SOPORTES NIVELADORES.	- 122 -
4.6-	SELECCIÓN WINCHE.	- 123 -
5.	COSTOS.	- 126 -
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 128 -
	BIBLIOGRAFÍA	- 130 -
	ANEXOS.....	- 135 -

1. INTRODUCCIÓN.

1.1 INTRODUCCIÓN.

En la actualidad, la actividad deportiva y la vida sana tienen mucha importancia para un gran sector de la población nacional, siendo Chile un país con un evidente crecimiento en la demanda de gimnasios y/o lugares donde realizar trabajo físico.

La población de Chile presenta un alto porcentaje de sobrepeso y obesidad, lo que está directamente relacionado con el sedentarismo. El sedentarismo, se entiende como una *“condición o característica del estilo o modo de vida de la persona que realiza menos de 30 minutos de ejercicio físico de moderada intensidad, al menos tres veces por semana”* (Ministerio del Deporte [MINDEP], 2015). Esto es provocado por diferentes factores ligados a la edad, clases sociales y el tiempo que las personas disponen para realizar actividades fuera de la jornada laboral.

El interés en la actividad física que muestra la población hace necesario contar con la infraestructura requerida para la ejecución de ésta. Por esta razón, se debe comenzar a buscar soluciones alternativas para incentivar y facilitar el acceso al deporte.

Es por eso que el objetivo de esta tesis es diseñar un gimnasio modular expandible, que cuente en su interior con máquinas multifuncionales que permitan realizar el entrenamiento del tren superior e inferior del cuerpo.

1.2 OBJETIVOS.

1.2.1 OBJETIVO GENERAL.

- Diseño de un gimnasio que se pueda transportar a donde se considere necesario, que en su interior cuente con máquinas multifuncionales, enfocadas en el entrenamiento del tren superior e inferior del cuerpo, con el propósito de realizar un entrenamiento completo.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Adaptar un contenedor marítimo estándar de 20[pie], manteniendo su estructura y permitiendo el abatimiento de las paredes laterales como también del techo.
- Diseñar 2 máquinas multifuncionales que tengan la capacidad de disminuir y/o aumentar su volumen, tanto para la posición de transporte como para su funcionamiento.
- Obtener los costos totales para la fabricación del diseño.

2. ANTECEDENTES.

2.1- SITUACIÓN CHILENA ACTUAL EN MATERIA DE SALUD NUTRICIONAL Y ACTIVIDAD FÍSICA.

En Chile la actividad deportiva y los proyectos relacionados con este ámbito han crecido constantemente en los últimos años, ya sea, fomentando la actividad física y/o alimentación saludable. Pero a través de encuestas y estudios se obtienen datos alarmantes referentes a la salud de los chilenos.

La Encuesta Nacional de Salud (Ministerio de Salud [MINSAL], 2016-2017) es una herramienta que utiliza el gobierno para saber las enfermedades que están aquejando a la población mayor de 15 años. En el país el sobrepeso y la obesidad son enfermedades que padecen la mayor parte de la población, con un 71% de las personas afectadas (Fig. 1). En el artículo *The State Of Food And Agriculture* (Nations, Food And Agriculture Organization Of The United, 2013), Chile se sitúa en el tercer lugar del ranking latinoamericano de obesidad en adultos, con un 29,1% por detrás de Venezuela y Argentina (ANEXO 1).

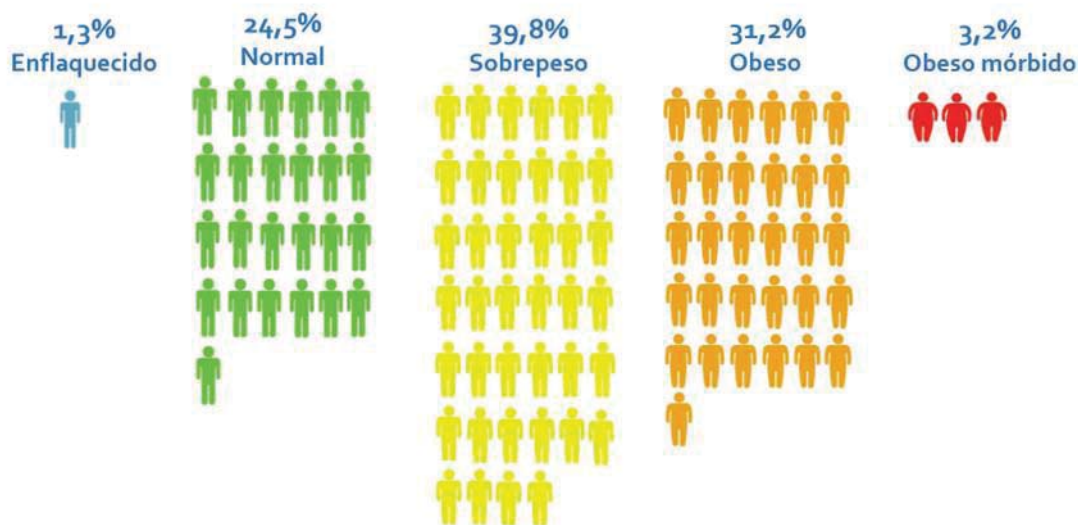
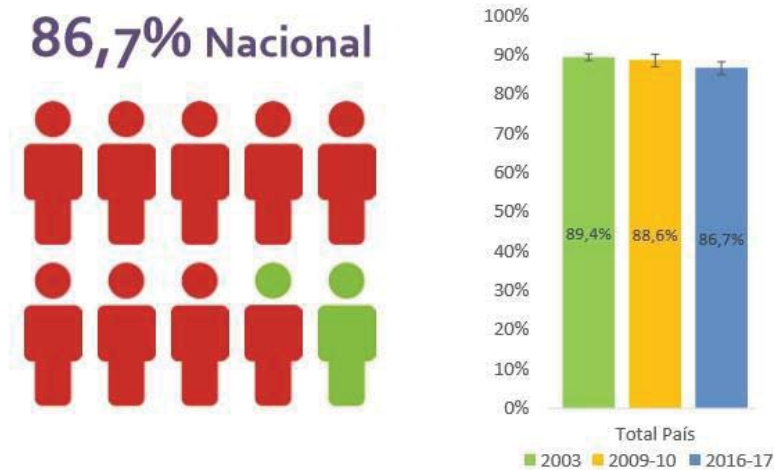


Fig. 1: Estado nutricional, prevalencia nivel país.

(Fuente: (MINSAL, 2016-2017). Obtenido de: http://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf)

La población chilena en promedio tiene una masa corporal de 81[kg], altura de 1,71[m] y un índice de masa corporal (IMC) de 27,8 (Datos Mundial, s.f.). Este índice permite realizar una clasificación del déficit o acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud (ANEXO 2).

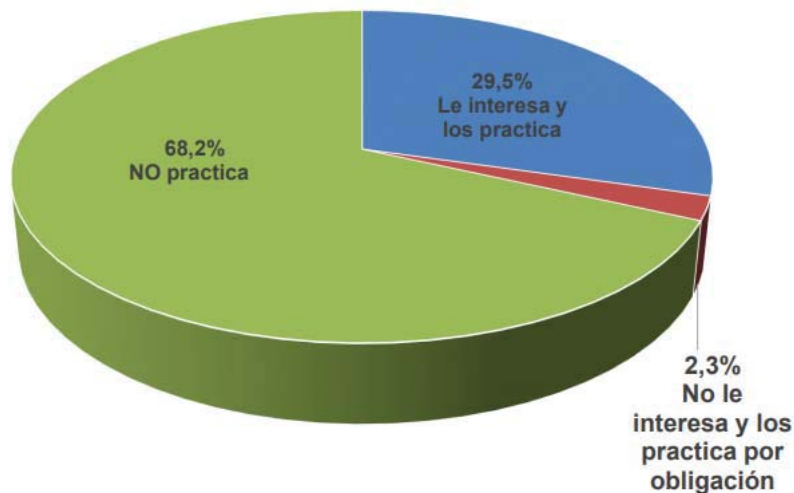
Los altos niveles de sobrepeso y obesidad son la consecuencia del sedentarismo que está afectando a gran parte de la población con un 86,7% a nivel nacional (Graf. 1). Desde el 2003 hasta el 2017 el sedentarismo ha disminuido en 2,7%, pero aun así sigue siendo un valor preocupante. Chile se sitúa en el sexto lugar a nivel mundial en inactividad física (ANEXO 3), esto muestra que un 68,2% de los individuos no realizan ningún tipo de actividad deportiva. Esto se puede adjudicar a diferentes causas, tales como: no tener disposición, no contar con los recursos económicos necesarios para acceder a actividades físicas específicas o no tener el tiempo para realizar alguna actividad después de terminar su jornada laboral.



Graf. 1: Sedentarismo en el último mes (<3 veces por semana).

(Fuente: (MINSAL, 2016-2017), Obtenido de: http://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf)

En la actualidad se han realizado diferentes estudios y/o encuestas que entregan datos relevantes en lo que se refiere a las preferencias que tienen las personas para realizar deporte y actividad física. La “Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deporte 2015 en la población de 18 años y más” (MINDEP, 2015), logra identificar indicadores que permiten medir en el tiempo el impacto que tiene la realización de actividad física y el interés de las personas por realizar diferentes actividades deportivas. Existe un grupo de personas que no realizan actividad física (Graf. 2) correspondiente al 68,2% de la población. Este porcentaje corresponde a un sector potencial de la población a considerar para el desarrollo de deporte. “Desde el 2006 hasta el 2015 el aumento en la práctica de actividad física y deportes ha aumentado gradualmente un 5,4%” (MINDEP, 2015). “Esto se debe a que la población a partir del 2012 está más consiente de los beneficios que conlleva realizar deporte, permitiendo verse bien y estar en forma, además de ser bueno para la salud y sirven como vía de escape para liberar el estrés” (MINDEP, 2015).

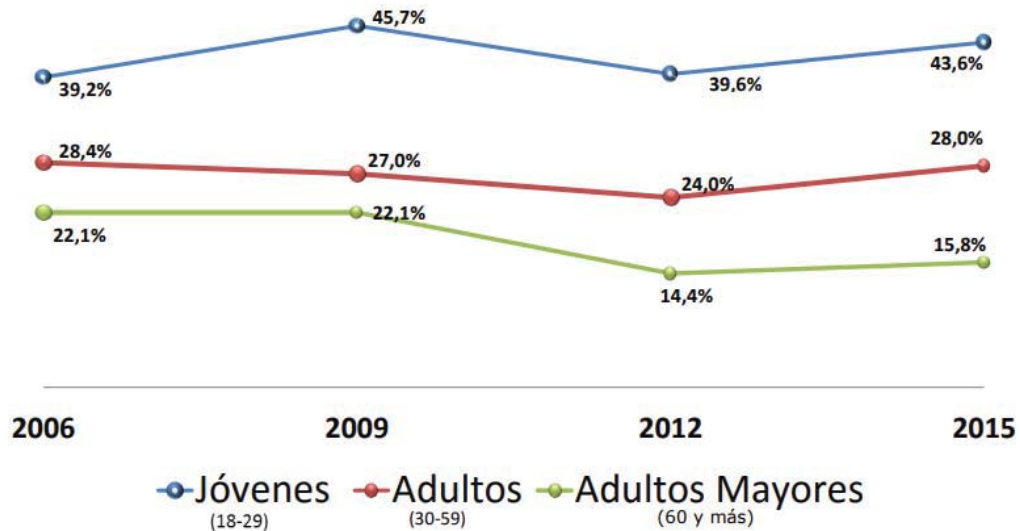


Graf. 2: Interés en la actividad física y/o deportivo año 2015.

(Fuente: (MINDEP, 2015), Obtenido de: http://www.mindep.cl/wp-content/uploads/2016/07/INFORME-FINAL-ENCUESTA-DEPORTES-COMPLETO_.pdf.)

El sedentarismo en el país tiene una directa relación con la edad de las personas, ya que, a medida que pasan los años y se inserta en el mundo laboral, las personas no cuentan con el tiempo suficiente para participar en actividades extraprogramática fuera de la

jornada laboral. La ejecución de actividad física se reduce en un 28% comparando jóvenes y adultos mayores (Graf. 3), esto se atribuye al desarrollo de enfermedades tales como; diabetes, hipertensión, artrosis, entre otras, que limitan la ejecución de actividades deportivas.



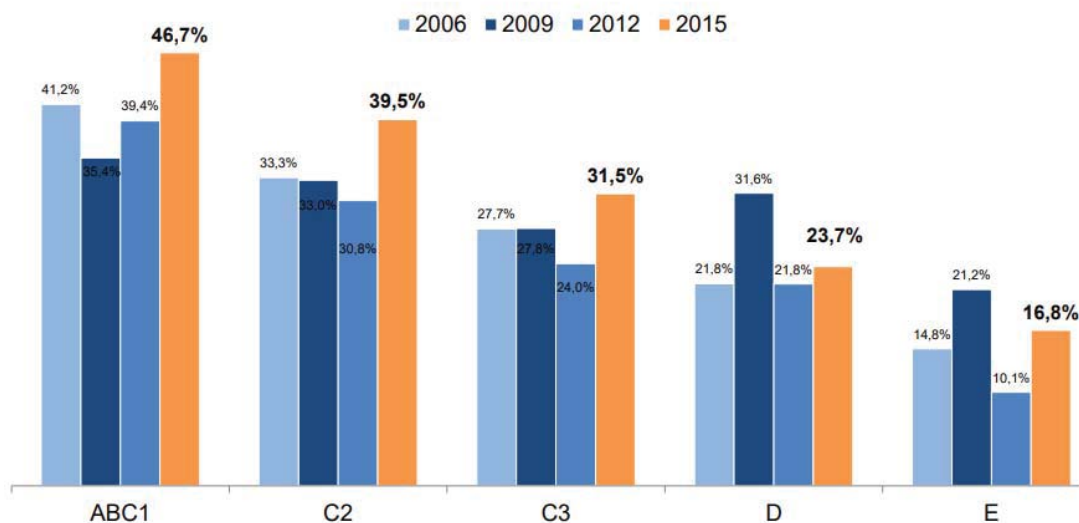
Graf. 3: Practica de actividad física y deportes por tramo etario.

(Fuente: (MINDEP, 2015), Obtenido de: http://www.mindep.cl/wp-content/uploads/2016/07/INFORME-FINAL-ENCUESTA-DEPORTES-COMPLETO_.pdf.)

La principal razón para que jóvenes y adultos no realicen actividad física es la falta de tiempo disponible, a excepción de los adultos mayores, que no realizan actividad deportiva netamente por su edad y limitaciones físicas que se atribuyen a ésta (MINDEP, 2015).

Además, la brecha económica que existe entre las diferentes clases sociales es algo que afecta en la actividad física. De acuerdo con el gráfico 4, el aumento de la práctica de actividad física se produjo en todos los niveles socioeconómicos entre los años 2012-2015, pero en menor porcentaje las clases sociales más vulnerables del país, las que en definitiva practican menos deporte o actividad física (MINDEP, 2015).

La brecha que existe entre las clases sociales más acomodada y las más vulnerables del país es donde las entidades públicas o privadas deben desarrollar proyectos para buscar formas de compatibilizar el interés y la poca práctica de actividad física de este sector. Esto se atribuye a que la mayor parte de la población que pertenece a este sector debe cumplir jornadas laborales más extensas, demandantes y agotadoras.



Graf. 4: Práctica de actividad física y deportes según nivel socioeconómico.

(Fuente: (MINDEP, 2015), Obtenido de: http://www.mindep.cl/wp-content/uploads/2016/07/INFORME-FINAL-ENCUESTA-DEPORTES-COMPLETO_.pdf)

Para disminuir los altos niveles el sedentarismo se debe fomentar la práctica de actividad física, teniendo en consideración que la concentración de personas sedentarias se encuentra en las zonas periféricas a las ciudades. Por lo que los referentes de este proyecto deben estar relacionados con el formato de gimnasios modulares transportables. Además, para el desarrollo de gimnasios o centros de entrenamiento, la correcta selección o diseño de maquinaria se debe enfocar en las necesidades específicas que tiene la población.

2.2- REFERENTES DEL PROYECTO.

Existen iniciativas a nivel mundial que se tomaran como referentes para este proyecto y se presentan a continuación:

2.2-1. OUTDOOR CONTAINER HATLEX, ESTADOS UNIDOS.

Es un proyecto desarrollado por la compañía Hatlex (Hatlex), consiste en un contenedor portuario de 6.100[mm] de largo, 2.440[mm] de ancho y 2.440[mm] de alto como medidas exteriores. Estos módulos (Fig.2) cuentan con implementos necesarios para realizar actividad física que contienen en su interior, tales como: discos, barras, mancuernas, kettlebell, sacos de arena, entre otros.



Fig. 2: Outdoor container Hatlex.

(Fuente: (Hatlex), Obtenido de: https://www.hatlex.com/english_/cross-training/outdoor-container.html?__SID=U)

Se caracteriza por ser transportable y contar con una estructura de acero fácil de armar en terreno, ya que el despliegue de este se realiza en no más de 60 minutos. Esta modalidad de gimnasio está enfocada en personas que cuentan con experiencia en la práctica de actividad física utilizando su propio peso corporal, ya que no incluye maquinaria en su interior que permitan realizar ejercicios guiados, es por esto que se dificulta la ejecución de éstos para personas que son sedentarias. Esta modalidad de gimnasios está enfocada en entrenamiento militar, el cual se caracteriza por ser de alta intensidad.



*Fig. 3: Outdoor container Hatlex.
(Fuente: (Hatlex), Obtenido de: <http://assets.getmynt.com/5f5e107/56c3fdd3-fa34-4272-be25-8619e3fca3ab/images/unit-mfu.jpg>.)*

La capacidad varía dependiendo del modelo, el más simple tiene una capacidad de 6/8 personas entrenando en simultáneo, el modelo intermedio es de 8/10 personas y el modelo más completo tiene como capacidad de 10/12 personas.

2.2-2. TRAILER-FIT, ESTADOS UNIDOS (Fig.4).

Proyecto desarrollado por la compañía Mobile Fitness Equipamiento (Mobile Fitness Equipment). Consiste en la adaptación de un remolque, el que en su interior contiene los diferentes implementos necesarios para realizar entrenamientos enfocados en el dominio de pesos libres, tales como: discos, kettlebell, mancuernas, barras, medballs, entre otros. Al desplegarse en terreno, deja al descubierto soportes que se utilizan para realizar diferentes tipos de entrenamientos, entre los cuales se caracteriza el levantamiento de pesas, crossfit, TRX. Este diseño tiene como característica principal su bajo peso, ya que no supera los 1.600[kg], siendo catalogado como ultraligero en el ámbito de los gimnasios móviles. Esto permite poder transportar fácilmente el tráiler donde sea requerido, ya que su estructura es compacta y además se puede acoplar a una gran variedad de vehículos, tales como Jeep, SUV o camionetas pick-up (Fig.5). Tiene como capacidad máxima 8 personas entrenando en simultaneo con la estructura del contenedor.



Fig. 4: The ultimate tráiler fit mobile-gym.

(Fuente: (Mobile fitness equipment), Obtenido de:

<https://www.mobilefitnessequipment.com/products/mobile-outdoor-gym-equipment-trailerfit>).

Las dimensiones del tráiler son de 1.524[mm] de ancho, 2.439[mm] de largo para una capacidad de 8 personas.

Su funcionamiento en terreno se basa en el aprovechamiento de los espacios externos y los implementos que se pueden transportar en su interior (Fig.4), siendo un gimnasio móvil con buenas funciones complementarias en los diferentes entrenamientos.

El despliegue se realiza en 15[min]

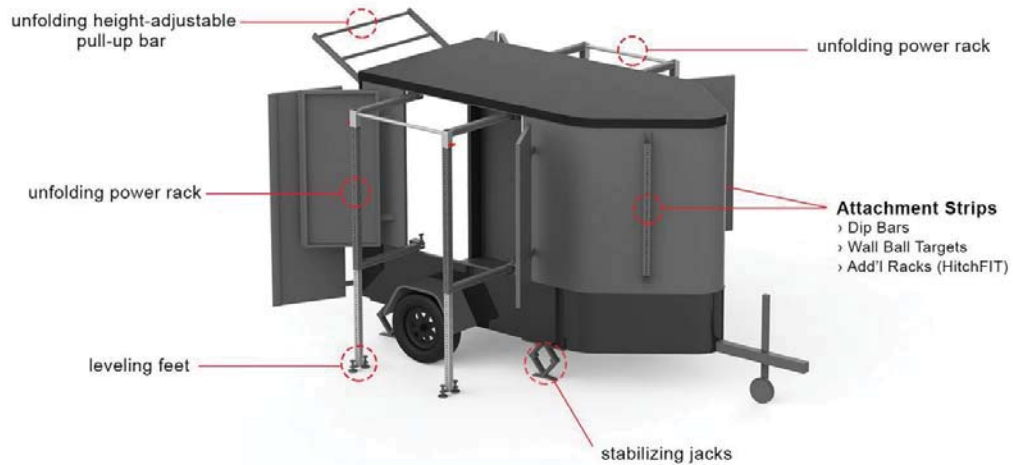


Fig. 5: Posición en terreno del trailer.

(Fuente: (Mobile Fitness Equipment), Obtenido de:

<https://www.mobilefitnessequipment.com/products/mobile-outdoor-gym-equipment-trailerfit>)



Fig. 6: Transporte trailer fit.

(Fuente: (Mobile Fitness Equipment), obtenido de:

<https://www.mobilefitnessequipment.com/products/mobile-outdoor-gym-equipment-trailerfit>).

2.2-3. CONTAINERIZED GYM UNIT FUNCTIONAL TRAINING LOCKER, ESTADOS UNIDOS.

El presente proyecto fue desarrollado por Deployed Resources (Deployed Resources). Es un centro de entrenamiento transportable que tiene como dimensiones 2.600 mm de largo, 2.440 mm de largo y 2.440 mm de ancho (Fig. 7). Cuenta con diversos implementos tales como: kettlebell, barras olímpicas, cuerdas, neumáticos entre otros.

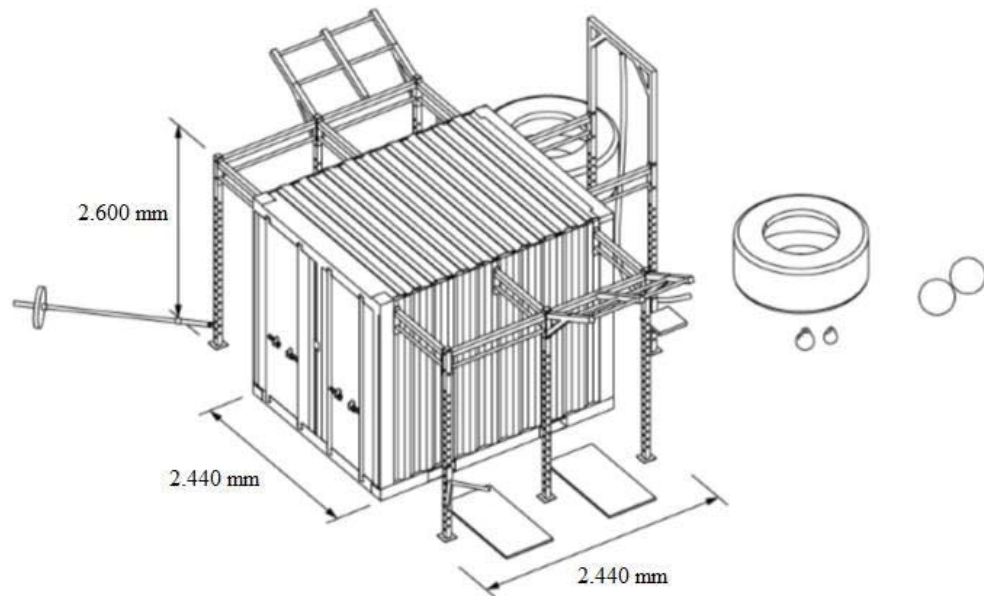


Fig. 7: Dimension del Containerized Gym Unit Functional Training Locker.

(Fuente: (Deployed Resources), Obtenido de:
<https://deployedresources.com/datasheets/161/containerized-gym-unit.pdf>.)

El enfoque de este gimnasio móvil apunta a las personas que ya tienen un conocimiento de rutinas de ejercicios, tales como personal militar, deportistas o personas con experiencia en la práctica de actividad física. Tiene una capacidad máxima de 10 personas entrenando en simultáneo.

La función del contenedor en este gimnasio se divide en dos, el interior es netamente de transporte y almacenaje de los implementos deportivos. En cambio, su exterior se utiliza para acoplar diferentes tipos de estructuras que permite realizar los ejercicios. Estos ejercicios en su mayoría solo se ejecutan utilizando el propio peso de las personas.

Los gimnasios móviles son desarrollados con el objetivo que cumplan determinadas características, tales como: portabilidad, eficiencia en la puesta en marcha, seguridad para los deportistas, entre otras. Es por esto que la tabulación y posterior comparación de las características de los diferentes gimnasios permite compara de forma rápida los referentes de este proyecto (Tab.1).

	Outdoor container Hatlex	Trailer Fit	Containerized gym unit functional training locker
Portabilidad	Camión para transporte de contenedores de 20'	Remolque compatible con Asociación Nacional de Fabricantes de Remolques (NATM)	Necesario remolque que cumpla con las dimensiones del container
Tiempo de despliegue	60[min]	15[min]	15[min]
Capacidad	10 personas	8 personas	10 personas

*Tab. 1: Comparación de los 3 referentes de gimnasios móviles.
(Fuente: Elaboración Propia)*

El gimnasio debe ser equipados con la maquinaria correcta para la necesidad del público al cual está dirigido.

2.3- MÁQUINAS DE ENTRENAMIENTO FÍSICO.

Para personas sedentarias que practican actividad física por primera vez, se recomienda realizar un ejercicio más focalizado y fácil, por lo que se deben utilizar máquinas de entrenamiento que permitan guiar la ejecución del ejercicio.

Estas máquinas y/o bancos de entrenamientos son las que con mayor frecuencia se utilizan en los gimnasios nacionales e internacionales, ya que son fáciles de utilizar y permiten una correcta ejecución de los diferentes ejercicios.

2.3-1. PRESS DE BANCO EN MÁQUINA.

Es un banco que permite realizar una variedad de ejercicio con barra, no requiere de equilibrio por parte de la persona, ya que consiste en levantar un peso libre totalmente guiado (Fig.8). Se utiliza para ejercitar el tren superior, principalmente los pectorales y los tríceps, existen bancos llamados multi-angulares que pueden inclinarse o declinarse, para realizar el ejercicio en diferentes posiciones, obteniendo de esta forma un ejercicio más completo de la zona muscular. Las dimensiones son 1.800[mm] de alto, 1.500[mm] de ancho y 1.000 [mm] de profundidad. Tiene un peso de 80[kg] en su estructura y de aproximadamente 200[kg] en discos, obteniendo un peso total de 280[kg].



Fig. 8: Posiciones inicial y final de la ejecución de ejercicio en el banco press.

(Fuente: (Evolution Fit), Obtenido de: <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/inclined-bench-press-smith-machine.aspx>)

2.3-2. PRENSA DE PIERNAS O HACK SQUAT.

Es una máquina que ocupa un espacio de 2.000[mm] de largo, 1.500[mm] de alto y 1.000 [mm] de profundidad, sirve únicamente para trabajar piernas. Cuenta con un respaldo inclinado en 45°, en donde se apoya toda la espalda, además con una plataforma que se debe empujar con los pies para mover el peso solo con los músculos de las piernas, permitiendo realizar el movimiento ascendente y descendente de forma equilibrada (Fig. 9). Tiene un peso total de 225[kg].

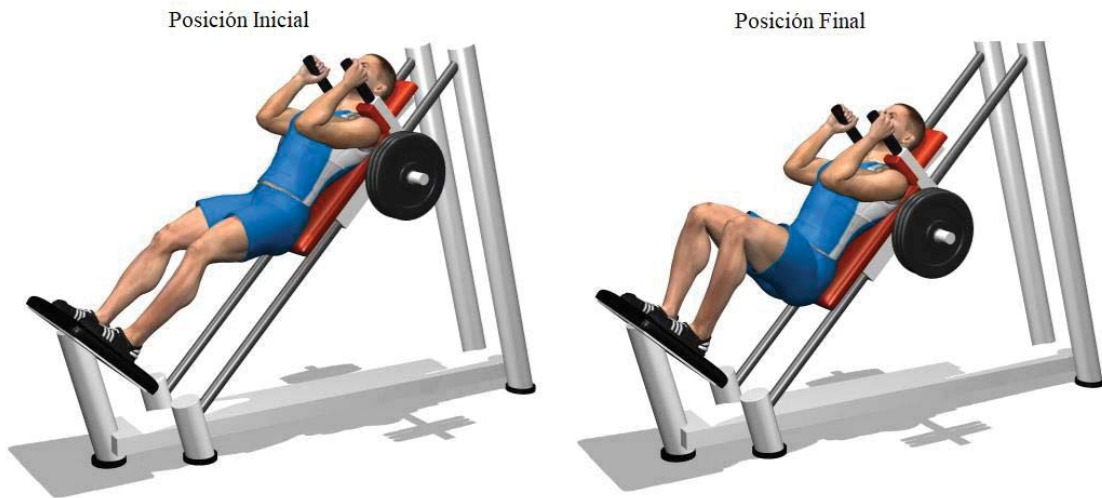
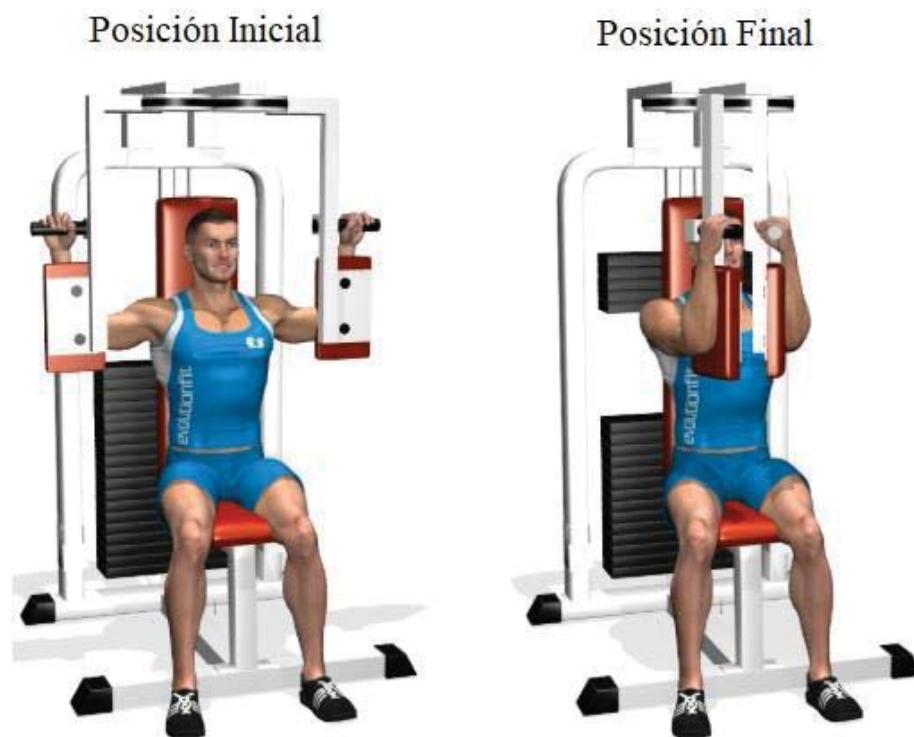


Fig. 9: Ejecución del ejercicio en la Prensa de Piernas o Hack Squat.

(Fuente: (Evolution Fit), Obtenido de: <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/hack-squat.aspx>)

2.3-3. PECK DECK O MARIPOSA.

Permitiendo estar en la posición correcta ejecutando ejercicios para fortalecimiento de pectorales, también se pueden realizar ejercicios para ejercitar la espalda cuenta con unas asas que permiten realizar el movimiento semiesférico que se necesita para ejercitar el pecho y los hombros (Fig. 10). Las dimensiones son de 2.000[mm] de alto, 1.500[mm] de ancho y 1.500[mm] de profundidad. Tiene un peso total de 184[kg].



*Fig. 10: Ejecución de ejercicio en la maquina Peak Deck o Mariposa.
(Fuente: (Evolution Fit), Obtenido de: <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/pectoral-machine.aspx>)*

2.3-4. MÁQUINA PARA DORSALES.

Esta máquina posee un asiento y un soporte para los muslos, con la finalidad de permanecer siempre sentado y no levantar los glúteos al momento de realizar el ejercicio. Cuenta con un sistema de poleas y una barra que se debe sujetar para jalar de ella y trabajar los músculos de la espalda, además de los pectorales. Se pueden realizar ejercicios de jalones al pecho y tras la nuca, para ejercitar una mayor cantidad de músculos (Fig. 11). Tiene como dimensiones 2.000[mm] de largo, 2.000[mm] de alto y 1.000[mm] profundidad. Tiene un peso de 45[kg] en su estructura y 100[kg] en placas de acero, obteniendo un peso total de la máquina de 145[kg].

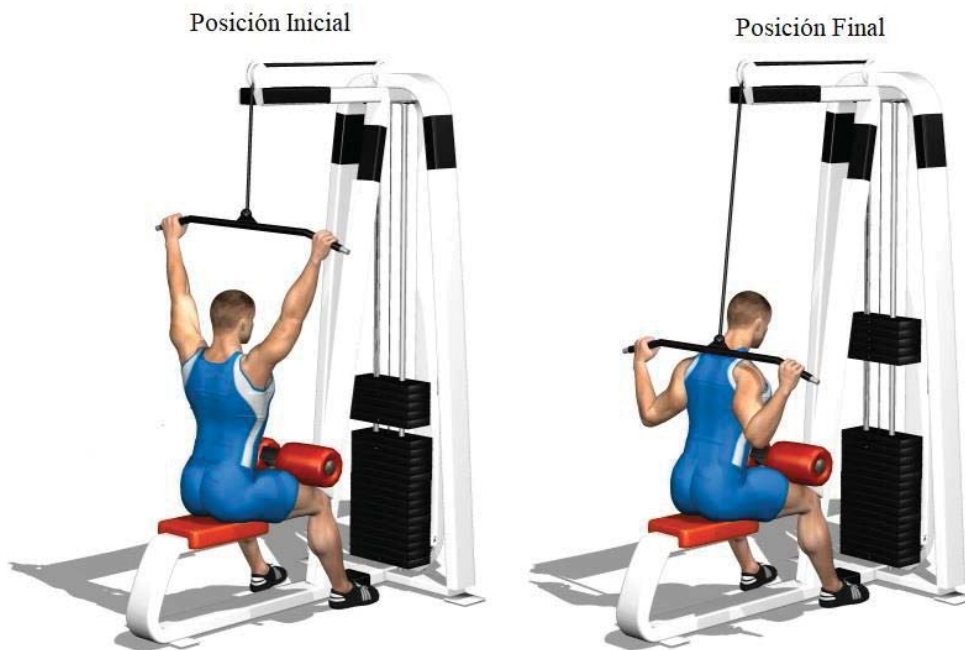


Fig. 11: Ejecución del ejercicio con Máquina para Dorsales.

(Fuente: (Evolution Fit), Obtenido de: <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/wide-grip-pulldown-behind-the-neck.aspx>)

2.3-5. MÁQUINA PARA CUÁDRICEPS.

Esta máquina está constituida por un asiento con respaldo, además de una palanca acolchada para levantar el peso con las piernas, permitiendo entrenar los cuádriceps. Cuenta con placas de determinado peso para poder regular la exigencia del ejercicio (Fig. 12).

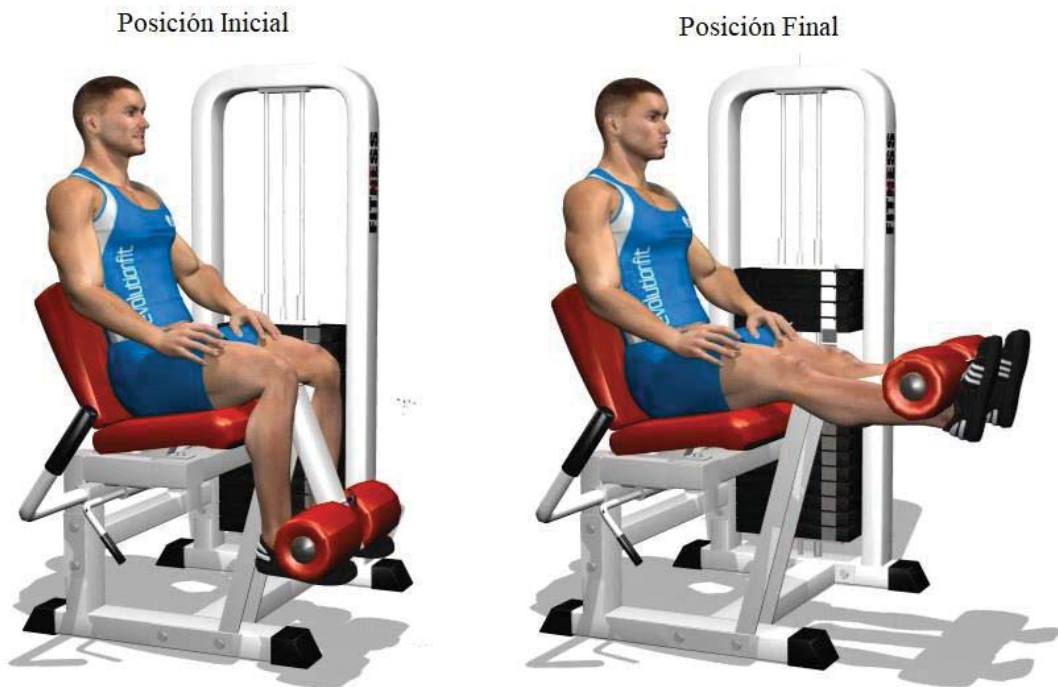


Fig. 12: Ejecución de ejercicio en la Máquina de Cuádriceps.

(Fuente: (Evolution Fit), <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/leg-extension.aspx>)

Sus dimensiones son de 1.500[mm] de alto, 1.800[mm] de largo y 1.500[mm] de ancho. Tiene un peso total de 269[kg], el cual se divide en 100[kg] de placas de carga y 169[kg] en su estructura.

2.3-6. MÁQUINA DE GLÚTEOS.

Esta máquina (Fig.13) está constituida por un respaldo para apoyar el pecho y una plataforma de empuje, que permite realizar el movimiento de patada trasera para ejercitar los glúteos. Esta máquina es muy utilizada en los gimnasios, ya que, la dificultad de uso es baja. Se debe tener en precaución en las cargas lumbares que se pueden generar, esto se evita manteniendo la espalda derecha y el pecho bien apoyado en el respaldo. Sus dimensiones son de 1.700[mm] de alto, 2.000[mm] de largo y 1.000[mm] de ancho. El peso de la estructura es de 70[kg], además se debe sumar 100[kg] en placas.

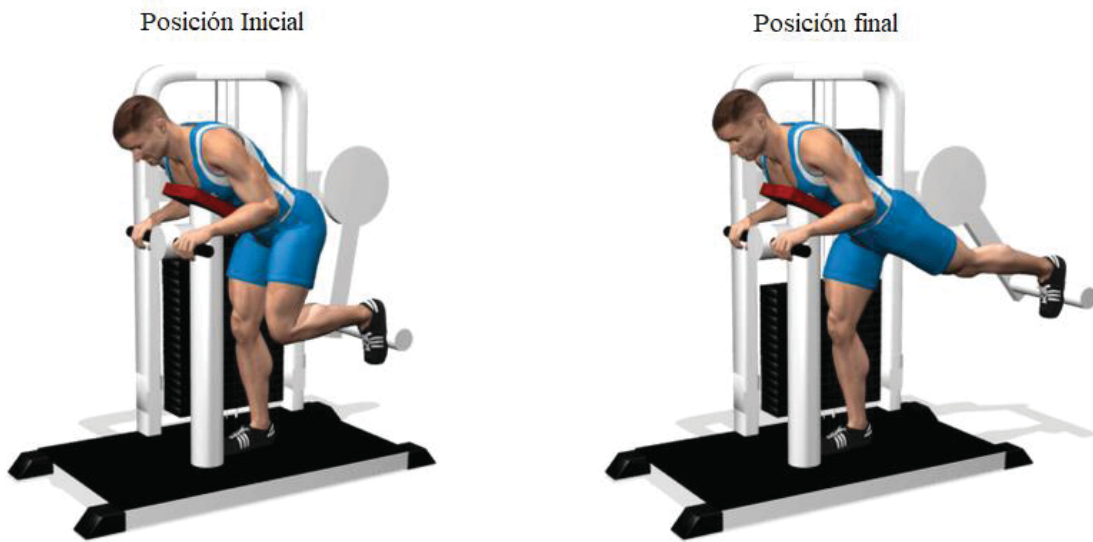


Fig. 13: Posición inicial y final del ejercicio con la Máquina de Glúteos.

(Fuente: (Evolution Fit), Obtenido de: <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/rowing.aspx>)

2.3-7. MÁQUINA DE ABDOMINALES.

Consiste en un asiento con respaldo, que en su parte superior cuenta con una articulación que permite obtener el movimiento curvo necesario para fortalecer la zona media, específicamente el abdomen. Cuenta con pesos que se ajustan a las necesidades del deportista, permitiendo realizar ejercicios más o menos intensos (Fig. 14). Las dimensiones son de 1.800[mm] de alto, 1.200[mm] de largo y 1.200[mm] de ancho. Tiene un peso total de 210[kg], los cuales se dividen en 150[kg] de placas de acero y 60[kg] en la estructura.



Fig. 14: Funcionamiento de Máquina para abdominales.

(Fuente: (Evolution Fit), Obtenido de: <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/ab-crunch-machine.aspx>).

2.3-8. MÁQUINA DE BÍCEPS.

Es una máquina que solo permite entrenar los bíceps. Está constituida por un asiento con respaldo para la espalda, del cual sobresalen unas palancas que permiten rotar y generar el movimiento correcto para realizar el ejercicio con ambos brazos (Fig. 15). Tiene dimensiones de 1.800[mm] de alto, 1.200[mm] de largo y 1.200[mm] de ancho, su peso total corresponde a 200[kg].



Fig. 15: Funcionamiento de Máquina para Bíceps.

(Fuente: (Evolution Fit), Obtenido de: <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/curl-arm-machine-alternato.aspx>).

2.3-9. MÁQUINA CURL FEMORAL TUMBADO.

Esta máquina permite ejercitar la zona de los glúteos y femorales. El ejercicio se realiza tumbado boca abajo en un banco. En la posición inicial (Fig.16) los gemelos quedan detrás de los rodillos, en la posición final las pantorrillas quedan en posición vertical con los muslos. Las dimensiones son de 2.000[mm] de largo, 1.000[mm] de ancho y 1.500[mm] de alto. El peso en promedio corresponde a 225[kg].



Fig. 16: Posición inicial y final de la máquina curl femoral tumbado.

(Fuente: (Evolution Fit), Obtenido de: <https://www.evolutionfit.it/esercizi/femorali/leg-curl-sdraiato/>)

Para equipar un gimnasio con diferentes maquinas se debe conocer al grupo de personas a las que está destinado, por lo que, definir el programa de entrenamiento es algo necesario. Es por esto, que se desarrolló un resumen con los grupos musculares a los que están destinadas estas máquinas, divididos por tren superior (Tab.2) y tren inferior (Tab.3).

Dónde: ✓ ; cumple con la ejercitación del grupo muscular.

Máquinas	Grupos Musculares del Tren Superior							
	Hombros	Pectoral	Antebrazo	Biceps	Abdominales	Trapezio	Dorsal	Triceps
Press de banco en Máquina	✓	✓						✓
Peck deck o Mariposa		✓				✓		
Máquina para Dorsales			✓			✓	✓	
Máquina para Adominales					✓			
Máquina de Biceps				✓				

Tab. 2: Grupos musculares del tren superior que ejercita cada máquina.
(Fuente: Elaboración Propia)

Máquinas	Grupos Musculares de Tren Inferior				
	Abductores	Cuádriceps	Glúteos	Isquiotibiales	Aductores
Prensa de piernas o Hack Squat	✓	✓	✓		
Máquina de Cuádriceps	✓	✓			
Máquina de Glúteos			✓	✓	
Máquina Curl Femoral Tumbado			✓	✓	✓

Tab. 3: Grupos musculares del tren inferior que ejercita cada máquina.
(Fuente: Elaboración Propia)

Teniendo este grupo de máquinas se ejercita todos los grupos musculares del cuerpo, ya sea del tren inferior o superior, pero el espacio que se requiere para contar con todas estas máquinas es limitado, por lo que, se debe conocer sus dimensiones y características promedio (Tab.4).

Máquinas	Dimensiones			Peso Total (kg)	Estructura
	Largo (mm)	Alto (mm)	Ancho (mm)		
Press de banco en Máquina	1800	1500	1000	280	Acero
Prensa de pierna o Hack Squat	2000	1500	1000	225	Acero
Peck deck o Mariposa	2000	1500	1500	184	Acero
Máquina para dorsales	2000	2000	1000	145	Acero
Máquina de Glúteos	2000	1700	1000	170	Acero
Máquina para abdominales	1800	1200	1200	210	Acero
Máquina de biceps	1800	1200	1200	200	Acero
Máquina de cuádriceps	1500	1800	1500	269	Acero
Máquina Curl Femoral Tumbado	2000	1500	1000	225	Acero

Tab. 4: Característica general de las máquinas de gimnasios.
(Fuente: Elaboración Propia)

Es por esto que se propone el diseño de un gimnasio que se pueda transportar a donde se considere necesario y que en su interior cuente con 2 tipos de máquinas que sean simples de usar. Una enfocada en el entrenamiento del tren superior y la otra en el tren inferior (Tab.5), con el propósito de realizar un entrenamiento más completo del cuerpo.

	Conjunto de tren superior	Conjunto tren inferior
Máquina	Press de banco en máquina	Press de piernas o Hack squat
	Peck deck o mariposa	Máquina de cuádriceps
	Máquina para dorsales	Máquina curl femoral tumbado

*Tab. 5: Máquinas seleccionadas para el conjunto de tren superior e inferior.
(Fuente: Elaboración propia)*

Para realizar el diseño se tiene como objetivo modificar la estructura de un contenedor de 20', permitiendo el abatimiento de sus pares laterales, en conjunto con el techo, mediante un sistema de winches. Además, se deben diseñar las máquinas de entrenamiento, ya que si se utilizan máquinas comerciales no se aprovechan al máximo las dimensiones del contenedor y la capacidad de las máquinas corresponde a una persona, por lo que se diseñaran 2 máquinas multifuncionales, una enfocada al tren superior y la otra al tren inferior.

La elección de estas 3 máquinas para el tren superior (Tab.5) y 3 máquinas para el tren inferior (Tab.5) se realizó seleccionando las que permiten ejecutar el entrenamiento de 2 o más grupos musculares (Tab.2 y Tab.3).

Las máquinas multifuncionales deben ser diseñadas con la capacidad de disminuir y/o aumentar su volumen, tanto para la posición de transporte como para su funcionamiento.

El gimnasio debe contar con 4 características:

- Debe ser transportable, capaz de llegar a zonas alejadas como, por ejemplo; zonas de bajos recursos ubicadas en la periferia de la ciudad o a lugares apartados donde se instalan faenas de trabajo.
- Tiene que contar con máquinas multifuncionales que cumplan un entrenamiento completo, tanto del tren inferior como del superior.
- Las máquinas deben ser fáciles de manipular, ya que la mayor parte de las personas que las ocupen tienen poco conocimiento en la ejecución de ejercicios.
- Capacidad de 12 personas.

3. ASPECTOS FUNCIONALES.

En este capítulo se definen los parámetros de diseño. Es decir, aspectos que se relacionan con, transporte, izaje, despliegue y superficie generada, espacios internos del contenedor, máquinas de tren inferior, máquina de tren superior, posicionamiento de las máquinas dentro del contenedor, autonomía, capacidad del dispositivo y personal necesario para la puesta en marcha.

3.1 Transporte.

El transporte del contenedor se realiza mediante un camión (Fig.17) que cumpla con las dimensiones externas mínimas de un contenedor de 20[pie] según la norma ISO 668 (ANEXO 5) y las dimensiones de las cantoneras según la norma ISO 1161 (ANEXO 6). El contenedor debe estar totalmente cerrado (Fig.17). Las dimensiones (Fig.18) corresponden a una altura “h” de 2.660[mm], ancho “a” de 2.670[mm] y un largo “l” de 6.310[mm].



*Fig. 17: Representación de transporte.
(Fuente: Elaboración propia)*

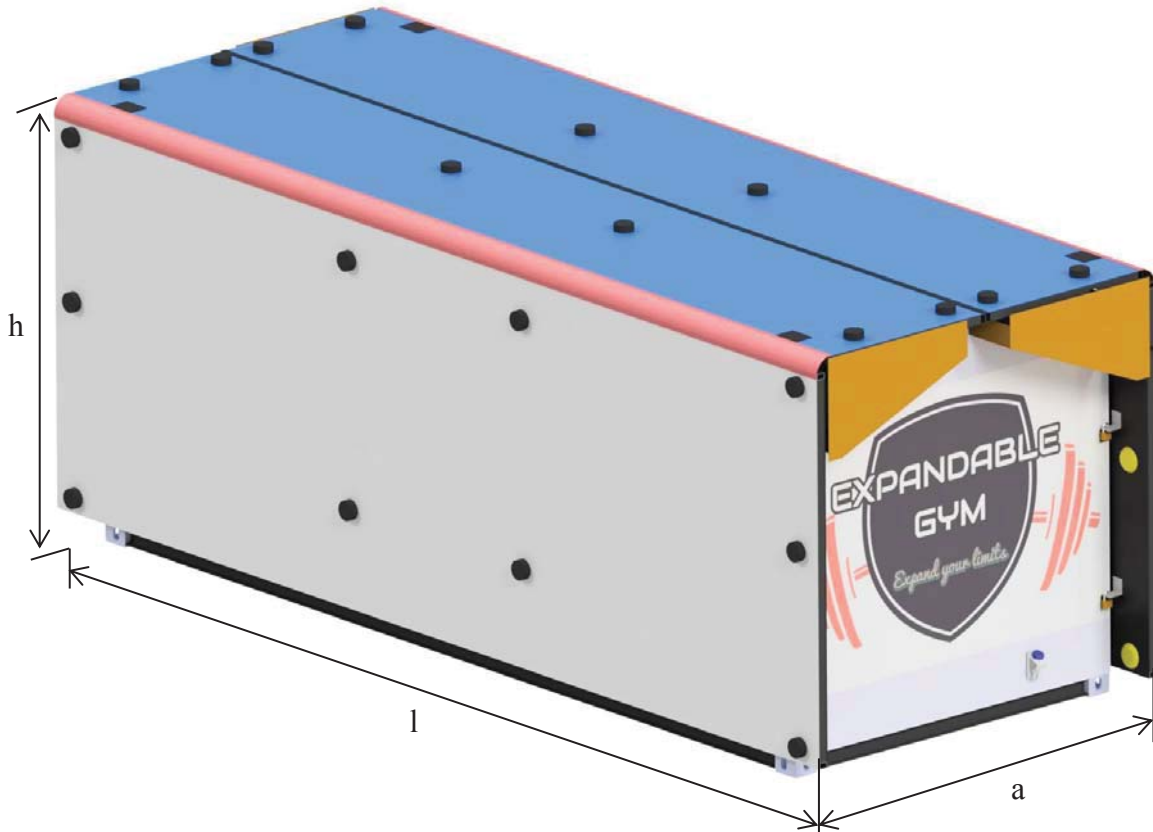


Fig. 18: Dimensiones de la posición de transporte.
(Fuente: Elaboración propia)

3.2 Izaje.

El izaje consiste en realizar el levantamiento del contenedor mediante un yugo de izaje para sujeción de contenedores por toma inferior (Fig.19). Consiste en la utilización de grilletes, eslingas de cadena y ganchos de contenedores que se enganchan en las cantoneras (ANEXO 6) inferiores del contenedor.

Se recomienda la utilización del yugo de izaje, ya que presenta mayor estabilidad al momento de realizar las diferentes maniobras, de acuerdo con lo indicado este procedimiento para contenedores de 20[pie] llega a levantar un máximo de 32 toneladas (ANEXO 7).



*Fig. 19: Yugo de izaje para sujeción de contenedores por toma inferior.
(Fuente: (cineticaing), Obtenido de: <http://cineticaing.cl/productos-izaje-grua-horquilla/yugo-espaciador-spreader-container-alzar.php>)*

3.3 Despliegue y superficie generada.

El despliegue del contenedor se debe realizar una vez se encuentre posicionado en terreno (Fig.20). El abatimiento de las puertas laterales y tapas superiores se realiza mediante 6 winche de corriente continua (ANEXO 8) distribuidos en los laterales de la estructura del contenedor Fig. 21. El accionamiento de los winches se realiza mediante un control remoto que activa 3 de ellos en simultaneo.

