



**Diseño de una grúa electromecánica de elevación y traslado accionada
hidráulicamente con capacidad de 150 kg para personas con discapacidad
reducida**

Carlos Andrés Riaño Hernández

10432121229

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Electromecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá D.C, Colombia

2023

**Diseño de una grúa electromecánica de elevación y traslado accionada
hidráulicamente con capacidad de 150 kg para personas con discapacidad
reducida**

Carlos Andrés Riaño Hernández

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Electromecánico

Director:

Especialista. Hugo Ferney Alba Diaz

Línea de Investigación:

Diseño Electromecánico

Universidad Antonio Nariño

Programa Ingeniería Electromecánica

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá D.C, Colombia

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado

_____ ,

Cumple con los requisitos para optar

Al título de _____ .

Firma del Tutor

Firma Jurado

Firma Jurado

Ciudad, Día Mes Año.

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a Dios quien me ha permitido terminar exitosamente este proceso académico, a mi madre fuente inagotable de inspiración y fortaleza quien siempre me apoyó moral y económicamente para convertirme en un profesional con valores, íntegro y útil para la sociedad.

Agradecimientos

En primer lugar, deseo expresar mi gratitud al Ingeniero Hugo Alba, quien desempeñó un papel fundamental en la etapa de este proyecto. Su experiencia y consejos fueron invaluable para la formulación y desarrollo de esta investigación.

A mi querida madre, Gladys Riaño, le agradezco desde lo más profundo de mi corazón. Su amor, apoyo incondicional y comprensión durante todo mi camino académico han sido un faro de luz en los momentos más desafiantes. Sin su aliento constante y su fe en mí, este logro no habría sido posible.

Asimismo, no puedo pasar por alto la contribución invaluable de la Universidad Antonio Nariño. La cual proporcionó no solo la infraestructura y recursos necesarios para mi formación, sino también un entorno enriquecedor de aprendizaje y desarrollo personal. Agradezco a todos los profesores, compañeros de clase y personal administrativo que de una forma u otra influyeron en mi crecimiento académico.

Contenido

Pág.

1. Contexto de la investigación.....	20
1.1 Planteamiento del problema.....	20
1.2 Justificación	22
1.3 Alcance	22
1.4 Objetivos	23
1.4.1 Objetivo General.....	23
1.4.2 Objetivos Específicos	23
1.5 Metodología	24
2. Marco Teórico.....	27
2.1 Componentes de una grúa	27
2.1.1 Columna o Mástil.....	28
2.1.2 Base.....	29
2.1.3 Brazo.....	29
2.1.4 Actuadores hidráulicos	29
2.1.5 Percha.....	29
2.1.6 Rodamientos.....	29
2.2 Análisis Estructural.....	30
2.2.1 Análisis de elementos finitos	30
2.2.2 Factor de seguridad	31
2.2.3 Teoría de falla para materiales dúctiles	32
2.2.4 Teoría energía de distorsión del criterio de von mises.....	33
2.2.5 Esfuerzo debido a flexión.....	34
2.2.6 Sumatoria de fuerzas.....	35
2.2.7 Triángulo de dimensiones	37
2.2.8 Esfuerzo de flexión máximo	38
2.2.9 Cálculo de pernos	38
2.2.10 Torque.....	39
2.2.11 Momentos de inercia.....	40
2.2.12 Aceleración angular.....	41
2.2.13 Cálculo de pasadores y platinas	42
2.3 CAD-CAE.....	43
2.4 Sistemas hidráulicos.....	44
2.4.1 Etapas de un sistema hidráulico	46
2.4.2 Componentes hidráulicos.....	47
2.5 Automation Studio	50
2.6 Tipos de perfilería.....	51
2.6.1 Perfiles conformados en frío.....	51
2.6.2 Perfiles soldados	51
2.6.3 Perfiles electro soldados.....	52
2.6.4 Perfiles cuadrados	52
2.6.5 Perfiles tubulares sin costura	52
2.7 Sistemas de control	53
3. Recopilación y análisis de información	57
3.1 Medidas básicas de una silla de ruedas	57