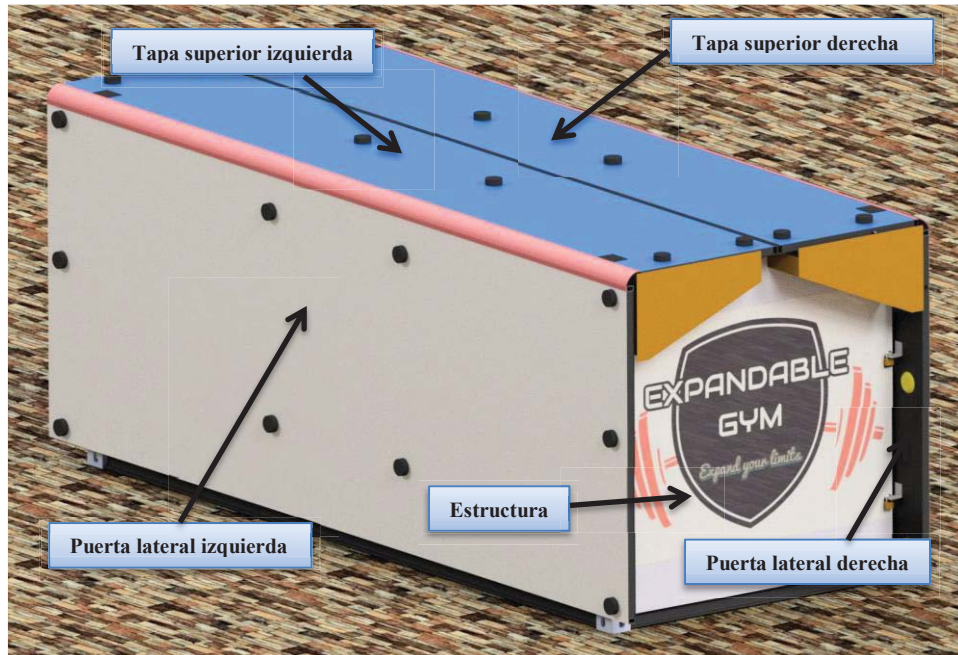


Fig. 20: Posicionamiento del contenedor en terreno.
(Fuente: Elaboración propia)

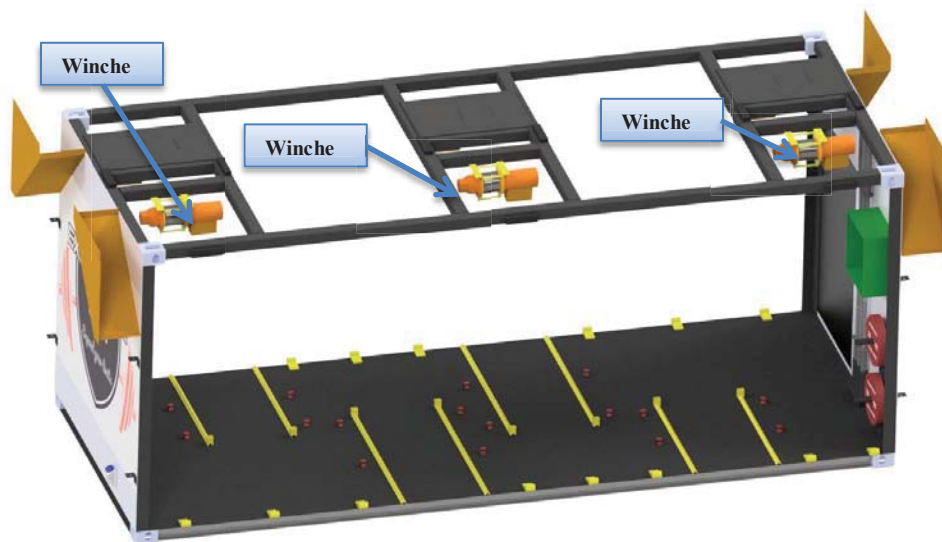


Fig. 21: Distribución de los winches en la estructura del contenedor.
(Fuente: Elaboración propia)

La secuencia para abatir las puertas consta de 8 tiempos, que serán descritos a continuación:

Secuencia de abatimiento contenedor				
Pasos	Operación	Descripción	Tiempo	Esquema
Paso 1	Abatimiento puerta lateral izquierda	Desmontar los 4 candados de seguridad. Proceder a realizar el abatimiento.	2[min]	Anexo 9
Paso 2	Nivelación puerta lateral izquierda	Ajustar la altura de los 10 soportes niveladores para que cada uno quede en contacto con el suelo. La regulación para la compensación de altura es de 44 hasta 74[mm].	5[min]	Anexo 10 y 11
Paso 3	Abatimiento puerta lateral derecha	Similar Paso 1, lado opuesto.	2[min]	Anexo 9
Paso 4	Nivelación puerta lateral derecha	Similar Paso 2, lado opuesto.	5[min]	Anexo 10 y 11
Paso 5	Abatimiento tapa superior izquierda	Desmontar los cables de la puerta lateral y engancharlos con respecto a los estribos de la tapa superior, posteriormente se debe tensarlos. Una vez tensos se desmontan las 2 barras de bloqueo por medio de pequeños golpes de maceta. Proceder a realizar el abatimiento.	5[min]	Anexo 12
Paso 6	Nivelación tapa superior izquierda	Ajustar la distancia de los 6 soportes niveladores para que cada uno quede en contacto con el suelo. La regulación para la compensación de altura es de 44 hasta 74[mm].	5[min]	Anexo 10 y 11
Paso 7	Abatimiento tapa superior derecha	Similar Paso 5, lado opuesto.	5[min]	Anexo 12
Paso 8	Nivelación tapa superior derecha	Similar Paso 6, lado opuesto.	5[min]	Anexo 10 y 11

*Tab. 6: Secuencia de abatimiento del contenedor.
(Fuente: Elaboración propia)*

Finalmente, el contenedor se demora un total de 34 [min] en todas sus fases de despliegue. Cuando el contenedor se encuentra en su posición final (Fig. 22) totalmente desplegado se obtienen dimensiones de 9.560[mm] de ancho, 6.310[mm] de largo y 2.660[mm] de altura.

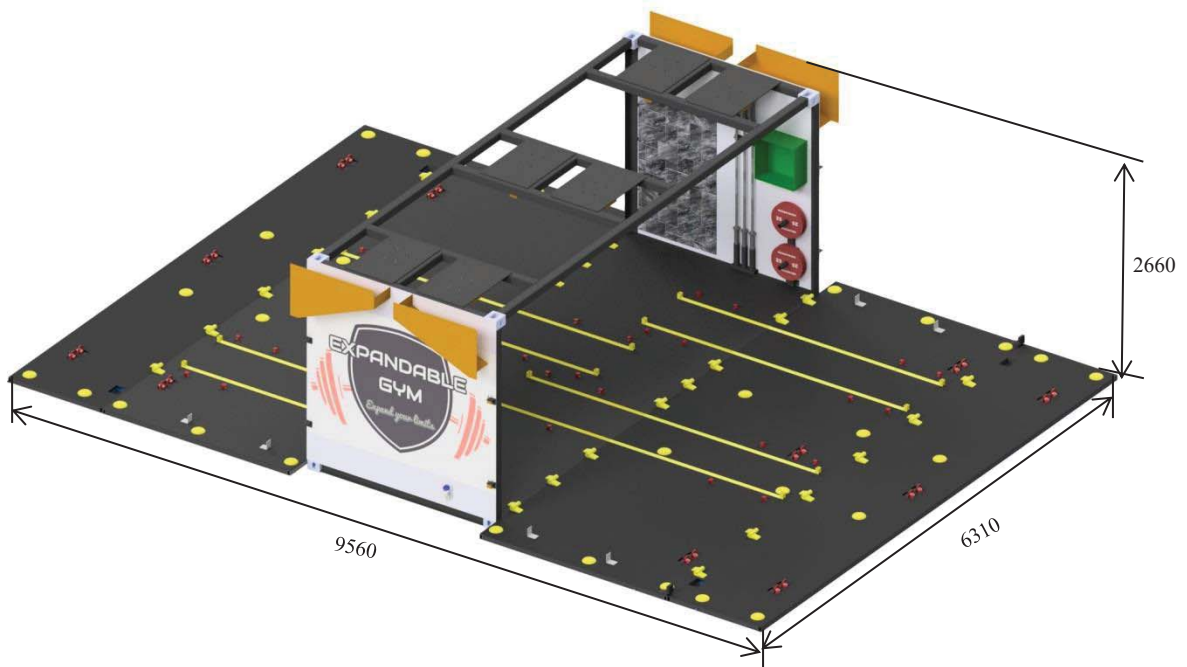


Fig. 22: Dimensiones final obtenidas después del abatimiento de las puertas laterales y tapas superiores.
(Fuente: Elaboración propia)

3.4 Diseño de máquinas de entrenamiento.

El contenedor tiene dos posiciones, la primera es la posición de transporte (Fig. 20) en la que el contenedor se encuentra totalmente cerrado con las máquinas de entrenamiento en su interior y la segunda corresponde a la posición de funcionamiento, en donde se encuentra totalmente desplegado. El contenedor aumenta su volumen en un 355% desde su posición de transporte hasta su despliegue total en su posición de funcionamiento.

Posición	Largo	Ancho	Alto	Volumen	Masa
Transporte	6.310 [mm]	2.670 [mm]	2.660 [mm]	45 [m^3]	4.910 [kg]
Funcionamiento	6.310 [mm]	9.560 [mm]	2.660 [mm]	160 [m^3]	

*Tab. 7: Dimensiones del contenedor.
(Fuente: Elaboración propia)*

Estas dimensiones son la limitante para la cantidad de máquinas multifuncionales que puede posicionarse en su interior y por ende para el diseño de estas.

Se diseñarán 2 máquinas multifuncionales, una enfocada en el entrenamiento del tren superior y la otra en el tren inferior. Cada una de estas permitirá el entrenamiento simultaneo de 3 personas.

El gimnasio será equipado con 2 máquinas de tren inferior y 2 de tren superior, proporcionando una capacidad de 12 personas entrenando en simultaneo.

3.4.1 Máquina de tren inferior.

Según lo definido en el apartado 2.3 la maquina multifuncional debe entrenar el tren inferior del cuerpo. El conjunto está compuesto por 3 máquinas que se definen por; curl de piernas, máquina press de piernas y máquina para gemelos.

Las dimensiones (Fig. 23) del conjunto varían si se encuentra en la posición de transporte o en la posición de funcionamiento.

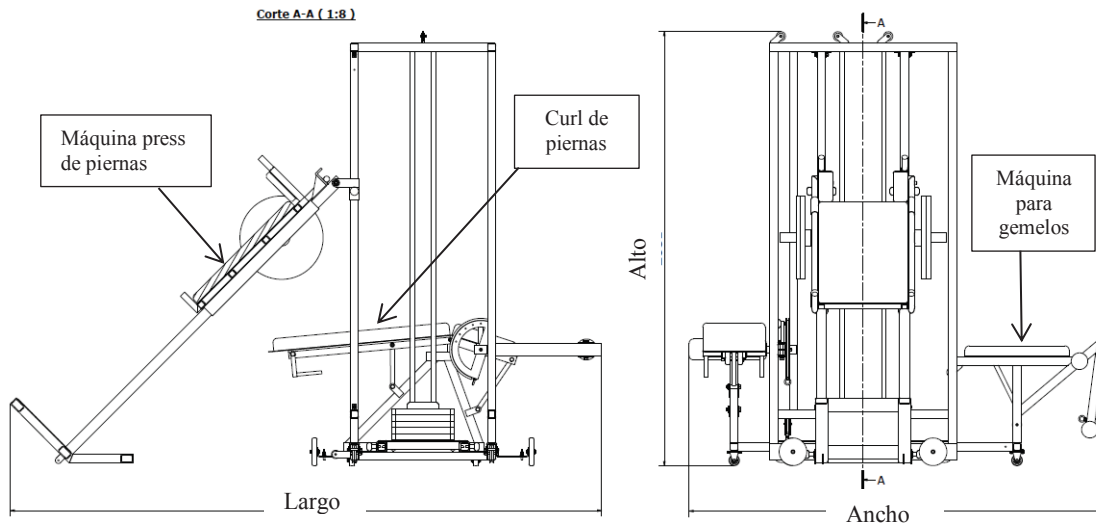


Fig. 23: Dimensiones en la posición de funcionamiento de la máquina de tren inferior.
(Fuente: Elaboración propia)

Posición	Largo	Ancho	Alto	Volumen	Masa
Transporte	1.316 [mm]	1.748 [mm]	2.081 [mm]	5 [m ³]	238 [kg]
Funcionamiento	2.841 [mm]	2.003 [mm]	2.081 [mm]	12 [m ³]	

Tab. 8: Dimensiones de la máquina de tren inferior.
(Fuente: Elaboración propia)

La máquina presenta un aumento de volumen en un 240% cuando se encuentra en la posición de funcionamiento, por lo que estas dimensiones (Tab.8) están adecuadas a los espacios internos que se generan en el contenedor al momento del transporte como también a la posición de funcionamiento del contenedor.

3.4.2 Máquina de tren superior.

Según lo definido en el apartado 2.3 la maquina multifuncional debe entrenar el tren superior del cuerpo. El conjunto está compuesto por 3 máquinas que se definen por; máquina mariposa, máquina para dorsales y máquina de banco.

Las dimensiones (Fig.24) del conjunto varían si se encuentra en la posición de transporte o en la posición de funcionamiento.

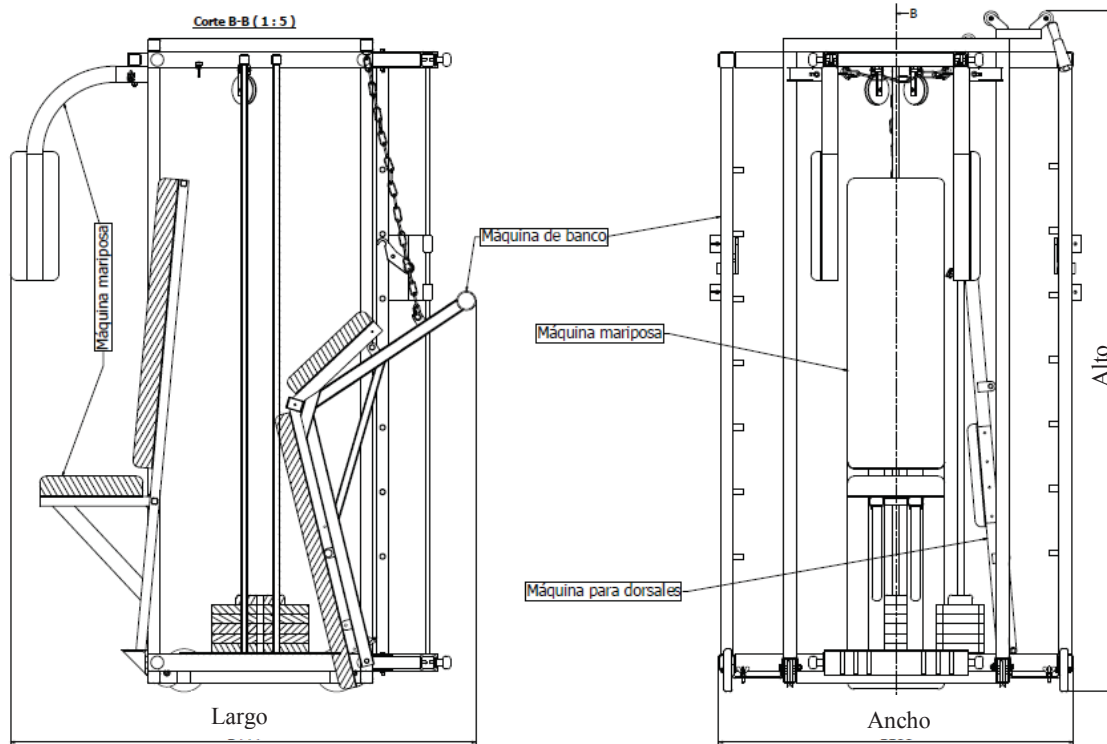


Fig. 24: Dimensiones en la posición de transporte de la máquina de tren superior.
(Fuente: Elaboración propia)

Posición	Largo	Ancho	Alto	Volumen	Masa
Transporte	1.444 [mm]	1.100 [mm]	2.110 [mm]	3 [m ³]	180 [kg]
Funcionamiento	2.352 [mm]	2.192 [mm]	2.110 [mm]	11 [m ³]	

Tab. 9: Dimensiones de la máquina de tren superior.
(Fuente: Elaboración propia)

La máquina presenta un aumento de volumen en un 366% cuando se encuentra en la posición de funcionamiento, por lo que estas dimensiones (Tab.9) están adecuadas a los espacios internos que se generan en el contenedor al momento del transporte como también a la posición de funcionamiento del contenedor. Se estima 10 minutos en el despliegue total de la máquina.

3.4.3 Posición de las máquinas en contenedor.

Las máquinas se posicionan dentro del contenedor cuando se encuentra en la posición de transporte, en cambio cuando se encuentra en la posición de funcionamiento estas ruedan por medio de rieles (ANEXO 13) hasta su posición final.

Para realizar el posicionamiento de las máquinas, estas deben rodar por encima de los rieles hasta su posición final de funcionamiento que está delimitada por un tope que se encuentra soldado encima del riel (Fig. 25). Una vez tope con el riel se debe fijar el soporte con la fijación, mediante el perno de palomilla. Para este procedimiento se estima un tiempo de 20[min].

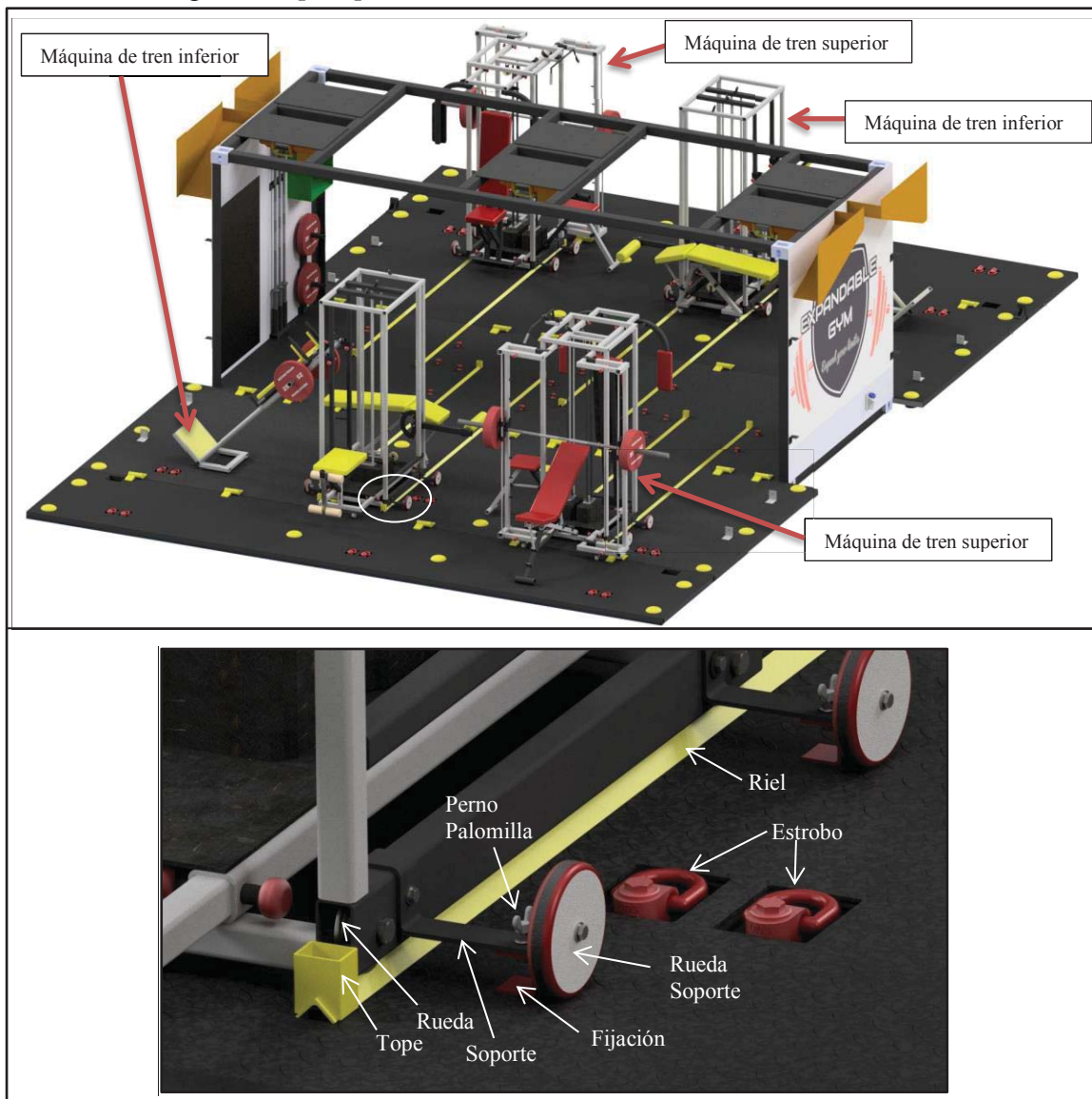


Fig. 25: Contenedor y máquinas desplegadas en su posición de funcionamiento.
(Fuente: Elaboración propia)

4. DISEÑO MECÁNICO.

Para realizar el diseño se utilizaron las siguientes condiciones generales:

4.1 Análisis de elementos finitos (FEA).

El análisis de elementos finitos (FEA) se realizó con el programa Autodesk inventor, en donde se utilizó el módulo de análisis de tensiones.

El análisis FEA muestra si un elemento fallara, desgastará o funcionara como se diseñó. Para el análisis todos los elementos son sólidos, tridimensionales (3-D) cuadráticos (elementos h) con tetraedros de 10 nodos (4 puntos físicos y 10 nodos para interpolación), los cuales tienen 6 grados de libertad por nodo.

4.2 Condiciones de diseño.

4.2.1 **Autonomía.**

Para el funcionamiento de los seis winches, es necesario contar con alimentación de corriente alterna, 220[V] 50[Hz].

4.2.2 **Capacidad.**

Cada máquina multifuncional tiene una capacidad de 3 personas, por lo que el gimnasio modular expandible permite el entrenamiento de 12 personas en simultaneo.

4.2.3 **Personal necesario para la puesta en marcha.**

La máquina de tren inferior tiene una masa de 238[kg], siendo la mayor en comparación con la máquina de tren superior que es de 180[Kg]. Por lo que para determinar el personal necesario se debe tener en consideración mover una masa $m = 238[\text{kg}]$ por sobre los rieles. Para el cálculo se considera que la masa de la máquina se debe deslizar en su totalidad por encima de estos rieles, distribuyendo equitativamente la carga en las 4 ruedas que están en contacto con estos.

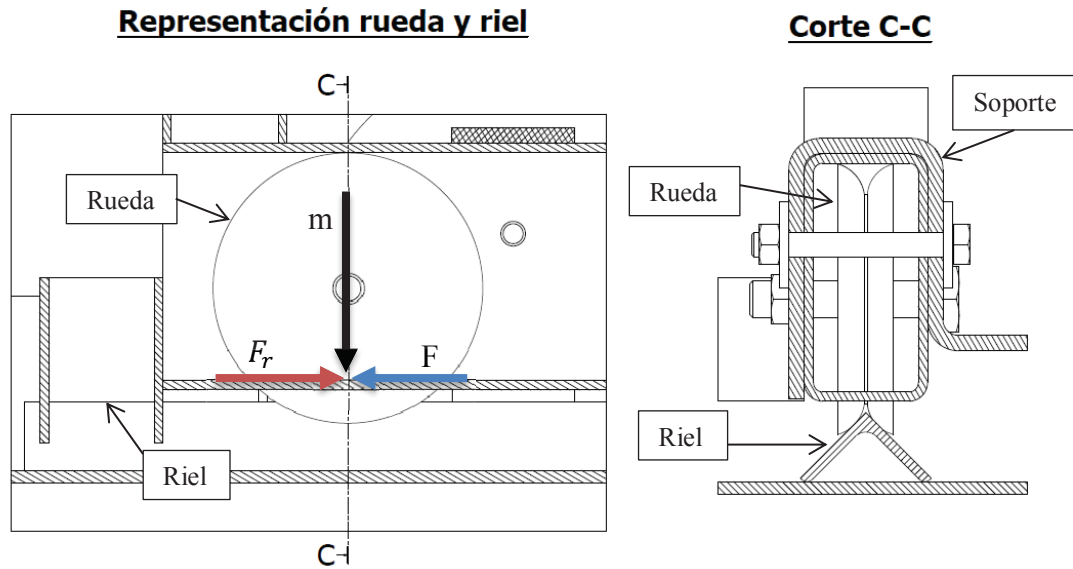


Fig. 26: Diagrama de cuerpo libre de la rueda sobre el riel.
(Fuente: Elaboración propia)

En la Fig. 26 se representa el diagrama de cuerpo libre que muestra el contacto de las ruedas sobre el riel.

Tanto las ruedas como el riel son de acero por lo que el coeficiente de fricción estático corresponde a $\mu_e = 0,3$ [-]. Utilizando la ecuación (3.1 y 3.2) se obtiene una $F_r = 714$ [N], por lo que se debe aplicar una fuerza F igual o superior para poder desplazar la máquina. Ya que se debe mover una masa de 71,4[kg] se considera necesario contar con 3 personas que desplacen la máquina.

$$F = F_r \quad (3.1)$$

$$F_r = \mu_e * F_{normal} \quad (3.2)$$

4.2.4 Materiales de los elementos estructurales utilizados.

Elemento	Material
Perfilería	A42 - 27ES
Planchas de acero	ASTM - A36
Barras planas	A270ES
Pasadores	A4 - 70
Pernos, golillas y tuercas	A4 - 70

Tab. 10: Material de los elementos estructurales utilizados.
(Fuente: Elaboración propia)

4.2.5 Cargas máximas.

En la sección 2.1 se definió que el peso y altura promedio de una persona en Chile es de 81,3[kg] y 1.71[m] respectivamente, lo que promedia un IMC de 27[kg/m²] situándolos en el estado de pre-obesidad. El rango de IMC para definir el sobrepeso está dentro del 25-29,9[kg/m²] (ANEXO 2), por lo que se considera incrementar el peso promedio de la persona en un 25% con el propósito de abarcar todo el rango de sobrepeso. Sumando el peso promedio de 81[kg] más el 25% del mismo se obtiene 100[kg] y con esto el IMC es de 29[kg/m²], permitiendo abarcar en totalidad el rango de sobrepeso en la población.

Ya que en general la población no cuenta con una práctica constante en la ejecución de actividad física se toma en consideración cargas (Tab.11) que permitan una fácil ejecución de la actividad.

Denominación	Carga máxima
Máquina press de piernas	100 [kg]
Curl de piernas	25 [kg]
Máquina para gemelos	25 [kg]
Máquina mariposa	25 [kg]
Máquina de banco	100 [kg]
Máquina para dorsales	25 [kg]

*Tab. 11: Cargas máximas de funcionamiento de las máquinas.
(Fuente: Elaboración propia)*

El modelo final (Fig.27) consta de 3 conjuntos que se dividen en; máquina de tren inferior (2), máquina de tren superior (3), contenedor (1) y el tiempo total que se necesita para la puesta en marcha del gimnasio modular expandible es de 60[*min*].

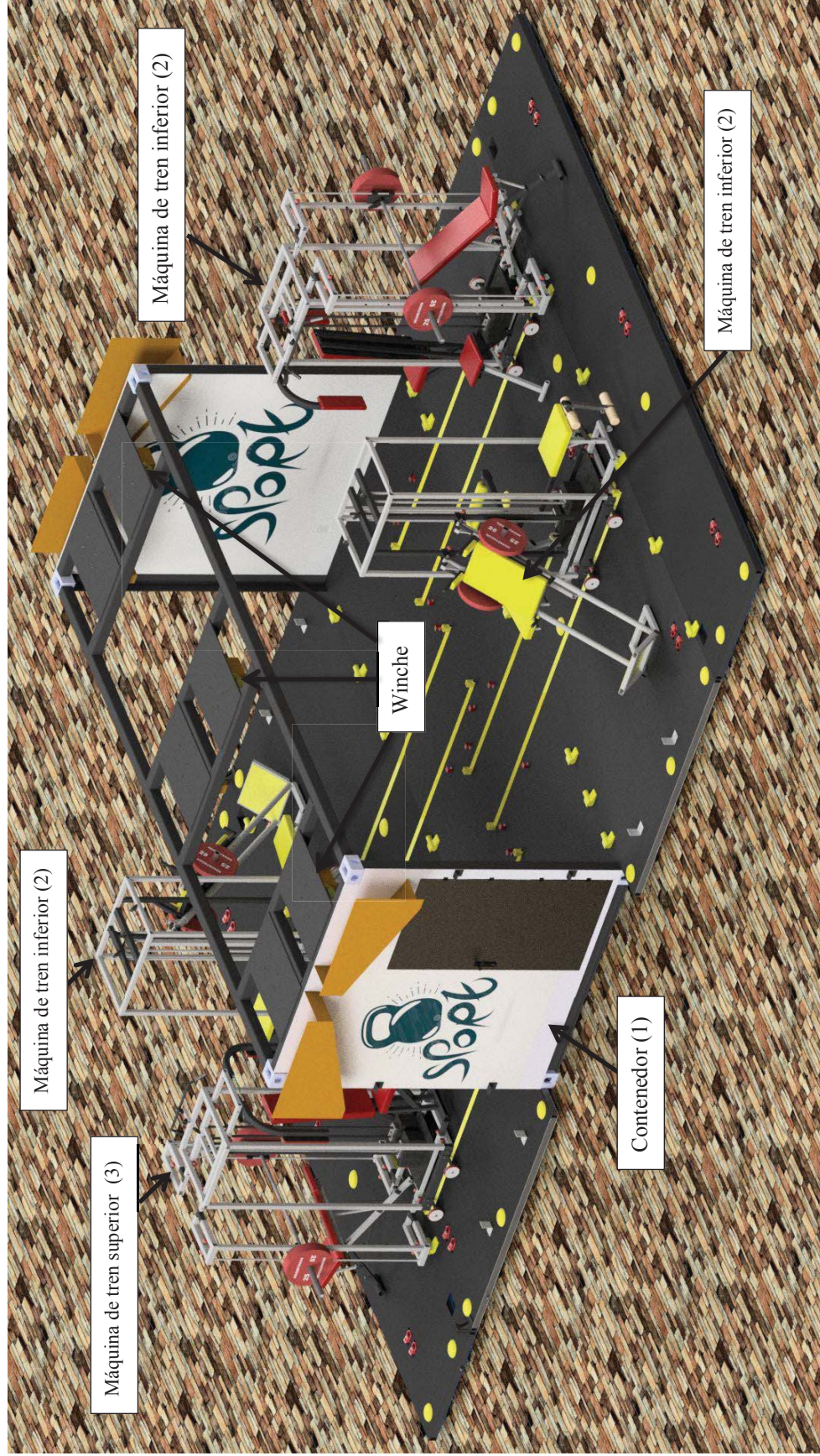


Fig. 27: Modelo final Gimnasio Modular Expandible.
(Fuente: Elaboración propia)

4.3- MÁQUINA DE TREN SUPERIOR (3).

La máquina multifuncional (Fig.28) está compuesta por; máquina mariposa (brazo máquina mariposa y asiento máquina mariposa), máquina para dorsales (asiento dorsales) y máquina de banco (estructura banco y asiento banco), además de la estructura central (estructura A) que permite el soporte de estas.



Fig. 28: Máquina de Tren Superior.
(Fuente: Elaboración propia)

Denominación	NºOrden	Masa
Estructura A	3.1	79[kg]
Palanca máquina mariposa	3.2	16[kg]
Asiento máquina mariposa	3.3	18[kg]
Asiento para dorsales	3.4	8[kg]
Banco	3.5	14[kg]
Estructura banco	3.6	44[kg]
PESO TOTAL		179[kg]

Tab. 12: Masa en kg del conjunto 3.
(Fuente: Elaboración propia)

4.3-1. ASIENTO BANCO (3.5) Y ESTRUCTURA BANCO (3.6).

Está compuesto por un asiento banco (3.5) que se puede acomodar en dos posiciones (Fig. 43), además de una estructura (3.6) que cuenta con un gancho guía que permite guiar la barra olímpica de forma vertical.



Fig. 29: Press de banco con guía.
(Fuente: Elaboración propia)

Para el análisis del asiento banco (3.5) se considera el peso de la persona (W), además, del peso en discos (D) y la barra olímpica (B) que ésta puede levantar en la ejecución del ejercicio. La distribución de las cargas que actúan sobre el asiento de banco se muestra a continuación (Fig.30). La restricción “A (3.5)” es producto de la unión del asiento a la estructura mediante un pasador, en cambio la “B (3.5)” es producida por el contacto del asiento con el suelo.

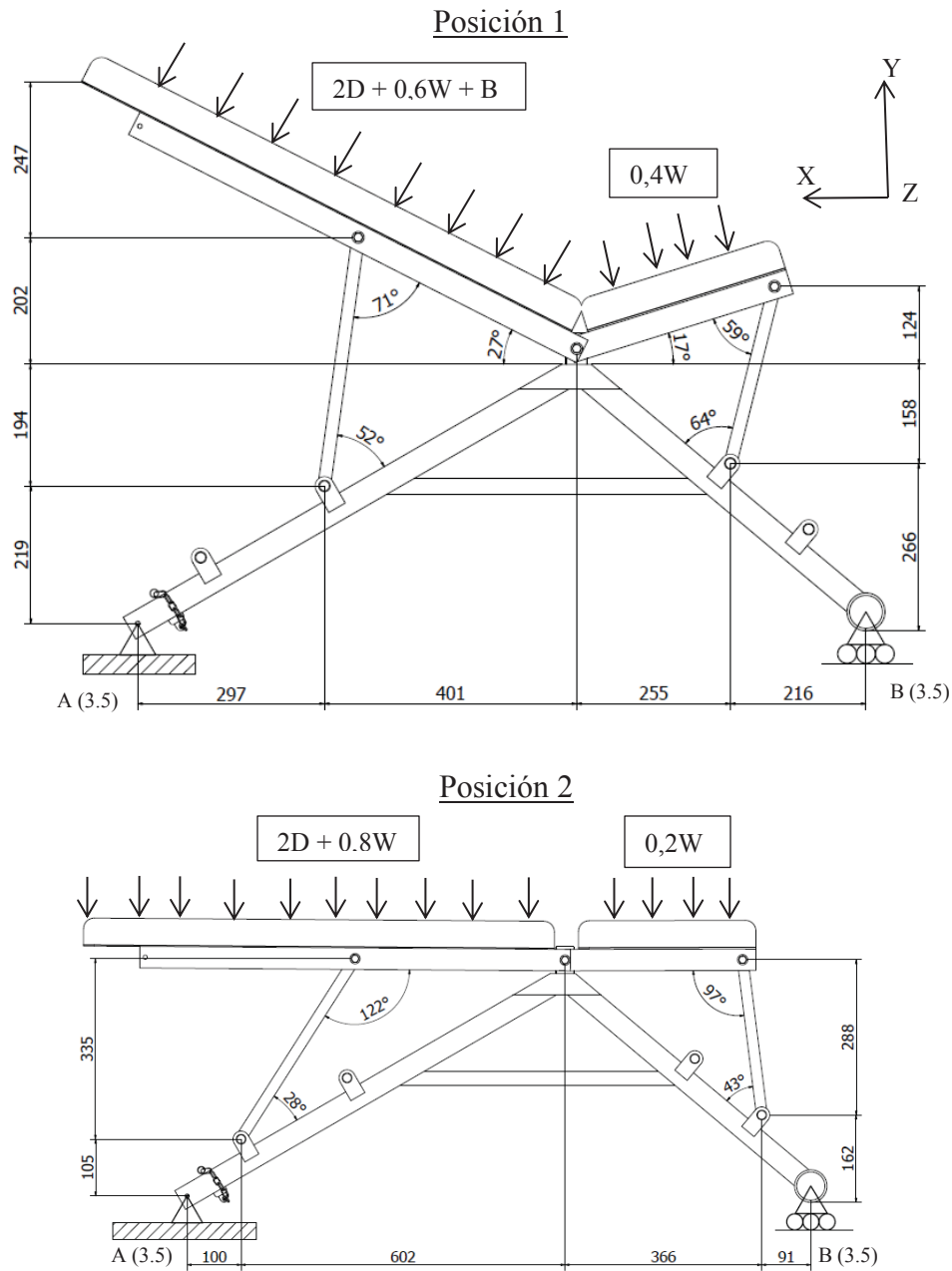


Fig. 30: Diagrama de cuerpo libre del asiento banco, donde se representa la distribución de cargas, restricciones y las diferentes dimensiones.

(Fuente: Elaboración propia)

Se evalúan 2 condiciones (Fig. 30), ya que el asiento puede posicionar horizontalmente (Posición 2) con el propósito de entrenar los pectorales en su totalidad o con una inclinación de 27° (Posición 1), optando por entrenar solamente la zona superior del pectoral.

El desplazamiento máximo es de $1,49[\text{mm}]$. La funcionalidad del asiento no se ve afectada, ya que el ángulo de inclinación para una correcta ejecución del ejercicio va desde los 20 hasta los 30° con respecto a la horizontal, por lo que esta desviación no produce una variación. Lo mismo ocurre para la posición 2.

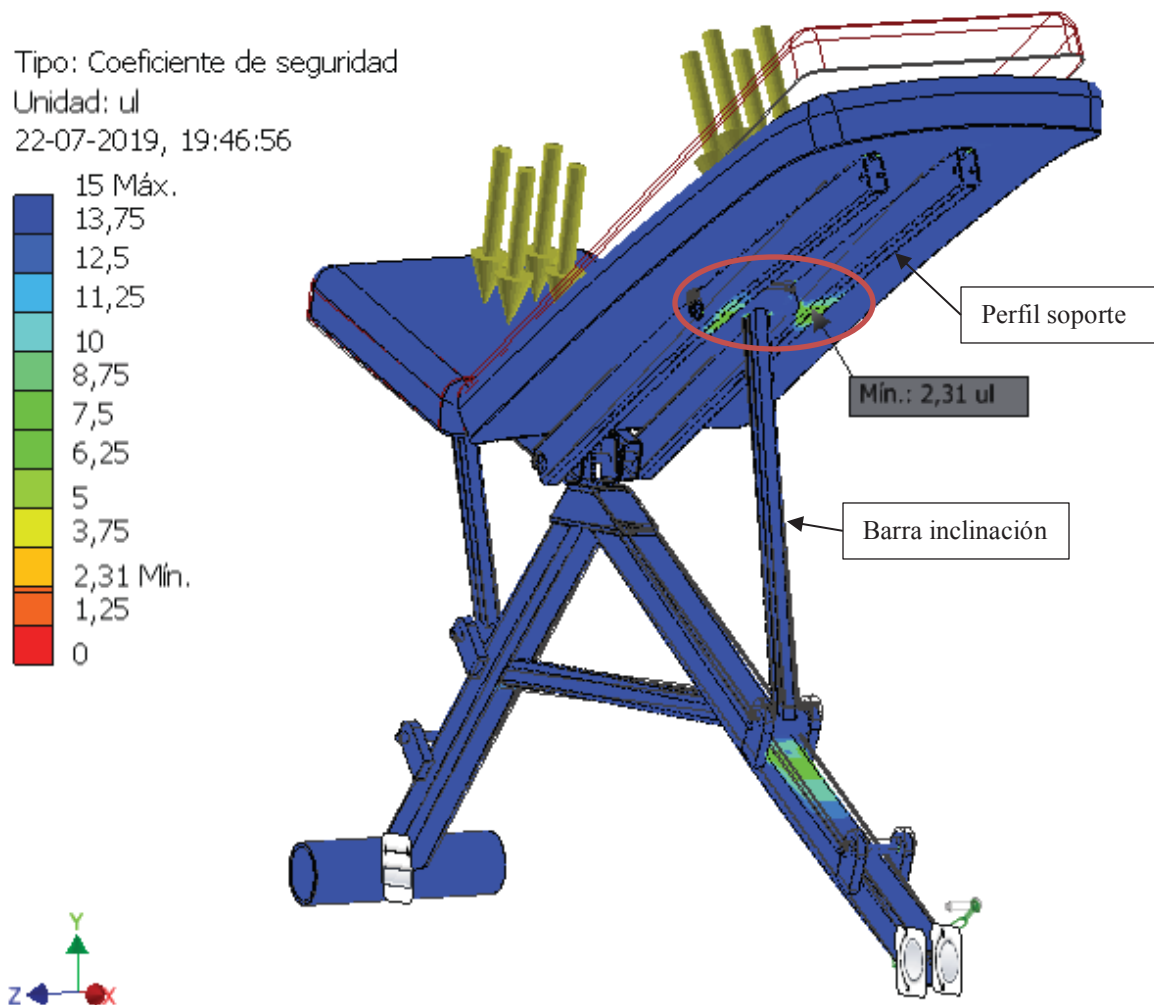


Fig. 31: Factor de seguridad mínimo para el asiento banco.
(Fuente: Elaboración propia)

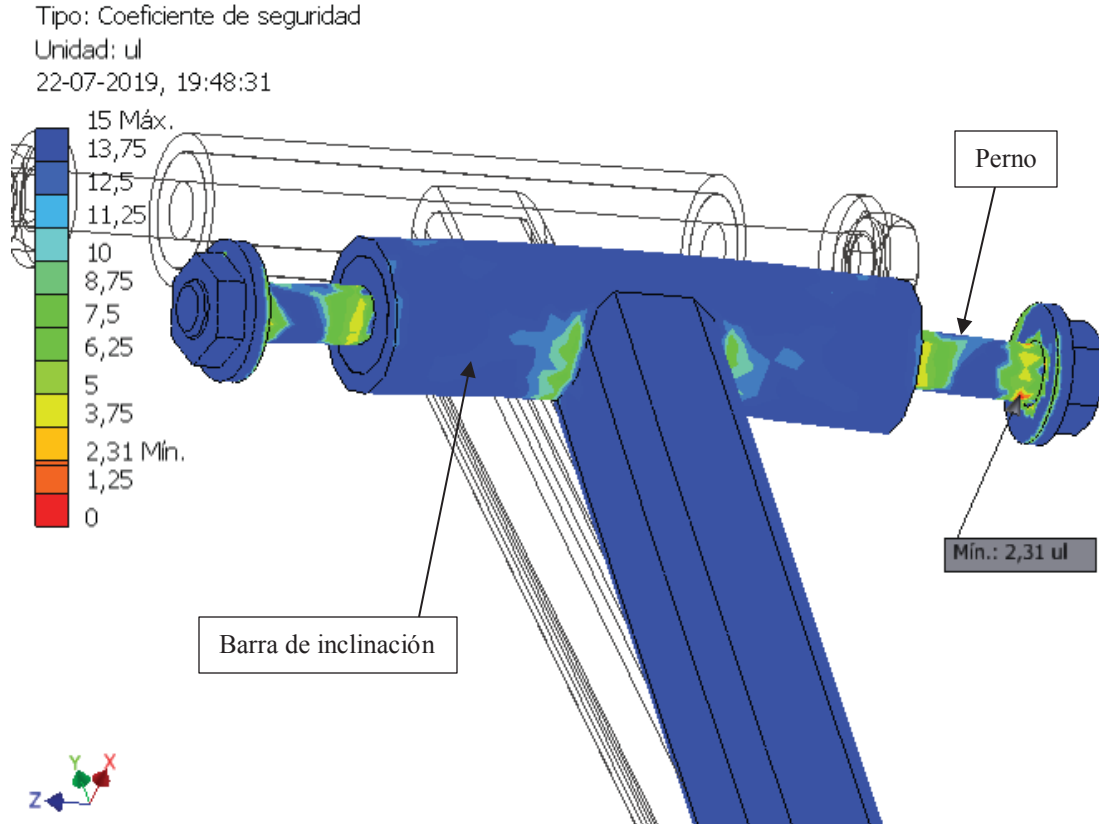


Fig. 32: Detalle A, visualización en detalle de la ubicación del factor de seguridad mínimo para el asiento banco.
(Fuente: Elaboración propia)

El factor de seguridad mínimo corresponde a 2,31[-] (Fig.31) y se encuentra ubicado en el perno que une a la barra de inclinación con respecto al perfil soporte. Como es un elemento de unión se realizarán los cálculos del diámetro de este en la sección 4.1.5.

Las fuerzas que actúan sobre la estructura banco (Fig.33) corresponden a la masa de la barra olímpica (B), además del peso de los discos (D). La distribución de las cargas se realiza de la siguiente manera (Fig.46):

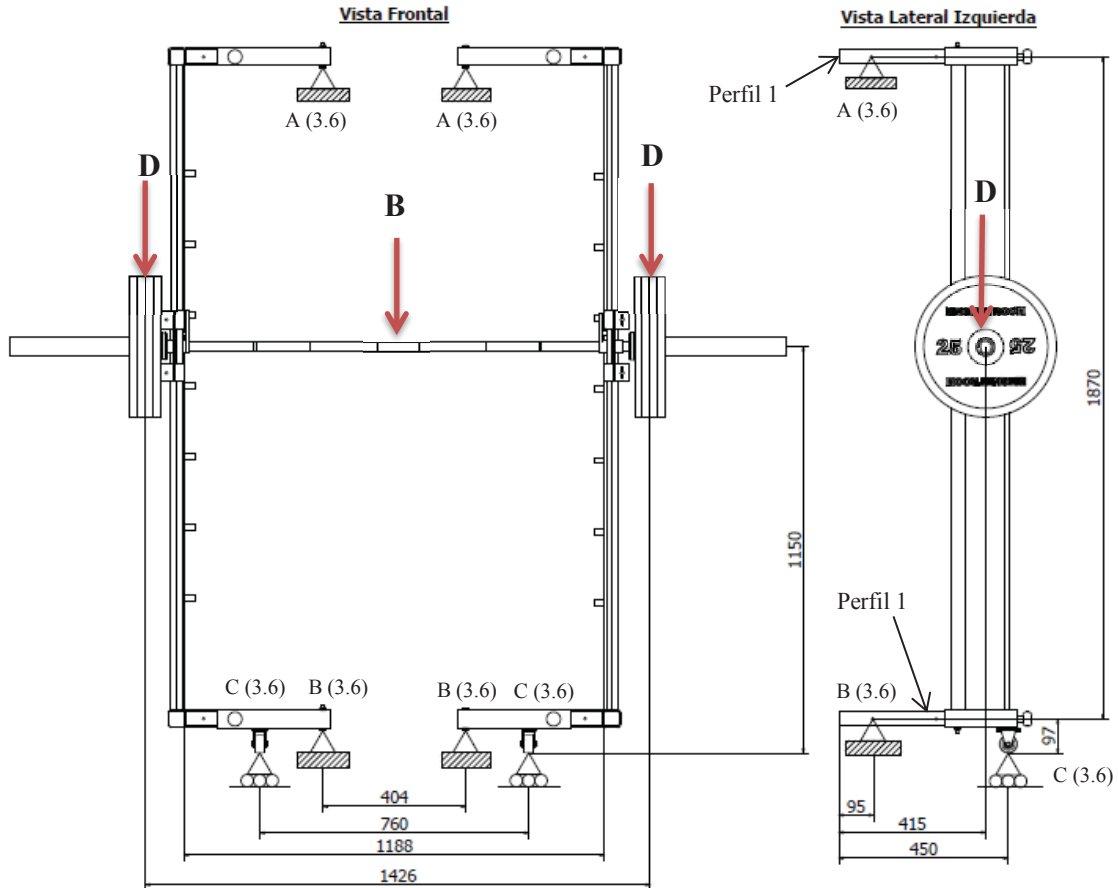


Fig. 33: Distribución de las cargas.
(Fuente: Elaboración propia)

Las restricciones “A” corresponden a la unión por medio de pasadores en la zona superior de la estructura banco con respecto a la estructura B de la máquina de tren superior, en cambio la restricción “B” corresponde a la unión por medio de pasador en la zona inferior de la estructura B. La restricción “C” hace referencia al apoyo de la rueda soporte con respecto al suelo del contenedor.

Existen más restricciones, ya que el perfil 1 de la estructura banco debe ser introducido dentro del perfil guía de la estructura A (ANEXO 14).

El factor de seguridad obtenido es de 2,8 (Fig.34), cuando el gancho guía se encuentra descansando sobre la estructura banco. Es importante destacar que el factor de seguridad en esta aplicación debe ser mayor en consideración al resto del subconjunto, ya que, la carga aplicada puede caer sobre la persona y ocasionar lesiones de consideración.

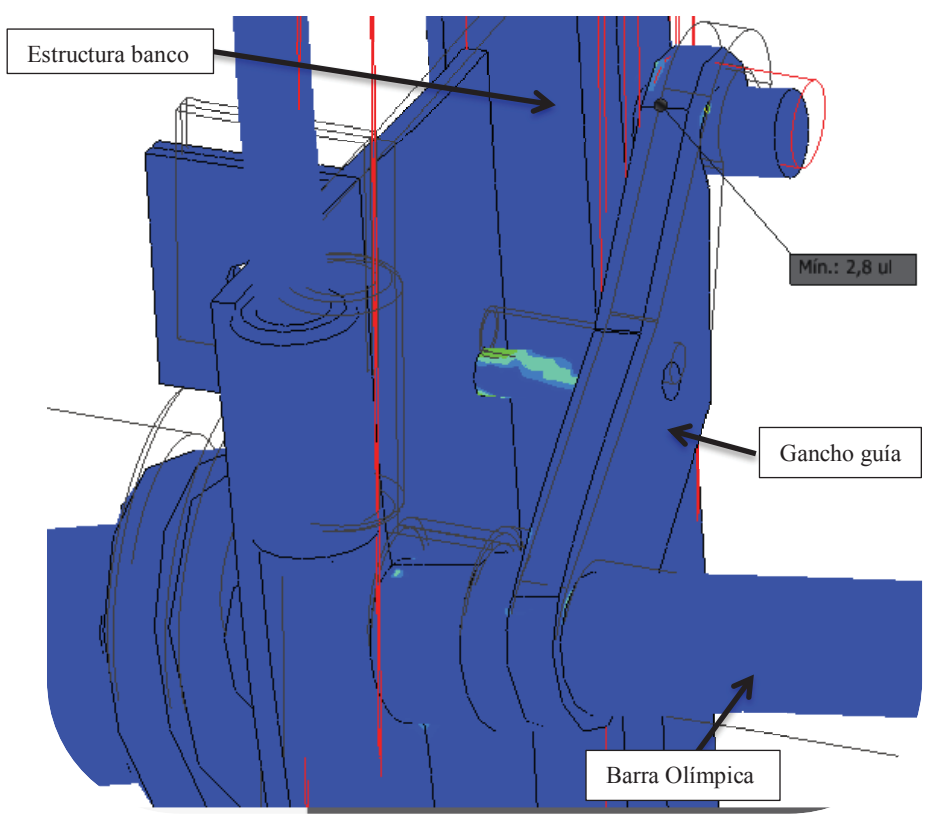
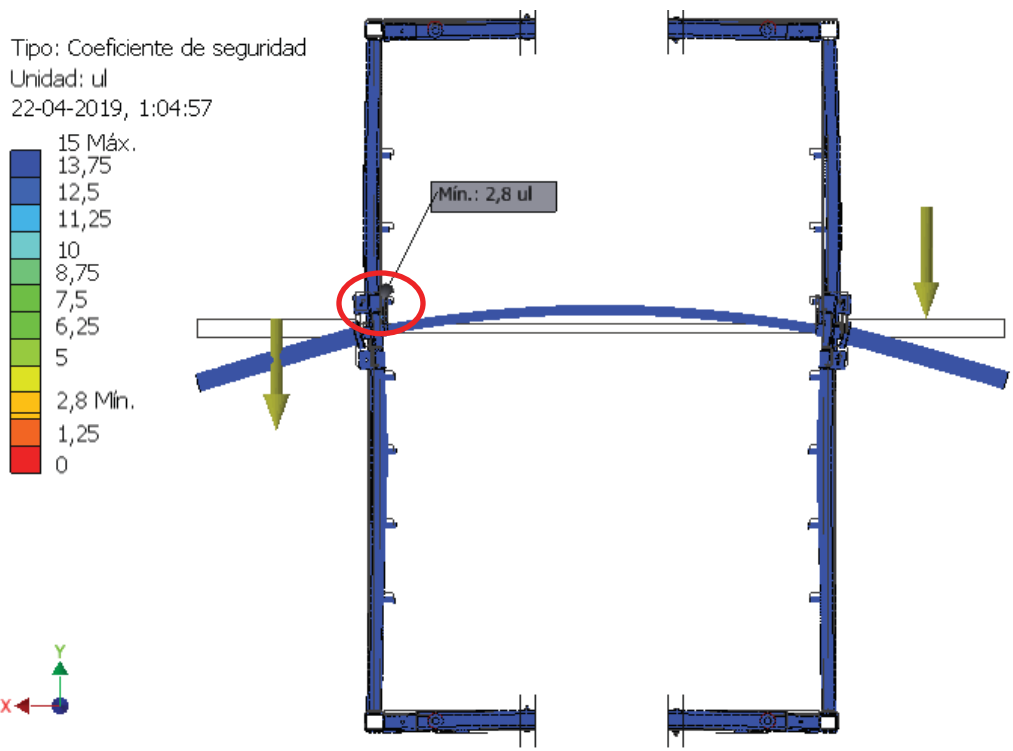
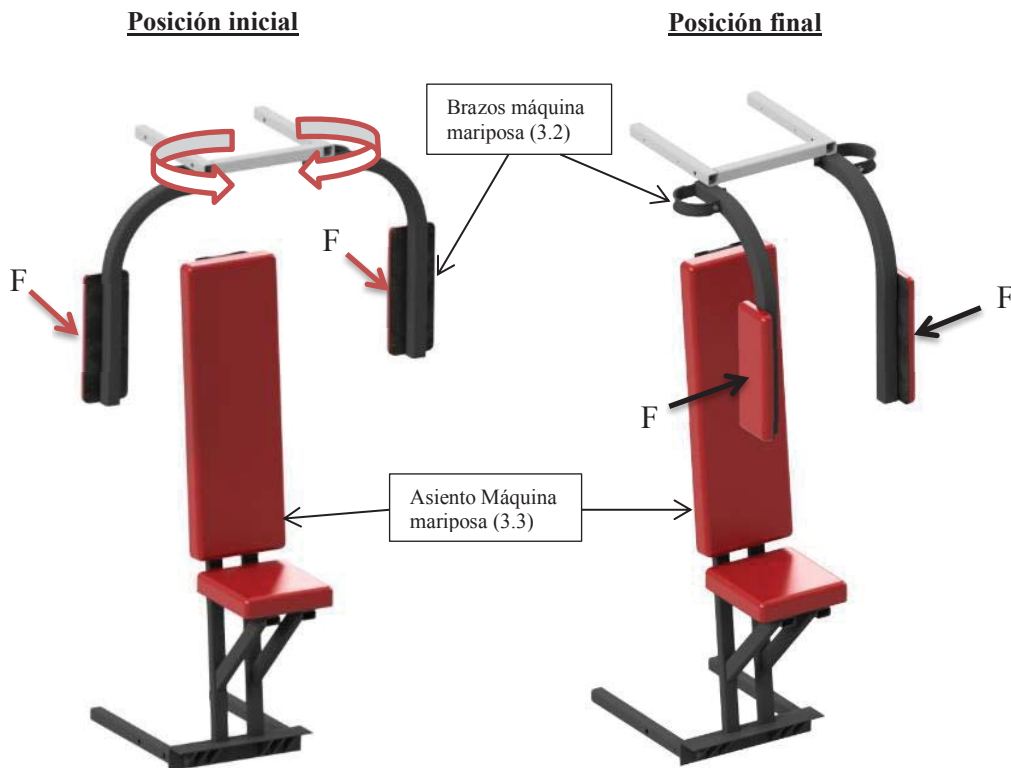


Fig. 34: Factor de seguridad mínimo.
(Fuente: Elaboración propia)

4.3-2. BRAZOS (3.2) Y ASIENTO MÁQUINA MARIPOSA (3.3).

Para la ejecución del ejercicio se debe aplicar una fuerza “F” (Fig.35) en el acolchado de los brazos, con el propósito de hacer rotar los brazos sobre sí mismos y poder levantar la carga “T” (Fig.35) que se encuentra enganchada en el brazo mariposa.



*Fig. 35: Máquina mariposa o Apertura en máquina en la posición inicial y final.
(Fuente: Elaboración propia)*

Sobre el brazo máquina mariposa 3.2 actúa el peso de las placas de acero que se encuentran enganchadas a un cable de acero que está unido a ambos brazos de la máquina. Para la ejecución del ejercicio se aplica una fuerza “F” que hace rotar los brazos de la máquina mariposa y con este movimiento tensa el cable unido al brazo y a las placas. Mediante a un sistema de poleas se logran mover verticalmente las placas.

El subconjunto máquina mariposa debe ser insertado en la estructura central del conjunto 3, por lo que la restricción “A” representa la unión por medio de un pasador. Este subconjunto cuenta con más restricciones, ya que el perfil 1 del subconjunto debe

ser introducido dentro del perfil guía de la estructura A (ANEXO 14), las cuales no se representan en este DCL por la dificultad en su visualización, pero si son tomadas en cuenta para el análisis de tensiones.

A continuación, DCL muestra la distribución de la carga y restricciones en la posición inicial (Fig.36) y final (Fig.37).

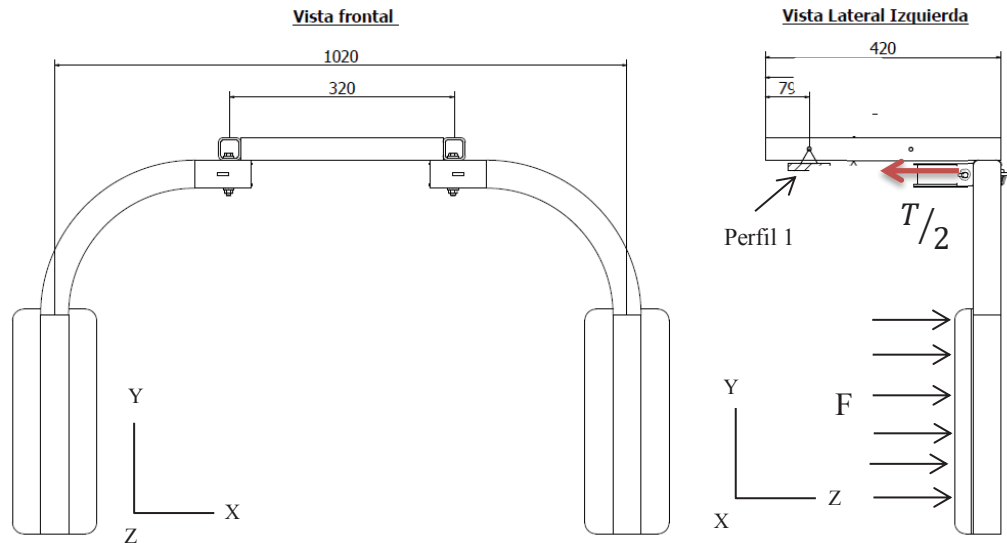


Fig. 36: Distribución de carga y restricciones en la posición inicial.
(Fuente: Elaboración propia)

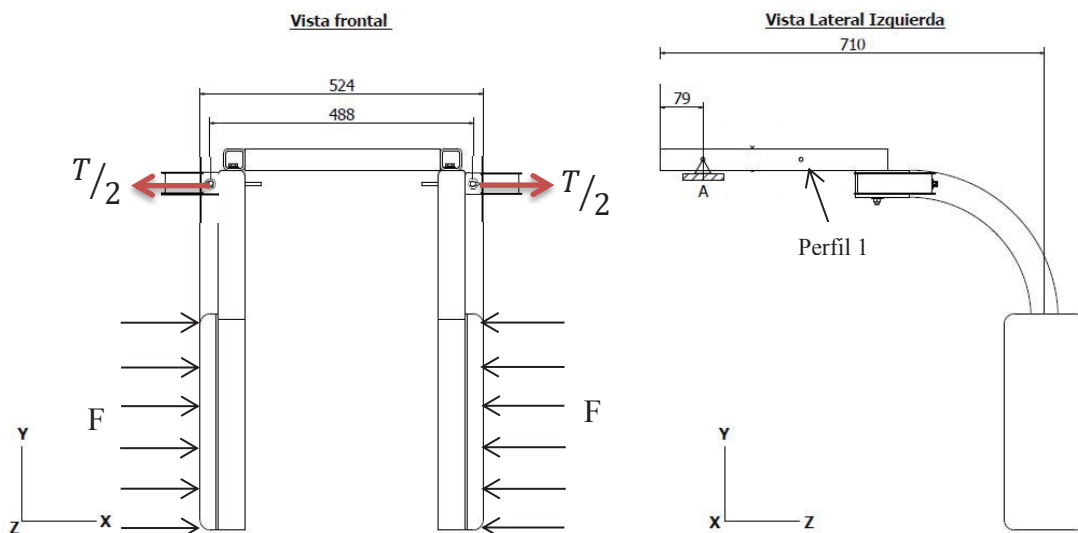


Fig. 37: Distribución de cargas y restricciones en la posición final.
(Fuente: Elaboración propia)

Se evalúan 2 condiciones, la posición inicial y la final, ya que para la ejecución del ejercicio se debe alternar el movimiento entre estas.

El desplazamiento máximo que se obtuvo en el análisis es de 0,39[mm] (Fig.38) y 0,45[mm] (Fig.39) para la posición inicial y final respectivamente, lo que se considera aceptable, debido que al momento de realizar el ejercicio su desplazamiento debe ser imperceptible para la persona que está operando la máquina.

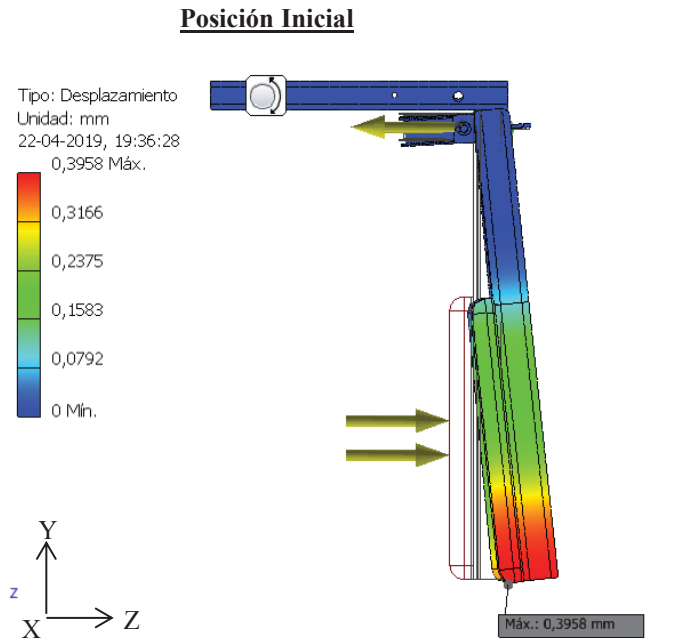


Fig. 38: Desplazamiento en el eje z de los brazos máquina mariposa, operando con la carga máxima. (Fuente: Elaboración propia)

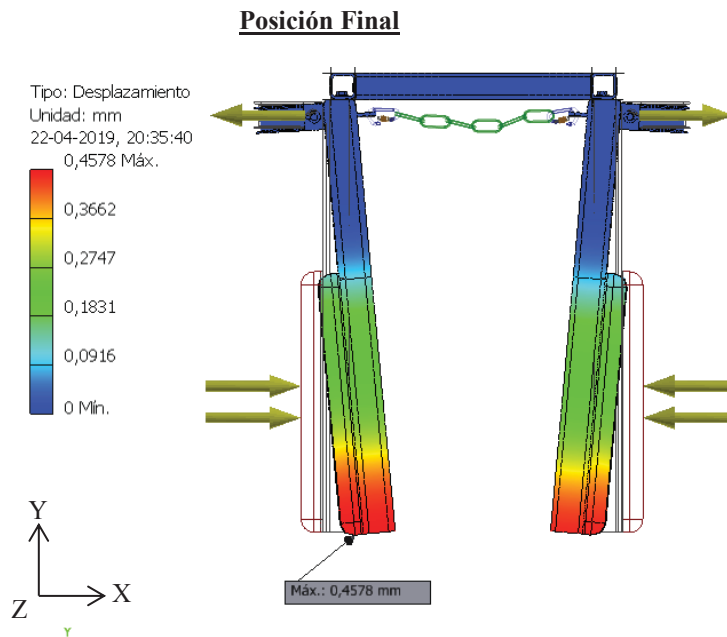


Fig. 39: Desplazamiento en el eje x de los brazos máquina mariposa, operando con la carga máxima. (Fuente: Elaboración propia)

El asiento máquina mariposa (3.3) debe soportar la masa corporal de la persona (W), además de un porcentaje de la carga máxima (T) que ésta levanta. Este porcentaje corresponde al 30% de la carga máxima (T), se estimó empíricamente, ya que no se encuentran valores tabulados para este tipo de aplicación.

La restricción “A” representa la unión del asiento máquina mariposa con respecto a la estructura A mediante pasadores. Este subconjunto cuenta con más restricciones, ya que el perfil 1 de la estructura banco debe ser introducido dentro del perfil guía de la estructura A (ANEXO 14), las cuales no se representan en el DCL pero si se consideran para el análisis de tensiones.

El diagrama de cuerpo libre (Fig.40) representa la distribución de las cargas que actúan sobre este subconjunto.

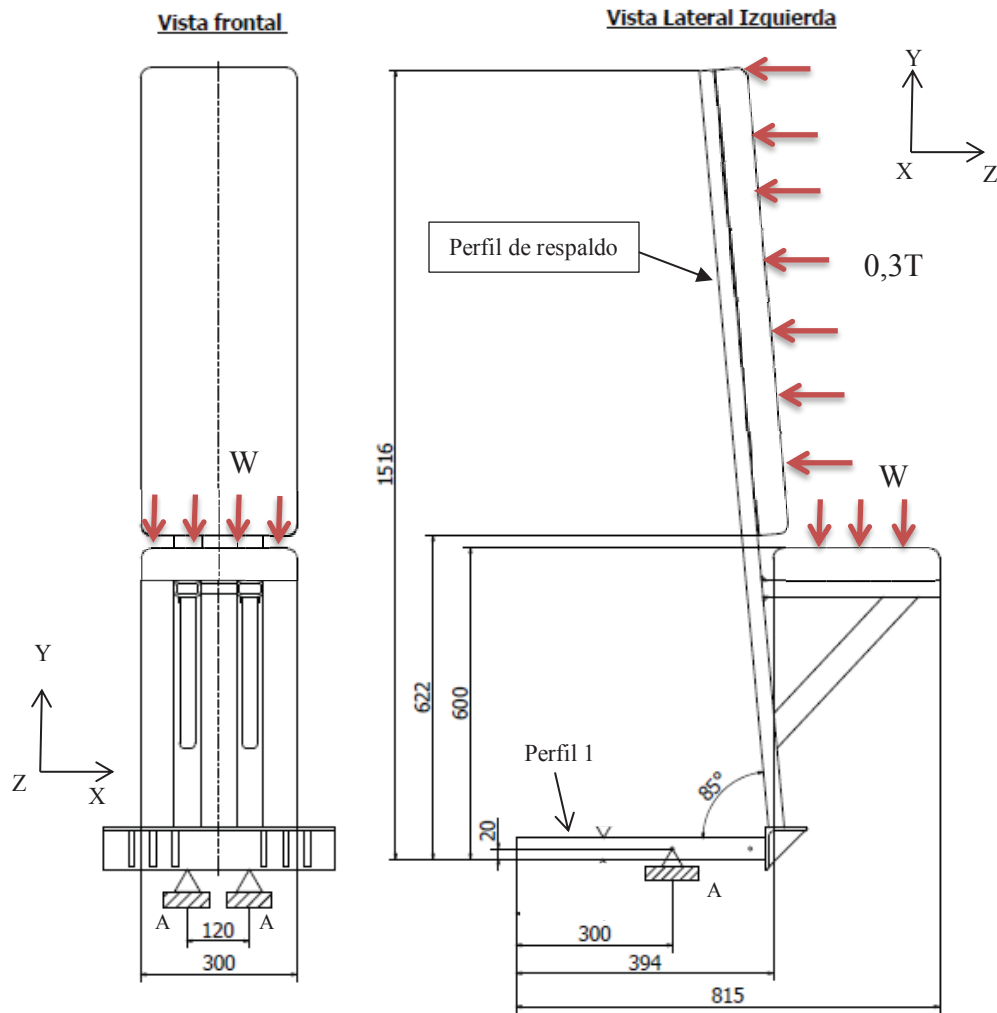


Fig. 40: Distribución de las cargas sobre el asiento máquina mariposa (3.3).
(Fuente: Elaboración propia)

En el análisis estático se obtuvo un desplazamiento máximo de 0,60[mm] y un factor de seguridad de 3,71[-] (Fig.41). Este desplazamiento no afecta a la funcionalidad del asiento, ya que al no percibir este movimiento permite que la persona centre toda su atención en la ejecución del ejercicio. El factor de seguridad permite que la carga sea aumentada más de tres veces antes que se produzca la falla, lo que proporciona un nivel de seguridad apropiado para esta aplicación, ya que es poco probable que 3 personas se sienten sobre este subconjunto. La ubicación del factor de seguridad es la esperada, ya que es la zona más alejada y por ende donde se producen los momentos máximos.

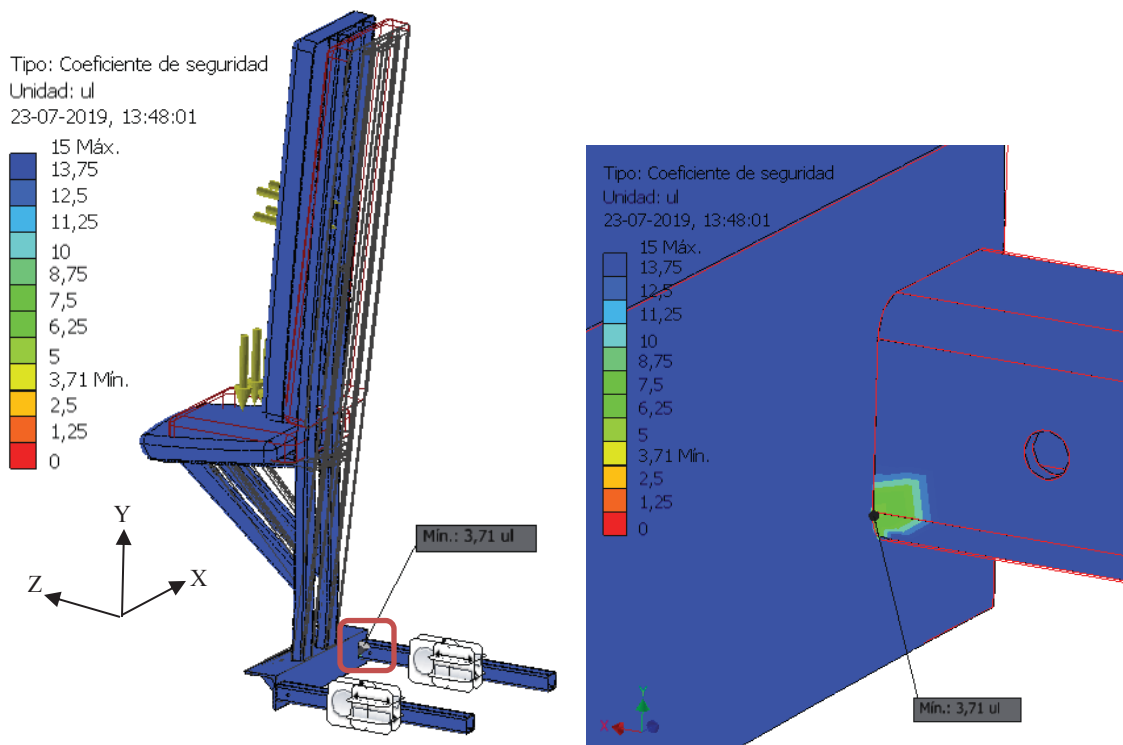


Fig. 41: Ubicación del factor de seguridad mínimo para el asiento mariposa.
(Fuente: Elaboración propia)

4.3-3. ASIENTO DORSALES (3.4).

Este subconjunto (Fig.42) es el encargado de soportar la masa de la persona que realiza ejercicio para fortalecer la musculatura dorsal.



Fig. 42: Asiento soporte de máquina para dorsales.
(Fuente: Elaboración propia)

La carga que actúa sobre este subconjunto es la masa de la persona (W).

La restricción A representa la unión del asiento con respecto a la estructura “A” por medio de un perno y la restricción “B” representa el contacto de la rueda soporte con respecto al suelo del contenedor. A continuación, se muestra un DCL de la carga actuando sobre el asiento (Fig.43).

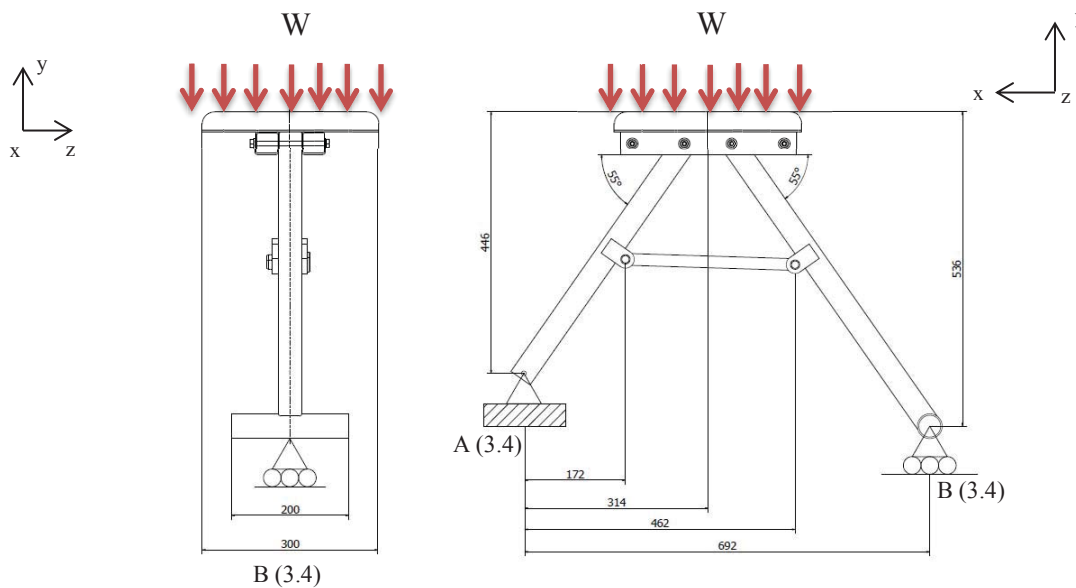


Fig. 43: DCL del asiento para dorsales (3.4).
(Fuente: Elaboración propia)

Realizando el análisis de tensiones se obtiene que el desplazamiento máximo corresponda a 0,25[mm] en los extremos del asiento. Este desplazamiento no afecta en la funcionalidad de la máquina, dado que la persona que se encuentra sentada no percibe esta desviación.

El factor de seguridad mínimo es de 5,74[-] y se encuentra en el perno que une a los perfiles “A” junto a los perfiles soporte “B”. El cálculo respectivo del diámetro de este perno unión se encuentra en la sección 4.1.5.

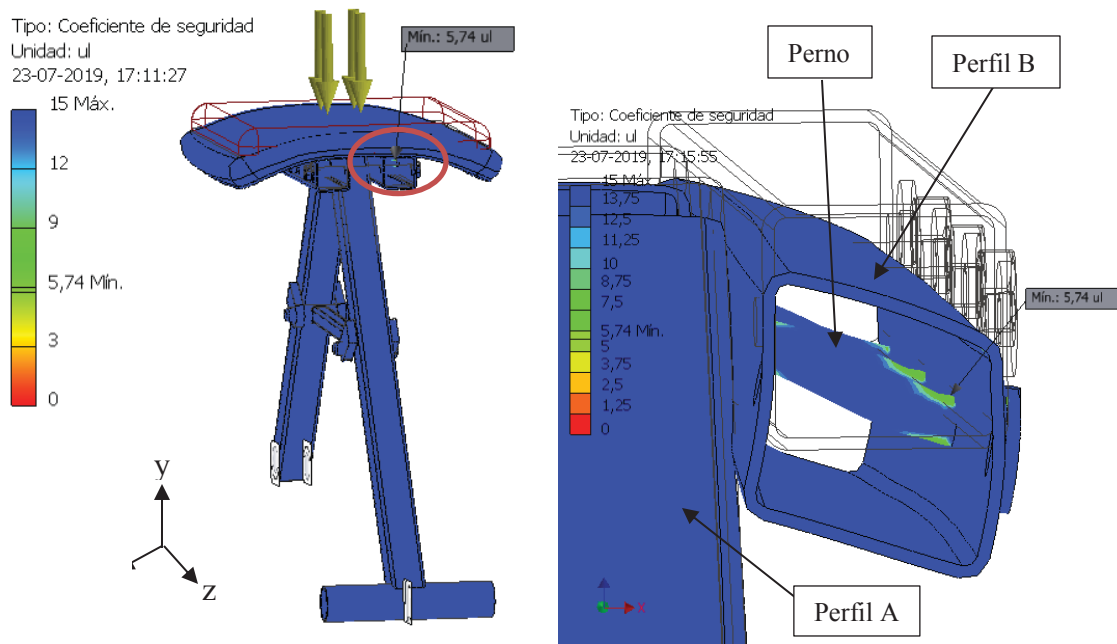


Fig. 44: Ubicación del factor de seguridad mínimo para el asiento de dorsales.
(Fuente: Elaboración propia)

4.3-4. ESTRUCTURA A (3.1).

Las fuerzas y momentos que actúan sobre este subconjunto corresponden a las reacciones (Tab.7) de los componentes que se unen con esta estructura, cada una de estas se encuentra representada en la fig. 45.

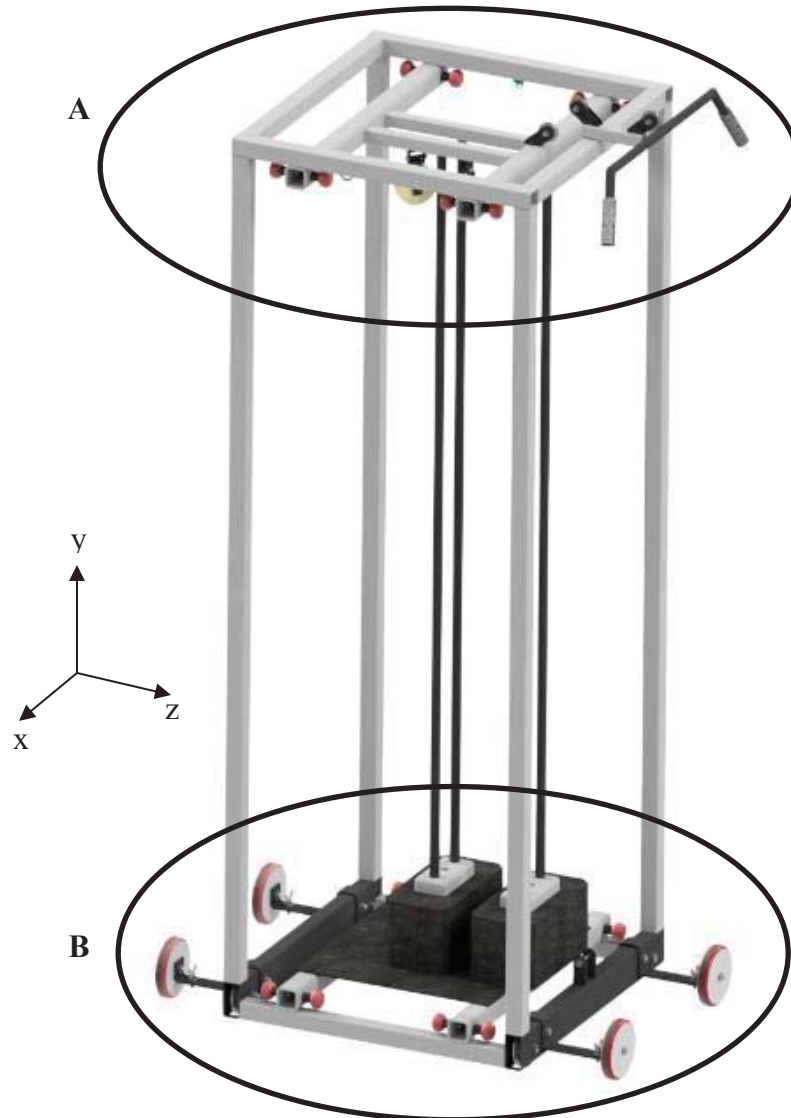


Fig. 45: Subconjunto estructura A (3.1)
(Fuente: Elaboración propia)

Detalle A

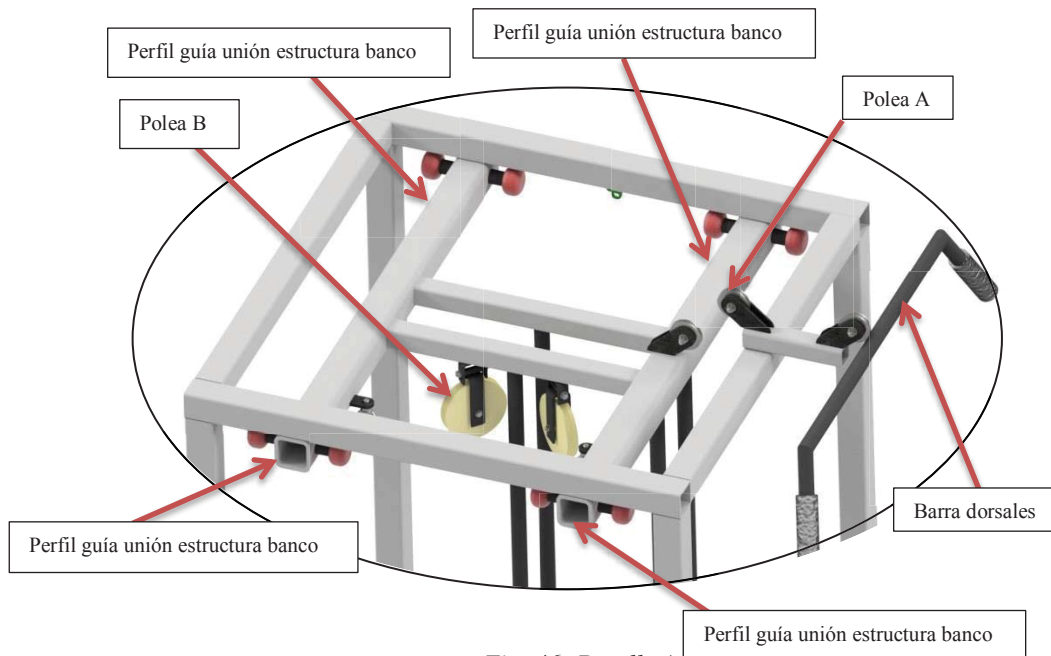


Fig. 46: Detalle A
(Fuente: Elaboración propia)

Detalle B

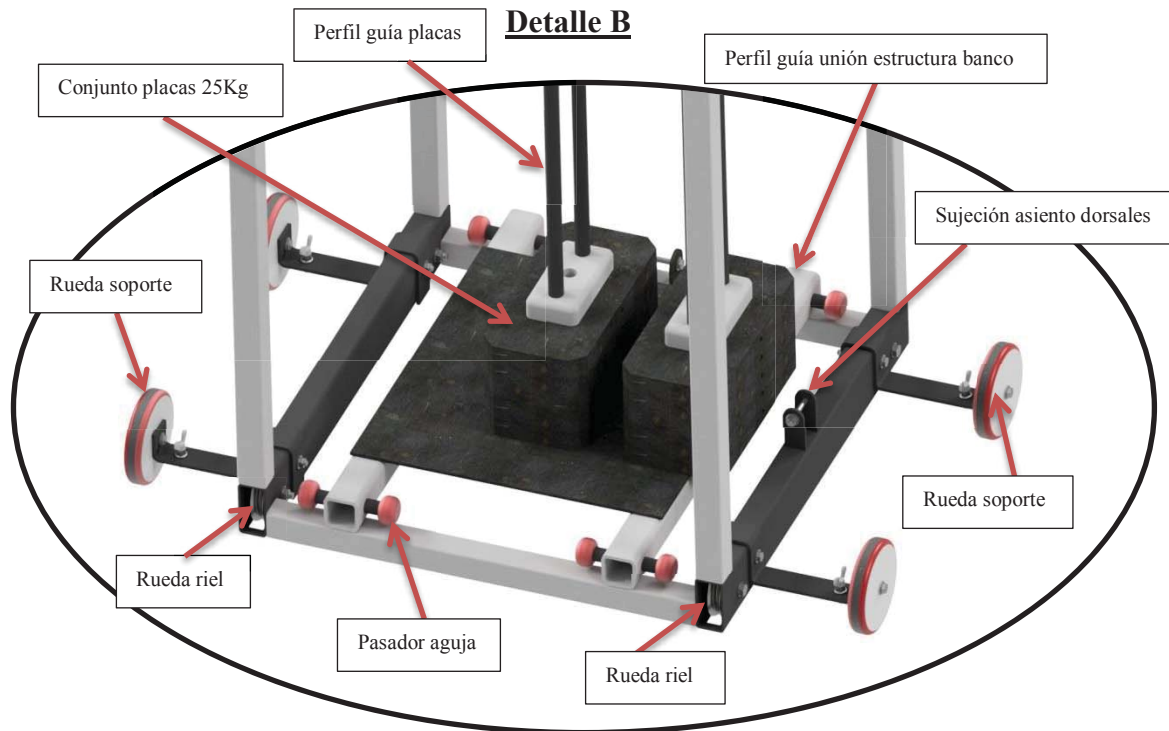


Fig. 47: Detalle B
(Fuente: Elaboración propia)

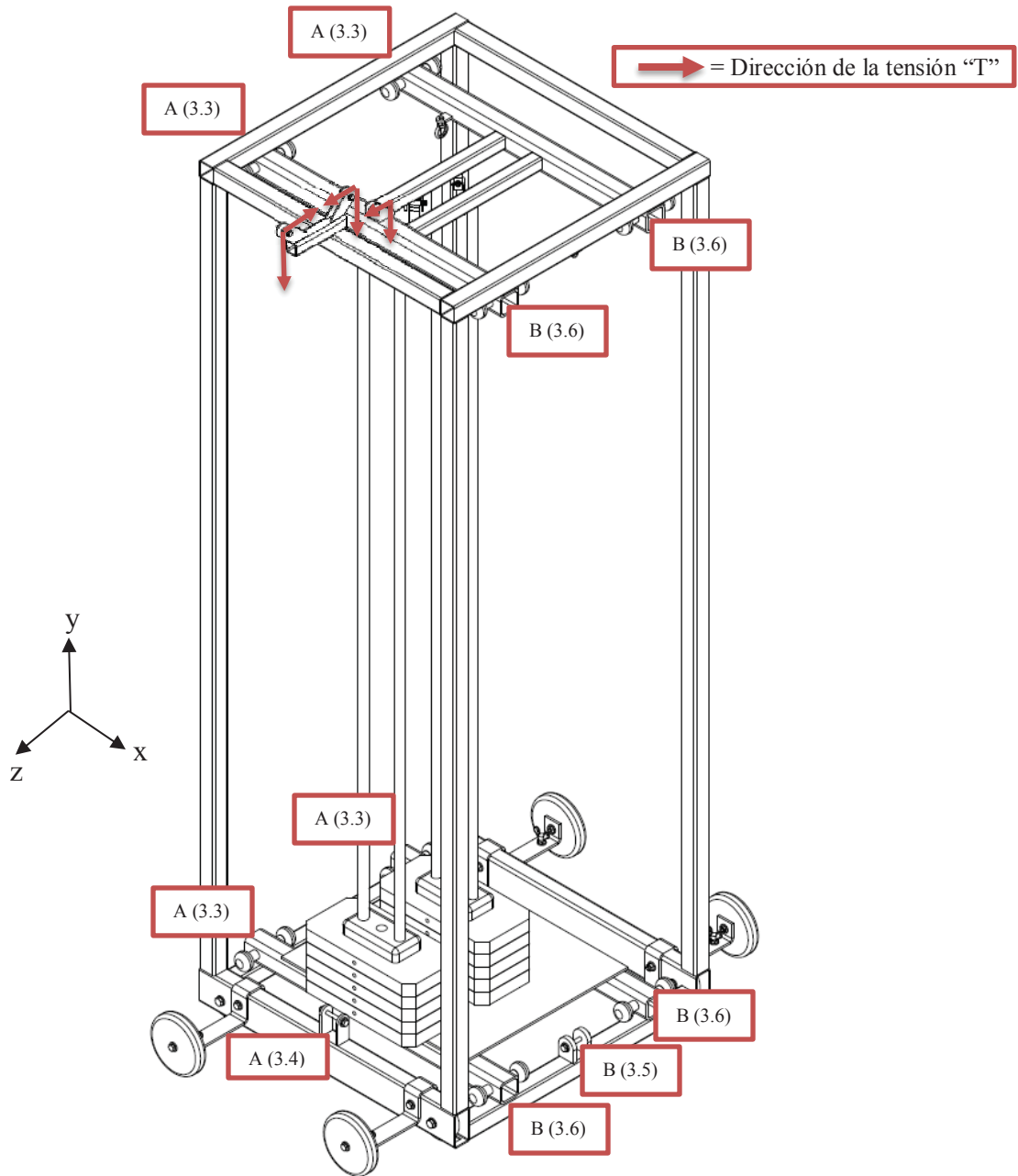


Fig. 48: Representación de las cargas que actúan sobre la estructura A (3.1).
(Fuente: Elaboración propia)

El lugar donde se aplica cada carga está representado en la fig.48 y las restricciones que actúan en este conjunto corresponden a cuatro apoyos simples ubicados en las ruedas que permiten que la máquina ruede por sobre los rieles, además de cuatro restricciones de pasador que permiten fijar la estructura con respecto al suelo del contenedor.

Denominación	Restricción	Fuerzas [N]			Momentos [Nmm]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
Asiento banco (3.5)	A (3.5)	-1633	1300	0,12	-24	116	1
	B (3.5)	1065	-67	1	-29	-1,98	-126.200
Estructura banco (3.6)	A (3.6)	36	36,58	-2	0	1540	5852
	B (3.6)	-21	-8	1	0	-4053	5436
	C (3.6)	0	223	0	-6208	0	33.390
Brazos máquina mariposa (3.2)	A (3.2)	24	-3,5	340	0	-615	-220
	B (3.2)	2	7	2	8500	260	-117
Asiento máquina mariposa (3.3)	A (3.3)	0	-2,5	42,05	-1,5	-16	3,374
	B (3.3)	0	28	0	-17230	0	-4042
Asiento para dorsales (3.4)	A (3.4)	-334	472	0	-82	-22,23	0
	B (3.4)	0	474	333,6	388	7,591	-66

Tab. 13: Fuerzas de reacción obtenidas en los análisis de los diferentes subconjuntos que componen la máquina de tren superior.
(Fuente: Elaboración propia)

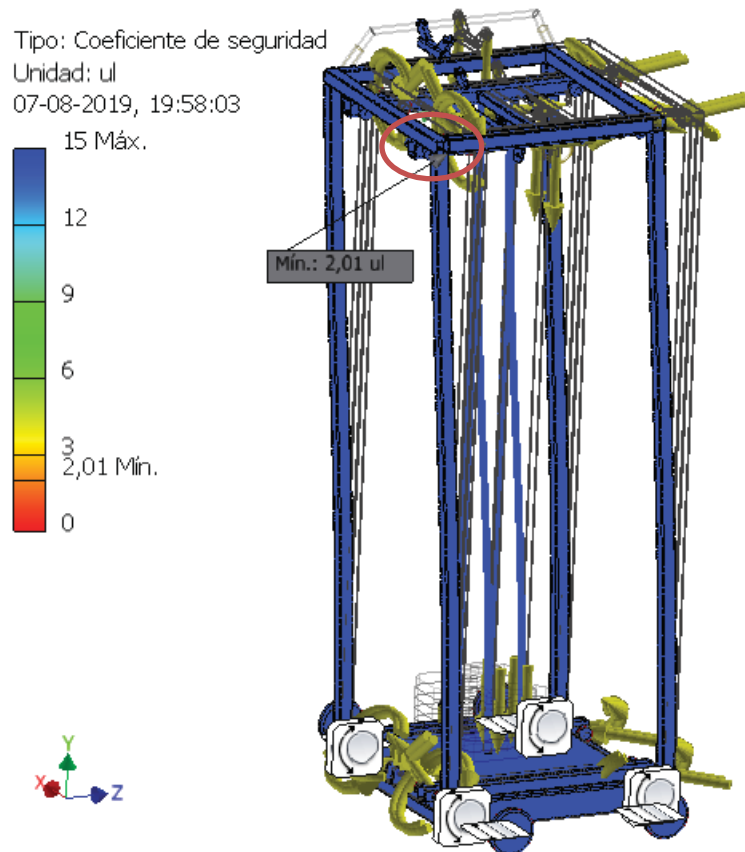


Fig. 49: Factor de seguridad mínimo de la estructura A (3.1), producto de las cargas aplicadas anteriormente en cada componente del conjunto 3.
(Fuente: Elaboración propia)

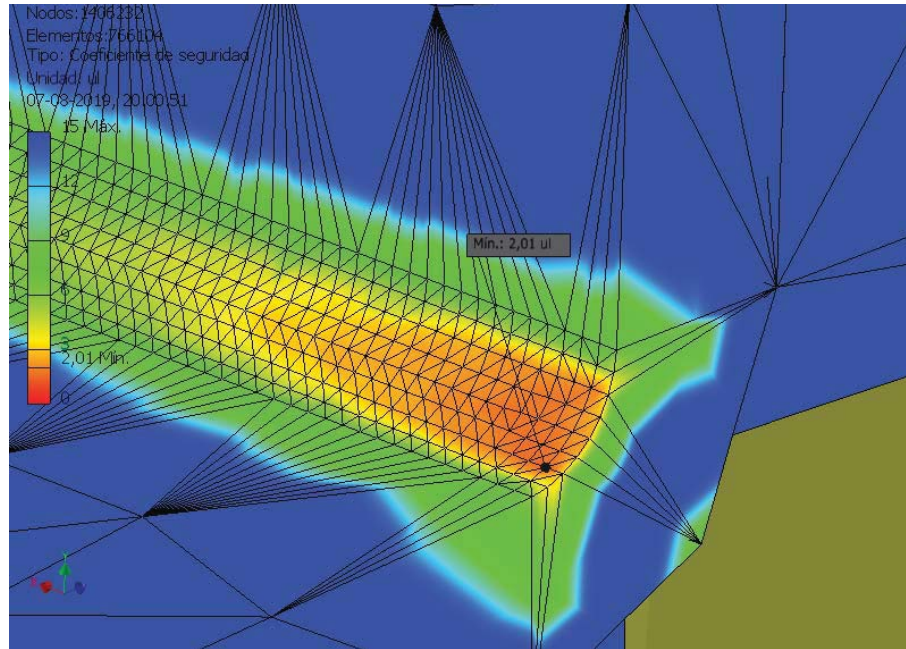


Fig. 50: Detalle de la ubicación del factor de seguridad mínimo con el que opera la estructura A. (Fuente: Elaboración propia)

La estructura soporta a todas las máquinas de entrenamiento y por ende no puede presentar fallas al momento de la operación. Si por alguna razón se produjese un accidente que involucre a las personas, estas pueden salir lesionadas debido a la posición que se encuentran realizando el ejercicio, además de la carga que levantan. El factor de seguridad para la estructura A es de 2[-] (Fig.49) lo que se considera aceptable, ya que todos los subconjuntos se deben cargar 2 veces con su carga máxima para que se produzca la falla de la estructura, algo poco probable. El factor de seguridad mínimo se ubica en la zona demarcada debido a que la mayor carga soportada por el conjunto máquina de tren superior se ubica en la estructura de banco que está posicionada en esa vista, lo que provoca

Denominación	Nº orden	Nº elementos	Nº nodos	N [-]	Desplazamiento
Estructura A	3.1	766.104	1.406.232	2,0	2,1
Brazos máquina mariposa	3.2	486.620	778.170	2,5	0,7
Asiento máquina mariposa	3.3	716.933	1.150.546	3,7	0,6
Asiento dorsales	3.4	508.855	812.824	5.7	0,3
Asiento banco	3.5	134.652	255.615	2,3	1,5
Estructura banco	3.6	1.452.956	2.356.129	2,5	0,8

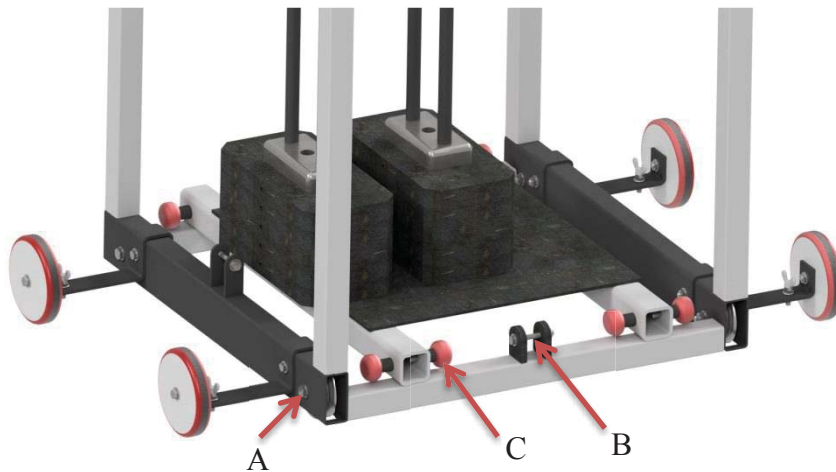
Tab. 14: Resultados de los análisis realizados a los subconjuntos pertenecientes a la máquina de tren inferior. (Fuente: Elaboración propia)

Comparando todos los resultados (Tab.14), se concluye que el factor de seguridad con el que opera este conjunto corresponde a 2 y se encuentra en la estructura A (3.1) lo que era de esperar, ya que es el subconjunto que resiste la mayor carga. Este factor de seguridad es aceptable, debido a que para estructuras estáticas el factor de seguridad óptimo se encuentra entre 1.25 a 2 (ANEXO 15).

4.3-5. ELEMENTOS DE SUJECIÓN.

Los elementos de sujeción (Fig.51) de este conjunto son pernos de fijación (A), pernos para articulación (B) y pasadores aguja (C). Estos 3 tipos de sujeción (ANEXO 16) fueron verificados mediante el esfuerzo de corte, aplastamiento, flexión y fatiga (ANEXO 17).

Los pernos y pasadores fueron analizados en la aplicación en donde se encuentran más exigidos, para de esta forma utilizar el mismo diámetro del elemento para todo el conjunto y facilitar su instalación.



*Fig. 51: Elementos de sujeción utilizados en el conjunto 3.
(Fuente: Elaboración propia)*

El perno de sujeción se utiliza para la fijación de las ruedas de la estructura A, el perno para articulación se utiliza para la fijación de los subconjuntos asiento de dorsales (3.4) y asiento de banco (3.5), el perno de unión se utiliza para la fijación de perfiles del asiento

banco (3.5) y asiento dorsales (3.4) por último los pasadores aguja que permite el montaje de manera fácil de los subconjuntos de la máquina de mariposa (3.2 y 3.3) y la estructura de banco (3.6). Para cada uno de estos elementos se aplican diferentes cargas, por lo que se realizó el cálculo con las cargas máximas en cada una de estas aplicaciones. Las cargas utilizadas se extrajeron de los análisis de tensiones realizados anteriormente y el valor de estas cargas se muestra en la tabla 15:

Elementos de sujeción	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nmm]	My [Nmm]	Mz [Nmm]
Perno de sujeción "A"	85	914	68	0	-2.989	8.562
Perno para articulación "B"	0	-1.300	1.633	-17	-116	0
Pasador aguja "C"	-24	9	340	0	-4053	5436
Perno de unión "E"	0	1.800	0	0	0	0

Tab. 15: Carga máxima que soporta cada elemento de sujeción de la máquina de tren superior.

(Fuente: Elaboración propia)

El material de los elementos de sujeción es A4 – 70 el cual tiene un esfuerzo de fluencia $\sigma_y = 450[Mpa]$ y un esfuerzo ultimo de $\sigma_u = 700[Mpa]$. Los elementos se calcularon de 4 formar diferentes (ANEXO 17); a) Falla por corte, b) Falla por aplastamiento, c) falla por fatiga, d) falla por flexión.

Los diámetros obtenidos por cada uno de estos métodos se agruparon en una tabla (Tab.10) para realizar la comparativa. Se muestra que los diámetros por fatiga son los mayores y por ende se debe utilizar como mínimo este para que el elemento no falle. Cabe destacar que el factor de seguridad utilizado para el cálculo de estos diámetros corresponde a 2.

Método de calculo			Corte	Aplastamiento	Flexión	Fatiga	$\Phi_{seleccionado}$
Elementos de sujeción	Material	N [-]	Φ_{min} [mm]	Φ_{min} [mm]	Φ_{min} [mm]	Φ_{min} [mm]	
Perno de sujeción "A"	A4 - 70	2	2	1	7	9	10
Perno para articulación "B"	A4 - 70	2	3	3	2	3	10
Pasador aguja "C"	A4 - 70	2	1	1	7	8	10
Perno de unión "E"	A4 - 70	2	2	1	2	2	10

Tab. 16: Diámetros obtenidos realizando los cálculos por corte directo, aplastamiento, fatiga y flexión, además se adjuntaron los factores de seguridad con los que se realizaron los cálculos de estos diámetros.

(Fuente: Elaboración propia)

4.3-6. CÁLCULO DE SOLDADURA.

Para el cálculo de soldadura se analizó el punto más crítico de este conjunto, con la finalidad de extrapolar ese espesor de soldadura a la unión de todos los elementos (Fig.52). Se considera el punto más crítico, ya que soporta 120[kg] correspondientes a la carga en discos D (100[kg]) y la barra olímpica B (20[kg]), además de la masa W (100[kg]) sumando un total de 220[Kg].

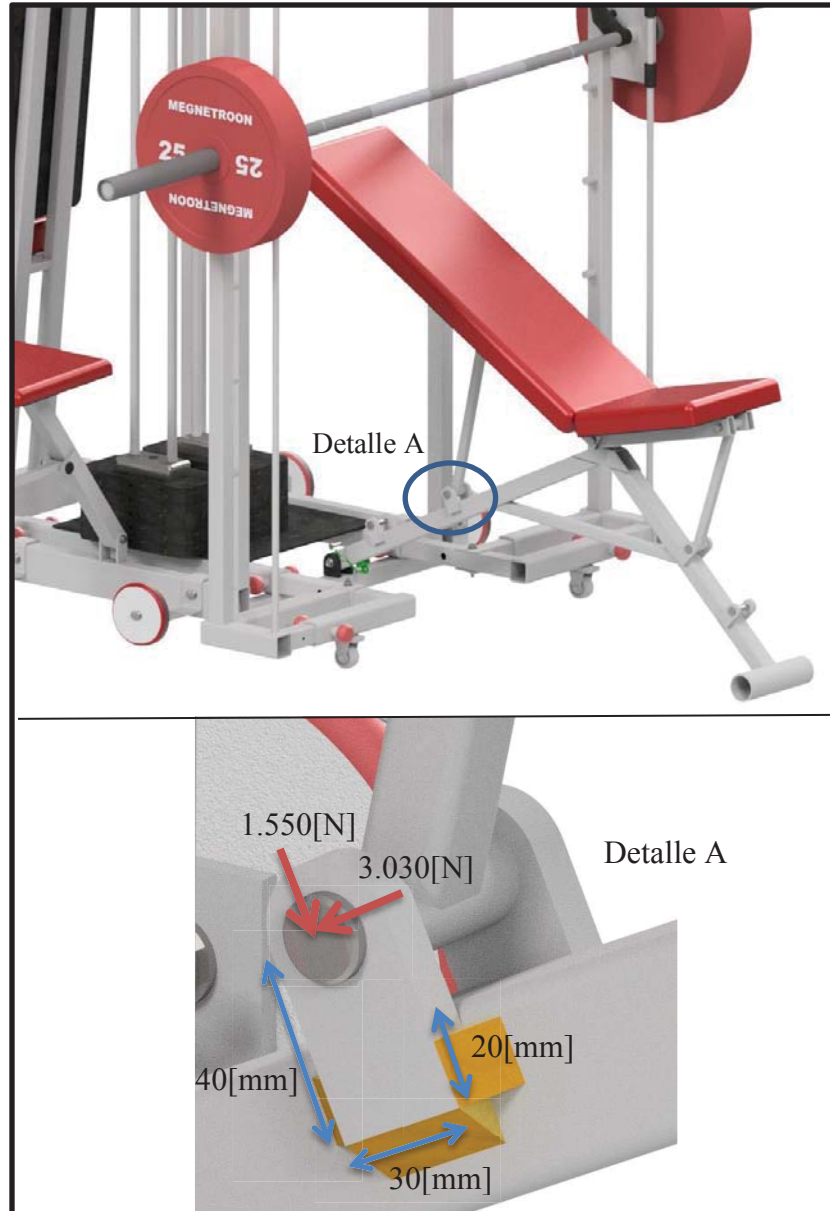


Fig. 52: Representación de soldadura conjunto 3.