3.2	Clasificación de grúas	59
3.3	Análisis de información	61
4.	<i>Diseño estructural de la Grúa</i>	62
4.1	Dimensionamiento de la grúa.....	62
4.2	Análisis estático brazo.....	64
4.3	Análisis estático Mástil	70
4.4	Cálculos pasadores.....	72
4.5	Cálculo del rodamiento	77
4.6	Cálculo pernos.....	79
4.7	Cálculo torque Giro brazo.....	81
4.8	Análisis estático ensamble grúa SolidWorks	83
5.	<i>Selección de los elementos de sujeción</i>	85
5.1	Elementos de sujeción.....	85
6.	<i>Diseño Hidráulico</i>	87
6.1	Cálculo Actuador	87
6.2	Cálculo y selección del Actuador Hidráulico.....	89
6.3	Cálculo Bomba Hidráulica.....	91
6.4	Selección componentes hidráulicos auxiliares.....	93
7.	<i>Diseño interfaz manual.....</i>	98
7.1	Mando y control	98
7.2	Motor AC para accionamiento bomba hidráulica	98
7.3	Relevador AC para motor AC.....	100
7.4	Motor DC para giro del brazo	101
7.5	Piñón para motor DC.	103
7.6	Relevadores DC	105
7.7	Finales de carrera	105
7.8	Fuente 24 V DC	106
7.9	Conductor eléctrico para conexiones	107
8.	<i>Elaboración de planos</i>	108
8.1	Planos Electrohidráulicos Automation Studio	108
8.2	Plano y diseño estructural final SolidWorks.....	109
9.	<i>Costos construcción de la grúa.....</i>	111
10.	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	112
10.1	Conclusiones	112
10.2	Recomendaciones.....	113
	<i>Bibliografía</i>	115
11.	<i>Anexos</i>	118

Lista de Figuras

	<i>Pág.</i>
<i>Figura 1 1: Encuesta de dolores musculoesqueléticos en enfermeros.</i>	21
<i>Figura 1-2 Diagrama Metodología</i>	24
<i>Figura 2-1 Grúa móvil micro eléctrica</i>	27
<i>Figura 2-2 Grúa fija de brazo articulado</i>	28
<i>Figura 2-3 Rodamiento de bolas.</i>	30
<i>Figura 2-4 Análisis elementos finitos perfil SolidWorks</i>	31
<i>Figura 2-5 Gráfica de esfuerzo vs deformación, material sometido a una carga.</i>	33
<i>Figura 2-6 Representación gráfica teoría de distorsión</i>	34
<i>Figura 2-7 Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.</i>	37
<i>Figura 2-8 Torque en una llanta de automóvil.</i>	39
<i>Figura 2-9 Momento de inercia de un disco delgado.</i>	40
<i>Figura 2-10 SolidWorks Software.</i>	44
<i>Figura 2-11 Componentes de un sistema hidráulico.</i>	47
<i>Figura 2-12 Cilindro Simple efecto.</i>	48
<i>Figura 2-13 Cilindro doble efecto.</i>	48
<i>Figura 2-14 Tipos de válvulas.</i>	49
<i>Figura 2-15 Software Automation studio</i>	50
<i>Figura 2-16 Perfiles cuadrados.</i>	52
<i>Figura 2-17 Perfiles tubulares sin costura</i>	53
<i>Figura 2-18 Control remoto F24-60.</i>	53
<i>Figura 2-19 Control remoto F24.</i>	53
<i>Figura 2-20 Tipos de finales de carrera.</i>	54
<i>Figura 2-21 Relé AC.</i>	55
<i>Figura 2-22 Relé DC.</i>	55
<i>Figura 2-23 Motor de corriente Alterna.</i>	56
<i>Figura 3-1 Dimensiones básicas en sillas de ruedas.</i>	58
<i>Figura 3-2 Vista superior dimensiones Silla de ruedas.</i>	58
<i>Figura 3-3 Vista lateral dimensiones Silla de ruedas</i>	58
<i>Figura 3-4 Variedad de grúas en el mercado.</i>	61
<i>Figura 4-1 Diseño conceptual Grúa.</i>	63
<i>Figura 4-2 Dimensiones de la grúa.</i>	63
<i>Figura 4-3 Diagrama cuerpo libre brazo con actuador en la posición más alta.</i>	64
<i>Figura 4-4 Dimensiones brazo y ángulos del actuador respecto al eje x</i>	65
<i>Figura 4-5 Diagrama de momento flector y cortante brazo grúa.</i>	67
<i>Figura 4-6 Selección de perfil cuadrado basándose en módulo de sección del brazo.</i>	69
<i>Figura 4-7 Diagrama cuerpo libre Mástil.</i>	70
<i>Figura 4-8 Selección de perfil circular basándose en módulo de sección del Mástil.</i>	72
<i>Figura 4-9 Pasadores A, B y C.</i>	72
<i>Figura 4-10 Diagrama cuerpo libre pasador A.</i>	73
<i>Figura 4-11 Diagrama cuerpo libre pasador B.</i>	75
<i>Figura 4-12 Diagrama cuerpo libre pasador C.</i>	76
<i>Figura 4-13 Rodamiento serie 6207</i>	78