(Elaboración propia)

El elemento que se muestra en el detalle "A" (Fig.52) esta soldado por todo el contorno. Para realizar el cálculo se debe conocer las propiedades a la flexión de uniones de soldadura de filete, como también la geometría de la configuración de soldadura que se utilizó para realizar el cálculo del cordón (ANEXO 18). Para el cálculo de la soldadura se consideró un electrodo E6010 (ANEXO 19). El espesor mínimo de soldadura obtenido es de 0,31mm, por lo que se selecciona un electrodo de 3mm de espesor para realizar la operación. Considerando que el perfil de soldadura será como mínimo del diámetro del electrodo, se recalcula el factor de seguridad y da como resultado 10[-], siendo éste lo suficientemente alto para que la soldadura no ceda en su funcionamiento.

4.4- MÁQUINA DE TREN INFERIOR (2).

La máquina multifuncional está compuesta por (Fig.53); Curl de piernas, máquina para gemelos y máquina press de piernas, además de la estructura central (estructura B) que soporta a estas máquinas.



Fig. 53: Máquina de tren inferior.
(Fuente: Elaboración propia)

Denominación	NºOrden	Masa
Estructura B	2.1	157[kg]
Máquina press de piernas	2.2	52[kg]
Máquina para gemelos	2.3	13[kg]
Curl de piernas	2.4	16[kg]
PESO TOTAL		238[kg]

Tab. 17: Masa en kg de la máquina de tren inferior.
(Fuente: Elaboración propia)

4.4-1. MÁQUINA PRESS DE PIERNAS (2.2).

Se divide en 2 partes (Fig.54), una estructura fija que permite el desplazamiento de la estructura móvil a través de sus perfiles tubulares que funcionan como corredera.

Tiene como función ejercitar el tren inferior, en particular las piernas y glúteos, realizando movimientos ascendentes y descendientes de la estructura móvil.

Se puede utilizar verticalmente o en un ángulo de 45° con respecto a la horizontal.



Fig. 54: Prensa de piernas, subconjunto 2.4.
(Fuente: Elaboración propia)

El análisis se realizó en 2 posiciones de trabajo, la primera corresponde a la posición en 45° con respecto a la horizontal, la cual permite enfocar el ejercicio en la zona superior del glúteo. Ya que el ejercicio se realiza con desplazamientos ascendentes y descendentes se cuenta con diferentes tiempos en la ejecución del ejercicio, por lo que se consideran 2 tiempos en la ejecución (Fig.55), el primero corresponde a la posición

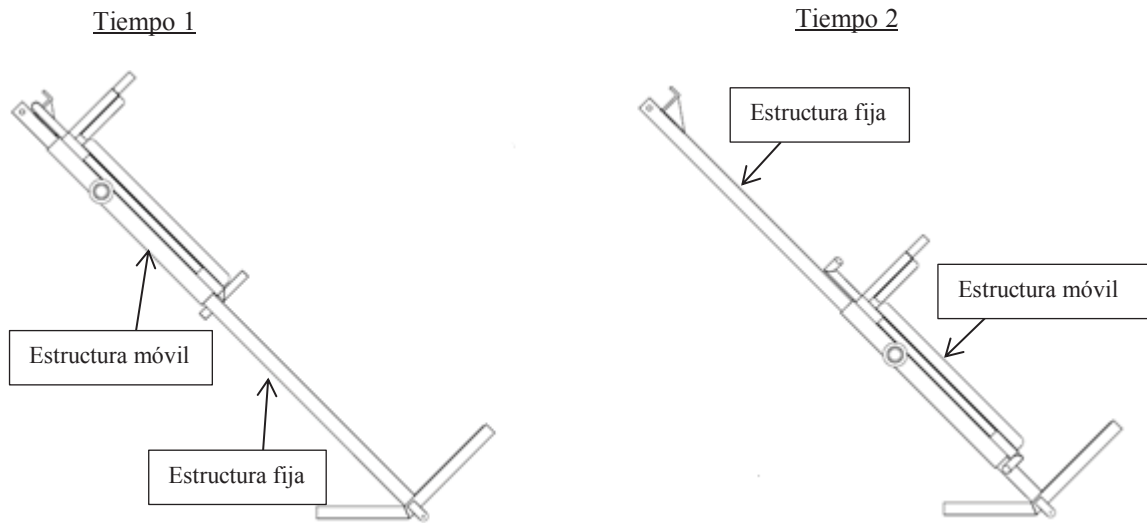


Fig. 55: Representación en la ejecución del ejercicio.
(Fuente: Elaboración propia)

Inicial (tiempo 1) en donde la persona se encuentra de pie y la estructura móvil en la posición más alta, posteriormente la persona flexiona sus rodillas y desciende hasta una posición media, finalizando en la posición más baja (tiempo 2) que le permite la ejecución del ejercicio.

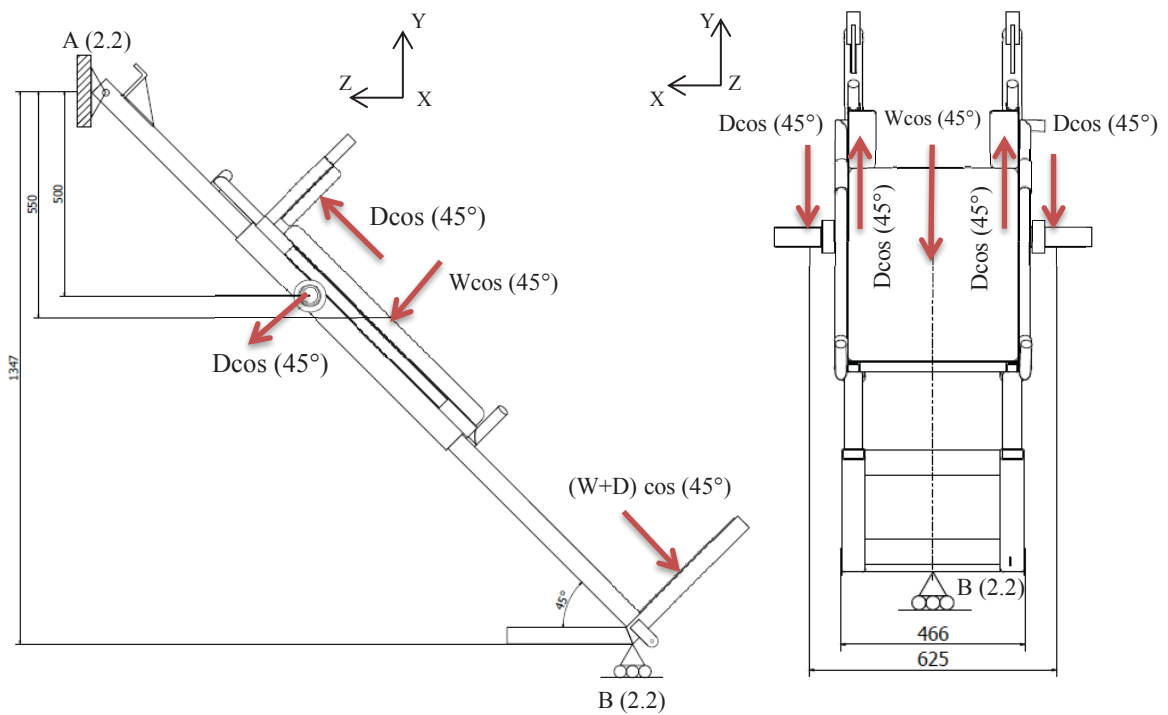


Fig. 56: DCL de la posición media de la estructura móvil con las cargas aplicadas.
(Fuente: Elaboración propia)

Se analizará solamente la posición media (Fig.56), ya que la carga y la masa de la persona se encuentran en la zona central de la estructura fija, lo que provoca la deflexión máxima que presentara esta estructura. Para representar las cargas en el DCL (Fig.56) se descompusieron y se llevaron al eje de la estructura fija que se encuentra a 45° con respecto a la horizontal.

Realizando el análisis de tensiones en la estructura fija se obtiene un desplazamiento máximo de 0,38[mm] (Fig.57). También se destacan 3 zonas diferentes de la estructura móvil donde se obtuvieron desplazamientos menores al máximo, siendo el mayor de ello de 0,29[mm] en la zona superior de la estructura móvil. Esta deflexión se considera aceptable ya que no interfiere en el movimiento de la estructura.

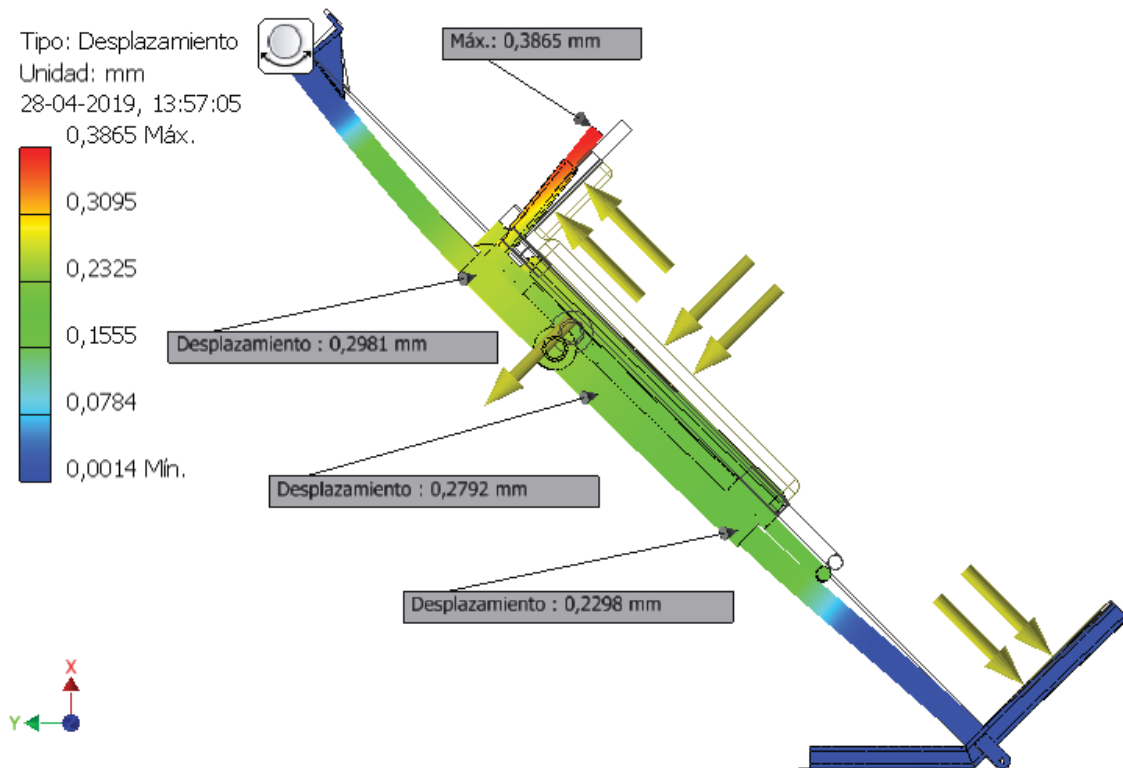


Fig. 57: Desplazamiento máximo de la máquina press de piernas en la posición de 45°.
(Fuente: Elaboración propia)

La distribución de las cargas para el análisis en la posición vertical se representa en la fig.58.

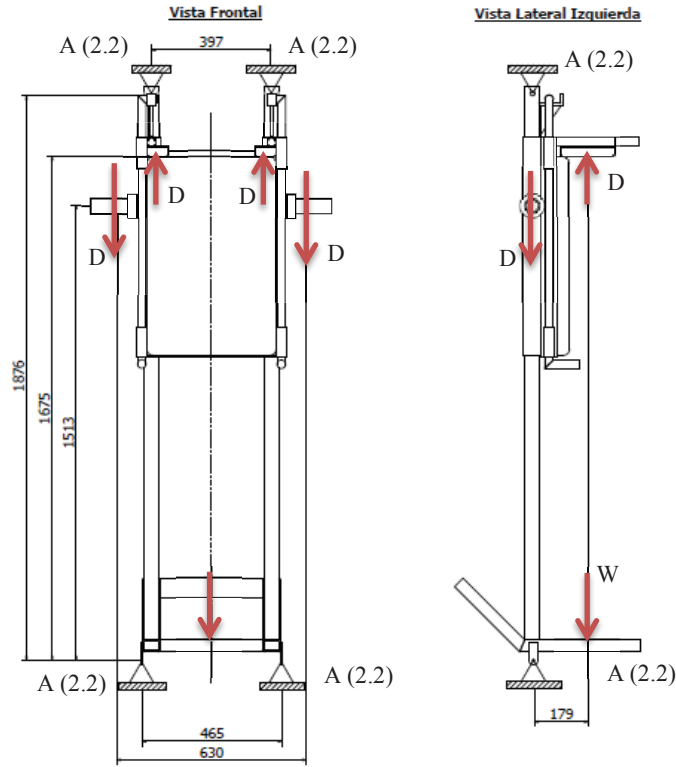


Fig. 58: DCL en la posición vertical de la máquina press de piernas.
(Fuente: Elaboración propia)

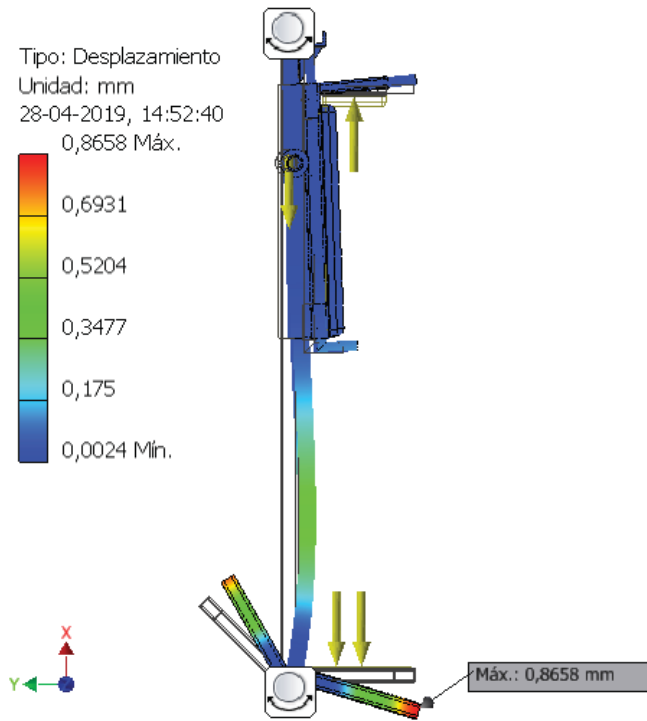


Fig. 59: Desplazamiento máximo de la máquina press de piernas en la posición vertical.
(Fuente: Elaboración propia)

En la posición vertical se obtiene un desplazamiento máximo de 0,86[mm] (Fig.59) que se encuentra en la zona inferior, donde se posiciona la planta de los pies. Esta deflexión no afecta al funcionamiento del conjunto, ya que es imperceptible para la persona que utiliza la máquina.

4.4-2. MÁQUINA PARA GEMELOS (2.3).

Consta de un asiento y una palanca (Fig.60) que al ser empujada con ambas piernas permite levantar un conjunto de placas de 25[kg]. Este movimiento permite realizar el entrenamiento de los cuádriceps.



*Fig. 60: Máquina para gemelos.
(Fuente: Elaboración propia)*

En la siguiente figura (Fig.61) se representa el movimiento que permite realizar el ejercicio de gemelos, además de las cargas que actúan sobre la máquina para gemelos. La restricción “A” representa la unión con respecto a la estructura B mediante pasadores, la restricción “B” representa el contacto con respecto al suelo del contenedor de las ruedas de apoyo. Este subconjunto cuenta con más restricciones, ya que el perfil 1 de la estructura banco debe ser introducido dentro del perfil guía de la estructura A (ANEXO 14), las cuales no se representan en este DCL por la dificultad en su visualización, pero si son tomadas en cuenta para el análisis de tensiones.

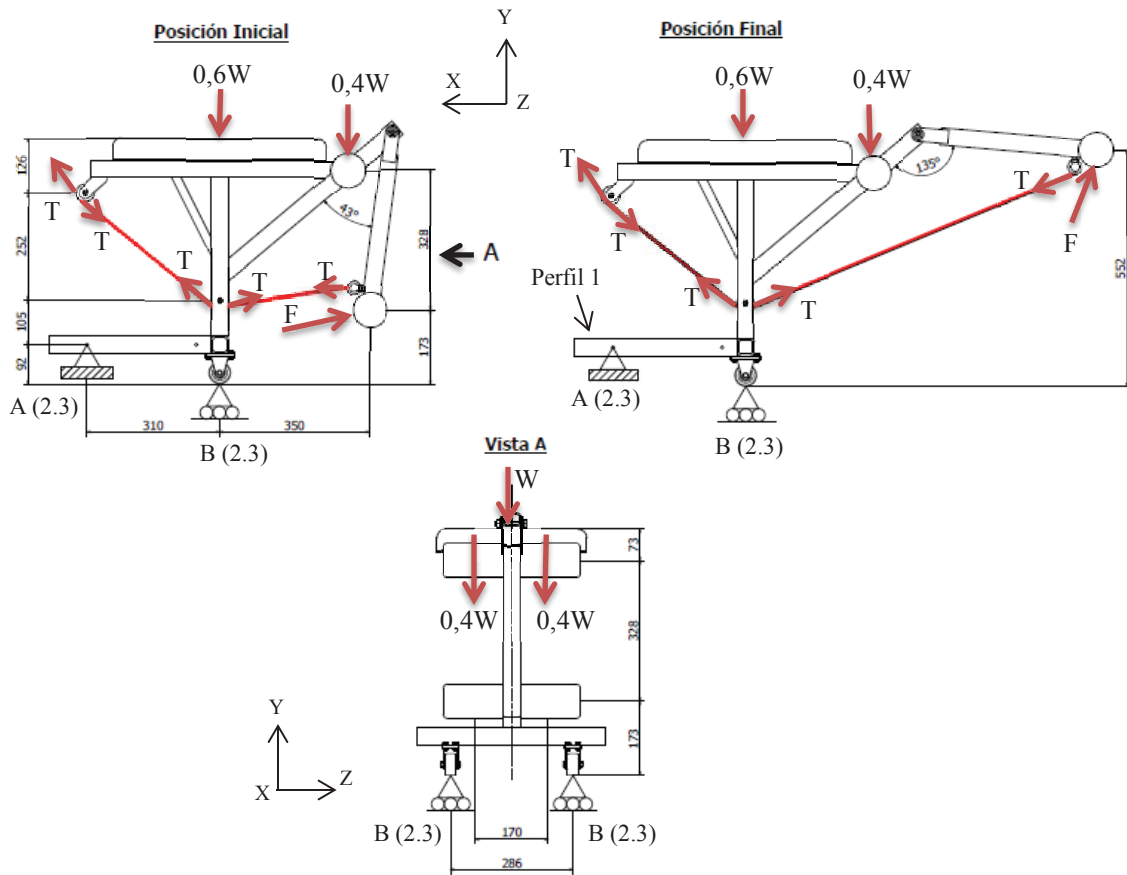


Fig. 61: DCL y Representación de movimiento de la palanca.
(Fuente: Elaboración propia)

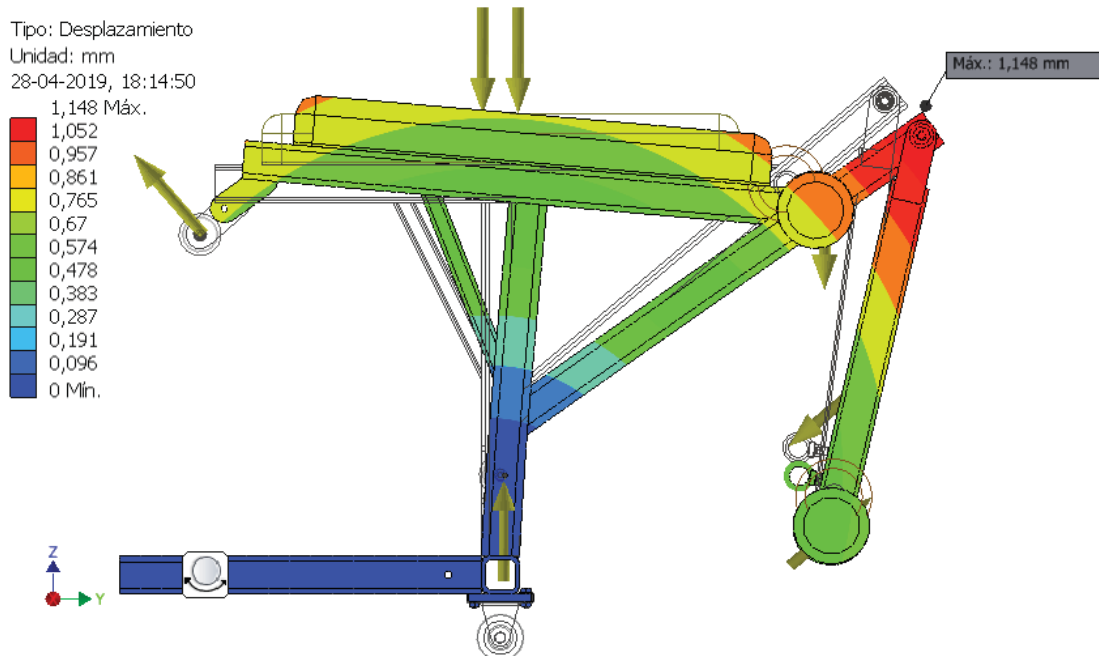


Fig. 62: Desplazamiento máximo máquina de gemelos.
(Fuente: Elaboración propia)

El desplazamiento máximo que se obtiene es de 1,14[mm] (Fig.62), tal deflexión no afecta la funcionalidad de la máquina, ya que no interfiere en el propósito del ejercicio que consiste en empujar la palanca un número determinado de veces con ambas piernas desde la posición inicial hasta la posición final. Por otra parte, el factor de seguridad mínimo es de 2,92 y se encuentra ubicado en la argolla que conecta el cable con la palanca (Fig.63).

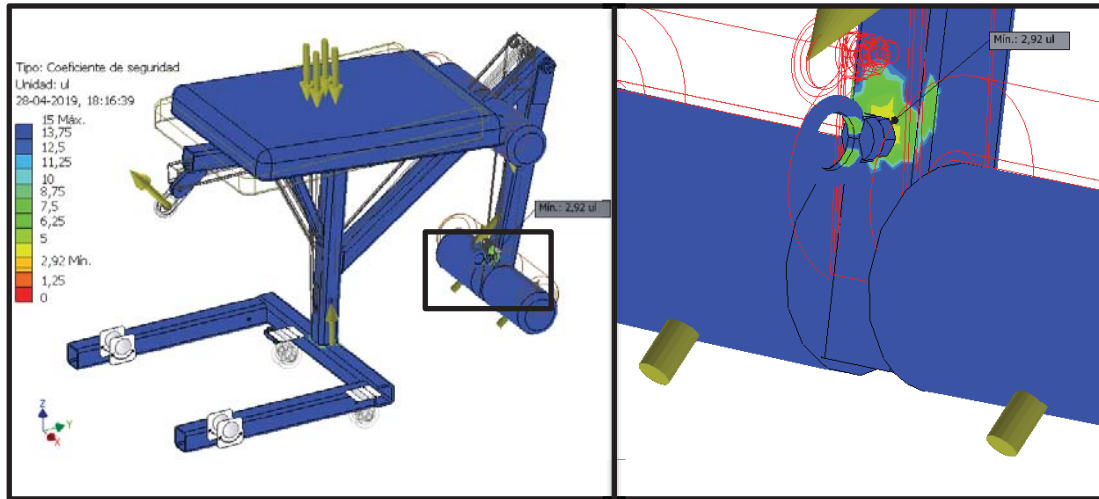


Fig. 63: Factor de seguridad mínimo para la máquina para gemelos.
(Fuente: Elaboración propia)

4.4-3. CURL DE PIERNAS 2.4.

Este subconjunto (Fig.64) es el encargado de realizar el entrenamiento para glúteos. Está compuesta por una palanca y una estructura soporte que permite que la persona se recuesta sobre ella.



*Fig. 64: Máquina curl de piernas.
(Fuente: Elaboración propia)*

Se comenzó realizando el análisis a la palanca curl (Fig.65), que es la encargada de levantar el conjunto de placas (T). Para levantar el conjunto de placas se debe realizar una fuerza “F” en el acolchado, con el propósito de realizar movimientos ascendentes y descendientes de la palanca. La restricción “A” representa a la unión de la palanca por medio de un perno con respecto a la estructura B y la restricción “B” representa al cable totalmente tenso que permite levantar el conjunto de placas (T).

Palanca Curl

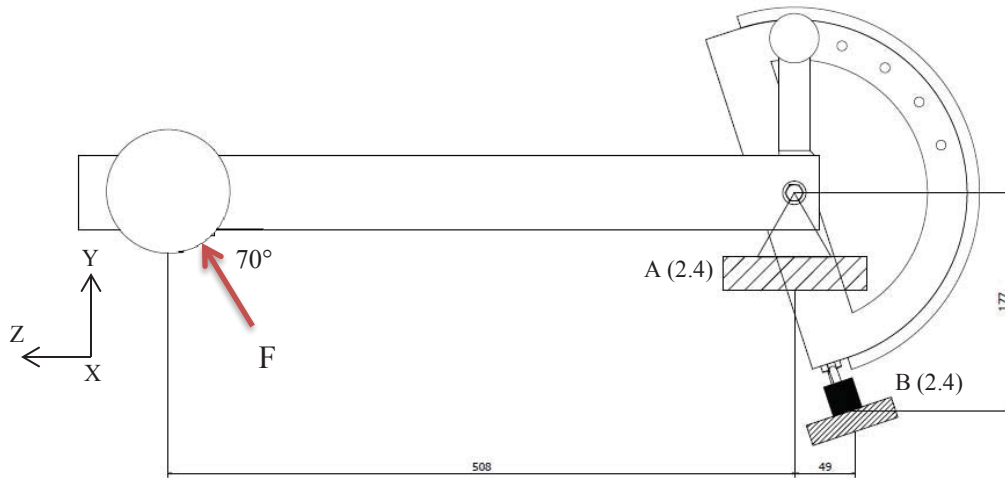


Fig. 65: DCL palanca curl de piernas.
(Fuente: Elaboración propia)

El desplazamiento máximo es de 0,69[mm] (Fig.66). El funcionamiento del sistema consiste en empujar la palanca de forma ascendente un número determinado de veces, por lo que el desplazamiento que esta tenga no afecta al funcionamiento ni la ejecución del ejercicio.

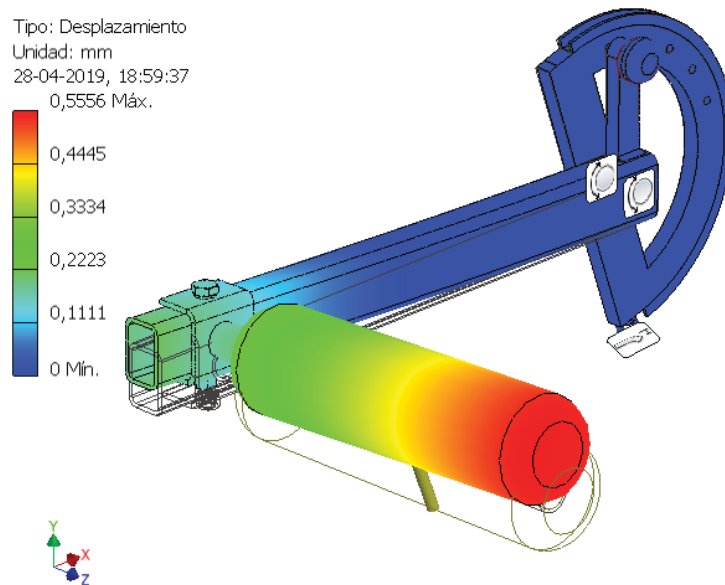


Fig. 66: Desplazamiento máximo de la palanca 2.4.
(Fuente: Elaboración propia)

Para el análisis del soporte curl se tiene que las cargas que actúan sobre el subconjunto corresponden a la masa de la persona (W), además se considera que sobre el mango para apoyar las manos se realiza una fuerza que corresponde al 20% de la masa de la persona. Esta distribución de cargas se muestra en la Fig.67. La restricción “C” representa al contacto de la rueda soporte con respecto al suelo del contenedor, la restricción “D” representa a la unión del asiento curl con respecto a la estructura B. Este subconjunto cuenta con más restricciones, ya que el perfil 1 de la estructura banco debe ser introducido dentro del perfil guía de la estructura A (ANEXO 14), las cuales no se representan en este DCL por la dificultad en su visualización, pero si son tomadas en cuenta para el análisis de tensiones.

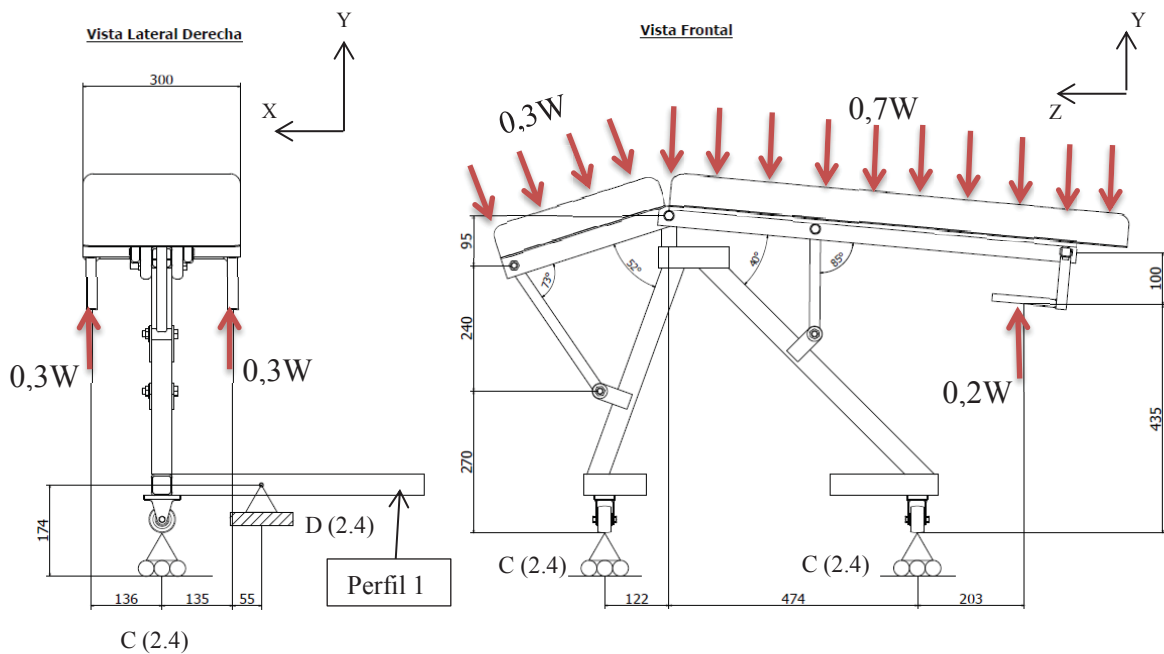
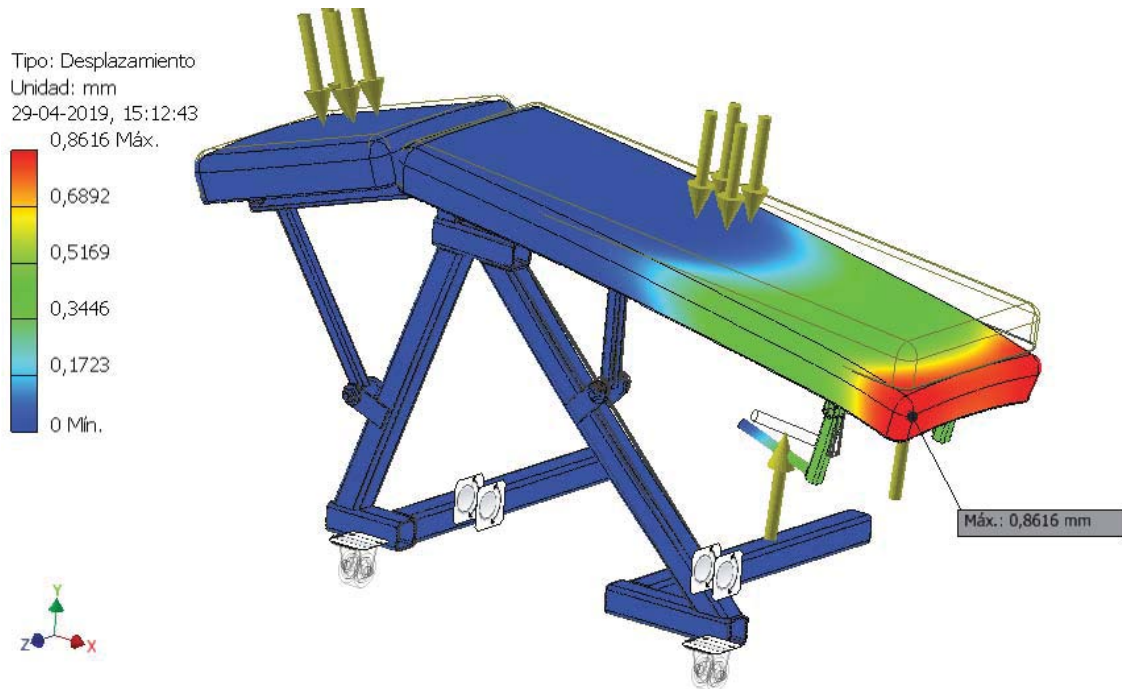


Fig. 67: DCL de soporte curl (2.4).
(Fuente: Elaboración propia)



*Fig. 68: Desplazamiento máximo soporte curl (2.4).
(Fuente: Elaboración propia)*

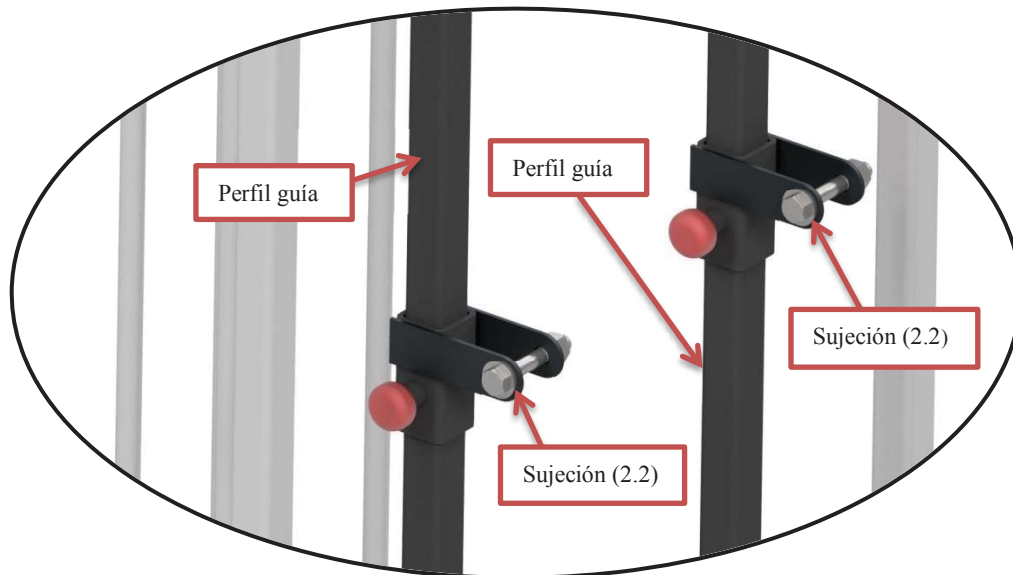
El desplazamiento máximo que se obtiene es de 0,46[mm] (Fig.68), lo que no influye en la ejecución del ejercicio, ya que la función de este subconjunto es de soportar la masa de la persona para que pueda empujar la palanca. Un desplazamiento menor a 1[mm] no afecta su función.

4.4-4. ESTRUCTURA A (2.1).

Este subconjunto (Fig.70) es el encargado de soportar las máquinas que componen el conjunto 3.

Las cargas que actúan sobre corresponden a las reacciones de los componentes que se unen con esta estructura. Por lo que es necesario realizar los análisis efectuados anteriormente para determinar dichas cargas.

La estructura A con respecto a la estructura B se diferencian principalmente en el detalle A (Fig.69) y el detalle B (fig.71), ya que la parte inferior de la estructura es similar para ambos subconjuntos.



*Fig. 69: Detalle A, elementos de montaje para máquina pres de piernas (2.2)
(Fuente: Elaboración propia)*

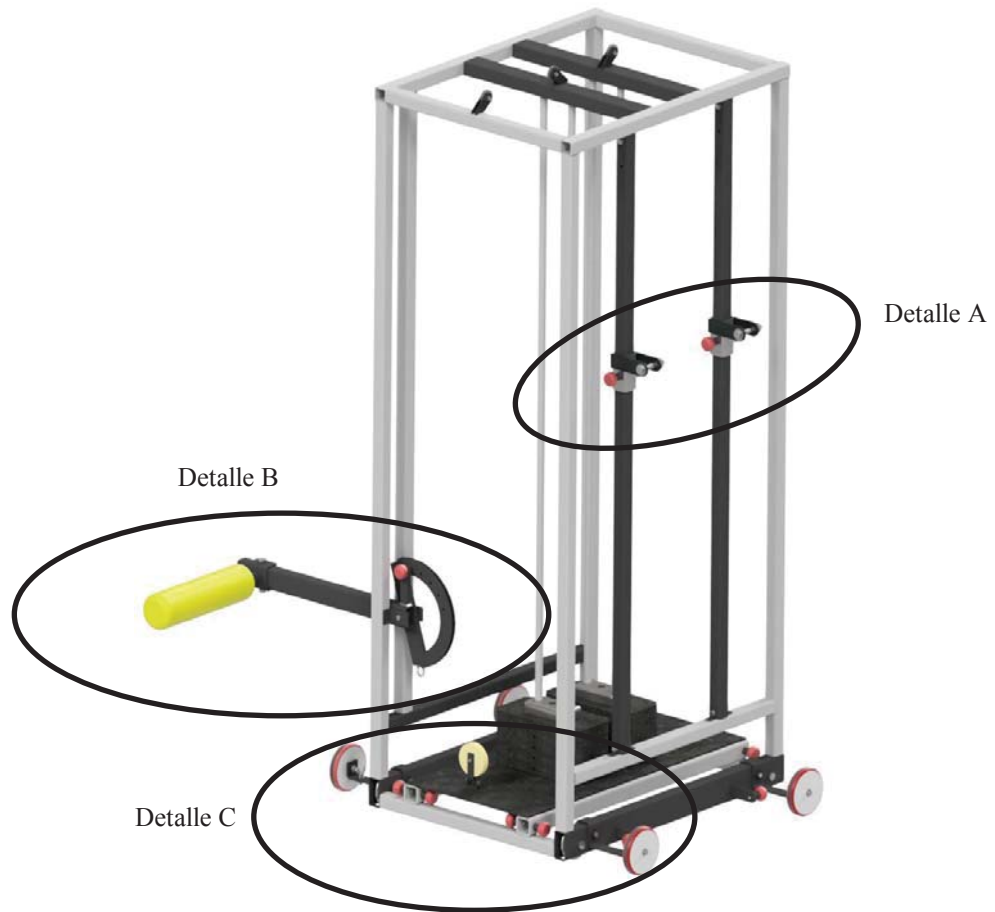


Fig. 70: Estructura soporte 2.1.
(Fuente: Elaboración propia)

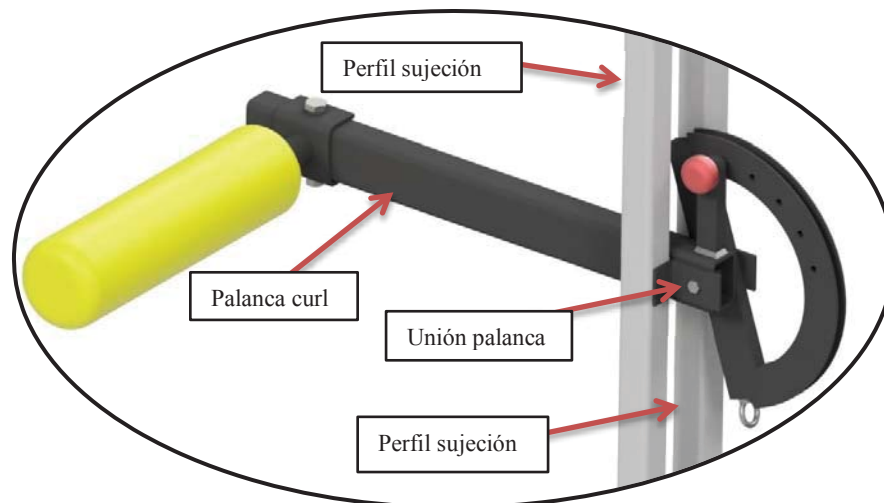


Fig. 71: Detalle B, fijación de la palanca curl con respecto a la estructura A (2.1).
(Fuente: Elaboración propia)

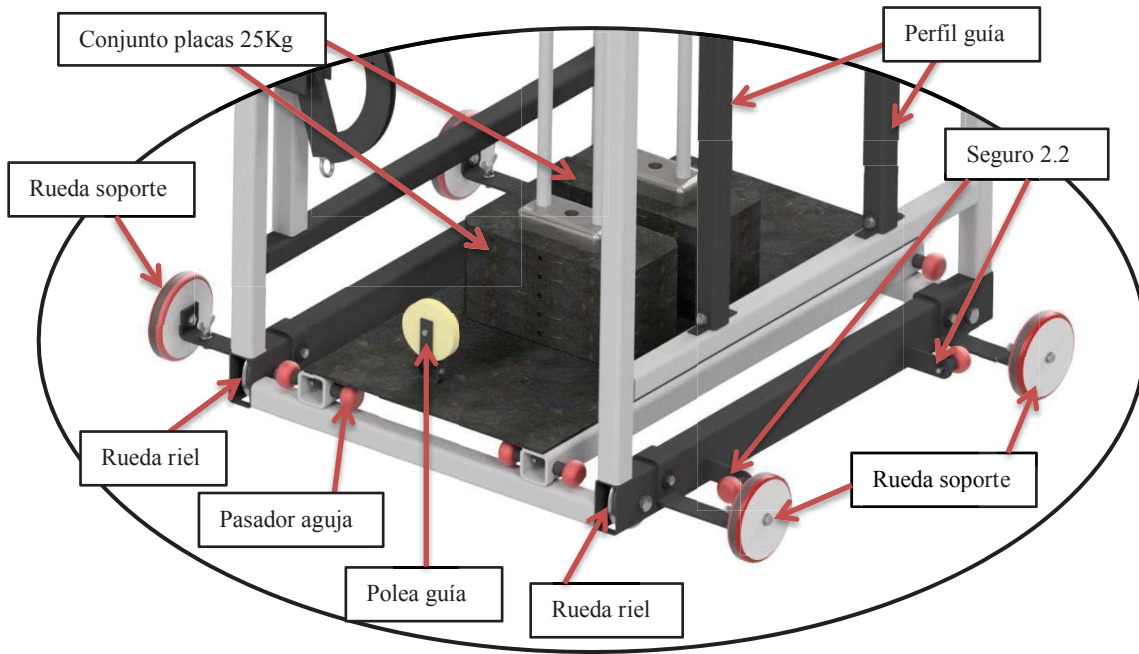


Fig. 72: Detalle C, elementos que componen la zona inferior de la estructura A (2.1).
(Fuente: Elaboración propia)

El análisis de tensiones de la estructura A (2.1) se realizó teniendo en conocimiento las respectivas reacciones de los subconjuntos anteriormente analizados (Tab.18), esto se realizó con el objetivo de trasladar dichas reacciones a la estructura A (Fig.73) y de esta forma disminuir los tiempos de análisis para la obtención de resultados.

Denominación	Restricción	Fuerzas [N]			Momentos [Nmm]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
Máquina press de piernas (2.2)	A (2.2)	1,3	68	-181	1,7	64	-584
	B (2.2)	0	598	0	114.500	17	-858
Máquina para gemelos (2.3)	A (2.3)	-82	0	0	13	-6	1,3
	B (2.3)	0	955	0	7.111	0	12.610
Palanca curl	A (2.4)	8	-88	-646	0	20.340	-30.970
	B (2.4)	-7	-145	-737	-10.800	82	218
Soporte curl	C (2.4)	0	470	0	-10.790	-3974	3293
	D (2.4)	0	1	0	0	-12	0

Tab. 18: Restricción de los subconjuntos pertenecientes a la máquina de tren inferior.
(Fuente: Elaboración propia)

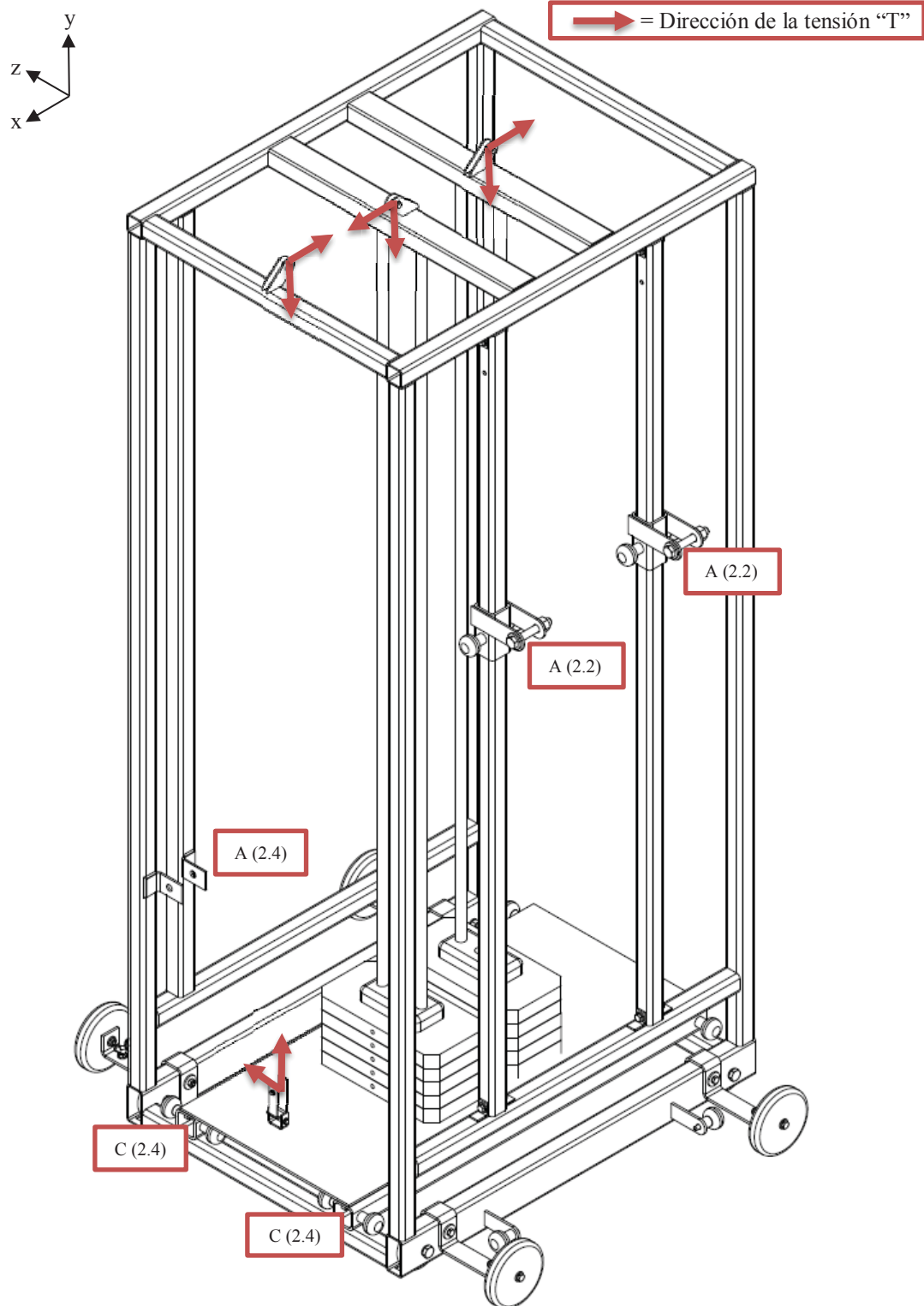


Fig. 73: Representación de las fuerzas de las cargas ejercidos por cada subconjunto sobre la estructura central.
(Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se muestra el comportamiento de la estructura con las fuerzas aplicadas (Fig.74). El desplazamiento máximo que se genera es de 1.96 [mm] en la parte superior de la estructura, no afecta al funcionamiento de las máquinas que componen el conjunto, ya que cuando las máquinas están en operación no existen partes móviles que se encuentren en movimiento relativo con respecto a la estructura A, por lo que no existe posibilidad que alguna de estas se trabe.

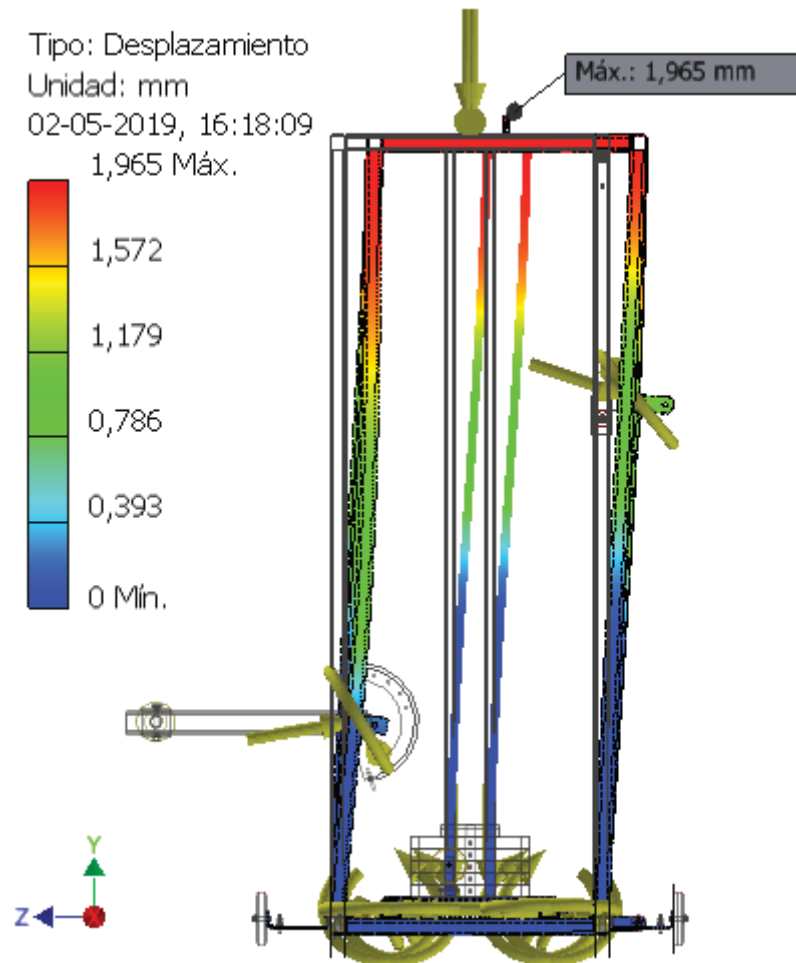


Fig. 74: Desplazamiento máximo del subconjunto 2.1, producto de las cargas aplicadas en cada componente del conjunto 3.
(Fuente: Elaboración propia)

Subconjunto	N° orden	N° de elementos	N° de nodos	N (-)	Desplazamiento (mm)
Estructura B (2.1)	2.1	1.609.405	2.628.909	2,1	1,96
Máquina press de piernas (2.2) Vertical	2.2	200.612	394.680	4,18	0,86
Máquina press de piernas (2.2) a 45°	2.2	200.612	394.680	3,62	0,38
Máquina para gemelos (2.3)	2.3	135.293	240.525	2,92	1,14
Curl de piernas (2.4)	2.4	545.739	930.880	3,02	0,86
Palanca curl (2.4)	2.4	420.452	640.025	3,46	0,69

*Tab. 19: Resultado de los análisis realizados a los subconjuntos pertenecientes al conjunto 3.
(Fuente: Elaboración propia)*

Comparando todos los resultados (Tab.19), se concluye que el factor de seguridad con el que opera este conjunto corresponde a 2 y se encuentra en la estructura B (2.1). Este factor de seguridad es aceptable, ya que, para estructuras estáticas el factor de seguridad optimo se encuentra entre 1.25 a 2 (ANEXO 15).

4.4-5. ELEMENTOS DE SUJECIÓN.

Los elementos de sujeción (ANEXO 16) que permiten la fijación de elementos y/o subconjuntos corresponden a pernos de sujeción (A) que permiten la unión de las ruedas riel con respecto a la estructura B (2.1), pasadores aguja (C) que su principal función es entregar sujeción de apriete fácil a la máquina press de piernas (2.2) y máquina curl (2.4), perno para la sujeción de la palanca curl (D) y perno para la unión de la máquina press de piernas (E) con respecto a la estructura B (2.1). Todos estos elementos se encuentran agrupados en la Fig. 94, donde se muestra su principal función y como este se encuentra unido a la estructura B.

El material de los elementos de sujeción es A4 – 70 el cual tiene un esfuerzo de fluencia $\sigma_y = 450[Mpa]$ y un esfuerzo ultimo de $\sigma_u = 700[Mpa]$. Los elementos se calcularon de 4 formar diferentes; a) Falla por corte, b) Falla por aplastamiento, c) falla por fatiga, d) falla por flexión. Los métodos para el cálculo están especificados en el ANEXO 17.

Los diámetros obtenidos por cada uno de estos métodos se agruparon (Tab.20) para realizar la comparativa. Se muestra que los diámetros por fatiga son los mayores y por ende se debe utilizar como mínimo este para que el elemento no falle. Cabe destacar que el factor de seguridad utilizado para el cálculo de estos diámetros corresponde a 2.

Método de calculo		Corte	Aplastamiento	Flexión	Fatiga	$\phi_{seleccionado}$ [mm]
Elementos de sujeción	Material	N [-]	ϕ_{min} [mm]	ϕ_{min} [mm]	ϕ_{min} [mm]	
Perno de sujeción "A"	A4 - 70	2	1	1	6	8
Pasador aguja "C"	A4 - 70	2	1	0	1	8
Sujeción palanca curl D	A4 - 70	2	3	1	12	15
Sujeción máquina press de piernas	A4 - 70	2	1	0	3	8

Tab. 20: Diámetros obtenidos realizando los cálculos por corte directo, aplastamiento, fatiga y flexión, además se adjuntaron los factores de seguridad con los que se realizaron los cálculos.

(Fuente: Elaboración propia)

4.4-6. CÁLCULO DE SOLDADURA.

Para el cálculo de soldadura se analizó el punto que soporta las cargas más altas de este conjunto, con la finalidad de extrapolar ese espesor de soldadura a la unión de todos los elementos.

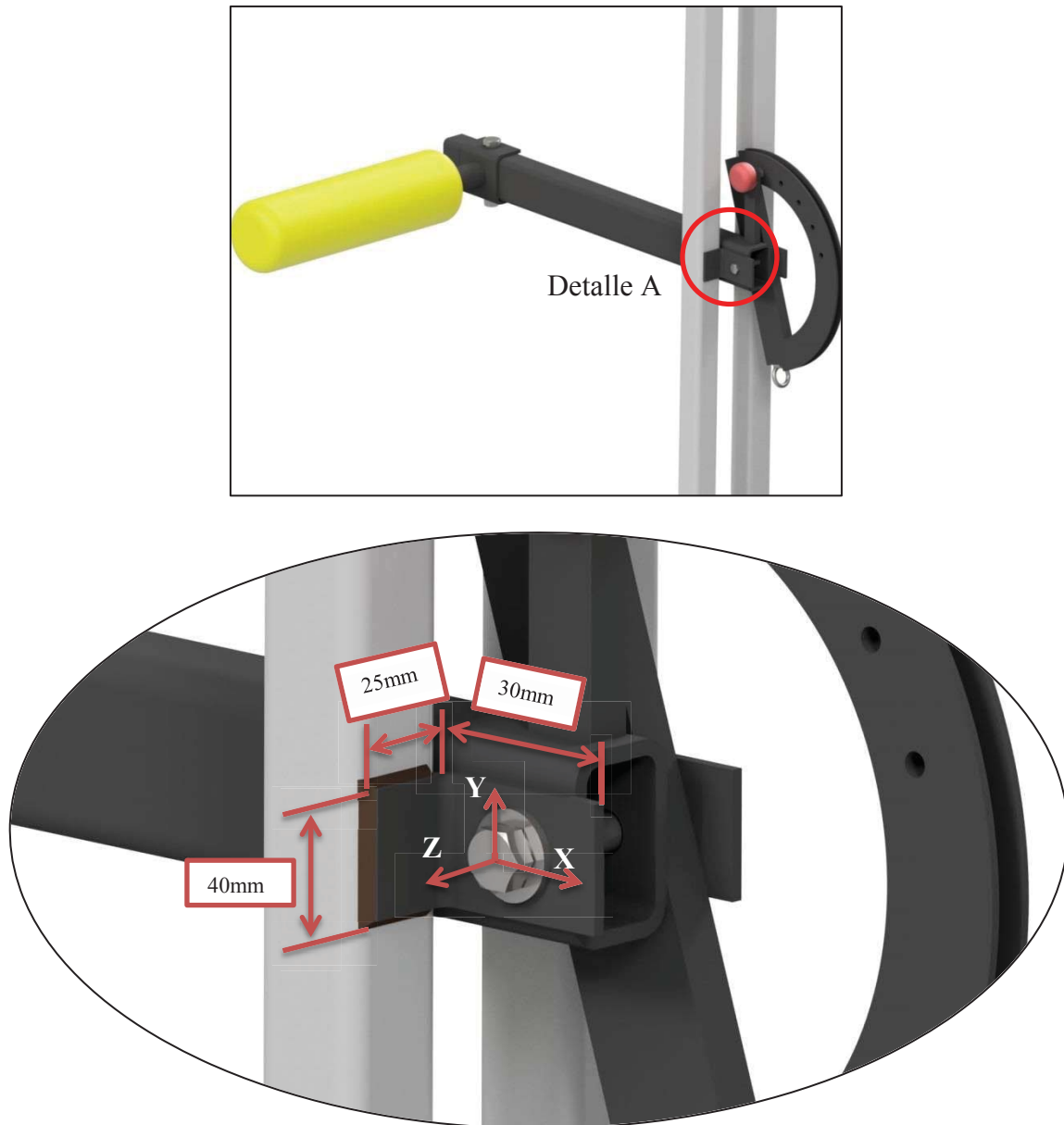


Fig. 75: Detalle A, representación de soldadura conjunto 2
(Fuente: Elaboración propia)

El elemento que se muestra en el detalle A (Fig.75) esta soldado por su contorno de dimensiones de 40 y 25 [mm]. Las fuerzas y momentos que actúan sobre la soldadura se encuentran en la Tab.21.

Fuerzas [N]			Momentos [Nmm]		
x	y	z	x	y	z
8	-88	-646	-30.970	20.340	0

*Tab. 21: Fuerzas que actúan sobre la soldadura representada en el detalle A (Fig. 87).
(Fuente: Elaboración propia)*

Para el cálculo del perfil de soldadura se debe considerar la geometría para la representación de unión por filete. Las fórmulas necesarias para el cálculo se encuentran en el apartado ANEXO 18.

Para el cálculo de la soldadura se consideró un electrodo E6010 (ANEXO 19), el cual tiene un esfuerzo de fluencia de 330Mpa. La soldadura fue calculada por esfuerzos cortantes y normales, ya que la carga provoca; torsión “T”, flexión “M” y corte directo “V”. El cálculo dio como resultado un espesor mínimo de 0,17mm.

Para realizar la operación de soldadura se seleccionó un electrodo de 3,2[mm] de diámetro, por lo que se se considera que el perfil de soldadura tendrá como mínimo esta dimensión y por ende el factor de seguridad se calculará con dicho electrodo. El factor de seguridad es de 17(-), lo que cumple con las condiciones de funcionamiento del conjunto.

4.4-7. SELECCIÓN DE RUEDAS.

Se seleccionaron las ruedas que desplazan a los conjuntos 2 y 3 por sobre los rieles. En el catálogo (Fig.76) se seleccionó la rueda en base a la carga que se estimó en 275[Kg], por lo que entrega toda la información necesaria de cómo debe ser realizado el montaje, además de las dimensiones del perfil que se debe utilizar para soportar la rueda.

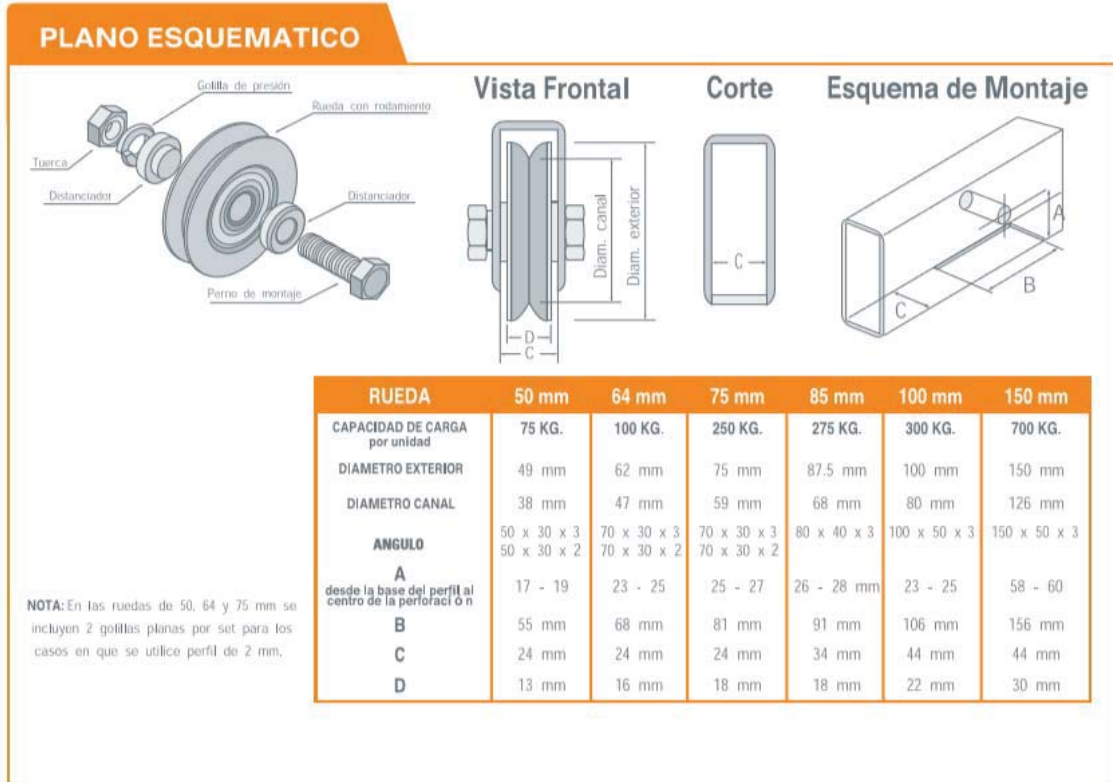


Fig. 76: Catálogo para la selección de ruedas de portón.
(Fuente: Elaboración propia)

El perfil (3.1.10) que soporta a la rueda riel tiene como dimensiones 80x40x3[mm] Para la instalación se deben realizar 2 perforaciones de 11[mm] de diámetro a 60[mm] de cada extremo del perfil (3.1.10), además en la cara inferior del perfil se deben realizar 2 ranuras de 20[mm] de ancho por 95[mm] de largo. Con estas operaciones realizadas se procede a introducir la rueda por dicha ranura y ajustarla con respecto al agujero de 10[mm] por medio de un conjunto de perno, golilla y tuerca.

4.4-8. SELECCIÓN DE CABLE.

El cable se seleccionó en base a la carga máxima con la que trabajan los conjunto 2.2, 2.3 y 3.3. Estos cables son estándar para máquinas de entrenamiento y su construcción es de acero inoxidable recubierto en nylon.

La carga que debe soportar es de 250[N]. Para la aplicación se seleccionó un cable de acero de 2[mm] de diámetro plastificado en PVC con una capa de 2[mm] de espesor, que proporciona una resistencia mínima de rotura de 2.600[N] (ANEXO 20), Para la máquina de tren superior (Fig.77) el cable de color verde tiene como largo 2.000[mm] y pertenece a la máquina de dorsales, el cable de color rojo es de 4.280[mm] de largo y pertenece a la máquina mariposa.

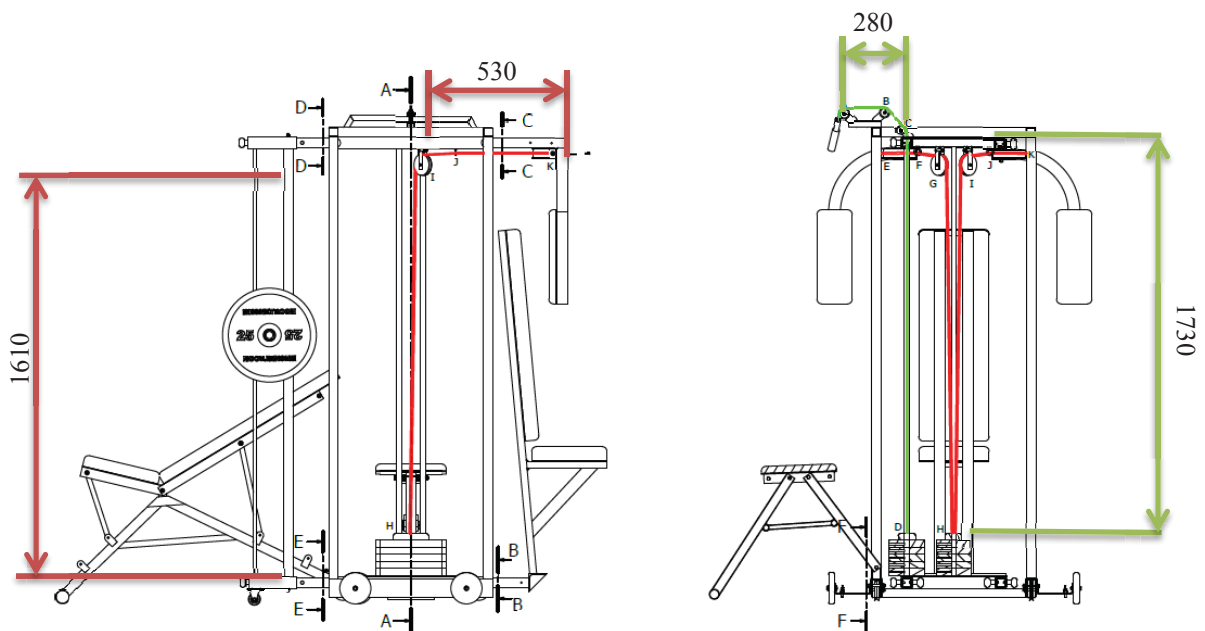


Fig. 77: Representación de los cables pertenecientes a la máquina de tren superior.
(Fuente: Elaboración propia)

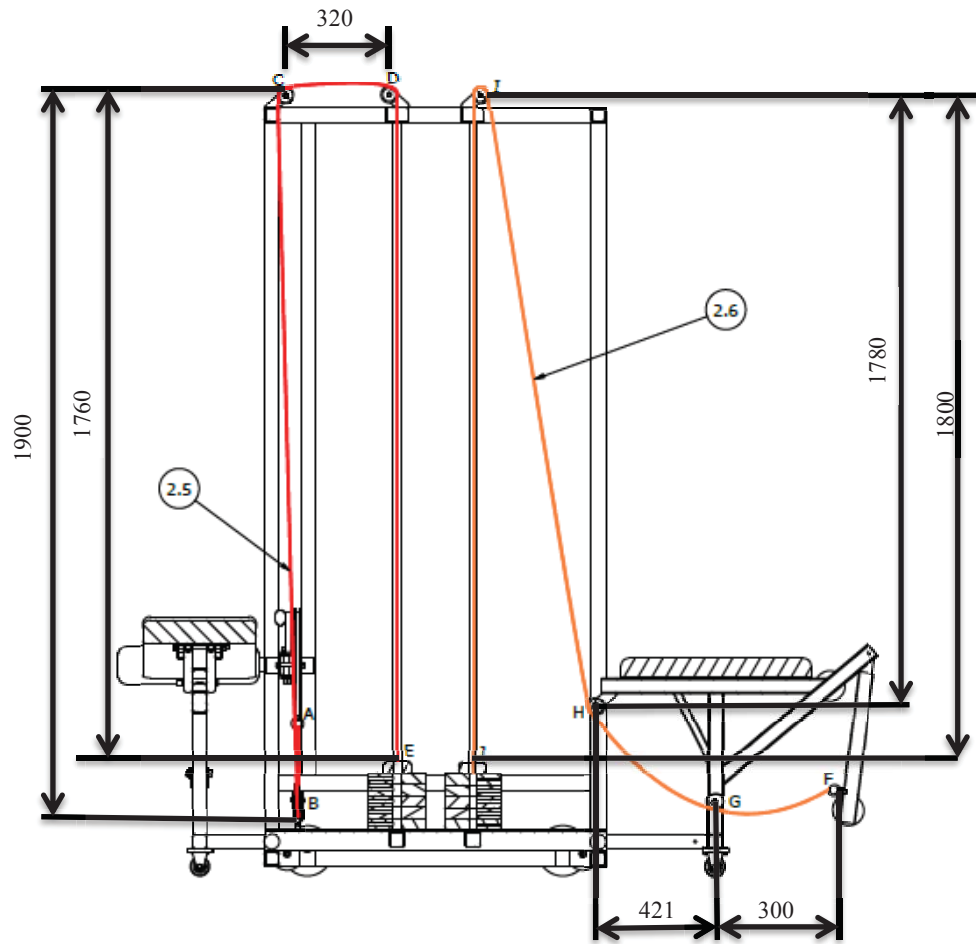


Fig. 78: Representación de los cables pertenecientes a la máquina de tren superior.
(Fuente: Elaboración propia)

Para la máquina de tren inferior (Fig.78) el cable de color rojo (2.5) tiene como largo 3.980[mm] y pertenece a la máquina curl de piernas, el cable de color naranja es de 4.300[mm] de largo y pertenece a la máquina para gemelos.

4.5- CONTENEDOR EXPANDIBLE (1).

Este conjunto (Fig.22) permite realizar el transporte a terreno, además de soportar a las personas que se encuentren haciendo uso de la maquinaria cuando éstas se encuentren desplegadas en terreno.

Denominación	Nº orden plano	Cantidad [-]	Masa [Kg]
Estructura contenedor	1.1	1	2.086
Tapa superior	1.2	2	950
Puerta Lateral	1.3	2	1827
Goma para aguas lluvia B	1.4	1	1,5
Goma para aguas lluvia A	1.5	2	10
Barra bloqueo	1.6	4	34
MASA TOTAL			4.910

*Tab. 22: Masas en kg del conjunto 1.
(Fuente: Elaboración propia)*

4.5-1. ESTRUCTURA CONTENEDOR (1.1).

Este subconjunto es la estructura central de un contenedor marítimo de 20[pie] (ANEXO 5), del cual se modifican las tapas laterales, tapa frontal y el techo. La estructura del contenedor tiene un peso de 2.240kg y soporta una carga máxima en su interior de 21.760kg (ANEXO 21).

4.5-2. TAPA SUPERIOR (1.2).

La tapa superior fue diseñada con perfiles rectangulares 60x40x3[mm] y una plancha de acero diamantado de 2,5[mm] de espesor. La elección de estos elementos estructurales se debe a la relación entre peso y deflexión del subconjunto, ya que si se aumenta el tamaño del perfil o el espesor de la plancha se incrementa la deformación provocada por el aumento del peso de la estructura, esto conlleva a la selección de un winche con mejores características y por ende un aumento en los costos finales. Además, el subconjunto 1.2 está compuesta por (Fig.79); bisagra, tapón soporte nivelador, estrobo, fijación, riel, soporte nivelador.

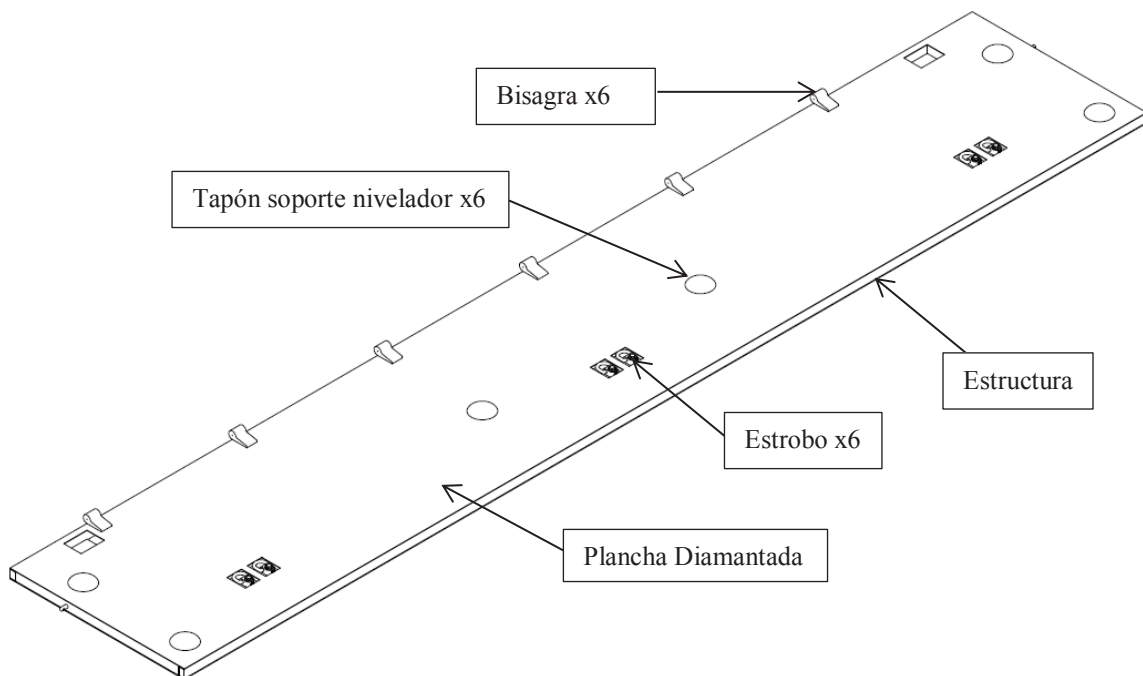
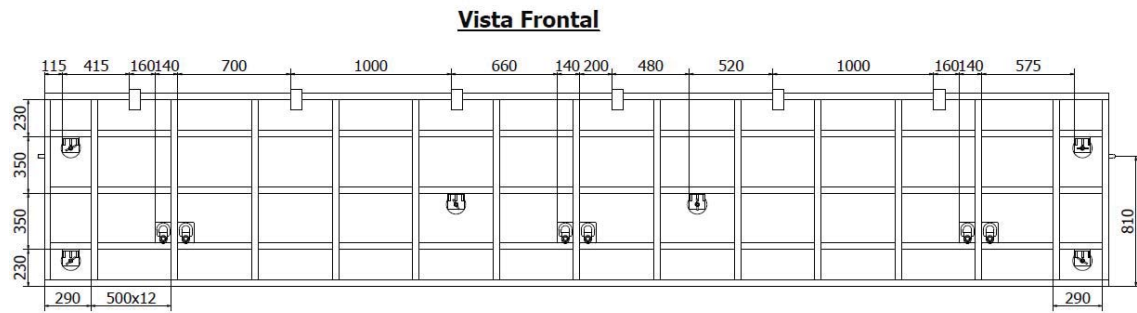


Fig. 79: Elementos que componen a la tapa superior.
(Fuente: Elaboración propia)

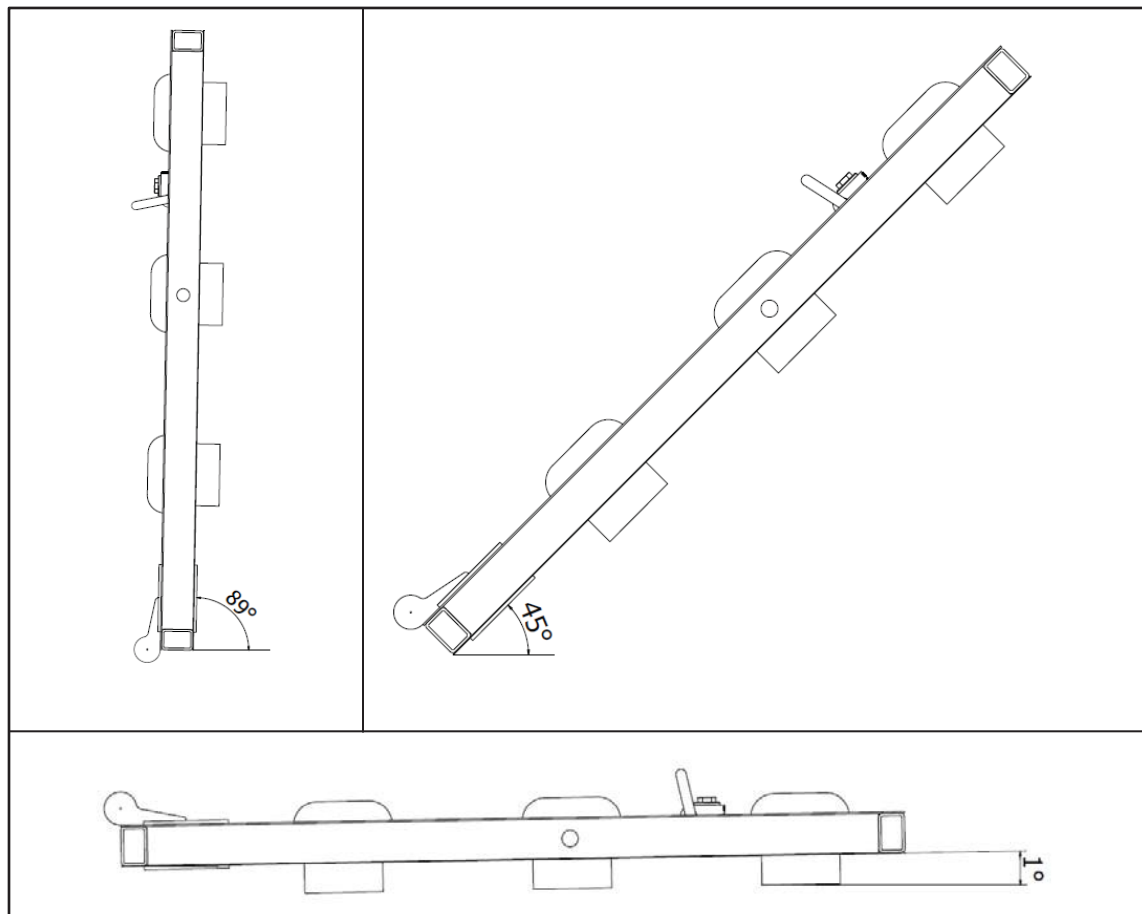
El análisis de este conjunto se realizó directamente sobre la estructura (Fig.80), en 3 posiciones de abatimiento. Las posiciones corresponden a 89°, 45° y 1° (Fig.81) con respecto a la horizontal, simulando las posiciones de abatimiento para la tapa superior. La carga aplicada corresponde a la masa de la misma estructura y elementos que componen el conjunto.

La plancha diamantada no se analizó debido a que las cargas que actúan sobre ella se consideran despreciables,

Las restricciones aplicadas corresponden a las bisagras y los 6 estrobo encargados de sostener a las eslingas que se conectan con los winches.



*Fig. 80: Distribución de los elementos que componen la tapa superior.
(Fuente: Elaboración propia)*



*Fig. 81: Posiciones de abatimiento en las que se realizó el análisis de tensiones.
(Fuente: Elaboración propia)*

Para la posición de 1° con respecto a la horizontal se tiene un desplazamiento máximo de $0,17[\text{mm}]$ (Fig.82) y un factor de seguridad de $15[-]$, lo cual es imperceptible y no afecta al movimiento de la tapa superior.

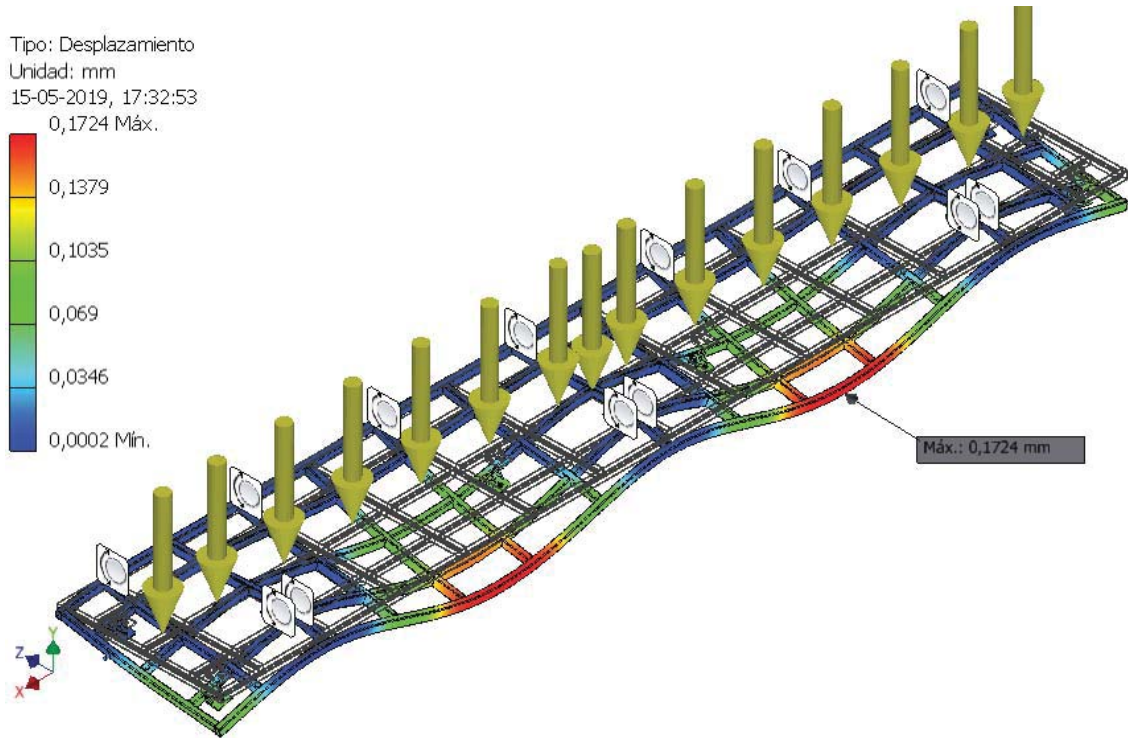


Fig. 82: Desplazamiento máximo en la posición de 1 con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)

En la posición de 45 se obtuvo un desplazamiento de 0,24[mm] (Fig.83) y un factor de seguridad de 15[-], lo que tampoco afecta en el correcto movimiento de la tapa superior.

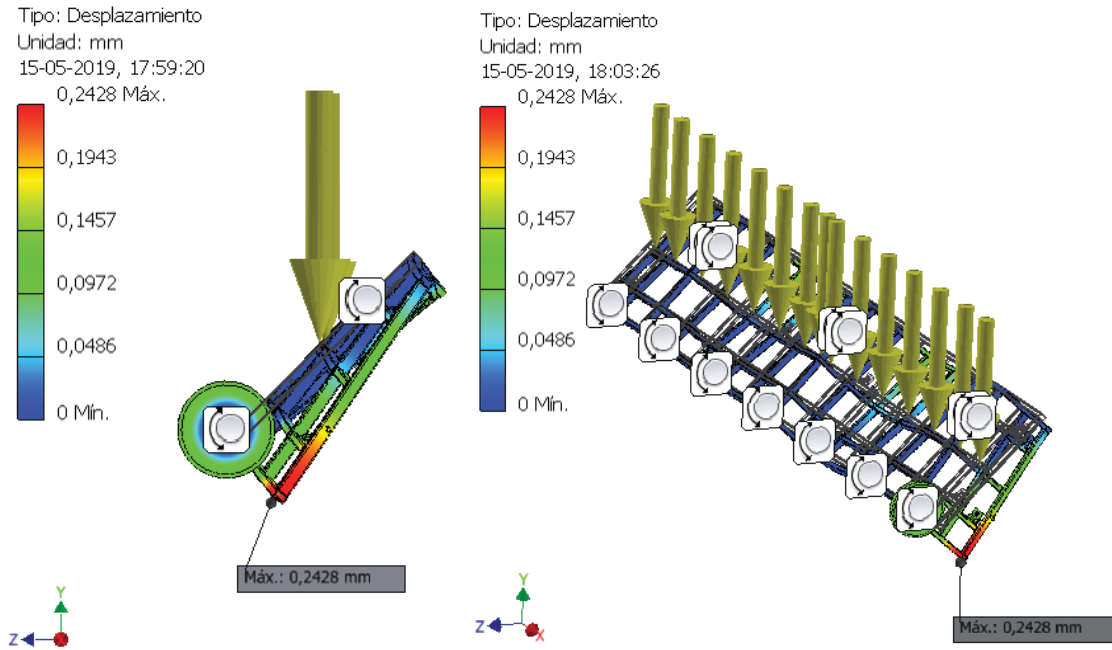
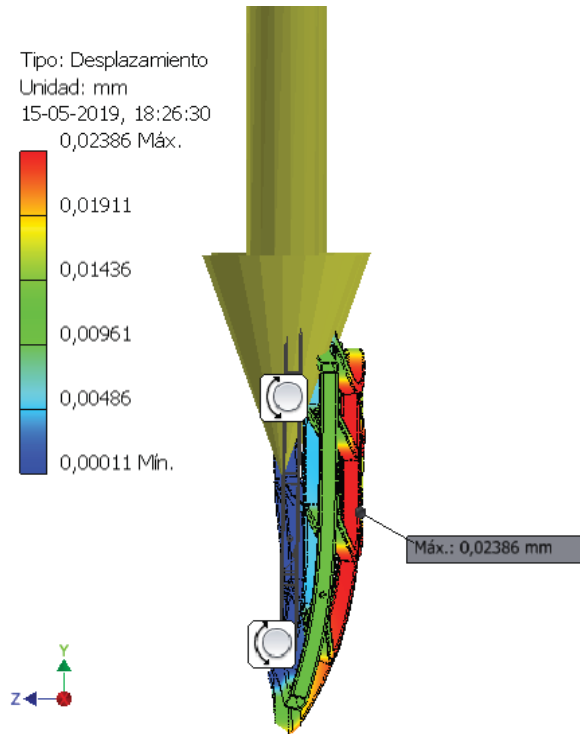


Fig. 83: Desplazamiento máximo en la posición de 45 con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)



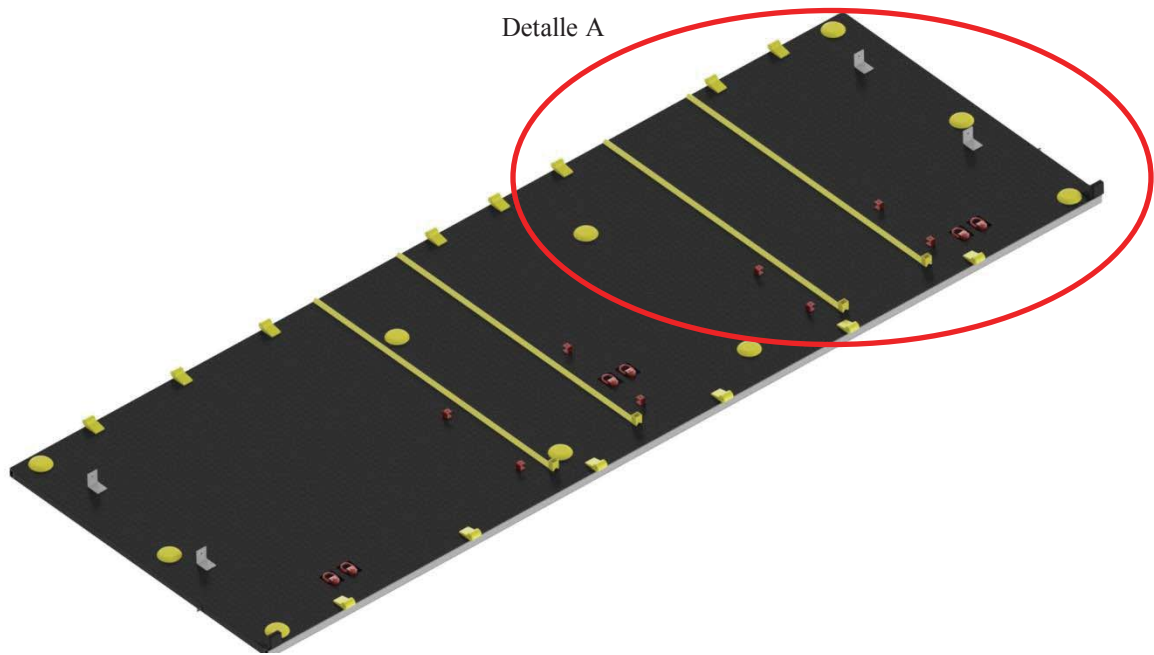
*Fig. 84: Desplazamiento máximo en la posición de 89 con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)*

En la posición de 89 se presenta un desplazamiento máximo de 0,02[mm] (Fig.84) y un factor de seguridad mínimo de 15[-], lo que es el valor máximo que entrega el análisis de tensiones de inventor.

Comparando las 3 posiciones se tiene los valores más críticos se encuentran en la posición de 45, con un desplazamiento máximo de 0,24[mm] y un factor de seguridad de 15[-].

4.5-3. TAPA LATERAL (1.3).

La tapa lateral (Fig.85) fue diseñada para soportar la carga ejercida por las personas y máquinas que se encuentran sobre la misma. Al igual que la tapa superior (Fig.79) se utilizaron perfiles rectangulares 60x40x2,5[mm] y una plancha diamantada de 2,5[mm] de espesor.



*Fig. 85: Subconjunto 1.3.
(Fuente: Elaboración propia)*

La tapa lateral (1.3) está compuesta por (Fig.86) bisagras, tapón soporte nivelador, topes, fijaciones, rieles, estrobo, pasador para barra de bloqueo y estructura.

El análisis de este conjunto se realizó directamente sobre la estructura (Fig.87), asumiendo que las máquinas se encuentran funcionando a su máxima capacidad, además se consideró que 13 personas están distribuidas sobre la estructura.

La plancha diamantada de 2,5[mm] no se analizó, ya que las máquinas de tren superior e inferior se montan sobre los rieles que distribuyen la carga de las máquinas a lo ancho de la estructura de la puerta lateral y por ende lo que soporta la plancha diamantada es despreciable.

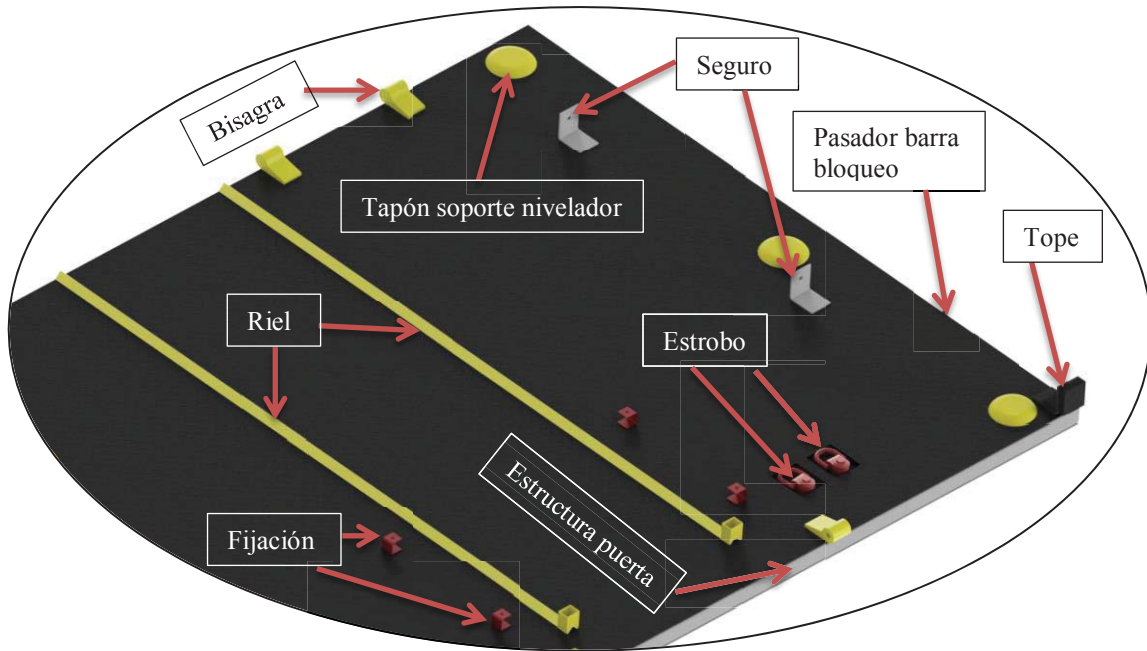


Fig. 86: Detalle A, elementos que componen a la puerta lateral (1.3).
(Fuente: Elaboración propia)

El análisis se realizó a la estructura soporte (Fig.87) de la puerta lateral, la cual está construida con perfiles rectangulares de dimensiones 60x40x4[mm], también cuenta con 10 conjunto pletinas que permiten el montaje de los soportes niveladores (ANEXO 22) que se encargan de nivelar la estructura con respecto al suelo donde se instale el gimnasio modular. Estos elementos están distribuidos como se muestra en la Fig.110.

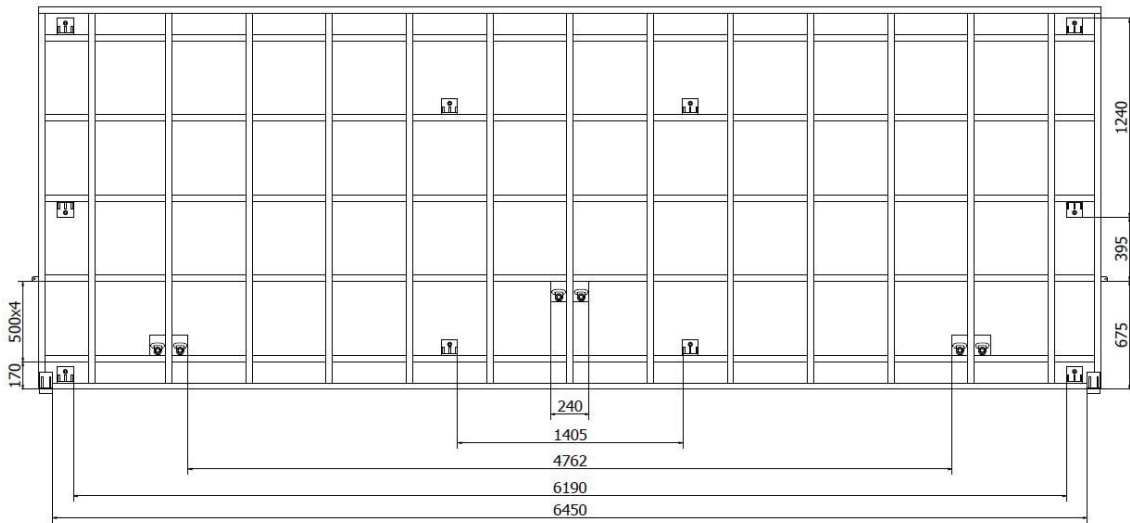


Fig. 87: Representación de montaje para la estructura de la puerta lateral (1.3).
(Fuente: Elaboración propia)

El análisis se realizó en 5 posiciones diferentes (Fig.88) con el objetivo de simular el despliegue de la puerta lateral, para esto se consideraron las cargas producidas por la masa de la tapa superior, además de la carga producida por la masa de la puerta lateral. Las diferentes posiciones están dadas por el valor del ángulo α , estos ángulos son a) 0° , b) 1° , c) 45° , d) 89° y e) 90° .

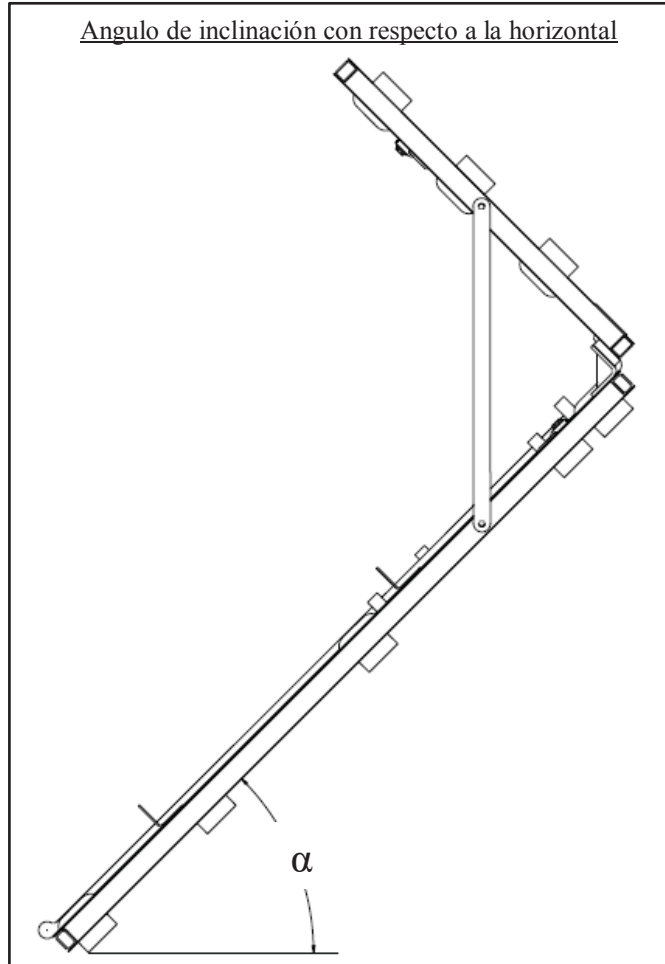


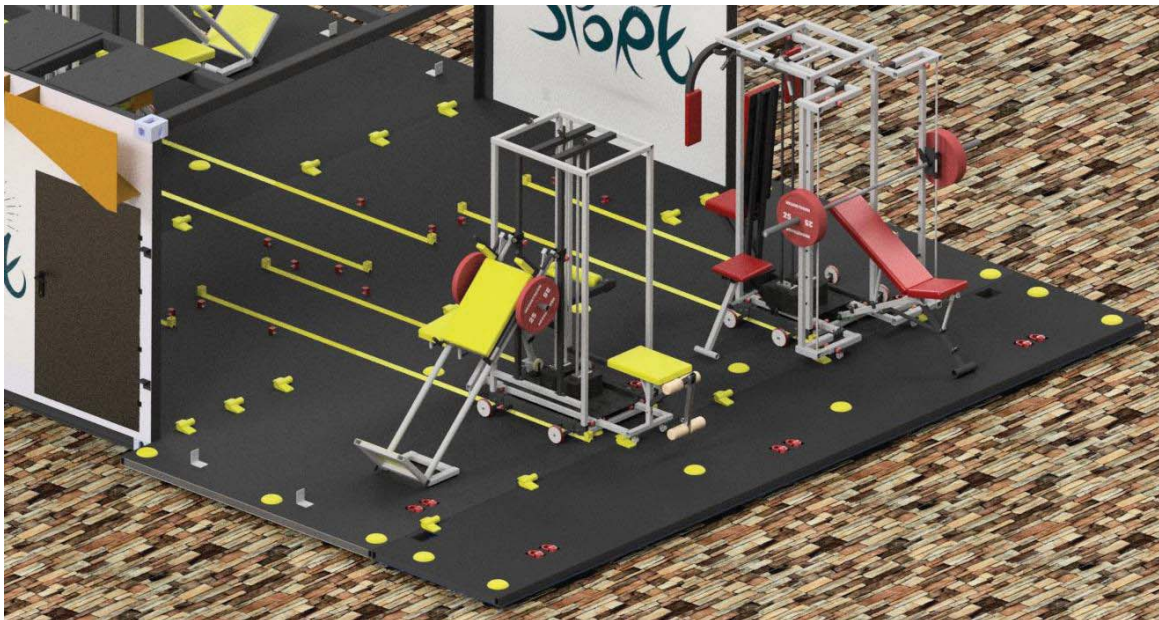
Fig. 88: Representación de las diferentes posiciones en la que se realizaron los análisis a la puerta lateral.

(Fuente: Elaboración propia)

a) Posición totalmente horizontal, $\alpha = 0^\circ$.

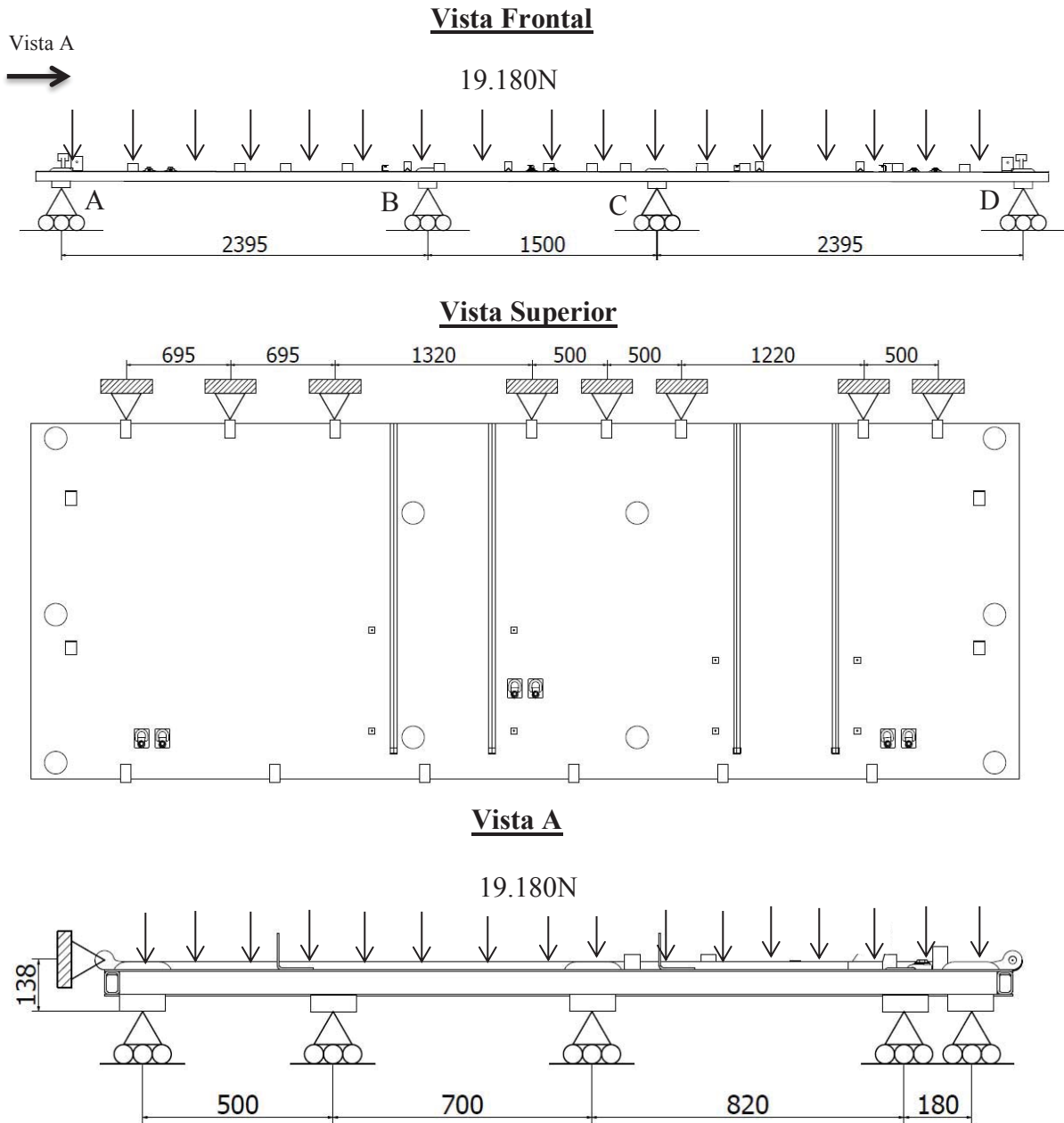
Para este análisis se toma la puerta lateral totalmente horizontal, soportando la masa de la máquina de tren inferior y tren superior, como también un total de 13 personas sobre la estructura (Fig.89). Las 13 personas se asumen debido a la capacidad de las máquinas que corresponde a 3 cada una, además de la persona encargada de supervisar el correcto funcionamiento y uso de estas máquinas.

En total sobre la estructura actúa una carga de 19.170[N], que corresponden a una máquina de tren superior (2.790[N]) y otra de tren inferior (3.380[N]) ambas totalmente cargadas, además se considera que sobre la puerta lateral se encuentran 13 personas que suman 13.000[N].



*Fig. 89: Disposición de las máquinas de entrenamiento sobre la puerta lateral.
(Fuente: Elaboración propia)*

Las restricciones para esta posición corresponden a ocho pasadores que se representan en la vista superior (Fig.90), además de los 10 contactos simples con respecto al suelo que proporcionan los soportes niveladores, visibles en la vista A y frontal (Fig.90).