<i>Figura 4-14 Dimensiones rodamiento serie 6207</i>	<i>78</i>
<i>Figura 4-15 Especificaciones técnicas rodamiento serie 6207</i>	<i>79</i>
<i>Figura 4-16 Diagrama cuerpo libre calculo pernos</i>	<i>79</i>
<i>Figura 4-17 Distancia entre el punto giro grúa y punto de carga</i>	<i>82</i>
<i>Figura 4-18 Tensión de Von mises SolidWorks</i>	<i>83</i>
<i>Figura 4-19 Deformación Máxima grúa SolidWorks</i>	<i>84</i>
<i>Figura 5-1 Percha sunlift 175 kg.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 5-2 Arnés antifluido</i>	<i>86</i>
<i>Figura 5-3 Arnés antifluido en uso</i>	<i>86</i>
<i>Figura 5-4 Dimensiones Arnés antifluido.....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 6-1 Cilindro doble efecto 200 bares</i>	<i>89</i>
<i>Figura 6-2 Especificaciones técnicas y métricas cilindro doble efecto</i>	<i>89</i>
<i>Figura 6-3 Bomba hidráulica 250 Bar</i>	<i>93</i>
<i>Figura 6-4 Válvula limitadora de presión.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 6-5 Especificaciones técnicas Válvula Limitadora de presión.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 6-6 Válvula reguladora de caudal.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 6-7 Especificaciones técnicas válvula reguladora de caudal.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 6-8 Válvula direccional 4/3 de centro cerrado conmutación por solenoides.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 6-9 Especificaciones técnicas Válvula direccional 4/3</i>	<i>96</i>
<i>Figura 6-10 Depósito hidráulico VQC-20/40B 10-1/2 galones 18,5x18,5x7,5 in.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 6-11 Manguera de ¼ - Máx. 22.5 Mpa"</i>	<i>97</i>
<i>Figura 7-1 Control para grúa serie F21-4S.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 7-2 Motor de inducción monofásico 0.5 hp.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 7-3 Especificaciones técnicas motor de inducción monofásico 0.5 hp.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 7-4 Relé Industrial AC.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 7-5 Motor DC 12v / 24v 35w y dimensiones.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 7-6 Piñón Motor DC.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 7-7 Ensamble motor DC, piñón y mástil secundario.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 7-8 Steren Relevador Compacto RAS-0510.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 7-9 Final de carrera bilateral de palanca larga ajustable.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 7-10Fuente DC 24V.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 7-11 Conductor eléctrico de cobre aislado No 12 AWG.....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 8-1 Diagrama Electrohidráulico Grúa, Automation studio</i>	<i>109</i>
<i>Figura 8-2 Diseño Grúa Electromecánica</i>	<i>110</i>

Lista de tablas

	<i>Pág.</i>
<i>Tabla 3-1 Clasificación de las grúas con base en el tipo de perfilera</i>	59
<i>Tabla 3-2 Clasificación de acuerdo con el tipo de material usado en su fabricación.</i>	60
<i>Tabla 3-3 Matriz de decisión para el brazo</i>	61
<i>Tabla 4-1: Especificaciones métricas y resistencias para pernos de acero</i>	80
<i>Tabla 6-1 Especificaciones técnicas diámetros actuadores</i>	88
<i>Tabla 7-1 Especificaciones técnicas relé industrial</i>	101
<i>Tabla 7-2 Especificaciones técnicas motor DC</i>	103
<i>Tabla 8-1 Elementos plano Electrohidráulico</i>	108
<i>Tabla 9-1 Costos elementos de construcción de la grúa</i>	111

Resumen

Este proyecto se centra en la creación de una grúa electromecánica hidráulica destinada a mejorar la movilidad de personas con discapacidad reducida. La investigación comienza con un análisis de beneficios y aplicaciones, abarcando entornos domésticos, espacios públicos y contextos médicos. Este enfoque permite comprender el impacto directo en la vida diaria de las personas con movilidad reducida y en la dinámica de cuidado. Para asegurar un diseño preciso, se examinan dimensiones de grúas preexistentes, proporcionando una base sólida para el dimensionamiento del proyecto. Este análisis las bases para el diseño de componentes mecánicos, hidráulicos y eléctricos adaptados, capaces de satisfacer las exigencias técnicas y garantizar la seguridad en diversas condiciones de instalación. La validez de los cálculos y el diseño se confirma mediante el empleo de software especializado como SolidWorks y Automation Studio. La etapa siguiente implica la creación de planos detallados, abarcando tanto los aspectos eléctricos como hidráulicos y mecánicos, utilizando estos mismos programas para garantizar la coherencia y precisión en la implementación del diseño. En la etapa siguiente, se estima el costo del proyecto considerando proveedores identificados a través de una investigación en la web. Este proceso culmina en la obtención de resultados específicos, tanto en términos de diseño validado como en la planificación financiera para la construcción de la grúa. En conjunto, el proyecto consta de una parte estructural que son dos mástiles, un brazo, pasadores y platinas, una parte hidraulica y de control con sus planos que compone en su totalidad la interfaz manual que fue diseñada con una minima complejidad. Finalmente este proyecto tiene una aproximación de costos de contrucción de \$ 4'515.271 Pesos colombianos.