*Fig. 90: DCL puerta lateral, donde se representan las restricciones y las diferentes cargas que actúan sobre la estructura.
(Fuente: Elaboración propia)*

El desplazamiento máximo se genera entre las secciones AB y CD, en ambos casos corresponde a 0,35[mm] (Fig.91). Este desplazamiento corresponde al 0,01% de la dimensión total de la sección (AB y CD), por lo que es despreciable y no afecta al funcionamiento de las máquinas.

El factor de seguridad de la estructura de la puerta lateral (Fig.92) es de 9,12 [-] reflejando que se debe aumentar aproximadamente 9 veces la carga sobre la estructura para que se produzca la falla en dicha estructura.

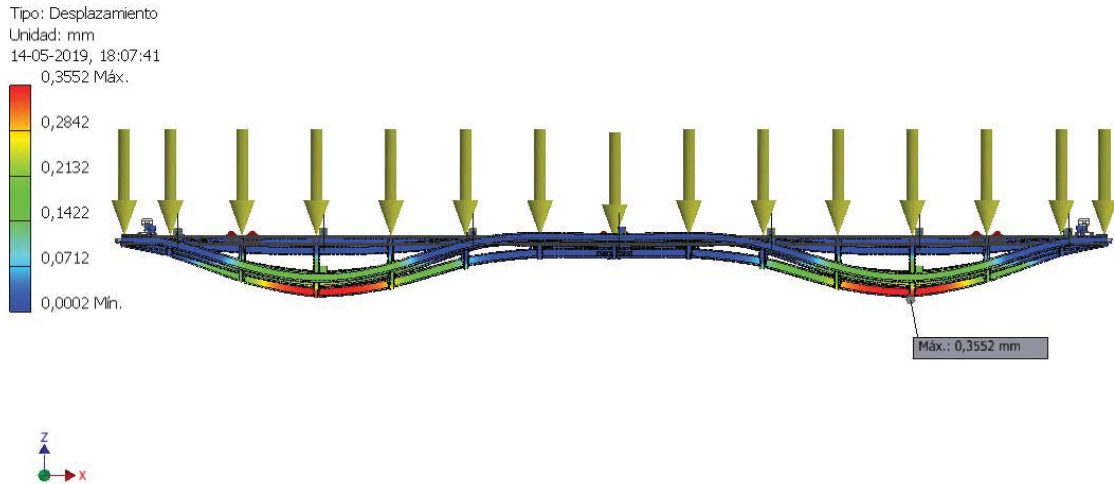


Fig. 91: Desplazamiento máximo de la puerta lateral en la posición de $\alpha = 0^\circ$.
(Fuente: Elaboración propia)

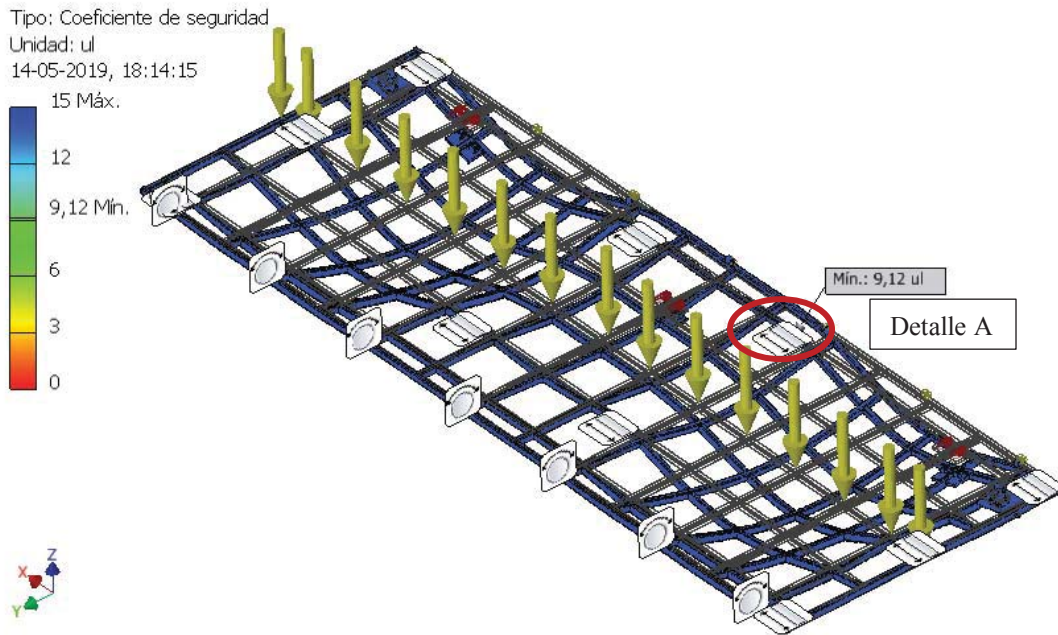


Fig. 92: Factor de seguridad mínimo de la puerta lateral en la posición $\alpha = 0^\circ$.
(Fuente: Elaboración propia)

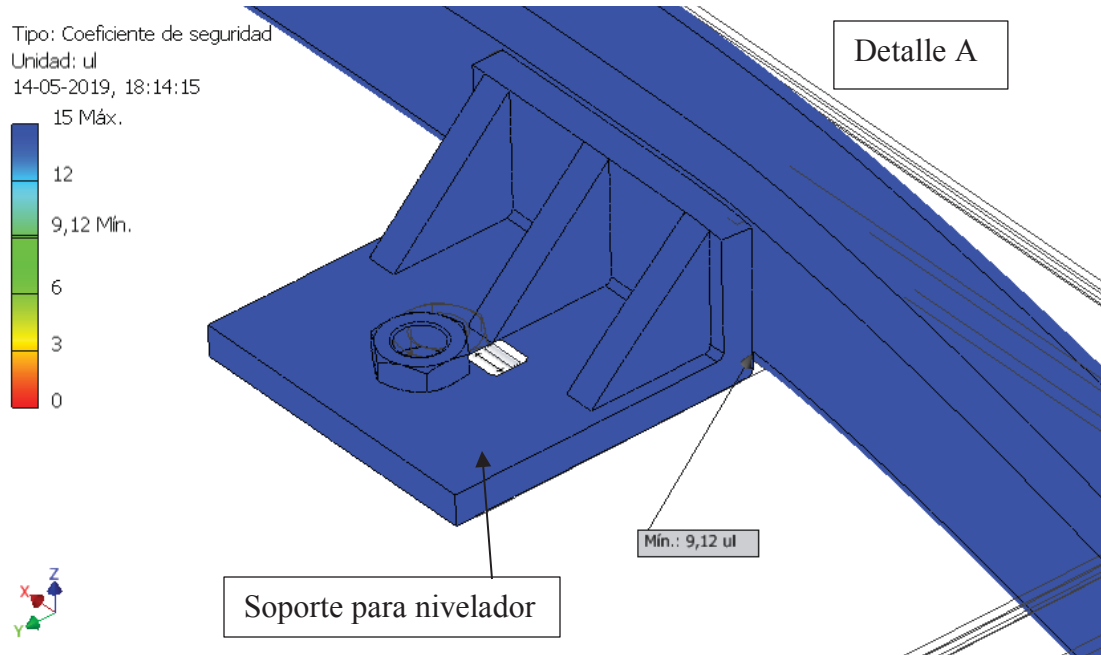


Fig. 93: Detalle A, ubicación del factor de seguridad mínimo.
(Fuente: Elaboración propia)

b) Posición de $\alpha = 1^\circ$ con respecto a la horizontal.

En el análisis realizado en la posición de 1° con respecto a la horizontal actúan solamente la masa de la puerta lateral y la tapa superior. Las restricciones que se aplican están ubicadas en los 6 estrobos y las 8 bisagras, todas estas restricciones corresponden a pasadores (Fig.94).

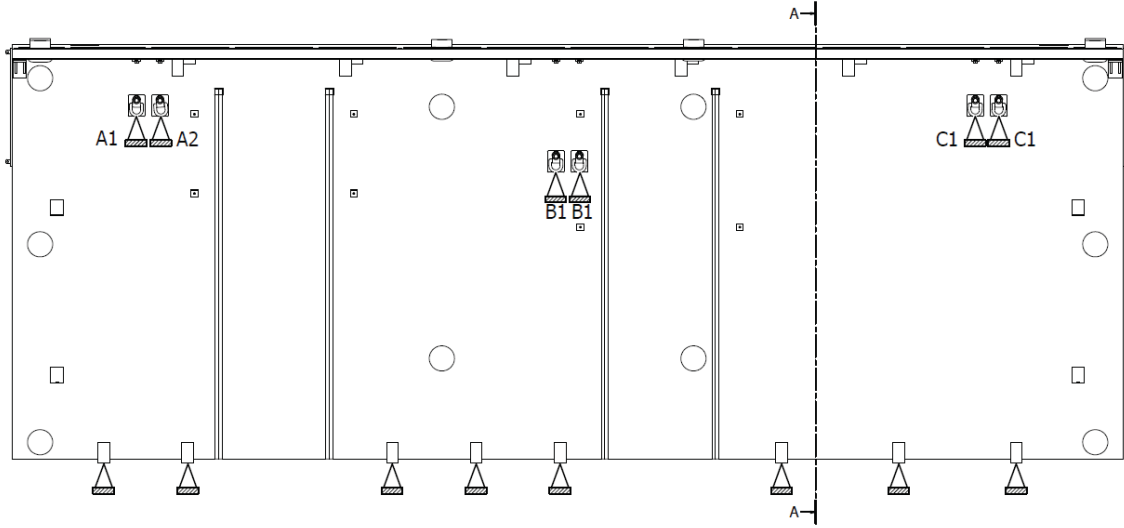


Fig. 94: Restricciones que se aplicadas para realizar el análisis de tensiones en las diferentes posiciones de abatimiento.

(Fuente: Elaboración propia)

La deflexión que presento es de 1,12 [mm] (Fig.95) y un factor de seguridad de 6,41[-] (Fig.96), contemplando las cargas generadas por el peso propio de la puerta lateral y la tapa superior. El desplazamiento máximo se considera aceptable, debido a no afecta al abatimiento de la puerta, lo mismo sucede con el factor de seguridad, ya que las puertas no presentan ninguna carga extra al momento de estar en el proceso de ser abatidas.

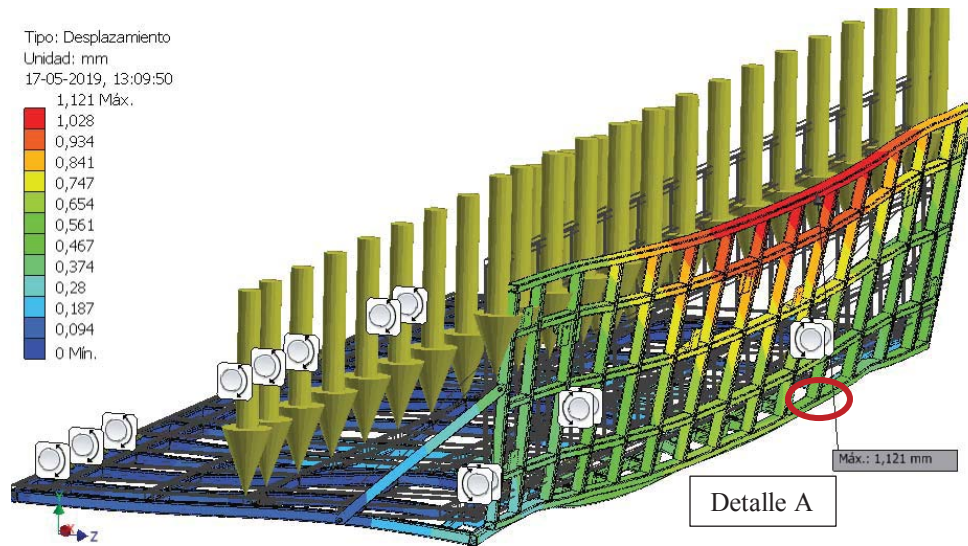


Fig. 95: Desplazamiento máximo de la puerta lateral en la posición de 1° con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)

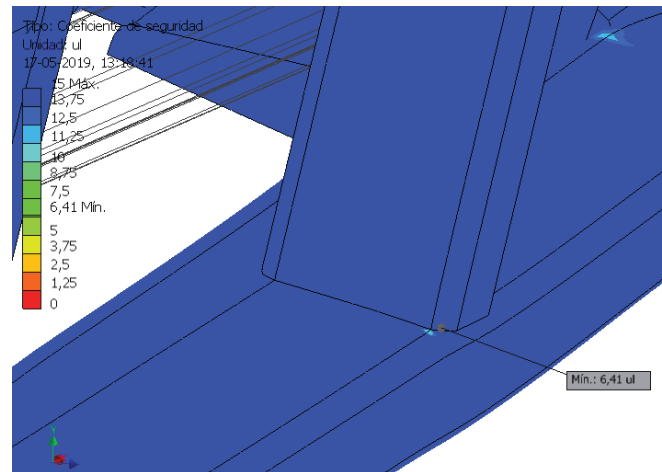


Fig. 96: Detalle A, ubicación del factor de seguridad mínimo en la posición de 1° con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)

c) Posición de $\alpha = 45^\circ$ con respecto a la horizontal.

En la posición de 45° con respecto a la horizontal actúan solamente la masa de la puerta lateral y la tapa superior, por lo que la deflexión y el factor de seguridad son solamente producto de estas cargas. Las restricciones corresponden a las mostradas en la Fig.94.

La deflexión máxima es de 3,90 [mm] (Fig.97) y un factor de seguridad de 3,83[-] (Fig.98), contemplando las cargas generadas por el peso propio de la puerta lateral y la tapa superior. La deflexión se considera aceptable, ya que comparando el

desplazamiento obtenido con respecto al largo de la estructura es prácticamente despreciable.

Además, el factor de seguridad de 3,83[-] permite soportar 3 veces la masa de ambas estructuras. Considerando que, en el proceso de abatimiento de las puertas, estas no presentan cargas externas el factor de seguridad se considera aceptable para los requerimientos de la estructura en esta posición.

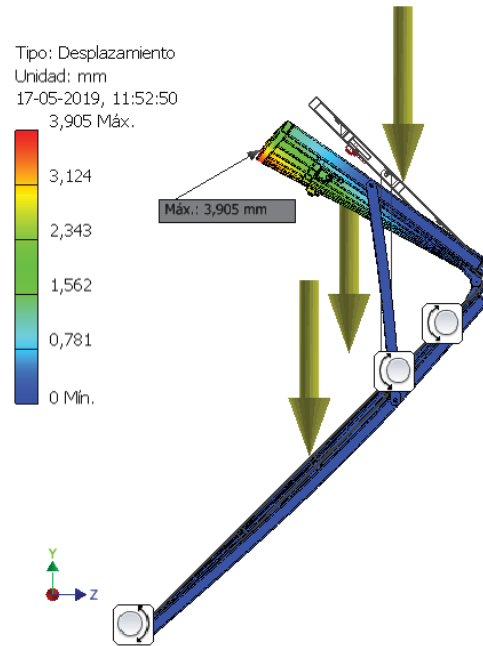


Fig. 97: Desplazamiento máximo en la posición de $\alpha = 45^\circ$.
(Fuente: Elaboración propia)

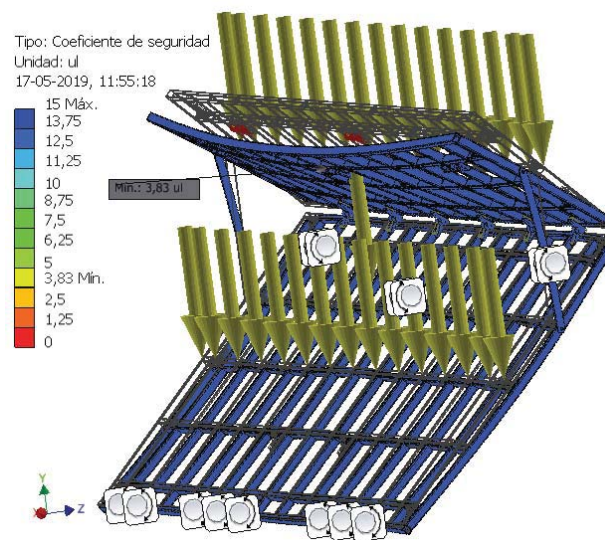
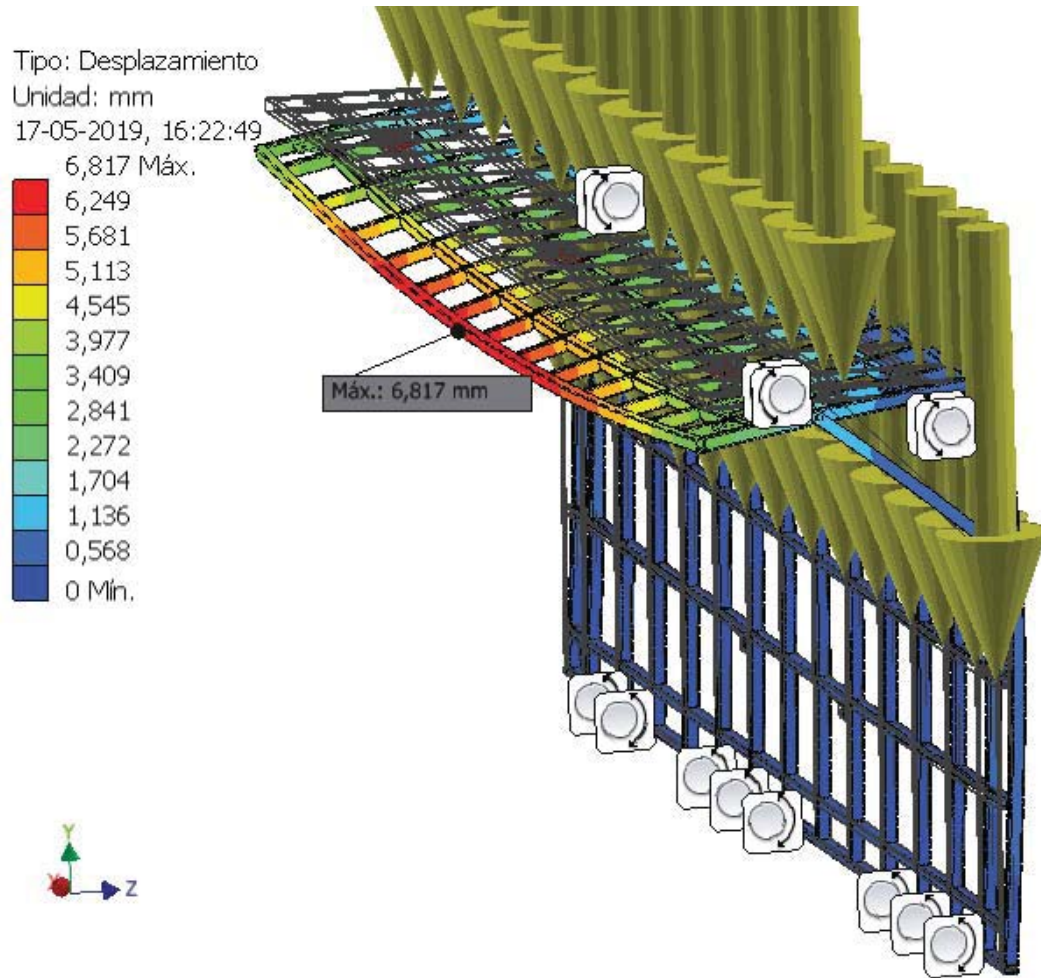


Fig. 98: Factor de seguridad mínimo en la posición de $\alpha = 45^\circ$.
(Fuente: Elaboración propia)

d) Posición de $\alpha = 89^\circ$ con respecto a la horizontal.

Esta posición representa el momento justo antes de comenzar el abatimiento de la puerta lateral, para esta posición actúan solamente la masa de la puerta lateral y tapa superior. Las restricciones corresponden a las mostradas en la Fig.94.



*Fig. 99: Desplazamiento máximo en la posición de 89° con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)*

En esta posición se obtuvo un desplazamiento máximo de 6,81[mm] (Fig.99) lo que se considera aceptable, ya que en comparación al largo de la estructura esta desviación es mínima y no interfiere en el abatimiento de la puerta lateral. Por otra parte, el factor de seguridad es de 2,5[-] (Fig.100) y permite soportar 2,5 veces la masa de ambas estructuras, por lo que considerando que en el proceso de abatimiento de las puertas, estas no presentan cargas externas el factor de seguridad se considera aceptable para los requerimientos de la estructura en esta posición.

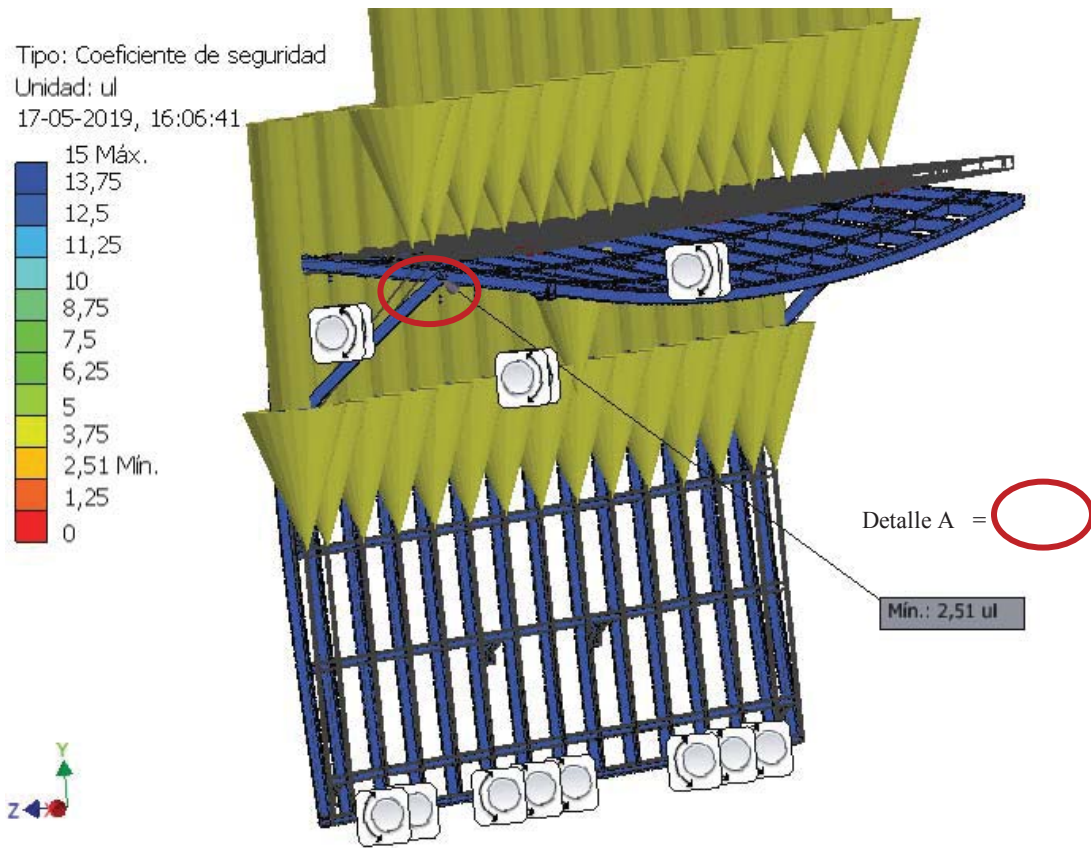


Fig. 100: Desplazamiento máximo de la puerta lateral en la posición de 89 con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)

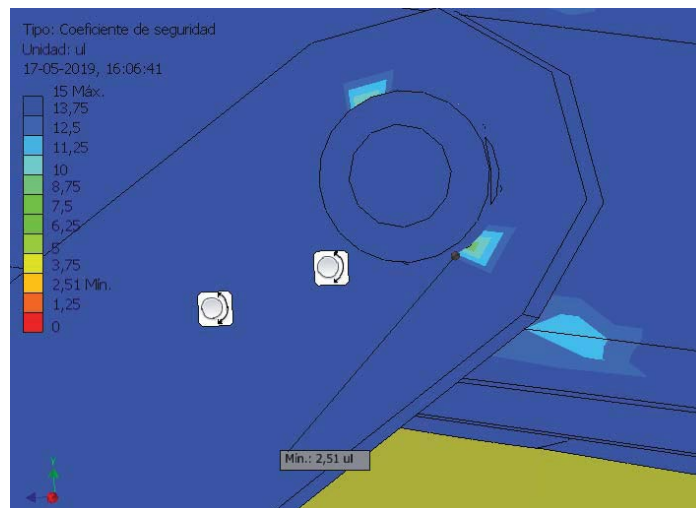
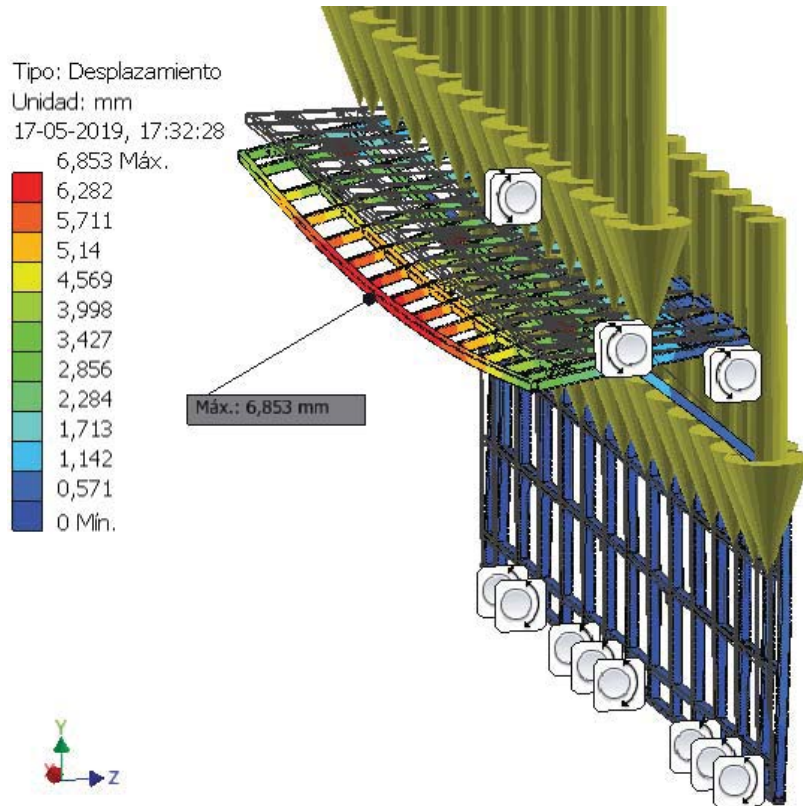


Fig. 101: Detalle A, ubicación del factor de seguridad mínimo para la posición de 89.
(Fuente: Elaboración propia)

e) Posición de $\alpha = 90^\circ$ con respecto a la horizontal.

Esta posición representa la posición de transporte, para esta posición actúan solamente la masa de la puerta lateral y tapa superior. Las restricciones corresponden a las mostradas en la Fig.94.



*Fig. 102: Desplazamiento máximo en la posición de 90° con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)*

En esta posición se obtuvo un desplazamiento máximo de 6,85[mm] (Fig.102) lo que se considera aceptable, ya que en comparación al largo de la estructura esta desviación es mínima y no interfiere en el abatimiento de la puerta lateral. Por otra parte, el factor de seguridad es de 2,2[-] y permite soportar 2,2 veces la masa de ambas estructuras, por lo que considerando que en el proceso de abatimiento de las puertas, estas no presentan cargas externas el factor de seguridad se considera aceptable para los requerimientos de la estructura en esta posición.

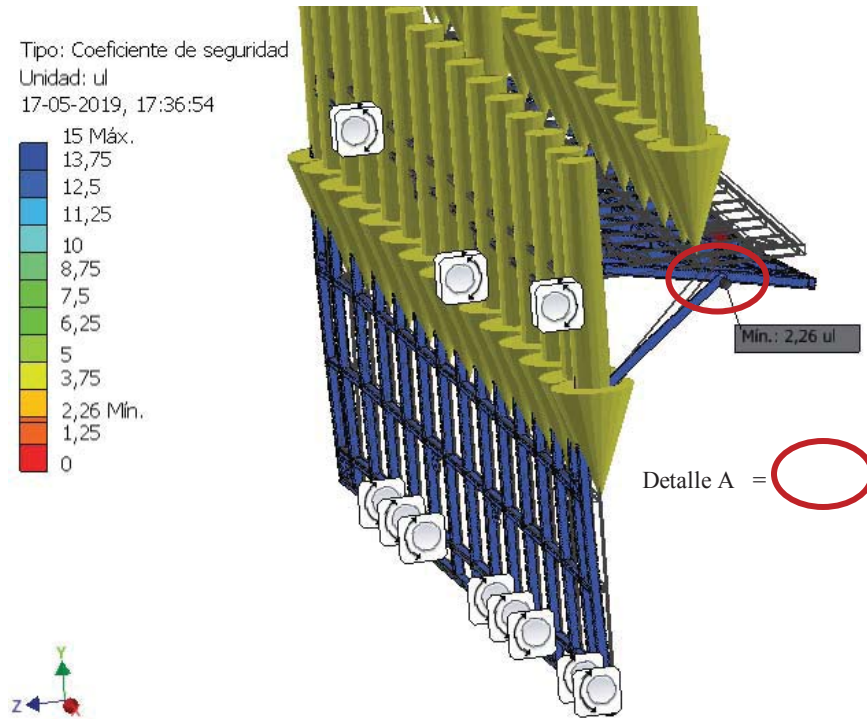


Fig. 103: Factor de seguridad mínimo en la posición de 90° con respecto a la horizontal.
(Fuente: Elaboración propia)

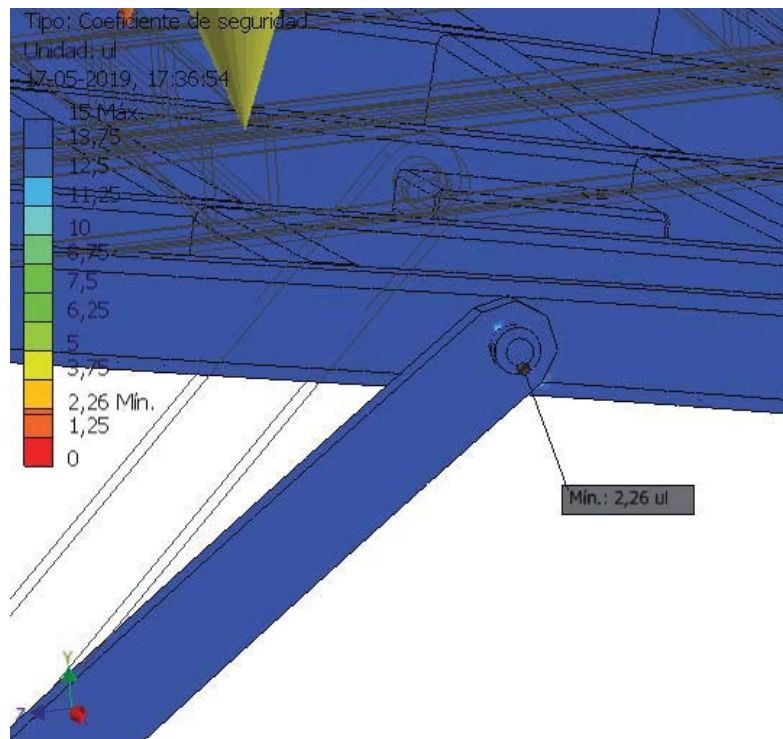


Fig. 104: Detalle A, Factor de seguridad mínimo ubicado en el pasador que permite el montaje de la barra de bloqueo.
(Fuente: Elaboración propia)

En las diferentes posiciones de abatimiento de la puerta lateral se generan diferentes esfuerzos y por ende el factor de seguridad y desplazamiento varían a medida que el ángulo α cambia (Tab.17).

Posición α	Factor de seguridad [-]	Desplazamiento [mm]
0°	9,12	0,35
1°	6,41	1,12
45°	3,83	3,9
89°	2,51	6,81
90°	2,26	6,85

*Tab. 23: Factor de seguridad y desplazamiento máximo en las diferentes posiciones analizadas de la tapa lateral.
(Fuente: Elaboración propia)*

A medida que aumenta el ángulo α el coeficiente de seguridad disminuye y el desplazamiento máximo aumenta, por lo que el momento más crítico de abatimiento de la puerta lateral es cuando se encuentra en la posición de 90°, ya que se tiene un factor de seguridad de 2,26[-] y un desplazamiento de 6,85[mm].

Con los 5 análisis realizados en las diferentes posiciones de abatimiento de la puerta lateral (1.3) se concluye que el factor de seguridad con el que trabaja la estructura es de 2.26 [-] y se encuentra en la posición de 90° con respecto a la horizontal, además en esta posición se encuentra el desplazamiento máximo correspondiente a 6,85[mm]. Por esto se considera la posición de 90° como el tiempo crítico del abatimiento de las puertas laterales.

4.5-4. CÁLCULO DE PASADOR PARA LAS PUERTAS LATERALES.

Para realizar el cálculo se tomó en consideración la instalación de 8 pasadores.

El cálculo se realizó en el instante justo después que las puertas se comienzan a abatir, además, en ese momento se considera que las puertas quedan soportadas solamente por estos pasadores (Fig.105). La masa de la tapa superior (1.2) corresponde a 475[kg] y la puerta lateral (1.3) de 914[kg], por lo que, sobre los 8 pasadores actúa una fuerza cortante total de 1389 kg.

La masa se divide en 8 (Fig.106), por lo que sobre cada uno de los pasadores actúa una fuerza de 1.736 [N].

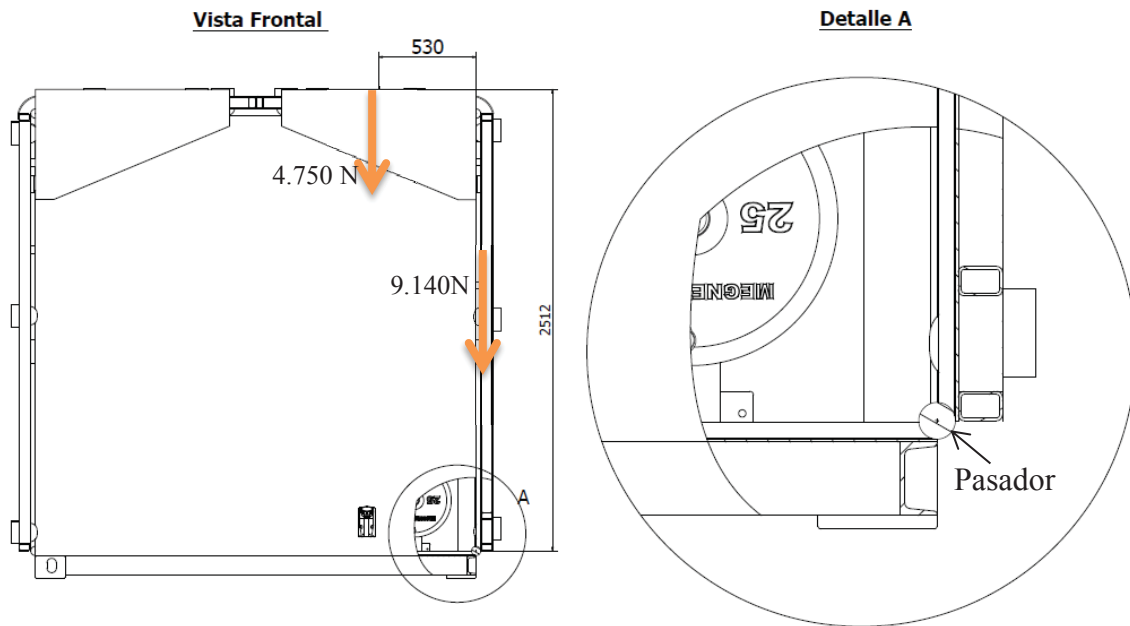
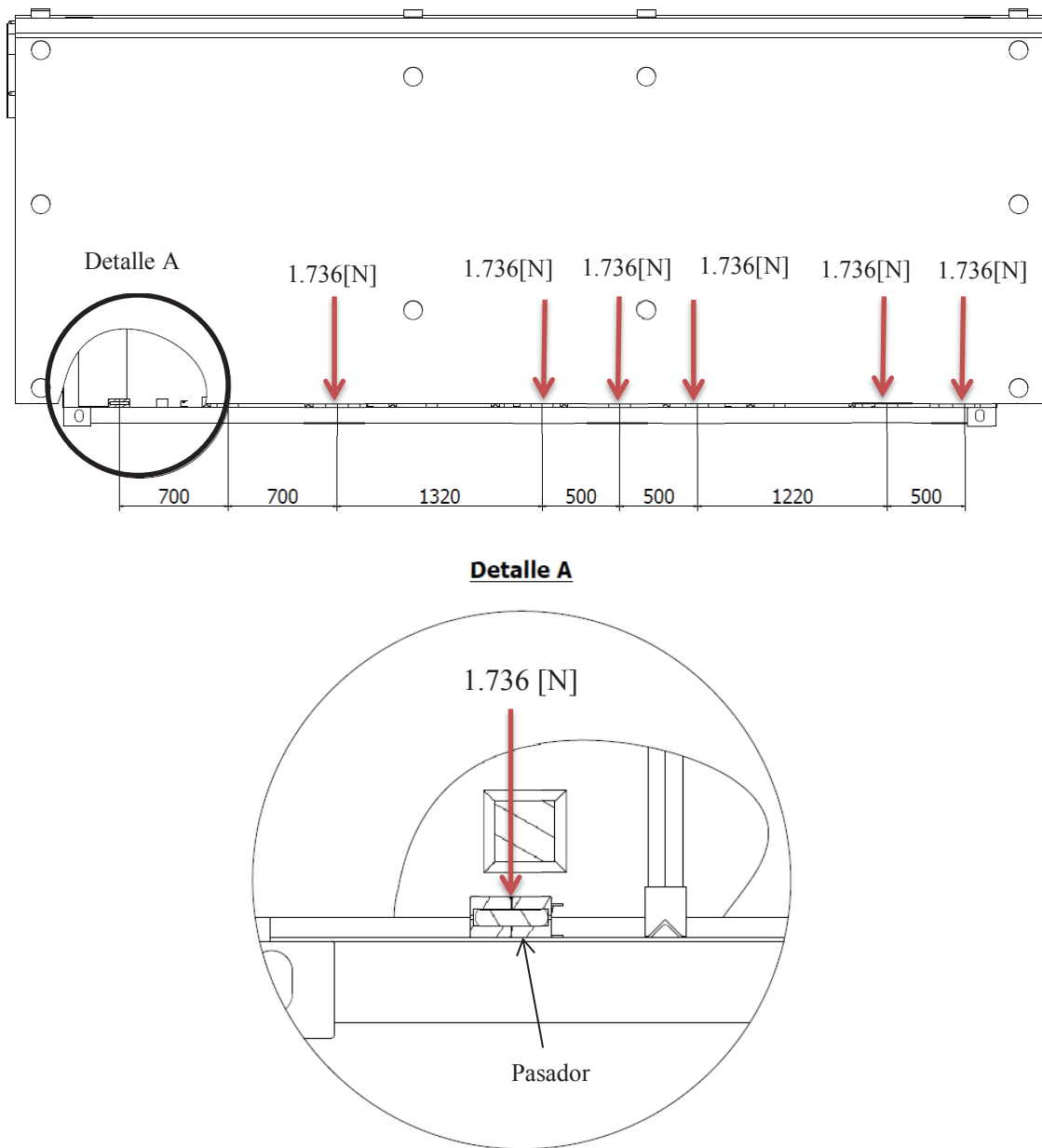


Fig. 105: DCL para cálculo de pasador.
(Fuente: Elaboración propia)



*Fig. 106: Disposición de pasadores en el contenedor.
(Fuente: Elaboración propia)*

Este pasador fue calculado por fatiga de carga cortante, que actúa a corte simple. El cálculo dio un resultado de 10[mm] de diámetro con un factor de seguridad de 5 [-]. Teniendo en consideración el desgaste que se produce luego de un determinado tiempo de funcionamiento se consideró aumentar el diámetro del pasador en un 20%, obteniendo un diámetro final de 12[mm].

4.5.5 SELECCIÓN SOPORTES NIVELADORES.

Los soportes se seleccionaron en base a la carga máxima que actúa sobre estos apoyos. Estos soportes se encuentran presentes en las puertas laterales (Fig.107) y en las tapas superiores (1.2) y permiten la nivelación de estos conjuntos cuando el gimnasio se encuentra en la posición de funcionamiento. La carga que deben soportar estos soportes está dada por la tapa lateral (1.3), ya que es la que soporta a la máquina de tren superior e inferior, además de las 13 personas que se consideran sobre la estructura. La puerta lateral (1.3) cuenta con 10 soportes niveladores soportando una carga máquina de 730[N] cada uno. La selección corresponde a soportes de la línea TK, la cual entrega una gran variedad de estos elementos. Se seleccionó un soporte que admite una carga máxima de 2000[N] (ANEXO 22), entregando un factor de seguridad de 2,7[-] con respecto a la carga aplicada.

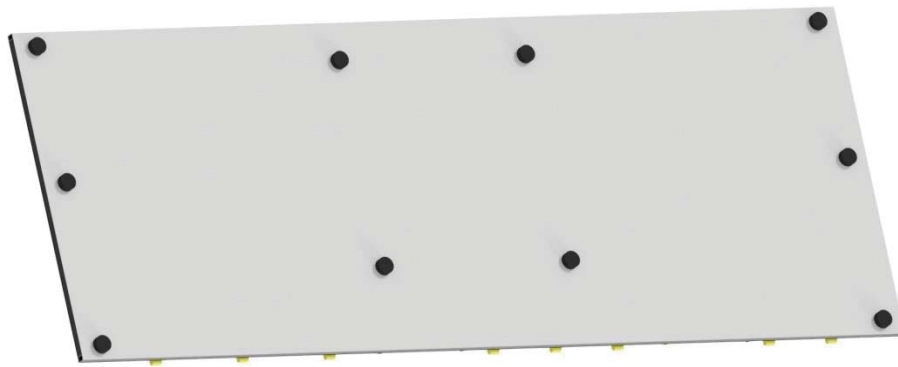


Fig. 107: Soportes niveladores en la puerta lateral 1.3.
(Fuente: Elaboración propia)

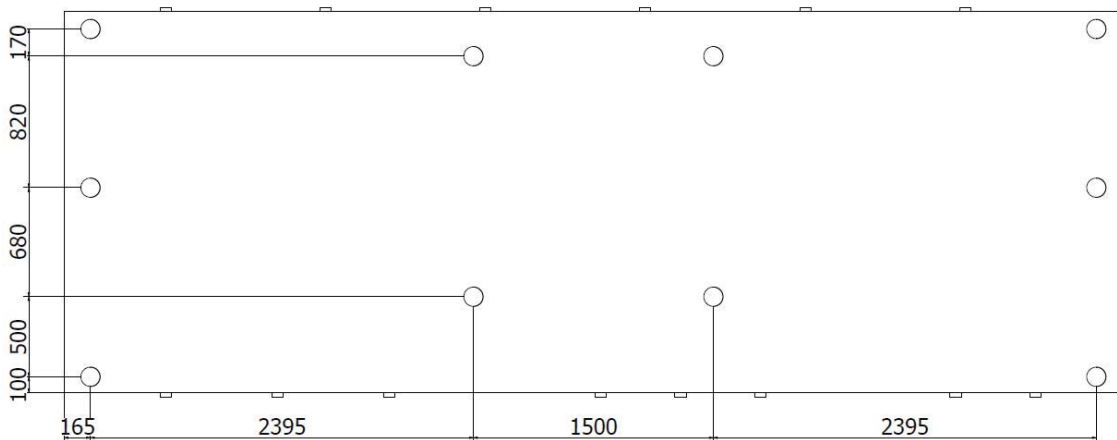


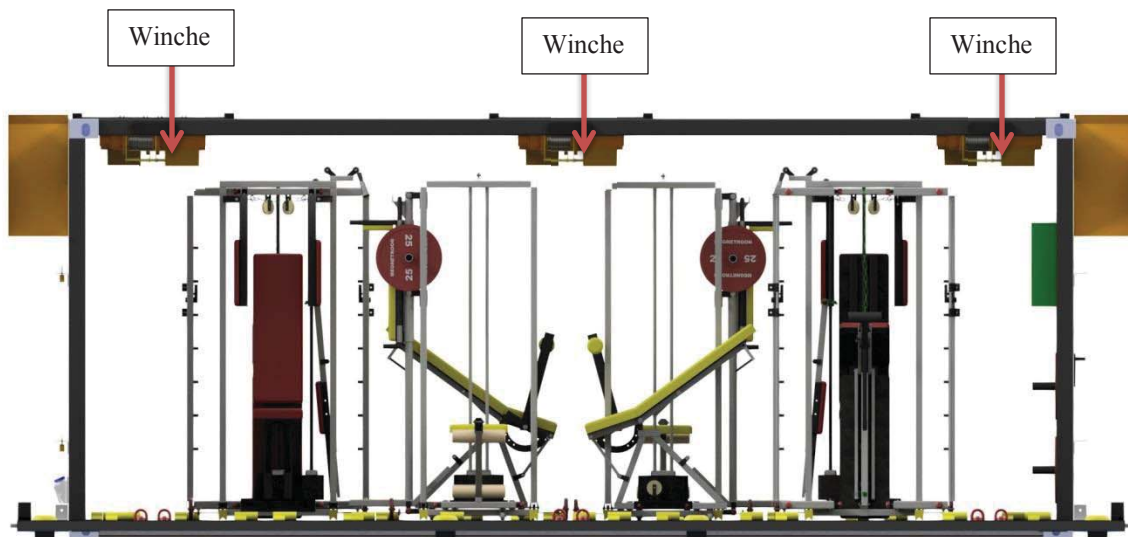
Fig. 108: Distribución de los 10 soportes niveladores en la puerta lateral 1.3.
(Fuente: Elaboración propia)

4.6- SELECCIÓN WINCHE.

El diseño cuenta con 6 winches, encargado del abatimiento de las puertas laterales y tapas superiores del container. La distribución de estos (Fig.109) corresponde a 3 de winches para el levantamiento de cada puerta lateral., ubicados en el centro y extremos de la estructura del container.

Para la selección del winche se tomó en consideración que debe mover la masa de la puerta lateral (1.3) y la puerta superior (1.2) sumando un total de 1.386[kg].

Para determinar la fuerza que debe ejercer cada winche se dividió en 3 la masa total y se analizó el momento justo después de comenzar el cierre de puertas (Fig.110).



*Fig. 109: Distribución de los winches para el abatimiento de la puerta lateral.
(Fuente: Elaboración propia)*

Para la ejecución del cálculo se debe realizar:

$$\begin{aligned}\sum F_x = 0; & \quad A_x - T_w \cos(40^\circ) = 0 \\ \sum F_y = 0; & \quad A_y - W_p + \sin(40^\circ) T_w - W_T = 0 \\ \sum M_A = 0; & \quad -1190W_p + 2100 \sin(40^\circ) T_w - 2340W_T = 0\end{aligned}$$

Resolviendo las 3 ecuaciones se obtiene que la fuerza necesaria T_w que debe ejercer el winche es de 4.683[N].

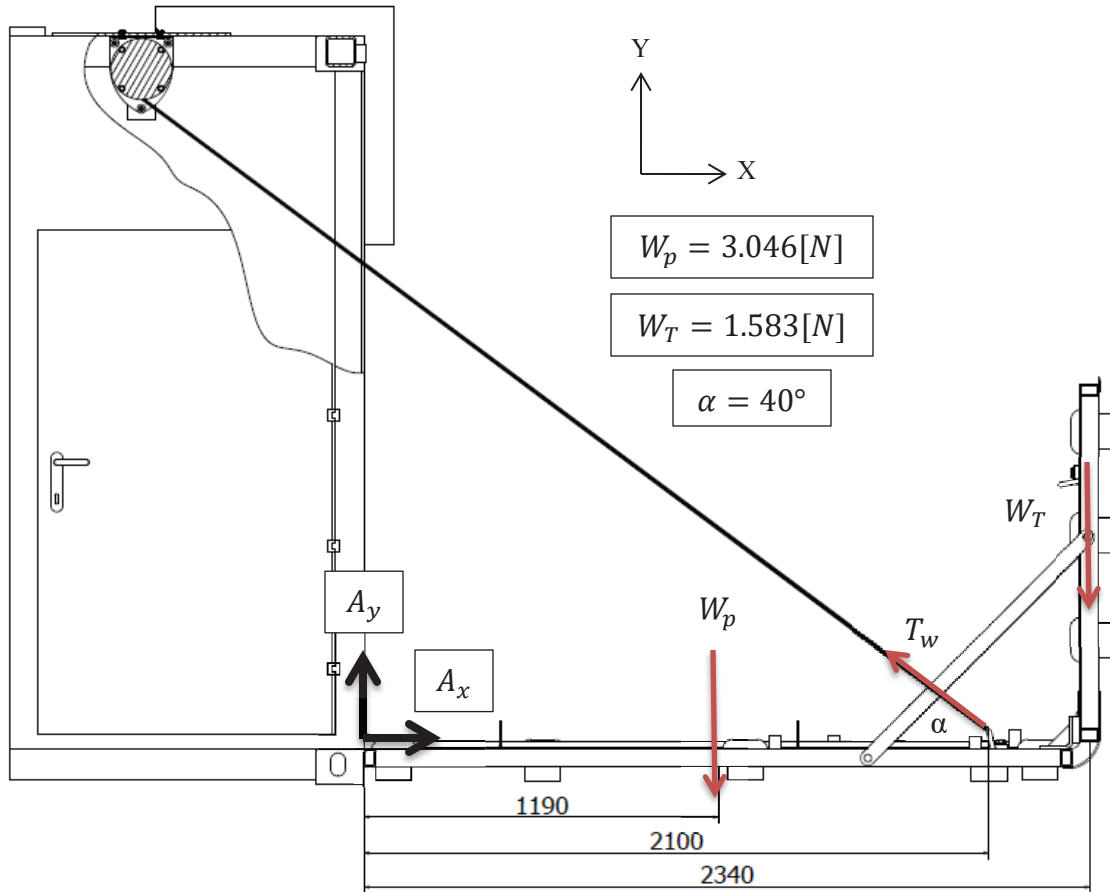


Fig. 110: DCL, para realizar el cálculo de la fuerza necesaria que debe ejercer el winche para el cierre de puertas.
(Fuente: Elaboración propia)

Teniendo la carga máxima se selecciona un winche con capacidad máxima de 6080[N] (ANEXO 8).

El winche no cuenta con placa de montaje, por lo que se debe diseñar en base a las dimensiones entregadas por la ficha técnica (ANEXO 23).

La placa de montaje se diseñó de acero ASTM A36 de 7[mm] de espesor.

Para el análisis de tensiones se aplicó la carga máxima con la que puede trabajar el winche además de su propia masa, la ubicación de la esta se situó en el centro de la placa.

El análisis dio como resultado una deflexión máxima de 1,6[mm] (Fig.111) y un coeficiente de seguridad de 5,55[-] (Fig.112).

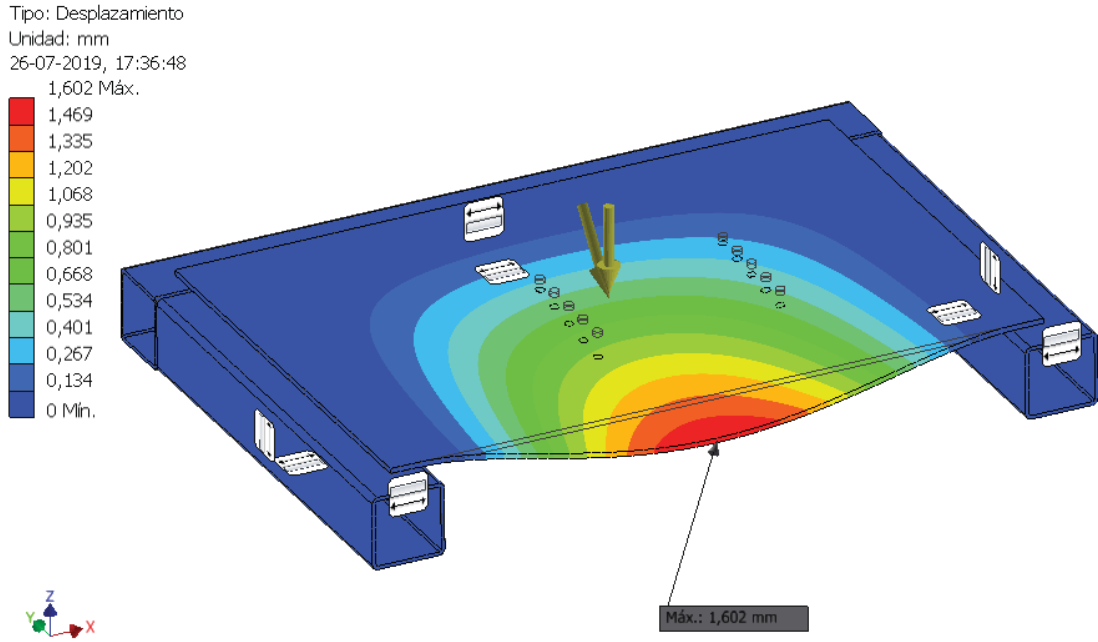


Fig. 111: Desplazamiento máximo de la placa de montaje del winche trabajando con la carga máxima.
(Fuente: Elaboración propia)

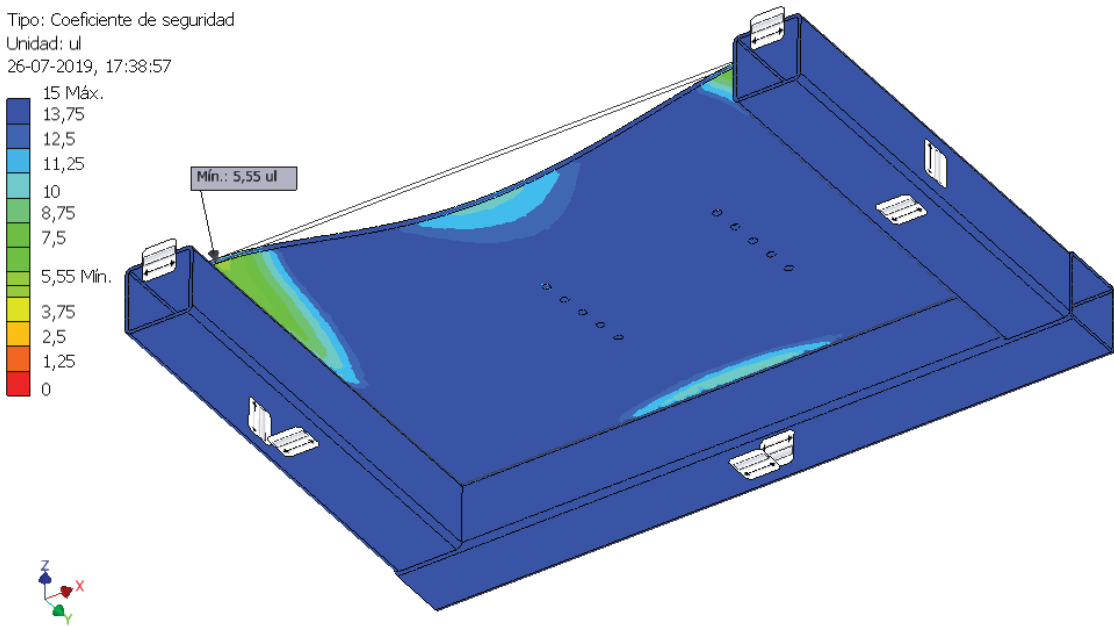


Fig. 112: Coeficiente de seguridad mínimo de la placa de montaje winche, trabajando con su carga máxima.
(Fuente: Elaboración propia)

5. COSTOS.

Para los costos se considerarán un 5% extra para trabajos de soldadura y preparación de la superficie de los perfiles en caso de requerirlo, porque a pesar de que algunos elementos sean comerciales y no requieran ser modificados, muchas veces en la práctica se les deben hacer pequeñas modificaciones.

Además, se agregan los costos para pintar el gimnasio, en este proceso se deben cubrir 502[m²] de superficie con 2 manos de anticorrosivo y una mano de pintura de terminación. Cada galón de pintura tiene un costo aproximado de \$20.000 y cubre más o menos 75[m²], por lo que se necesitan 42 galones con un costo total del \$420.000.

Denominación	N°Orden	Cant.	Costos	Detalle costos
Contenedor	1	1	\$10.505.170	ANEXO 24 a 30
Máquina de tren inferior	2	2	\$1.066.675	ANEXO 31 a 39
Máquina de tren superior	3	2	\$1.331.404	ANEXO 40 a 53
COSTO GIMNASIO MODULAR EXPANDIBLE			\$13.548.411	

*Tab. 24: Costos de fabricación y adquisición del gimnasio modular expandible.
(Fuente: Elaboración propia)*

Sumando el 5% de gastos para preparación de superficie más los gastos de pintura:

Costo gimnasio modular expandible	\$14.645.831
-----------------------------------	--------------

*Tab. 25: Costo total del gimnasio modular expandible.
(Fuente: Elaboración propia)*

Se realizó una tabla comparativa (Tab. 26) del costo final del gimnasio modular expandible con respecto al valor de venta de las 3 referencias mostradas en el apartado 2.2. La comparación toma en cuenta la capacidad de 8 a 12 personas para las 3 máquinas.

Gimnasio Modular Expandible	\$14.645.831
Outdoor container Hatlex	\$11.490.978
Trailer Fit	\$7.986.111
Containerized Gym Unit Functional Training Locker	\$5.550.000

*Tab. 26: Tabla comparativa del costo final del gimnasio modular con respecto a 2 de las referencias.
(Fuente: Elaboración propia)*

Los costos de cada uno de los gimnasios varían debido a la estructura y elementos que componen cada uno de estos. El costo más bajo corresponde a Containerized Gym Unit Functional Training Locker, debido a que esta implementado solamente con equipamiento deportivo y una estructura estática desmontable, además de su infraestructura que corresponde a la mitad de un contenedor de 20[pie].

El Outdoor container hatlex y el gimnasio modular expandible varían en el costo final, ya que tienen varias diferencias en el diseño, tales como despliegue e implementación. El costo del gimnasio modular expandible se ve elevado, ya que cuenta con despliegue semiautomático y maquinaria de entrenamiento en su interior, componentes con los que no cuentan los demás. También cuenta con una mayor capacidad en comparación a las demás referencias.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Se logro el diseño de un gimnasio modular expandible equipado con 4 máquinas multifuncionales y con capacidad de 12 personas.
- Que el gimnasio modular sea transportable permite su implementación en lugares periféricos de la ciudad, abarcando una mayor parte de la población que sufre de sobrepeso. Además, el traslado se debe realizar en un chasis que cuente con las dimensiones normalizadas para el transporte de contenedores de 20[pie] lo que hace del transporte una tarea más sencilla, ya que esta operación es común en Chile.
- Se recomienda rediseñar la estructura de las puertas lateral para optimizar el factor de seguridad y con esto disminuir los costos generales de fabricación y adquisición.
- Para que el gimnasio sea totalmente autónomo se recomienda sustituir los winches de corriente alterna por winches de corriente continua a baterías con el propósito de realizar una instalación de paneles solares que les proporcione la energía eléctrica.
- Para el diseño se utilizó un contenedor marítimo de 20[pie] del cual se modificaron las puertas laterales y el techo. Con esto se logró aumentar el volumen del gimnasio cuando se realiza el abatimiento completo de las paredes y el techo en un 355%, lo que permite la distribución de las máquinas en su posición de funcionamiento en un área de 60[m²]. Además, se le da una nueva función a un contenedor, ya no solo de transporte, sino que también de estructura principal para la ejecución de actividad física.

Además, se diseñó una máquina multifuncional de tren superior que cuando se encuentra totalmente desplegada en posición de funcionamiento tiene un volumen de 11[m³] el cual se disminuye en un 27% cuando se encuentra en la posición de transporte. Por otra parte, la máquina multifuncional de tren inferior en su posición de funcionamiento tiene un volumen de 12[m³] el que también se disminuye en un 41% cuando se encuentra en su posición de transporte. La variación en el volumen era necesario para el diseño, ya que se debía aprovechar

los espacios internos del contenedor para poder obtener una capacidad de 12 personas.

- La capacidad de cada máquina multifuncional se puede aumentar a 4 personas cada una. Para ello se debe optimizar la distribución de estas máquinas dentro del contenedor, con el objetivo de generar mayores espacios interno y con esto aumentaría la capacidad total de 12 a 16 personas.
- Los costos totales de la máquina son mayores al precio de venta de las referencias, debido a que técnicamente el gimnasio modular expandible cuenta con sistema de abatimiento de puertas laterales semi automático y 4 máquinas multifuncionales en su interior, implementación que no se encuentra en las demás referencias.

Además, las cuatro máquinas multifuncionales permiten que 12 personas estén realizando trabajo físico en simultaneo, capacidad mayor a las entregada por las referencias descritas en el apartado 2.2.

BIBLIOGRAFÍA

7.1 BIBLIOGRAFÍA.

- ✓ Adarmes, T., & Olavarrieta, S. (2016, Septiembre). Retrieved Agosto 24, 2018, from <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141590/Adarmes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- ✓ APR. (2018). *APR*. Retrieved from APR: <https://www.apr.es/sites/default/files/images/pdf/medidascontainers.pdf>.
- ✓ Cineticaing. (n.d.). <http://cineticaing.cl>. Retrieved from <http://cineticaing.cl/productos-izaje-grua-horquilla/yugo-espaciador-spreader-container-alzar.php>.
- ✓ Deployed Resources. (n.d.). *Deployed Resources*. Retrieved from <https://deployedresources.com/products/gyms/containerized-gym-unit/>.
- ✓ Ducasse. (n.d.). *Catalogo de ruedas para porton Ducasse*.
- ✓ Evolution Fit. (n.d.). *Evolution Fit*. Retrieved from <http://www.evolutionfit.it/en/exercises-database/rowing.aspx>.
- ✓ Evolution Fit. (n.d.). <https://evolutionfitmy.teamsystem.com>. Retrieved from <https://evolutionfitmy.teamsystem.com/enduser/main.html?v=1534619684214>.
- ✓ Hatlex. (n.d.). <https://www.hatlex.com>. Retrieved from <https://www.hatlex.com>: <https://www.hatlex.com>.
- ✓ Indura. (n.d.). *Manual de soldadura indura*.
- ✓ Machinedesign. (n.d.). <https://www.machinedesign.com/whats-difference-between/what-s-difference-between-failure-theories?fbclid=IwARIVROVMa83fChbzhbAoxaANII->

- OMBgMEdC7zDjqlWHmsY_tYMtVQb1HfFI*. Retrieved from https://www.machinedesign.com/whats-difference-between/what-s-difference-between-failure-theories?fbclid=IwAR1VROVMa83fChbzhhAoxaANII-OMBgMEdC7zDjqlWHmsY_tYMtVQb1HfFI.
- ✓ MINDEP. (2015). *www.mindep.cl*. Retrieved <http://www.mindep.cl/wp-content/uploads/2016/07/PRESENTACION-ENCUESTA-HABITOS-2015.pdf>, from <http://www.mindep.cl/wp-content/uploads/2016/07/PRESENTACION-ENCUESTA-HABITOS-2015.pdf>.
 - ✓ Ministerio de Salud [MINSAL]. (2016-2017). *minsal*. Retrieved Junio 25, 2018, from *minsal*: <http://www.minsal.cl>.
 - ✓ Ministerio de Salud. (2016-2017). *Encuesta Nacional de Salud*. Santiago.
 - ✓ Ministerio del Deporte [MINDEP]. (2015). Retrieved from www.mindep.cl.
 - ✓ MINSAL. (2016-2017). *Acerca de nosotros: Ministerio del Salud*. Retrieved Junio 26, 2018, from sitio web de Ministerio de Salud: http://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2017/11/ENS-2016-17_PRIMEROS-RESULTADOS.pdf.
 - ✓ Mobile fitness equipment. (n.d.). <https://www.mobilefitnessequipment.com>.
 - ✓ Mobile Fitness Equipment. (n.d.). *Mobile Fitness Equipment*. Retrieved from <http://www.mobilefitnessequipment.com/mobile-outdoor-gym-equipment-mfu/>.
 - ✓ Mobile Fitness Equipment. (n.d.). *Mobile Fitness Equipment*. Retrieved from <http://www.mobilefitnessequipment.com/mobile-outdoor-gym-equipment-trailerfit/>.
 - ✓ Nations, Food And Agriculture Organization Of The United. (2013). *Organización de las naciones Unidas para la Alimentación*. Retrieved Agosto 23, 2013, from <http://www.fao.org/docrep/018/i3300e/i3300e.pdf>.

- ✓ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (n.d.). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*.
- ✓ Pacificmarine. (n.d.). <http://www.pacificmarine.net>. Retrieved from <http://www.pacificmarine.net: http://www.pacificmarine.net/marine-deck/cargo-container-parts/stainless-steel-corner-castings.htm>.
- ✓ Patagonia. (n.d.). *patagonia*. Retrieved from patagonia.
- ✓ ProWinche. (n.d.). <https://prowinch.cl>. Retrieved from <https://prowinch.cl>.
- ✓ Salud, M. d. (2016-2007). *Encuesta Nacional de Salud*.
- ✓ Shigley. (n.d.). *Shigley*.
- ✓ VALDHER. (n.d.). *VHALDER sistema de nivelación y anti-vibración*.
- ✓ Zapler. (n.d.). www.zapler.com. Retrieved from www.zapler.com: https://www.zapler.com/noticias/wp-content/uploads/2013/04/PK-8502.jpg.

7.2 SIMBOLOGIA.

A	Área
a	Espesor mínimo de soldadura
C	Factores que afectan a la fatiga
c	Distancia a la fibra neutra
D	Masa de los discos
DCL	Diagrama de Cuerpo Libre
F	Fuerza ejercida por el individuo
F_r	Fuerza de roce
Hz	Hertz
I	Inercia
J_u	Segundo momento de inercia
K_f	Factor de concentración de esfuerzo
kg	Kilogramos
M	Momento flector
mm	Milímetro
min	Minutos
N	Factor de seguridad
r	Radio
s	Segundos
T	Masa de las placas, Momento de torsión
V	Volts
W	Masa de la persona
X	Coordenada
Y	Coordenada
Z	Coordenada
μ_e	Coefficiente de fricción estático
σ	Esfuerzo normal
σ_n	Límite de fatiga
σ_a	Esfuerzo normal alterno

σ_m	Esfuerzo normal medio
σ_y	Esfuerzo de fluencia
σ_u	Esfuerzo último o de tracción
τ	Esfuerzo cortante
τ_n	Límite de fatiga al corte
τ_a	Esfuerzo cortante alterno
τ_m	Esfuerzo cortante medio
τ_y	Esfuerzo de fluencia al corte
τ_u	Esfuerzo ultimo al corte
\emptyset	Diámetro
α	Angulo
$^{\circ}$	Grados

ANEXOS

ANEXO 1. Prevalence of obesity among adults.

	Prevalence of stunting among children (%)	Prevalence of micronutrient deficiencies and anaemia among children (%)			Prevalence of obesity among adults (%)
		Anaemia	Vitamin A deficiency	Iodine deficiency	
	Most recent observation	Most recent observation			2008
South America	11.5	42.5	12.4	2.9	21.6
Argentina	8.2	18.1	14.3	..	29.4
Bolivia (Plurinational State of)	27.2	51.6	21.8	19.0	18.9
Brazil	7.1	54.9	13.3	0.0	19.5
Chile	2.0	24.4	7.9	0.2	29.1
Colombia	12.7	27.7	5.9	6.4	18.1
Ecuador	29.0	37.9	14.7	0.0	22.0
French Guiana
Guyana	19.5	47.9	4.1	26.9	16.9
Paraguay	17.5	30.2	14.1	13.4	19.2
Peru	19.5	50.4	14.9	10.4	16.5
Suriname	10.7	25.7	18.0	..	25.8
Uruguay	13.9	19.1	11.9	..	23.6
Venezuela (Bolivarian Republic of)	13.4	33.1	9.4	0.0	30.8

(Fuente: (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Obtenido de: <http://www.fao.org/publications/es/>).

ANEXO 2. Clasificación del Índice de Masa Corporal (IMC).

CLASIFICACIÓN DEL IMC	
Bajo peso	<18.5
Peso normal	18.5 – 24.9
Sobrepeso	25 – 29.9
Obesidad	>30
Obesidad tipo I	30 – 34.9
Obesidad tipo II	35 – 39.9
Obesidad Mórbida	>40

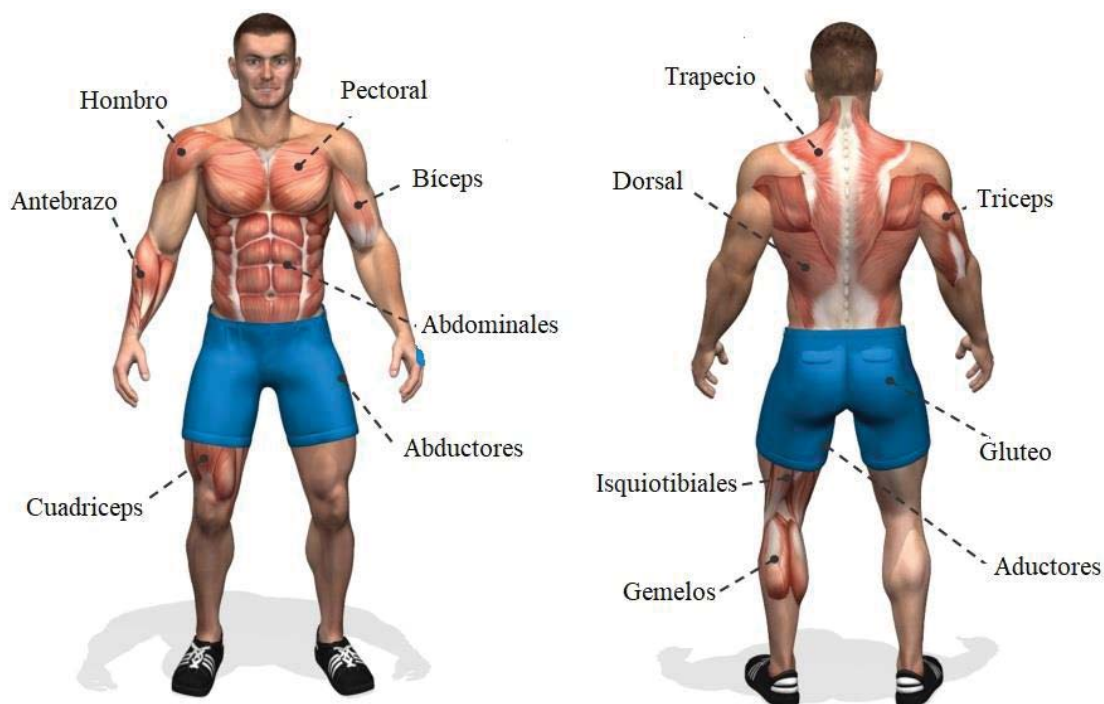
(Fuente: (<http://www.nutricionnivelusuario.com>, s.f.) Obtenido de: <http://www.nutricionnivelusuario.com/peso-imc-grasa-corporal-cuenta-adelgazar/>)

ANEXO 3. Inactividad física por país.

Lugar	País	Porcentaje Inactividad %	Población	Razón Inactivos/Población
6	Chile	68,2		17,388,437
24	España	50,2		46,773,055
38	Colombia	43,9		46,881,018
47	EEUU	40,5		314,102,623

(Fuente: (Adarmes & Olavarrieta, 2016). Obtenido de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/141590/Adarmes.pdf?sequence=1&isAllowed=y>).

ANEXO 4. Grupos musculares.



(Fuente: (Evolution Fit). Obtenido de: <http://www.evolutionfit.it/en/database-exercises.aspx>).

ANEXO 5. Contenedor marítimo 20’.



CONTENEDORES MARITIMOS 20 PIES

ESPECIFICACIONES

Los contenedores marítimos están hechos en base a estructura de acero, construidos con planchas de acero corten ondulado de 2,6 mm de espesor con tratamiento anticorrosivo y con piso de terciado marino de 30 mm de espesor.

SERVICIO DE TRANSPORTE
ENTREGAS POR PARTE DE NUESTRA EMPRESA:

- Cliente debe disponer de un acceso y terreno adecuado donde posicionar.
- La rampla mide 22 metros de largo, carga y descarga hacia los costados.

En tanto el lugar de entrega debe cumplir con lo siguiente:

- Altura para garantizar ingreso del camión 4,40 mts. Tendido eléctrico, telefónico, galpones, etc., deben superar esta medida.
- Acceso calle: 7,5 mts de ancho. Portón mínimo 5 mts de ancho.
- Área de descarga libre: 30 mts de largo, 5 mts de ancho y 4,40 mts de alto.

IMPORTANTE: Si cualquiera de estas condiciones no se cumpliera y a consecuencia de esto la descarga resulte compleja o se requiera tiempo adicional, se incurrirá en costos adicionales.

Tiempo estimado para la descarga 40 min desde llegado el camión al punto de entrega, cada 30 min adicionales el costo es de \$40.000 + IVA. EN CASO DE QUE EL EQUIPO CONTRATADO NO SEA CAPAZ DE EJECUTAR EL TRABAJO, SE FACTURARA EL FALSO FLETE.

- **RETIROS POR PARTE DE CLIENTE DESDE NUESTRO DEPOSITO:** En caso de que el traslado del contenedor sea realizado por el cliente, se exigirá transporte que posea "piñas" o sistema de anclaje "twist lock" para fijar el contenedor a la rampla/chassis cumpliendo con la normativa vigente. Caso contrario el contenedor no será entregado en nuestro depósito y los costos serán asumidos por el cliente.

FICHA DE PRODUCTO

Dimensiones externas	
Largo	6,058 metros
Alto	2,591 metros
Ancho	2,436 metros
Ancho puertas	2,342 metros
Alto puertas	2,260 metros

Dimensiones internas	
Largo	5,900 metros
Alto	2,386 metros
Ancho	2,352 metros
Capacidad Volumétrica	33 metros cúbicos
Capacidad de Pallets	12 pallets x Cort.
Dimensiones	15 metros cuad.

Pecos	
Contenedor vacío	2240 Kg.
Capacidad neta de carga	21760 Kg.
Capacidad bruta de carga	24000 Kg.



Ideales para bodega

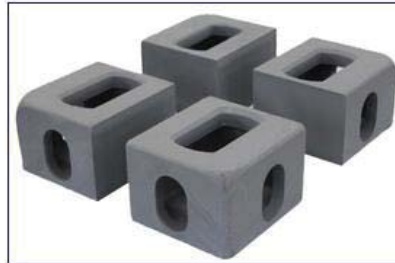


Gran robustez y capacidad

(Fuente: (patagonia), Obtenido de: <http://www.containerspatagonia.cl/wp-content/uploads/2017/03/Contenedores-Maritimos-de-6-metros-20-pies.pdf>)

ANEXO 6. ISO 1161, Container Corner Castings.

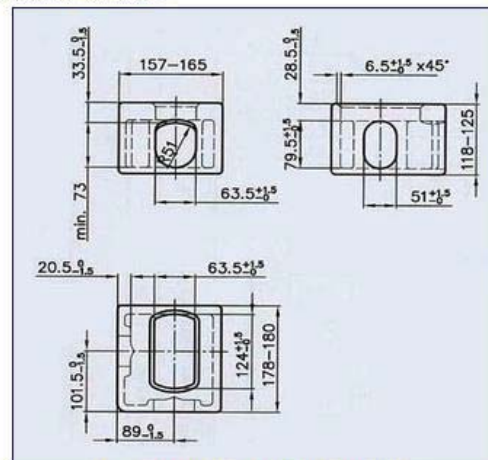
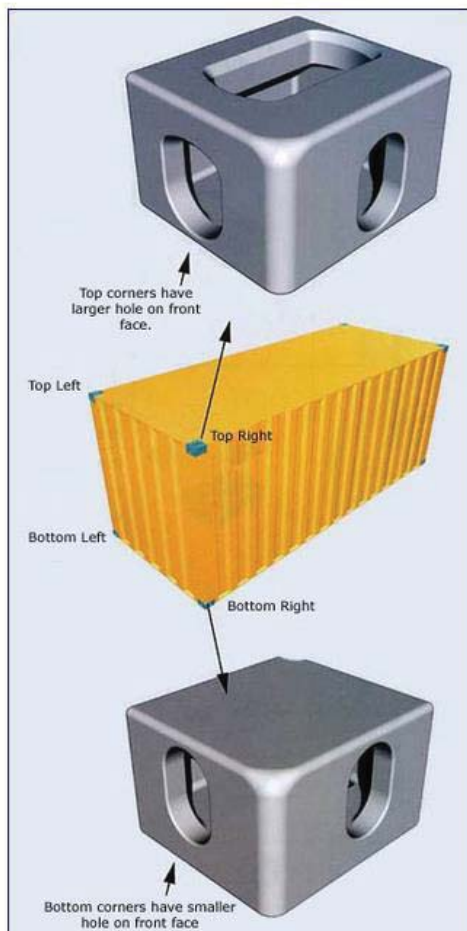
ISO 1161 304 Stainless Steel Container Corner Castings



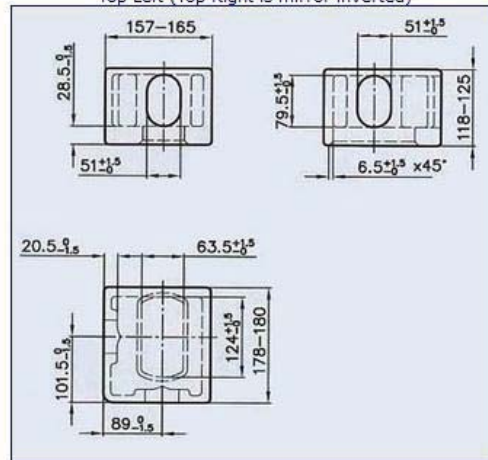
Sold in sets of 8 container corner castings (or individually)
176 lbs weight per set / 22 lbs. each

Meets the ISO Standard (ISO 1161) for Container Corner Castings in 304 Stainless Steel

There are 2 each of 4 different marine shipping container corner castings per set:
Bottom Left, Bottom Right and Top Left and Top Right



Top Left (Top Right is mirror inverted)



Bottom Left (Bottom Right is mirror inverted)

(Fuente: (pacificmarine), Obtenido de: <http://www.pacificmarine.net/marine-deck/cargo-container-parts/stainless-steel-corner-castings.htm>).

ANEXO 7. Yugo spreader para containers – CYSC Contenedores de 10, 20 y 40 pies



Productos especiales

Solicitar

Modelo y especificaciones del yugo spreader para containers.

Modelo	Tamaño del container	Carga total (Ton)
CYSC-10-14-X	10 pies	14
CYSC-20-24-X	20 pies	24
CYSC-20-32-X	20 pies	32
CYSC-40-32-X	40 pies	32

(Fuente: (cineticaing), Obtenido de: <http://cineticaing.cl/productos-izaje-grua-horquilla/yugo-espaciador-spreader-container-alzar.php>)

ANEXO 8. Winch Malacate 600 Kg 220V 50/60HZ.



Imágenes Referenciales

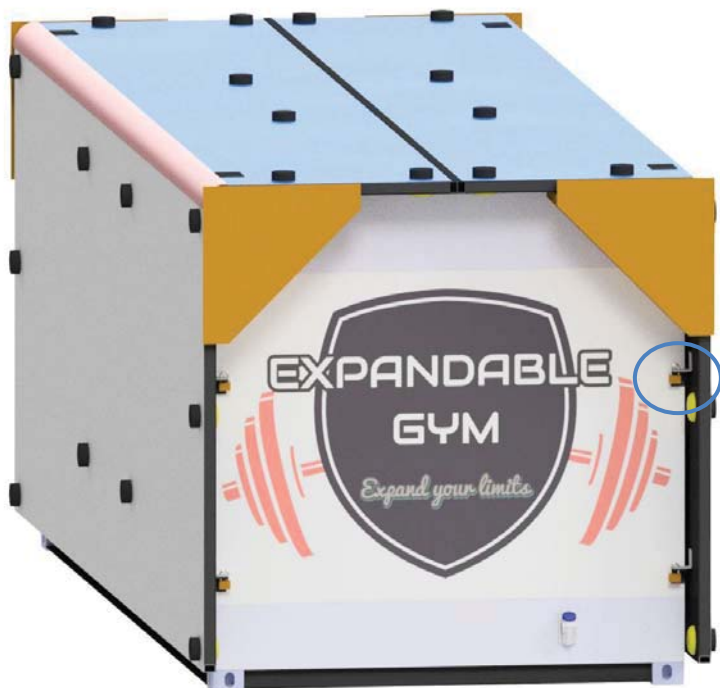
TECHNICAL PARAMETERS / PARÁMETROS TÉCNICOS

Code / Código	PWG600
Capacity 1st layer: Capacidad 1ª Capa:	1.340 lb 608 kg
Speed: Velocidad:	42,5 ~ 72 ft/min 13 ~ 22 Mts/min
Voltage: Voltaje:	220v 50/60 Hz
Motor Power: Potencia Motor:	2 Hp
Application: Aplicación:	Lifting & Pulling Izaje y Arrastre
Total weight aprox.: Peso Total approx:	137 lb 62 kg
IWRC Rope: Cable:	17/64" 6,8 mm
Total Range: Alcance Maximo:	197 ft 60 Mts
Standard: Norma:	ASME B30.7 / B30.10 / ANSI-AWS D14.3 / RR-W-410E / ISO2232
Electromagnetic Brake: Freno electromagnetico:	>125% >125%
Warranty: 3 Years / Certification Valid for 1 year 10 Years Parts and Service Availability	
Garantía: 3 Años / Vigencia de Certificación 1 año 10 Años de disponibilidad de Repuestos y Servicio	

(Fuente: (ProWinche), obtenido de: <https://prowinch.cl/buscar.php?from=1&tipoz=82>)

ANEXO 9. Candado para la sujeción de la puerta lateral.

Vista Frontal.

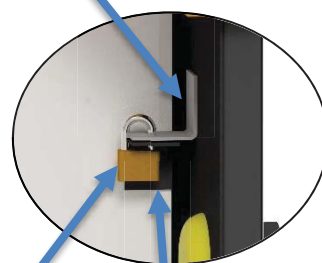


Tanto en la vista frontal como en la posterior se encuentran 4 candados de seguridad.

Vista Posterior.



Pletina seguro



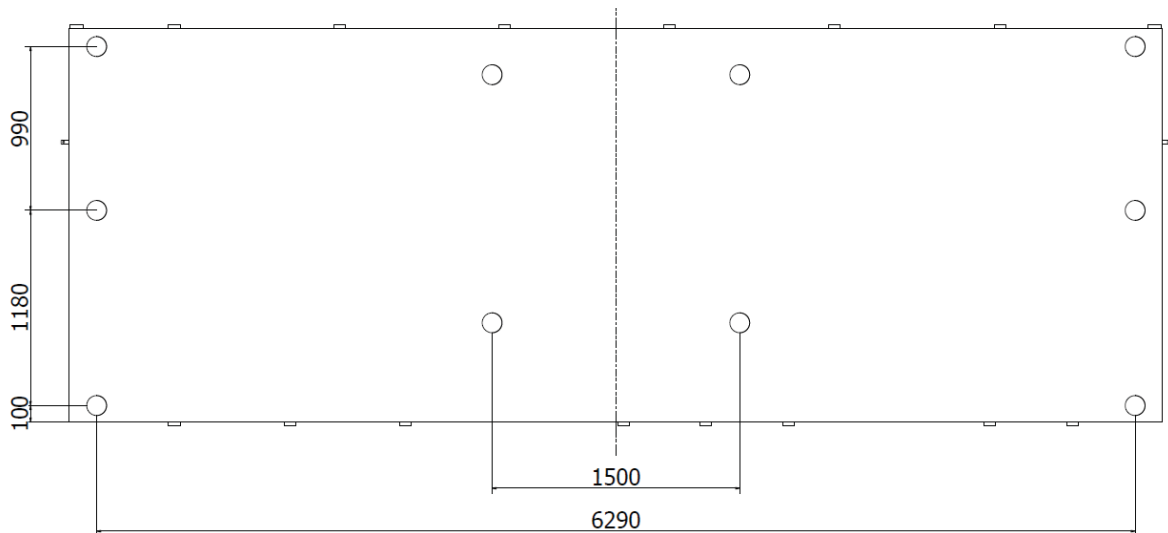
Candado

Pletina segura

ANEXO 10. Disposición de soportes niveladores en la estructura de la puerta lateral y tapa superior.

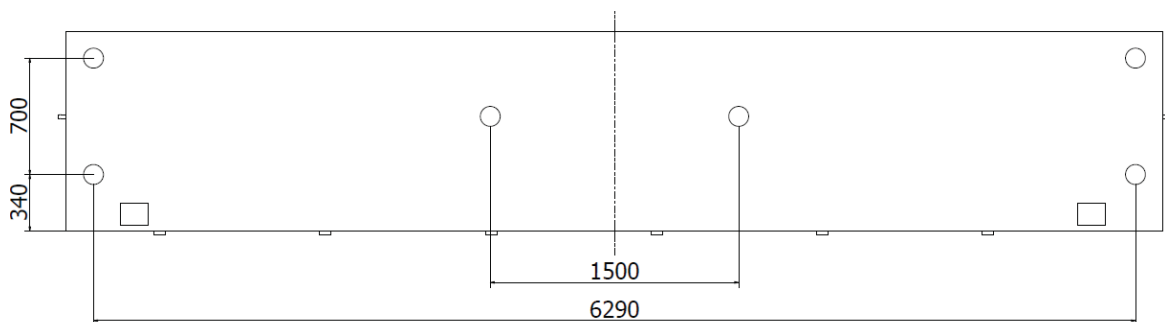
Puerta Lateral.

- Esta disposición otorga 10 puntos de contacto para realizar la compensación de altura que existe con respecto al suelo. Además disminuye la deflexión de la estructura al momento de operar con la capacidad máxima.



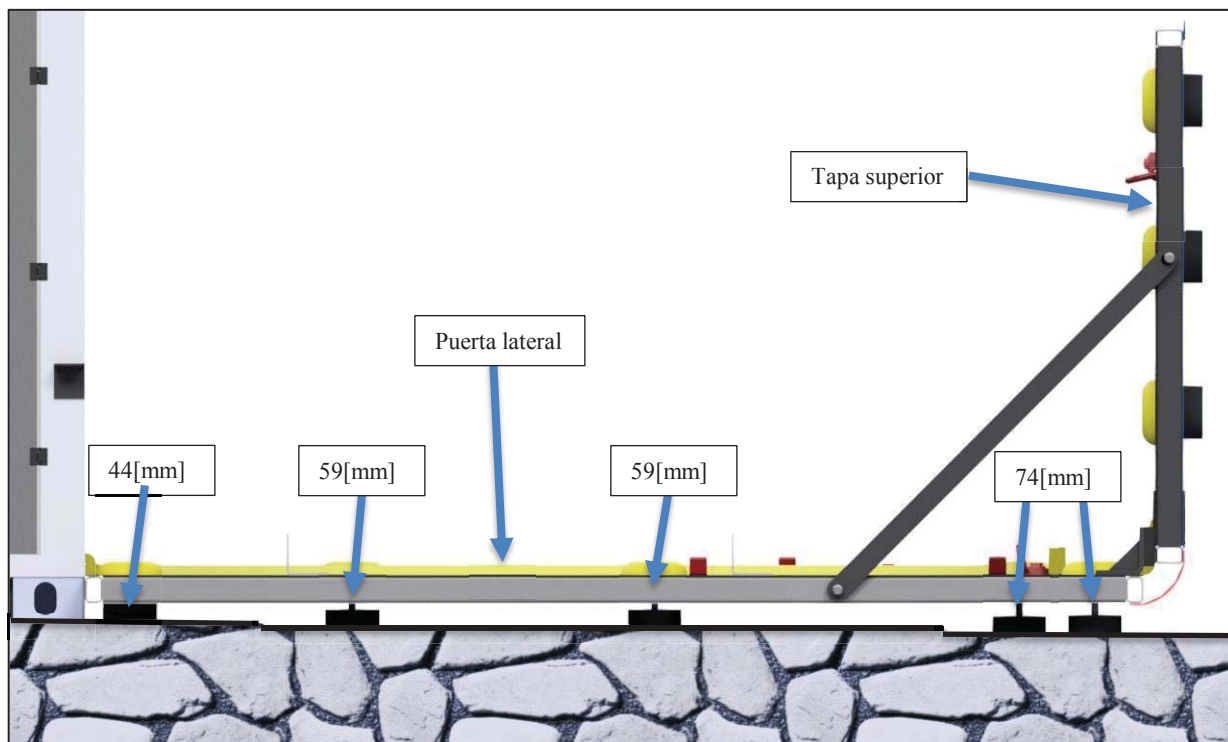
Tapa Superior.

- Esta disposición otorga 6 puntos de contacto para realizar la compensación de altura que existe con respecto al suelo. Cuenta con menos cantidad de soporte niveladores, ya que esta estructura soporta menos carga que la puerta lateral.

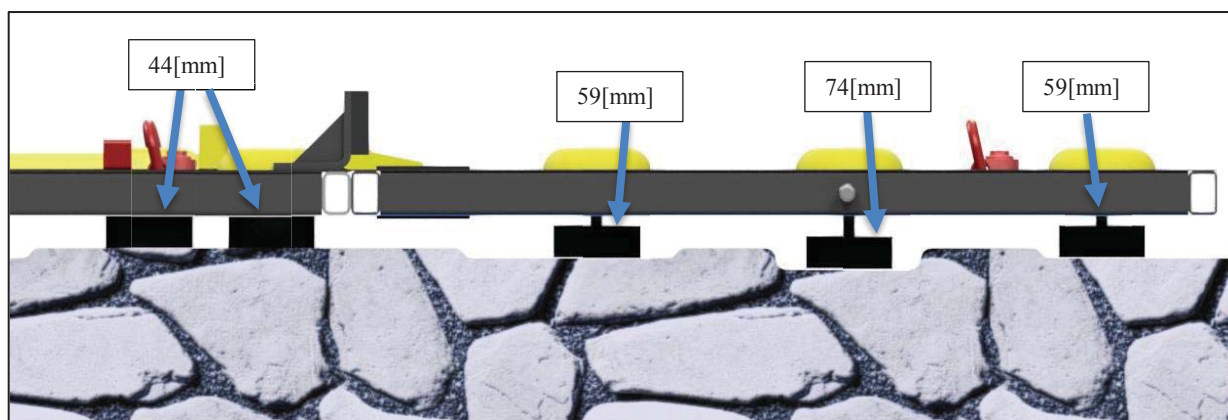


ANEXO 11. Regulación máxima, intermedia y mínima para compensar altura con respecto al suelo de la puerta lateral y tapa superior.

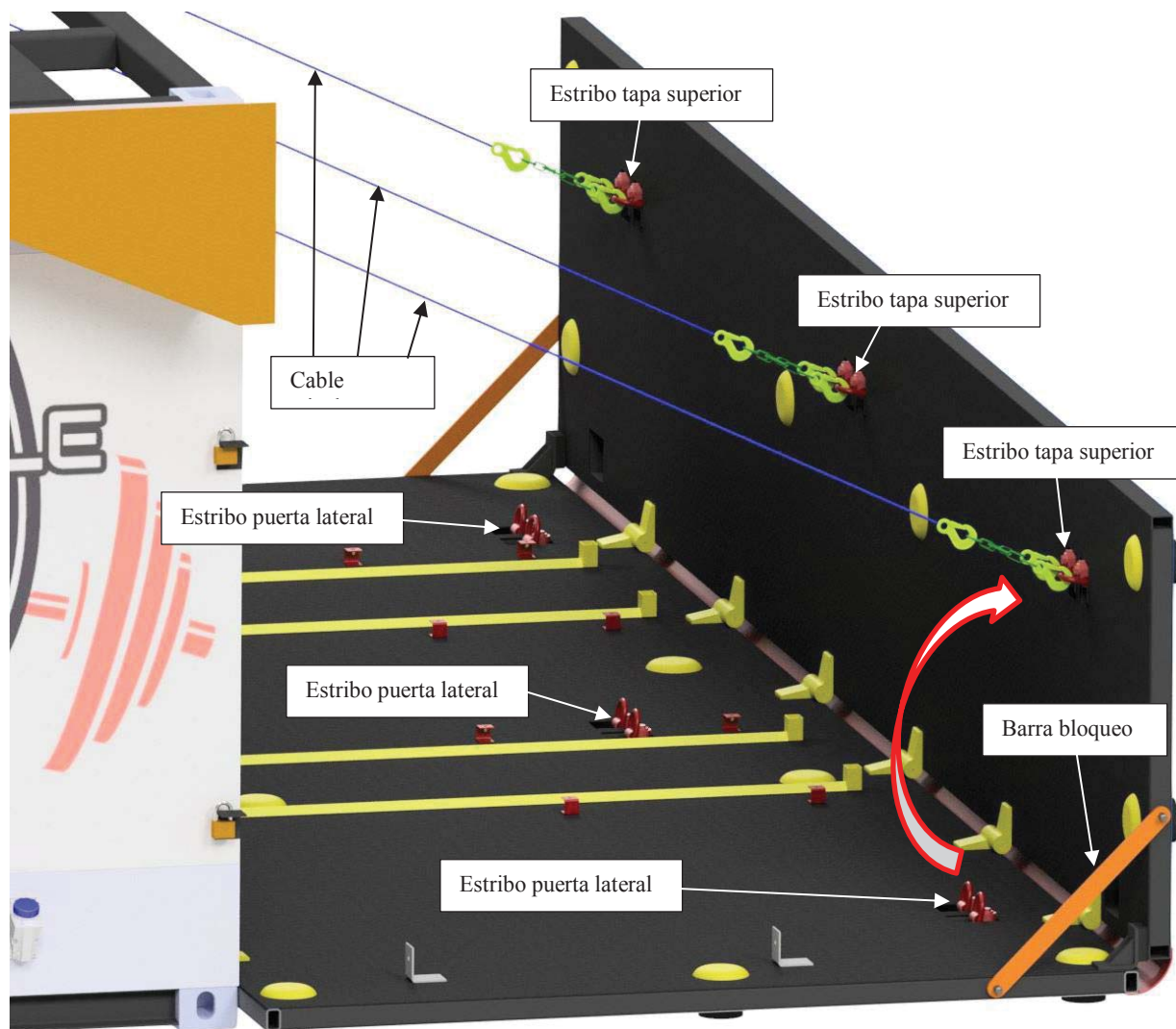
Regulación puerta lateral.

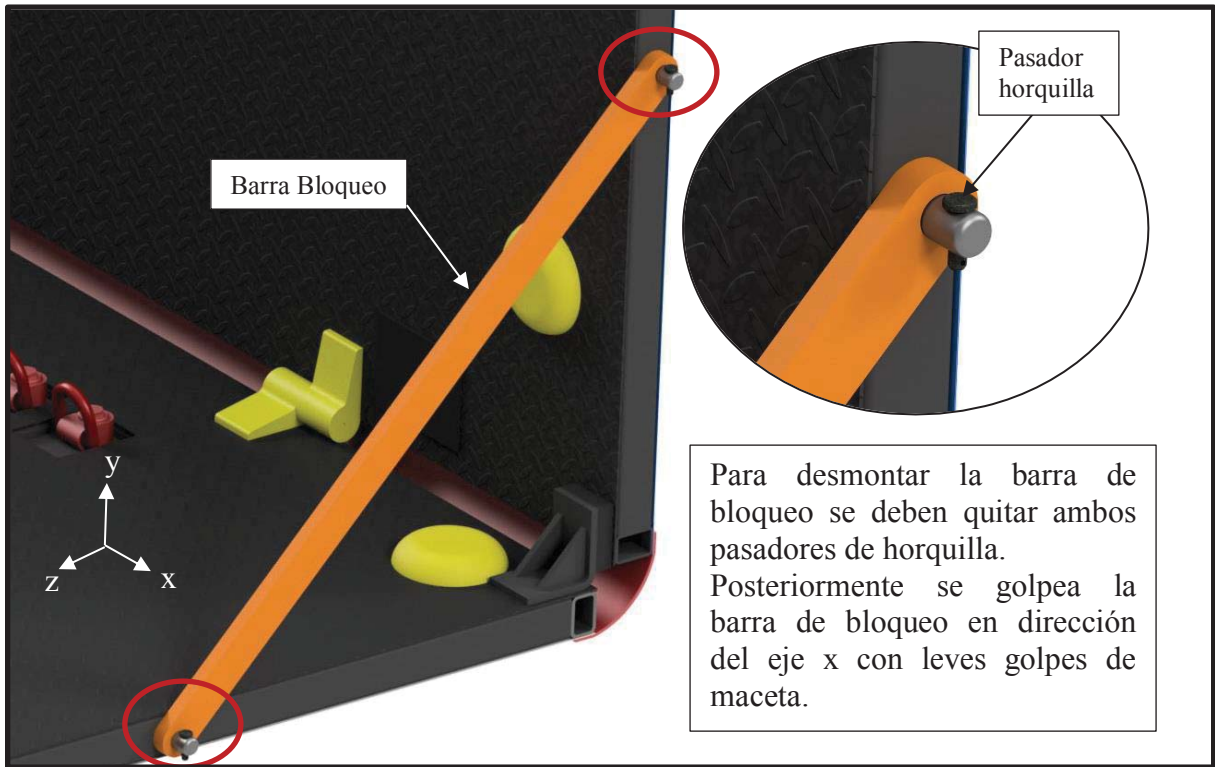


Regulación tapa superior.

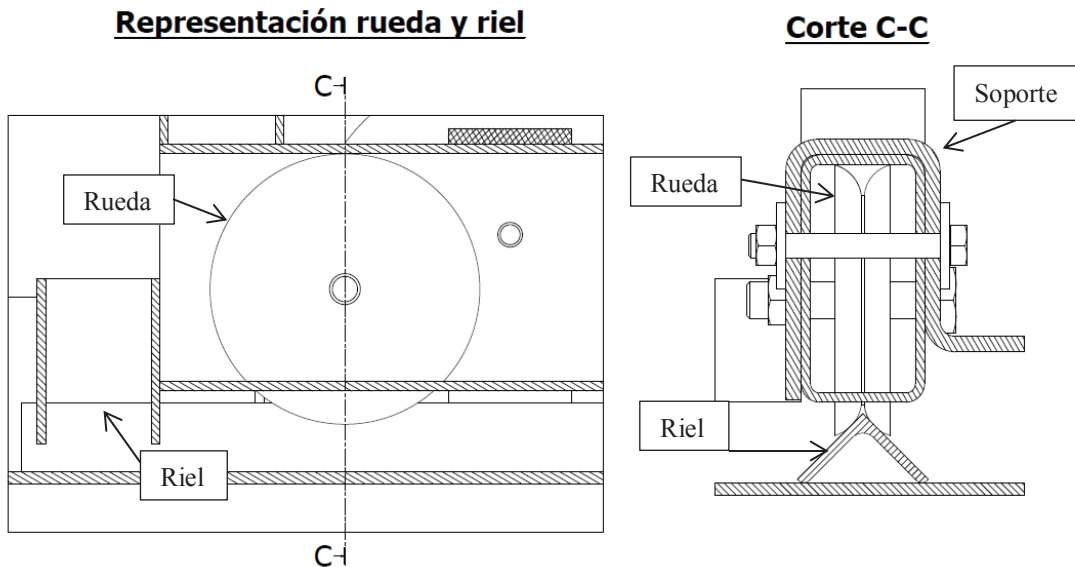


ANEXO 12. Sujeción de ganchos para el abatimiento de la tapa superior.

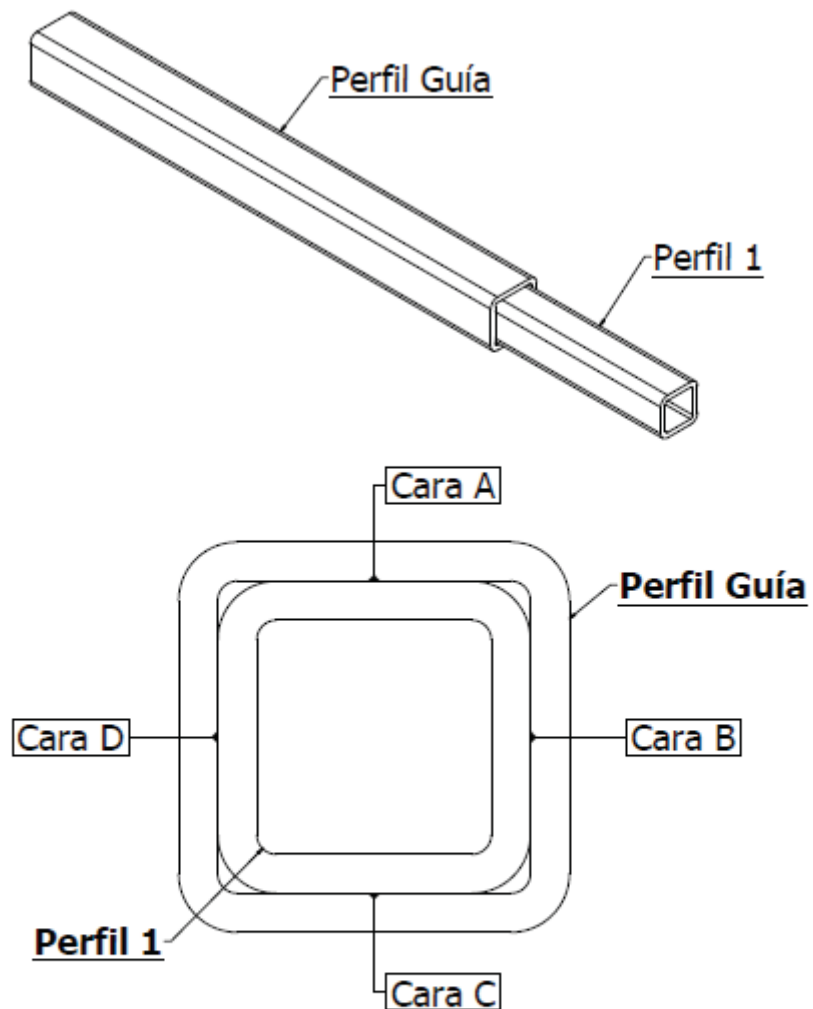




ANEXO. 13: Representación de rueda sobre el riel.



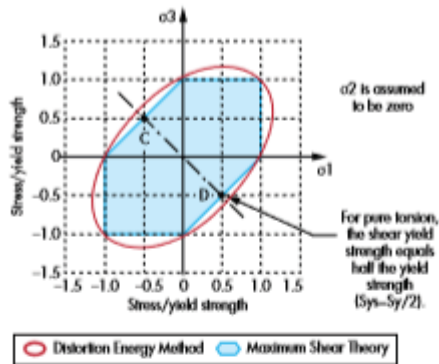
ANEXO 14. Representación de la unión del perfil 1 con respecto al perfil guía.



Al insertar el perfil 1 dentro del perfil guía se generan restricciones que impiden el movimiento en las direcciones normales a las caras A, B, C y D.

(Fuente: Elaboración propia)

ANEXO 15. Factores de seguridad recomendados para cargas estáticas y dinámicas.



3. This is a simple graphic representation of the difference between distortion energy method and maximum shear stress theory.

can reduce the FoS.

An FoS is normally established by design codes, standards, and governing bodies like the American Society of Mechanical Engineers and the U.S. Department of Defense (DoD). However, if regulatory guidelines don't exist, some general values designs should be followed. The FoS is referred to in different ways, so don't let different terminology confuse you. Design factor, safety factor, N-value, and FoS all refer to the same thing.

The FoS is also changed by the ductility of materials and confidence in design material.

DUCTILE MATERIALS⁹

1. FoS = 1.25 to 2.0, structures under static loads where there is a high level of confidence in the design data.

TABLE 3: TYPICAL OVERALL FACTORS OF SAFETY	
Equipment	Factor of Safety (FoS)
Aircraft components	1.5 - 2.5
Bolts	8.5
Cast-iron wheels	20
Engine components	6 - 8
Heavy duty shafting	10 - 12
Lifting equipment - hooks ..	8 - 9
Turbine components - static	6 - 8
Turbine components - rotating	2 - 3
Spring, large heavy duty	4.5
Structural steelwork in buildings	4 - 6
Structural steelwork in bridges	5 - 7

Source: EngineeringToolBox.com

2. FoS = 2.0 to 2.5, for dynamic loading with average confidence in design data.
3. FoS = 2.5 to 4.0, for static structures or machine elements under dynamic loading with uncertain: loads, material properties, stress analysis, or environment.
4. FoS = 4.0 or higher, static structure or machine elements under dynamic loading with an uncertain combination of loads.

BRITTLE MATERIALS⁹

5. FoS = 3.0 to 4.0, for static loads with high levels of confidence on all data.

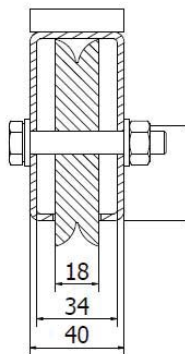
1. FoS = 4.0 to 8.0, for static loads with uncertainty about: loads, material properties, stress analysis, or environment.

In summary, knowing how failure theory works and how the level of confidence can reduce the FoS will reduce material and weight in a design.

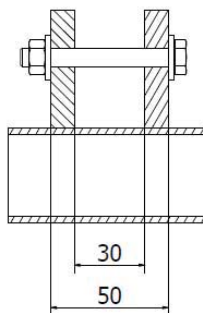
(Fuente: (machinedesign), Obtenido de: https://www.machinedesign.com/whats-differencebetween/whats-difference-between-failure-theories?fbclid=IwAR3mQi_pvH6F2fYuZaKqWEENEHuhdvh-ESmirPSun_F6Uwlfj_dWCbMQ0Sc)

ANEXO 16. Tipos de elementos de sujeción para las máquinas multifuncionales.

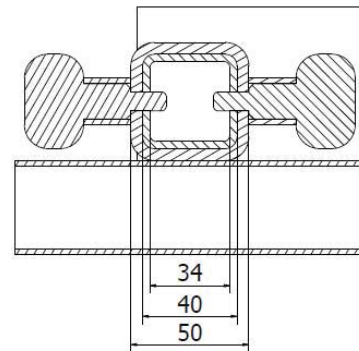
DCL perno de sujeción (A)



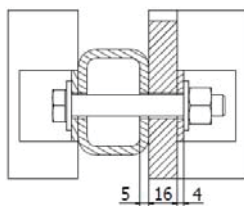
Perno para articulación (B)



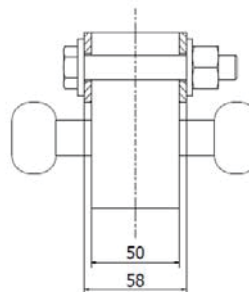
Pasador aguja (C)



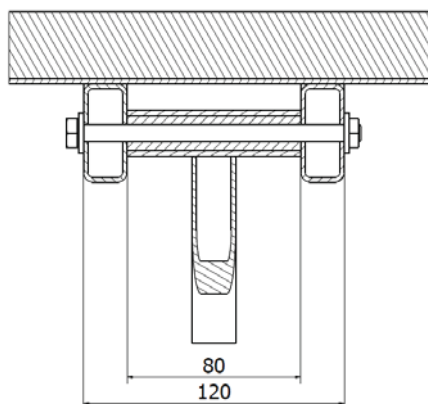
Sujeción palanca curl (D)



Sujeción máquina press de piernas (E)



Perno de unión (F)



ANEXO 17. Métodos de cálculo para los elementos de sujeción.

- a) Falla por corte: La fuerza aplicada en cada elemento produce reacciones en ambos extremos de la fijación, estas reacciones producen esfuerzos cortantes en el elemento. Puede estar sujeto a fuerza cortante simple (pasador aguja “C”) o a cortante doble (perno de sujeción “A” y perno para articulación “B”), esta condición se representa con una letra “n”. Para el cálculo del diámetro se utilizó la ecuación del esfuerzo cortante, donde “F” representa la carga aplicada y “A” el área transversal del elemento de sujeción.

$$\tau = \frac{F}{nA} \quad (4.1)$$

- b) Falla por aplastamiento: La fuerza aplicada tiende a aplastar el elemento de sujeción con respecto a las piezas laterales de enganche (Fig. 68), por lo que se debe conocer el comportamiento de estos elementos. Para este cálculo se analizó el comportamiento del elemento de sujeción como también el de la pieza de enganche, utilizando la fórmula de esfuerzos normales, donde “F” es la fuerza aplicada y “A” corresponde al área perpendicular a la carga aplicada.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (4.2)$$

- c) Falla por fatiga: Para este cálculo se consideró una carga intermitente la cual varía desde cero hasta un valor máximo (Tab.9) por más de un millón de ciclos, por lo que se realizara el cálculo para que el pasador cuente con vida infinita. Se utilizó la ecuación de diseño para determinar el diámetro del pasador, tanto para esfuerzos normales (4.3) como para esfuerzos cortantes (4.4).

$$\frac{1}{N} = \frac{\sigma_m}{\sigma_y} + \frac{K_f * \sigma_a}{C * \sigma_n} \quad (4.3)$$

$$\frac{1}{N} = \frac{\tau_m}{\tau_y} + \frac{K_f * \tau_a}{C * \tau_n} \quad (4.4)$$

- d) Falla por flexión: Para este cálculo se toma en consideración el momento flector que genera la carga máxima aplicada en el elemento, además del momento máximo que se genera en esa zona. Se utilizó la ecuación de esfuerzo normal, donde se obtiene el diámetro mínimo con el que puede trabajar el elemento. El “M” corresponde al momento máximo en la zona de análisis, el “c” es la distancia a la fibra neutra del elemento y el “I” corresponde a la inercia.

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (4.5)$$

ANEXO 18.

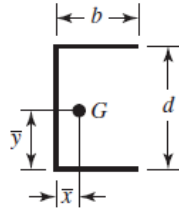


Fig. 113: Representación de la unión de soldadura de filete empleada en la Fig.59.
(Fuente: Elaboración propia)

$$A = 0.707h(2b + d) \quad (4.5)$$

$$x = \frac{b^2}{2b+d} \quad (4.6)$$

$$y = d/2 \quad (4.7)$$

$$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d) \quad (4.8)$$

$$\sigma_n = \frac{Mc}{I_u} \quad (4.9)$$

$$\tau = \frac{V}{l} \quad (4.10)$$

$$J_u = \frac{8b^3+6bd^2+d^3}{12} - \frac{b^4}{2b+d} \quad (4.11)$$

$$\tau_n = \frac{Tr}{J_u} \quad (4.12)$$

Las fuerzas que actúan sobre la soldadura provocan esfuerzos normales (formula 4.9 y 4.10), debido a la fuerza cortante y flexión. Para la ejecución del cálculo se aplica la fórmula 4.9 y 4.10. Teniendo estos valores se procede a calcular un esfuerzo equivalente

σ_e (Formula 4.11), el cual permite calcular el espesor mínimo de soldadura “a” (formula 4.12).

$$\sigma_e = \sqrt{\tau^2 + \sigma_n^2} \quad (4.11)$$

$$a = \frac{\sigma_e}{\sigma_{ye}} \quad (4.12)$$

ANEXO 19. Soldadura Indura E-6010.

SISTEMA ARCO MANUAL

INDURA 6010

Clasificación AWS: E-6010 / E-4310

- Electrodo para acero al carbono
- Revestimiento celulósico sódico. Color rojo
- Toda posición

- Corriente continua, electrodo positivo
- Certificado anualmente por American Bureau of Shipping, Lloyd's Register of Shipping, Germanischer Lloyd, Nippon Kaiji Kyokai

Descripción

Electrodo con polvo de hierro en el revestimiento, que permite una velocidad de depósito mayor y una aplicación más fácil, junto con propiedades mecánicas sobresalientes. La estabilidad del arco y el escudo protector que da el revestimiento ayudan a dirigir el depósito reduciendo la tendencia a socavar. Está diseñado según los últimos adelantos técnicos para lograr óptimos resultados prácticos.

Usos

Este electrodo tiene un campo de aplicación muy amplio, en especial cuando es necesario soldar en toda posición.

Aplicaciones típicas

- Estanques
- Estructuras
- Planchas corrientes y galvanizadas
- Tuberías de presión
- Cañerías
- Barcos

Procedimiento para soldar

Para obtener los mejores resultados, se recomienda un arco de longitud mediana que permita controlar mejor la forma y aspecto del cordón.

Para soldadura de filetes planos y horizontales, se recomienda mantener el electrodo a 45° con cada plancha, oscilándolo en el sentido del avance. El movimiento adelante tiene por objeto obtener buena penetración y el movimiento hacia atrás controla la socavación y la forma del cordón.

En la soldadura vertical se recomienda llevar el electrodo en un ángulo de casi 90°, inclinándolo ligeramente en el sentido de avance.

Se debe llevar un movimiento de valvén, alargando el arco para no depositar metal en el movimiento hacia arriba y luego acortándolo para depositar en el cráter y así controlar las dimensiones del depósito y la socavación.

Composición química (típica del metal depositado):

C 0,11%; Mn 0,55%; Si 0,24%; P 0,014%; S 0,008%

Características típicas del metal depositado (según norma AWS: A5.1/A5.1M-04):

Resultados de pruebas de tracción con probetas de metal de aporte	Requerimientos	Energía Absorbida Cn-v	Requerimientos
Resistencia a la tracción : 600 MPa	430 MPa	38J a -30°C	27J a -30°C
Límite de fluencia : 414 MPa	330 MPa		
Alargamiento en 60 mm : 26%	22%		

Amperajes recomendados:


Diámetro mm	Longitud mm	Amperaje		Electrodos x kg aprox.
		mín.	máx.	
2,4	300	60	90	76
3,2	350	80	110	36
4,0	350	110	160	24
4,8	350	160	200	17


(Fuente: (Indura) Obtenido de: Manual de soldadura indura.)

ANEXO 20. Catalogo cables.



CABLES DE ACERO PLASTIFICADOS PVC

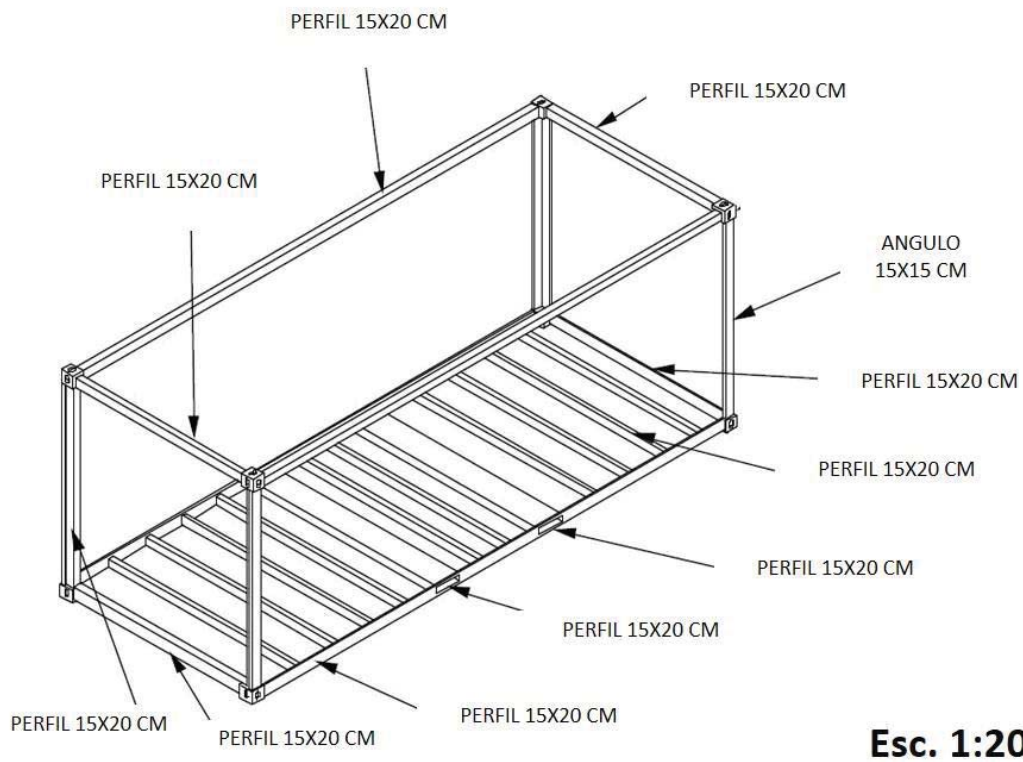
Cable de acero Ø mm	Recubrimiento	Fuerza mínima de rotura 1570 N/mm ² (kN)	 <p>6x7+FC</p>
2x4	PVC o POLIAMIDA	2,60	
3x5	PVC o POLIAMIDA	5,86	
4x6	PVC o POLIAMIDA	10,4	
5x7	PVC o POLIAMIDA	16,3	
6x8	PVC o POLIAMIDA	23,4	
EN 12385-4			

Cable de acero Ø mm	Recubrimiento	Fuerza mínima de rotura 1570 N/mm ² (kN)	 <p>6x19+FC</p>
6x8	PVC o POLIAMIDA	21,7	
8x10	PVC o POLIAMIDA	38,5	
10x12	PVC o POLIAMIDA	60,2	
12x14	PVC o POLIAMIDA	86,6	
EN 12385-4			



(Fuente: Catalogo de acero, Ibérica de cable y elevación)

ANEXO 21. Estructura de un contenedor marítimo de 20[pie].



(Fuente: <https://2.bp.blogspot.com/-sbc0a4Vi82o/WwbdYlmBcSI/AAAAAAAAZMY/UwzuXvJNNzU8md2rQy9HNDWvuHmOcYKXACLCBGAs/s1600/containers%2BTEORICA%2B2018X.jpg>)

ANEXO 22. Catalogo soporte nivelador.



OPCION CON PAD DE HULE NEOPRENO
ANTIDERRAPANTE *PRECIO EXTRA*

MODELO	CUERDA	LARGO DE CUERDA	GALVANIZADO	INOXIDABLE T-304
MT-2/M12	M12	50mm	SI	SI
MT-2/1/2"-2	1/2" STD	2"	SI	SI
MT-2/1/2"-3.5	1/2" STD	3.5"	SI	SI
MT-2/ 3/8-2	3/8 STD	2"	SI	SI

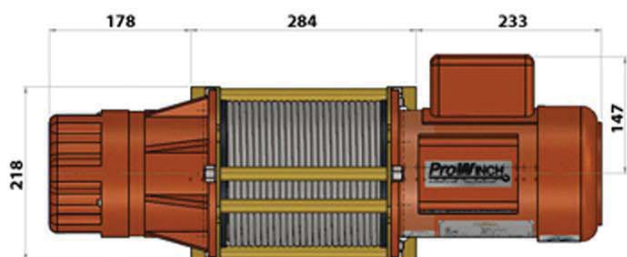
CARACTERÍSTICAS:

Nivelador de usos múltiples con capacidad de carga estática hasta de 200 Kg.

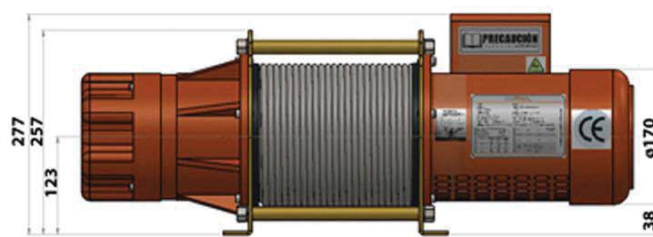
Fuente: (VALDHER), Obtenido de: <https://drive.google.com/file/d/1JfPw1WHCh86A8E5Kc54L-EtVoGKYxFmR/view>

ANEXO 23. Dimensiones en mm del winche malacate 600 Kg 220V 50/60HZ.

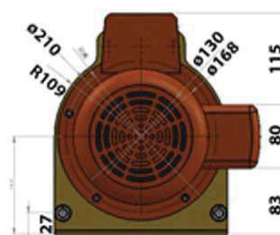
Dimensions in mm / Dimensiones en mm
Tolerancia ± 2 mm



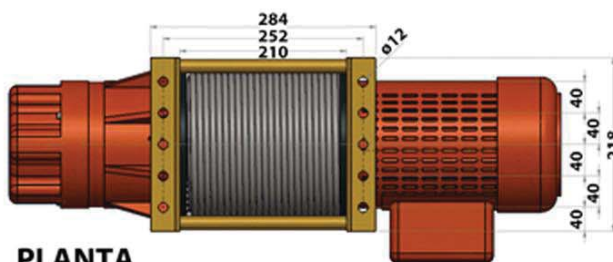
PLANTA SUPERIOR



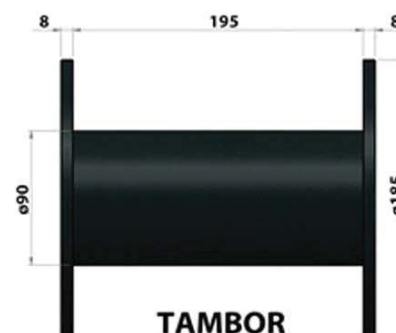
PLANTA ELEVACION



LATERAL IZQUIERDO




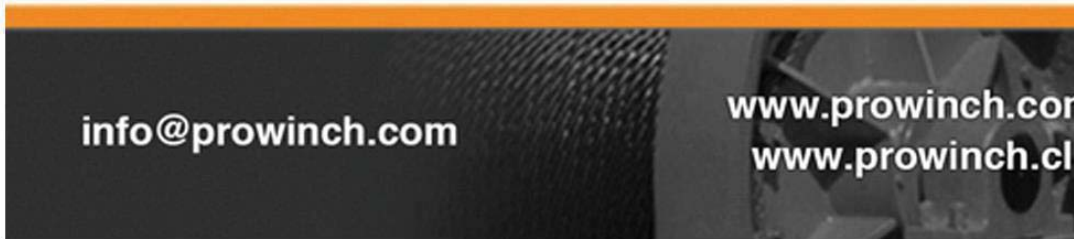
PLANTA INFERIOR



TAMBOR

(Fuente: (ProWinche), obtenido de: https://www.autopro.cl/prowinch.cl/images/g_PWG600.jpg)

SERVICE TYPE / TIPO DE SERVICIO			
►SERVICE/SERVICIO	►LOAD / CARGA	► TIME / TIEMPO	► MAINTENANCE (Months) / MANTENIMIENTO (meses)
Normal	< 65%	< 25%	6 ~ 12
Heavy / Pesado	> 65%	> 25%	3 ~ 6
Severe / Severo	 Abnormal Conditions En condiciones Anormales <i>Environmental, Geographical y Risky</i> <i>Ambientales, Geográficas y Riesgosas</i>		1 ~ 3
	< 100%	< Duty Cycle limit < Límite Ciclo de Trabajo	



(Fuente: (ProWinche), obtenido de: https://www.autopro.cl/prowinch.cl/images/g_PWG600.jpg)

ANEXO 24. Costos de fabricación subconjunto 1.1.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 1.1											
			MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA			COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	SUB TOTAL	
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	\$	\$
1.1.1	Contenedor comercial	1	4	\$28.000	0,5	\$4.500	24	\$156.000	\$188.500	\$1.300.000	\$1.488.500
1.1.6	Protección	8	1,5	\$10.500	0	\$0	1	\$6.500	\$17.000	\$2.600	\$19.600
1.1.8	Sujeción	16	2	\$14.000	0,5	\$4.500	0	\$0	\$18.500	\$1.300	\$19.800
1.1.10	Plancha suelo	1	0,5	\$3.500	0	\$0	5	\$32.500	\$36.000	\$318.500	\$354.500
1.1.11	Tope	8	1	\$7.000	0	\$0	1	\$6.500	\$13.500	\$1.300	\$14.800
1.1.13	Placa montaje	6	0,5	\$3.500	1	\$9.000	2	\$13.000	\$25.500	\$162.500	\$188.000
TOTAL									\$299.000	\$1.786.200	\$2.085.200

ANEXO 25. Costos de adquisición subconjunto 1.1.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 1.1				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
1.1.2	Goma A	12	Tira 2100x60x15mm	\$4.000
1.1.3	Gancho candado	4	A270ES	\$650
1.1.4	Candado	8	Candado InoxTop	\$40.000
1.1.5	Toma corriente	1	Enchufe embra	\$9.000
1.1.7	Bisagra	16	A42 - 27ES	\$40.000
1.1.9	Perno sujeción	16	Perno M10x1,5	\$11.040
1.1.12	Riel A	4	Perfil L30x30x3 - L1160mm	\$5.200
1.1.14	Winche	6	Pro-Winche PWG450i	\$3.600.000
1.1.15	Bisagra B	7	Bisagra 3"x3" Scanavini	\$37.030
1.1.16	Gabinete	1	ASTM A36	\$3.000
1.1.17	Sujeción winche	1	Perno, golilla y tuerca	\$12.000
1.1.18	Pack barra olímpica	3	Barra olímpica	\$570.000
1.1.19	Sujeción A	8	Perno, golilla y tuerca M12x1,5	\$4.000
1.1.20	Puerta	1	Chapa	\$20.000
1.1.21	Soporte A	1	Soporte vertical de pared barra	\$25.000
1.1.22	Soporte B	1	Soporte vertical de pared discos	\$20.000
1.1.23	Perfil A	4	Perfil 100x100x6 - L2140mm	\$94.250
1.1.24	Perfil B	6	Perfil 100x100x6 - L800mm	\$56.580
1.1.25	Riel B	4	Perfil L30x30x3 - L1500mm	\$6.500
TOTAL				\$4.558.250

ANEXO 26. Costos de fabricación y adquisición subconjunto 1.2.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 1.2											
			MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA			COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
									SUB TOTAL	SUB TOTAL	
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	\$	\$
1.2.7	Placa estribo	12	2	\$14.000	0,5	\$4.500	1	\$6.500	\$25.000	\$18.850	\$43.850
1.2.9	Pasador barra bloqueo	2	0,3	\$2.100	0,5	\$4.500	0,2	\$1.300	\$7.900	\$130	\$8.030
1.2.10	Plancha ext.	2	3	\$21.000	0	\$0	1	\$6.500	\$27.500	\$318.500	\$346.000
1.2.11	Plancha int.	2	2	\$14.000	0	\$0	1	\$6.500	\$20.500	\$38.350	\$58.850
TOTAL									\$80.900	\$375.830	\$456.730

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 1.2				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
1.1.7	Bisagra	6	A42 - 27ES	\$15.000
1.2.1	Tapa cantonera	8	Goma	\$1.000
1.2.2	Tapon soporte nivelador	12	Goma	\$3.000
1.2.3	Estribo	12	1t M16-RS con tornillo	\$360.000
1.2.4	Perfil 1	72	60x40x4mm - L460mm	\$118.300
1.2.5	perfil 2	30	60x40x4mm - L1120mm	\$119.600
1.2.6	Perfil 3	4	60x40x4mm - L6620mm	\$97.500
1.2.8	Perfil 5	6	60x40x4mm - L95mm	\$3.900
1.2.12	Soporte nivelador	12	A4 TK120	\$300.000
1.2.14	Tuerca guía	12	Tuerca M14x1,25	\$8.280
TOTAL				\$1.026.580

ANEXO 27. Costos de fabricación subconjunto 1.3

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 1.3											
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA		SUB TOTAL	COSTO MATERIALES SUB TOTAL	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$			
1.1.8	Sujeción	20	2,5	\$17.500	1	\$9.000	2	\$13.000	\$39.500	\$1.625	\$41.125
1.1.11	Tope	8	1	\$7.000	0	\$0	1	\$6.500	\$13.500	\$1.300	\$14.800
1.2.7	Placa estrobo	12	1	\$7.000	0,5	\$4.500	1,5	\$9.750	\$21.250	\$18.850	\$40.100
1.2.9	Pasador barra bloqueo	4	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0	\$0	\$6.200	\$325	\$6.525
1.2.13	Escuadra soporte	60	4	\$28.000	0	\$0	4	\$26.000	\$54.000	\$1.300	\$55.300
1.3.3	Plancha suelo	2	3	\$21.000	0	\$0	2	\$13.000	\$34.000	\$396.500	\$430.500
1.3.5	Plancha exterior	2	3	\$21.000	0	\$0	2	\$13.000	\$34.000	\$156.000	\$190.000
1.3.6	Escuadra tope	8	1	\$7.000	0	\$0	1	\$6.500	\$13.500	\$1.040	\$14.540
1.3.7	L tope	4	0,5	\$3.500	0	\$0	0,5	\$3.250	\$6.750	\$3.120	\$9.870
TOTAL									\$222.700	\$580.060	\$802.760

ANEXO 28. Costos de adquisición subconjunto 1.3, 1.4 y 1.5.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 1.3				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
1.1.3	Gancho candado	4	Chapa acero	\$650
1.1.7	Bisagra	28	A42 - 27ES	\$70.000
1.1.9	Perno de sujeción	20	Perno M10x1,5	\$13.000
1.2.2	Tapón soporte nivelador	20	Caucho	\$4.000
1.2.3	Estribo	12	1t M16-RS con tornillo	\$360.000
1.2.4	Perfil 1	120	60x40x4mm - L460mm	\$196.950
1.2.6	Perfil 3	4	60x40x4mm - L6620mm	\$97.500
1.2.12	Soporte nivelador	20	A4 TK120	\$500.000
1.3.1	Riel C	8	Perfil L30x30x3 - L2210mm	\$16.250
1.3.2	Goma tope	4	Dimensiones 90x80x25mm	\$1.000
1.3.4	Perfil 7	20	Perfil 60x40x4mm - 270mm	\$7.800
1.3.8	Perfil 11	30	Perfil 60x40x4mm - L2300mm	\$244.400
TOTAL				\$1.511.550

ANEXO 29. Costos de adquisición elementos 1.4 y 1.5.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 1.4 y 1.5				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
1.4	Goma para aguas lluvia B	1	Caucho 6620x200x5mm	\$5.000
1.5	Goma para aguas lluvia A	2	Caucho 6620x50x5mm	\$20.000

ANEXO 30. Costos de fabricación barra bloqueo 1.6

COSTOS DE FABRICACIÓN ELEMENTO 1.6											
			MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA			COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	SUB TOTAL	SUB TOTAL
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	\$	\$
1.6	Barra bloqueo	4	0,2	\$1.400	0,3	\$2.700	0	\$0	\$4.100	\$22.100	\$26.200

ANEXO 31. Costos de fabricación subconjunto 2.1.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 2.1											
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA		SUB TOTAL	COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$		\$	\$
2.1.2	Soporte Polea A	24	2	\$14.000	0,5	\$4.500	1	\$6.500	\$25.000	\$650	\$25.650
2.1.7	Perfil rueda A	4	1	\$7.000	0,5	\$4.500	0,1	\$650	\$12.150	\$12.350	\$24.500
2.1.10	Perfil 15	4	0	\$0	0	\$0	0,2	\$1.300	\$1.300	\$3.510	\$4.810
2.1.11	Fijación perfil	16	0,5	\$3.500	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$6.600	\$13	\$6.613
2.1.14	Perfil 17	4	0,2	\$1.400	0,5	\$4.500	0,3	\$1.950	\$7.850	\$14.300	\$22.150
2.1.16	Guía pasador	8	0,3	\$2.100	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$4.300	\$650	\$4.950
2.1.17	Corredera	4	0,3	\$2.100	0,1	\$900	0	\$0	\$3.000	\$1.040	\$4.040
2.1.20	Perfil 19	4	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$8.150	\$3.900	\$12.050
2.1.23	Soporte polea B	2	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,3	\$1.950	\$5.150	\$1	\$5.151
2.1.26	Seguro 2.2	4	0,2	\$1.400	0,1	\$900	0,3	\$1.950	\$4.250	\$7	\$4.257
2.1.28	Soporte móvil B	2	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$4.500	\$7	\$4.507
2.1.31	Pletina Rueda Sop.	8	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0	\$0	\$6.200	\$650	\$6.850
2.1.32	Perfil 20	4	0,3	\$2.100	0,5	\$4.500	0,5	\$3.250	\$9.850	\$12.350	\$22.200
2.1.33	Disco guía cable	2	1	\$7.000	0,5	\$4.500	0,1	\$650	\$12.150	\$6.500	\$18.650
2.1.34	Pletina escuadra	4	0,2	\$1.400	0,1	\$900	0,1	\$650	\$2.950	\$7	\$2.957
2.1.37	Perfil Perforado	2	0,1	\$700	0,1	\$900	0	\$0	\$1.600	\$1.300	\$2.900
2.1.38	Pletina palanca	2	0,2	\$1.400	0,1	\$900	0,1	\$650	\$2.950	\$7	\$2.957
2.1.41	Platina unión 2.2	8	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,3	\$1.950	\$5.150	\$33	\$5.183
2.1.43	Guía cable	4	0,5	\$3.500	0	\$0	0,3	\$1.950	\$5.450	\$7	\$5.457
2.1.44	Guía pasador aguja	2	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$4.500	\$65	\$4.565
TOTAL									\$133.050	\$57.344	\$190.394

ANEXO 32. Costos de adquisición subconjunto 2.1.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 2.1				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
2.1.1	Polea A	6	D45mm	\$12.000
2.1.3	Perfil 12	4	40x40x3mm - L900mm	\$7.800
2.1.4	Perfil 13	10	40x40x3mm - L1880mm	\$32.500
2.1.5	Perfil 14	4	40x40x3mm	\$14.300
2.1.6	Espuma A	2		\$5.000
2.1.8	Rueda soporte	8	D135mm	\$24.000
2.1.9	Rueda	8	D85mm	\$48.000
2.1.12	Sujeción de pesos	4	Accesorio para placas	\$16.000
2.1.13	Perfil 16	8	Tubo 25,4x1mm - L1865mm	\$5.850
2.1.15	Pasador guía	26	Pasador con rosca M8	\$17.940
2.1.18	Unión 2.1-2.2	4	Perno, Golilla y Tuerca M12	\$2.760
2.1.19	Perfil 18	8	40x40x3mm - L620mm	\$14.300
2.1.21	Fijación rueda	8	Perno, golilla, tuerca M8	\$5.520
2.1.22	Kit de placas	4	Pesos integrados gimnasio	\$65.000
2.1.24	Polea B	2	D90mm	\$8.000
2.1.25	Perno Palomilla	8	M8x1,25	\$5.520
2.1.27	Fijación polea B	2	Barra circular D10x5mm	\$7
2.1.29	Piso para kit de pesos	2	Plancha 430x900mm	\$650
2.1.30	Sujeción 2.1.31	8	Perno, golilla y tuerca M8x1,25	\$11.040
2.1.35	Fijación palanca	2	Perno, golilla y tuerca M8x1,25	\$2.760
2.1.36	Pasador regulador	2	Pasador con rosca M8x1,25	\$2.760
2.1.39	Sujeción palanca	2	Perno, golilla y tuerca M8x1,25	\$2.760
2.1.40	Perfil 21	2	Tubo D34x2mm - L400mm	\$325

2.1.42	Oreja sujeción cable	2	Perno con oreja M8x1	\$2.000
Total				\$306.792

ANEXO 33. Costos de adquisición subconjunto 2.2.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 2.2				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
2.2.8	Perfil 22	2	Perfil 60x40x4mm - L340mm	\$2.275
2.2.12	Perfil 25	4	Perfil 60x40x4mm - L340mm	\$4.810
2.2.15	Perfil 26	8	Perfil 30x30x2mm - L370mm	\$3.250
2.2.16	Perfil 27	4	Perfil 30x30x2mm - L685mm	\$2.990
2.2.18	Tapiz A	2	Anatómico 430x690mm	\$30.000
2.2.19	Tapiz B	4	Anatómico 220x70mm	\$40.000
2.2.21	Perfil 29	4	Tubo D30x1,5mm	\$1.950
TOTAL				\$85.275

ANEXO 34. Costos de fabricación subconjunto 2.2.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 2.2											
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA		SUB TOTAL	COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	\$	\$
2.2.1	Guía soporte móvil	4	0,2	\$1.400	1	\$9.000	0,3	\$1.950	\$12.350	\$16.900	\$29.250
2.2.2	Seguro A	4	0,1	\$700	0	\$0	0,1	\$650	\$1.350	\$1.300	\$2.650
2.2.3	Seguro B	4	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$4.500	\$7.800	\$12.300
2.2.4	Guía seguro B	8	0,1	\$700	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$3.800	\$650	\$4.450
2.2.5	Soporte discos	4	0,2	\$1.400	0	\$0	0,2	\$1.300	\$2.700	\$1.950	\$4.650
2.2.6	Tope discos	4	0,1	\$700	0,2	\$1.800	0,1	\$650	\$3.150	\$325	\$3.475
2.2.7	Seguro C	4	0,1	\$700	0	\$0	0,1	\$650	\$1.350	\$2.600	\$3.950
2.2.9	Perfil 23	4	0,2	\$1.400	0	\$0	0,4	\$2.600	\$4.000	\$4.355	\$8.355
2.2.10	Perfil 24	4	0,2	\$1.400	0	\$0	0,3	\$1.950	\$3.350	\$4.810	\$8.160
2.2.11	Fijación estructura	4	0,1	\$700	0,1	\$900	0,1	\$650	\$2.250	\$195	\$2.445
2.2.13	Soporte seguro	4	0,1	\$700	0	\$0	0,2	\$1.300	\$2.000	\$1.950	\$3.950
2.2.14	Escuadra soporte	4	0,2	\$1.400	0	\$0	0,1	\$650	\$2.050	\$2.600	\$4.650
2.2.17	Perfil 28	4	0	\$0	0,5	\$4.500	0,5	\$3.250	\$7.750	\$4.225	\$11.975
2.2.20	Mango moleteado	4	0	\$0	0,3	\$2.700	0,1	\$650	\$3.350	\$975	\$4.325
2.2.22	Plancha para pies	2	0,3	\$2.100	0	\$0	0,3	\$1.950	\$4.050	\$1.950	\$6.000
TOTAL									\$58.000	\$52.585	\$110.585

ANEXO 35. Costos de fabricación subconjunto 2.3.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 2.3											
			MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA			COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
									SUB TOTAL	SUB TOTAL	
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	\$	\$
2.3.2	Perfil 30	2	0,1	\$700	0	\$0	0,2	\$1.300	\$2.000	\$780	\$2.780
2.3.3	Soporte polea	4	0,2	\$1.400	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$3.600	\$195	\$3.795
2.3.5	Perfil 31	2	0,3	\$2.100	0	\$0	0,3	\$1.950	\$4.050	\$260	\$4.310
2.3.6	Perfil 32	2	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$7.500	\$1.560	\$9.060
2.3.9	Perfil 34	2	0,1	\$700	0,1	\$900	0,1	\$650	\$2.250	\$1.040	\$3.290
2.3.13	Articulación	4	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$4.500	\$195	\$4.695
2.3.15	Perfil 35	2	0,2	\$1.400	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$3.600	\$2.340	\$5.940
2.3.18	Perfil 37	4	0,2	\$1.400	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$3.600	\$3.250	\$6.850
2.3.19	Montaje rueda	4	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$7.500	\$650	\$8.150
TOTAL									\$38.600	\$10.270	\$48.870

ANEXO 36. Costos de adquisición subconjunto 2.3.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 2.3				
Nº Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
2.3.1	Tapiz C	2	500x350mm	\$30.000
2.3.4	Polea A	4	D45mm	\$8.000
2.3.7	Perfil 33	2	Perfil 40x40x3mm - L440mm	\$1.885
2.3.8	Acolchado inferior	4	D80x27mm - L140mm	\$20.000
2.3.10	Sujeción polea	4	Perno, golilla y tuerca M8x1	\$5.520
2.3.11	Sujeción gancho	2	Tuerca M8x1	\$1.380
2.3.12	Argolla cable	2	Argolla con hilo M8x1	\$4.000
2.3.14	Pasador articulación	2	Perno, golilla y tuerca M8x1	\$2.760
2.3.16	Acolchado superior	4	D90x30mm - L200mm	\$20.000
2.3.17	Perfil 36	4	Tubo D27x3mm	\$260
2.3.20	Sujeción rueda	16	Perno, golilla y tuerca M6x1	\$22.080
2.3.21	Rueda de apoyo	4	Acero-Goma	\$20.000
TOTAL				\$135.885

ANEXO 37. Costos de fabricación subconjunto 2.4.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 2.4											
			MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA			COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
									SUB TOTAL	SUB TOTAL	
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	\$	\$
2.3.19	Montaje rueda	4	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$7.500	\$650	\$8.150
2.4.2	Soporte central	2	0,3	\$2.100	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$4.300	\$975	\$5.275
2.4.5	Perfil 39	4	0,1	\$700	0,1	\$900	0,1	\$650	\$2.250	\$3.510	\$5.760
2.4.6	Perfil 40	4	0	\$0	0,2	\$1.800	0,1	\$650	\$2.450	\$1.300	\$3.750
2.4.10	Perfil 44	2	0,2	\$1.400	0	\$0	0,2	\$1.300	\$2.700	\$1.950	\$4.650
2.4.11	Perfil 45	8	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$4.500	\$390	\$4.890
2.4.12	Perfil 46	2	0,3	\$2.100	0	\$0	0,3	\$1.950	\$4.050	\$260	\$4.310
2.4.13	Perfil 47	6	0,3	\$2.100	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$6.750	\$195	\$6.945
2.4.14	Perfil 48	6	0,3	\$2.100	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$6.750	\$195	\$6.945
2.4.17	Perfil 50	2	0,3	\$2.100	0	\$0	0,3	\$1.950	\$4.050	\$650	\$4.700
2.4.18	Perfil 51	2	0,3	\$2.100	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$6.750	\$1.040	\$7.790
2.4.19	Perfil 52	4	0,2	\$1.400	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$3.600	\$1.625	\$5.225
2.4.21	Perfil 53	4	0	\$0	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$4.650	\$195	\$4.845
2.4.22	Perfil 54	4	0	\$0	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$4.650	\$325	\$4.975
2.4.23	Perfil 55	4	0,1	\$700	0,1	\$900	0,3	\$1.950	\$3.550	\$1.950	\$5.500
TOTAL									\$68.500	\$15.210	\$83.710

ANEXO 38. Costos de adquisición subconjunto 2.4.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 2.4				
Nº Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
2.3.21	Rueda apoyo	4	Acero-goma	\$20.000
2.4.1	Sujeción A	4	Perno, golilla y tuerca M10x2	\$5.520
2.4.3	Perfil 38	2	Perfil 40x40x3mm - L135mm	\$325
2.4.4	Tapiz D	2	Dimensiones 875x300x60mm	\$50.000
2.4.7	Perfil 41	4	Perfil 20x20x2mm - L80mm	\$260
2.4.8	Perfil 42	4	Perfil 20x20x2mm - L100mm	\$260
2.4.9	Perfil 43	2	Perfil 40x40x3mm - L200mm	\$325
2.4.15	Sujeción articulación	6	Perno, golilla y tuerca M8x1	\$8.280
2.4.16	Perfil 49	2	Perfil 40x40x3mm - L110mm	\$195
2.4.20	Tapiz E	2	Chapa-espuma	\$20.000
TOTAL				\$105.165

ANEXO 39. Costos de adquisición elementos 2.5 y 2.6.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 2.5 y 2.6				
Nº Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
2.5	Cable C	2	Cable recubierto de PVC, 1,6x2000mm	\$12.780
2.6	Cable D	2	Cacle recubierto de PVC 1,6x4280mm	\$13.669

ANEXO 40. Costos de adquisición subconjunto 3.1.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 3.1				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
2.1.1	Polea A	6	D45mm	\$12.000
2.1.4	Perfil 13	8	40x40x3mm - L1880mm	\$32.500
2.1.8	Rueda soporte	8	D135mm	\$24.000
2.1.9	Rueda	8	D85mm	\$48.000
2.1.12	Sujeción de pesos	4	Accesorio para placas	\$16.000
2.1.13	Perfil 16	8	Tubo 25,4x1mm - L1865mm	\$5.850
2.1.15	Pasador aguja	32	Pasador con rosca M8	\$67.616
2.1.19	Perfil 18	4	40x40x3mm - L620mm	\$14.300
2.1.21	Fijación rueda	8	Perno, golilla, tuerca M8	\$11.040
2.1.22	Kit de placas	4	Pesos integrados gimnasio	\$100.000
2.1.24	Polea B	2	D90mm	\$8.000
2.1.25	Perno Palomilla	8	M8x1,25	\$8.000
2.1.30	Sujeción 2.1.31	8	Perno, golilla y tuerca M8x1,25	\$11.040
3.1.1	Perfil 56	4	Perfil 40x40x3mm - L620mm	\$10.660
3.1.2	Perfil 57	4	Perfil 30x30x2mm - L700mm	\$3.120
3.1.3	Perfil 58	2	Perfil 30x30x2mm - L140mm	\$325
3.1.4	Guía cable	4	Perno argolla M8x1,15	\$4.000
3.1.6	Sujeción polea	10	Perno, golilla y tuerca M8x1	\$13.800
3.1.7	Perfil 60	4	Perfil 40x40x3mm - L620mm	\$10.400
3.1.8	Perfil 61	4	Perfil 30x30x2mm - L700mm	\$3.120
3.1.9	Sujeción cadena	2	Ac. Comercial	\$4.000
3.1.11	Plancha suelo	2	PL 500x400x2mm	\$1.950
3.1.13	Sujeción 3.5	2	Perno, golilla y tuerca M10x1	\$2.760

ANEXO 41. Costos de adquisición subconjunto 3.1.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 3.1					
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS		SUB TOTAL
3.1.15	Perfil 63	2	Perfil 30x30x2mm - L140mm		\$650
3.1.16	Barra dorsales	2	Barra dorsales con goma army		\$48.800
TOTAL					\$461.931

ANEXO 42. Costos de fabricación subconjunto 3.1.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 3.1											
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA			COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	SUB TOTAL	
2.1.2	Soporte Polea A	12	1	\$7.000	0,25	\$2.250	0,5	\$3.250	\$12.500	\$13	\$12.513
2.1.16	Guía Pasador	32	0,6	\$4.200	0,2	\$1.800	0,4	\$2.600	\$8.600	\$1	\$8.601
2.1.23	Soporte polea B	2	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,3	\$1.950	\$5.150	\$1	\$5.151
2.1.28	Soporte móvil B	2	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$4.500	\$7	\$4.507
2.1.31	Pletina Rueda Sop.	8	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0	\$0	\$6.200	\$650	\$6.850
3.1.5	Perfil 59	4	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$7.500	\$14.950	\$22.450
3.1.10	Perfil 62	4	0,5	\$3.500	0,5	\$4.500	0,2	\$1.300	\$9.300	\$11.700	\$21.000
3.1.12	Soporte 3.5	4	0,3	\$2.100	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$5.200	\$390	\$5.590
3.1.14	Sujeción 3.1.4	4	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$4.500	\$65	\$4.565
TOTAL									\$63.450	\$27.776	\$91.226

ANEXO 43. Costos de fabricación subconjunto 3.2.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 3.2											
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA		SUB TOTAL	COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$		\$	
3.2.2	Perfil 65	4	0,5	\$3.500	0,5	\$4.500	0,2	\$1.300	\$9.300	\$3.640	\$12.940
3.2.3	Tope cable	8	0,5	\$3.500	0	\$0	0,3	\$1.950	\$5.450	\$325	\$5.775
3.2.4	Plataforma cable	4	0,5	\$3.500	0,2	\$1.800	0,1	\$650	\$5.950	\$650	\$6.600
3.2.6	Perfil 66	4	0,5	\$3.500	0,2	\$1.800	0,3	\$1.950	\$7.250	\$13.000	\$20.250
3.2.10	Sujeción cadena	4	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$4.500	\$195	\$4.695
TOTAL									\$32.450	\$17.810	\$50.260

ANEXO 44. Costos de adquisición subconjunto 3.2.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 3.2					
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS		SUB TOTAL
3.2.1	Perfil 64	2	Perfil 40x40x3mm - L360mm		\$1.560
3.2.5	Tapiz E	4	400x150x50mm		\$80.000
3.2.7	Sujeción brazo	4	Perno, golilla y tuerca M10x1,25		\$5.520
3.2.8	Inicio cable	4	Piola acero inoxidable		\$4.000
3.2.9	Sujeción cable	4	Perno, golilla y tuerca M8x1		\$5.520
TOTAL					\$96.600

ANEXO 45. Costos de fabricación subconjunto 3.3.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 3.3											
			MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA			COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
									SUB TOTAL	SUB TOTAL	
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	\$	\$
3.3.2	Perfil 67	4	0,2	\$1.400	0	\$0	0,2	\$1.300	\$2.700	\$650	\$3.350
3.3.4	Perfil 69	4	0,3	\$2.100	0	\$0	0,2	\$1.300	\$3.400	\$5.720	\$9.120
3.3.5	Perfil 70	4	0,3	\$2.100	0	\$0	0,2	\$1.300	\$3.400	\$6.240	\$9.640
3.3.8	Perfil 72	4	0,3	\$2.100	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$4.300	\$4.160	\$8.460
3.3.9	Escuadra	12	0,3	\$2.100	0	\$0	0,3	\$1.950	\$4.050	\$650	\$4.700
TOTAL									\$17.850	\$17.420	\$35.270

ANEXO 46. Costos de adquisición subconjunto 3.3.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 3.3					
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS		SUB TOTAL
3.3.1	Tapiz F	2	Dimensiones 900x300x50mm		\$50.000
3.3.3	Perfil 68	4	Perfil 20x20x2mm - L70mm		\$130
3.3.6	Perfil 71	2	Barra Angulo 65x65x6mm - L445mm		\$3.510
3.3.7	Tapiz G	2	Dimensiones 300x320x50mm		\$30.000
TOTAL					\$83.640

ANEXO 47. Costos de fabricación subconjunto 3.4

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 3.4											
			MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA		COSTO MATERIALES		COSTO TOTAL
			SUB TOTAL		SUB TOTAL		SUB TOTAL		SUB TOTAL		
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$	\$	\$	\$
3.4.2	Perfil 73	4	0,3	\$2.100	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$6.750	\$2.600	\$9.350
3.4.4	Soporte 3.4.6	8	0,3	\$2.100	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$6.750	\$130	\$6.880
3.4.5	Perfil 74	2	0,1	\$700	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$2.900	\$2.145	\$5.045
3.4.7	Perfil 75	2	0,3	\$2.100	0	\$0	0,2	\$1.300	\$3.400	\$650	\$4.050
3.4.9	Perfil 77	2	0,3	\$2.100	0,4	\$3.600	0,2	\$1.300	\$7.000	\$2.600	\$9.600
TOTAL									\$26.800	\$8.125	\$34.925

ANEXO 48. Costos de adquisición subconjunto 3.4

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 3.4					
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS		SUB TOTAL
3.4.1	Tapiz H	2	Dimensiones 320x300x50mm		\$30.000
3.4.3	Sujeción 3.4.5	8	Perno, golilla y tuerca M10x1,25		\$11.040
3.4.6	Pasador seguro	4			\$5.520
3.4.8	Perfil 76	2	Tubo D44,5x2mm - L200mm		\$520
3.4.10	Perfil 78	4	Tubo D22x2mm - L40mm		\$130
TOTAL					\$47.210

ANEXO 49. Costos de fabricación subconjunto 3.5.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 3.5											
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA		SUB TOTAL	COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$			
2.4.13	Perfil 47	6	0,3	\$2.100	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$6.750	\$195	\$6.945
2.4.14	Perfil 48	6	0,3	\$2.100	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$6.750	\$195	\$6.945
3.5.4	Perfil 79	4	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,3	\$1.950	\$5.150	\$1.560	\$6.710
3.5.6	Perfil 80	2	0,3	\$2.100	0	\$0	0,3	\$1.950	\$4.050	\$455	\$4.505
3.5.7	Soporte 3.5	16	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,5	\$3.250	\$9.450	\$650	\$10.100
3.5.10	Perfil 82	2	0,4	\$2.800	0	\$0	0,2	\$1.300	\$4.100	\$2.600	\$6.700
3.5.11	Perfil 83	2	0,3	\$2.100	0	\$0	0,2	\$1.300	\$3.400	\$650	\$4.050
3.5.14	Perfil 84	2	0,3	\$2.100	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$4.300	\$3.380	\$7.680
3.5.15	Perfil 85	2	0,2	\$1.400	0	\$0	0,2	\$1.300	\$2.700	\$1.300	\$4.000
3.5.16	Perfil 86	4	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,3	\$1.950	\$5.150	\$3.380	\$8.530
3.5.17	Perfil 87	2	0,2	\$1.400	0	\$0	0,2	\$1.300	\$2.700	\$195	\$2.895
3.5.18	Perfil 88	2	0,1	\$700	0,1	\$900	0,2	\$1.300	\$2.900	\$260	\$3.160
3.5.19	Buje	4	0,2	\$1.400	0,2	\$1.800	0,3	\$1.950	\$5.150	\$65	\$5.215
3.5.20	Perfil 89	2	0	\$0	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$4.000	\$13	\$4.013
3.5.21	Perfil 90	2	0	\$0	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$4.000	\$13	\$4.013
TOTAL									\$70.550	\$14.911	\$85.461

ANEXO 50. Costos de adquisición subconjunto 3.5.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 3.5				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
3.5.1	Tapiz I	2	Dimensiones 875x300x52mm	\$40.000
3.5.2	Sujeción 3.5.6	4	Perno, golilla y tuerca M8	\$5.520
3.5.3	Tapiz J	2	Dimensiones 330x300x52mm	\$20.000
3.5.5	Sujeción 3.5.6	2	Perno, golilla y tuerca M8	\$2.760
3.5.8	Pasador 3.5.7	8	Pasador horquilla B10x90	\$20.000
3.5.9	Perfil 81	2	Tubo 50,8xmm - L200mm	\$130
3.5.12	Cadena c/n pasador	2	Largo 200mm	\$3.000
3.5.13	Sujeción cadena	2	Diámetro argolla 10mm	\$1.000
TOTAL				\$92.410

ANEXO 51. Costos de fabricación subconjunto 3.6.

COSTOS DE FABRICACIÓN SUB-CONJUNTO 3.6											
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	MECANICA BANCO		MAQUINAS HERRAMIENTAS		SOLDADURA		SUB TOTAL	COSTO MATERIALES	COSTO TOTAL
			H/H	\$	H/H	\$	H/H	\$		SUB TOTAL	
2.1.16	Guía pasador	16	0,6	\$4.200	0,2	\$1.800	0,4	\$2.600	\$8.600	\$7	\$8.607
3.6.2	Perfil 92	8	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$7.500	\$4.810	\$12.310
3.6.4	Perfil 93	8	0,3	\$2.100	0,3	\$2.700	0,4	\$2.600	\$7.400	\$9.100	\$16.500
3.6.6	Perfil 95	4	0	\$0	0,5	\$4.500	0,3	\$1.950	\$6.450	\$7.540	\$13.990
3.6.8	Anillo	8	0	\$0	0,4	\$3.600	0,2	\$1.300	\$4.900	\$520	\$5.420
3.6.9	Figura gancho izq.	4	1	\$7.000	0,4	\$3.600	0	\$0	\$10.600	\$1.300	\$11.900
3.6.10	Sujeción 3.6.6	16	0,3	\$2.100	0,2	\$1.800	0,3	\$1.950	\$5.850	\$130	\$5.980
3.6.11	Perfil 97	4	0	\$0	0,4	\$3.600	0,2	\$1.300	\$4.900	\$4.810	\$9.710
3.6.12	Perfil 98	4	0	\$0	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$4.000	\$2.600	\$6.600
3.6.14	Figura gancho derecho	2	1	\$7.000	0,4	\$3.600	0	\$0	\$10.600	\$650	\$11.250
3.6.15	Plancha unión	4	0,3	\$2.100	0	\$0	0,2	\$1.300	\$3.400	\$650	\$4.050
3.6.17	Placa montaje rueda	4	0,4	\$2.800	0,2	\$1.800	0,2	\$1.300	\$5.900	\$195	\$6.095
3.6.19	Perfil 100	8	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,3	\$1.950	\$8.150	\$5.330	\$13.480
3.6.20	Unión 3.6.12 a 3.6.19	8	0,5	\$3.500	0,3	\$2.700	0,2	\$1.300	\$7.500	\$195	\$7.695
3.6.21	Sujeción barra	16	0,3	\$2.100	0	\$0	0,2	\$1.300	\$3.400	\$130	\$3.530
TOTAL									\$99.150	\$37.967	\$137.117

ANEXO 52. Costos de adquisición subconjunto 3.6.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 3.6				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
2.1.15	Pasador aguja	16	Pasador con rosca M8	\$33.808
3.6.1	Perfil 91	8	Perfil 40x40x2mm - L200mm	\$2.340
3.6.3	Sujeción 3.6.19 a 3.6.20	8	Perno, golilla y tuerca M10x1,25	\$11.040
3.6.5	Perfil 94	4	Perfil 40x40x2mm - L1830mm	\$11.050
3.6.7	Perfil 96	28	Barra circular D16mm - L50mm	\$1.430
3.6.13	Perfil 99	4	Tubo D13x2mm - L40mm	\$33
3.6.16	Sujeción rueda	16	Perno, golilla y tuerca M10x1,25	\$22.080
3.6.18	Rueda	4	Swivel with 2" Diameter 90A	\$20.000
3.6.22	Sujeción A 3.6.15	8	Perno palomilla M8x1	\$8.000
3.6.23	Sujeción B 3.6.15	8	Tuerca palomilla M8x1	\$5.520
TOTAL				\$115.301

ANEXO 53. Costo de adquisición elementos 3.7, 3.8, 3.9, 3.10 y 3.11.

COSTOS DE ADQUISICION SUB-CONJUNTO 2.4				
N° Orden	DENOMINACIÓN	CANT.	CARACTERÍSTICAS	SUB TOTAL
3.7	Cadena A	2	Ac. Comercial - L800[mm]	\$2.000
3.8	Cadena B	2	Ac. Comercial L400[mm]	\$1.000
3.9	Cadena C	2	Ac. Comercial L320[mm]	\$800
3.10	Cable A	2	Cable recubierto de PVC, 1,6x3.600mm	\$12.780
3.11	Cable B	2	Cacle recubierto de PVC 1,6x2.000mm	\$13.404