Palabras clave: Grúa, Hidráulica, discapacidad, diseño, paraplejia, movilidad.

Abstract

This project focuses on the creation of an electromechanical hydraulic crane aimed at improving the mobility of people with reduced disabilities. The research begins with an analysis of benefits and applications, covering domestic environments, public spaces, and medical contexts. This approach allows for an understanding of the direct impact on the daily lives of individuals with limited mobility and in the caregiving dynamics. To ensure precise design, dimensions of existing cranes are examined, providing a solid foundation for the project's sizing. This analysis forms the basis for the design of adapted mechanical, hydraulic, and electrical components capable of meeting technical requirements and ensuring safety under various installation conditions. The validity of calculations and design is confirmed through the use of specialized software such as SolidWorks and Automation Studio. The subsequent stage involves the creation of detailed plans, encompassing both electrical and hydraulic as well as mechanical aspects, using these same programs to ensure coherence and precision in the implementation of the design. In the next stage, the project cost is estimated considering suppliers identified through web research. This process culminates in obtaining specific results, both in terms of validated design and financial planning for the crane's construction. Altogether, the project consists of a structural part comprising two masts, an arm, pins, and plates, a hydraulic and control part with accompanying blueprints, which altogether constitute the manual interface designed with minimal complexity. Finally, this project estimates a construction cost of \$4,515,271 Colombian Pesos.

Keywords: Crane, Hydraulic, Disability, Design, Paraplegia, Mobility.

Introducción

Actualmente en Colombia hay 3'134.037 personas con discapacidad registradas según datos del DANE [1], entre ellas hay personas adultas de movilidad reducida. Según el DANE los adultos mayores hacen parte del (39%) de esta cifra [2], los cuales dependen de otras personas o de dispositivos para poder moverse en diversos espacios.

Una solución muy común al problema de la discapacidad por movilidad son las grúas. Hay multitud de grúas dependiendo de las necesidades de los pacientes, por lo tanto, se hace indispensable investigar los requerimientos del paciente de acuerdo con las indicaciones de los médicos.

Las grúas se pueden clasificar de acuerdo a si son mecánicas o eléctricas, también si están ancladas o si son móviles. Otra característica importante es que la mayoría de los dispositivos para elevación de personas necesitan de arnés o estructuras extendidas que permitan sostener a la persona [3].

Martos Flores, P. J., & Amaya Ríos, J. F [4]. Hicieron el diseño de una grúa para elevación y traslado de adultos mayores con el objetivo de solucionar el problema de movilidad de los discapacitados como también ayudar a los auxiliares de enfermería resaltando la importancia del uso de grúas para el traslado seguro y cómodo de los pacientes. También, Macao Pilco, W. E., & Toasa Reyes, P. V [5] . Implementaron una grúa para personas discapacitadas enfocada al traslado específico en baños mejorando su seguridad y confort.

En el capítulo uno de este documento se establecen las bases esenciales que guiarán el desarrollo y la comprensión de todo el proyecto, donde se definen claramente los límites

de la investigación, delineando los elementos considerados y excluidos. Se plantean objetivos, tanto general como específicos, para darle direccionalidad y propósito al estudio. Además, se presenta la metodología que guiará mediante fases el cumplimiento del proyecto.

En el capítulo 2 se hace análisis del contexto teórico que respalda la investigación. Se desglosan los componentes de una grúa. Asimismo, se aborda un estudio estructural, explorando conceptos de ingeniería. Además, se explora la relevancia de los sistemas hidráulicos, introduciendo las etapas y componentes esenciales, junto con un análisis de perfiles estructurales. También se hace la introducción a los programas de computador CAD-CAE los cuales brindan una mayor facilidad a la hora de diseñar.

En el capítulo 3 se hace una investigación de recopilación y análisis de información. Se inicia explorando las medidas esenciales de las sillas de ruedas, detallando elementos fundamentales para contextualizar el tema. Posteriormente, se examina la diversidad de las grúas mediante su clasificación. Luego se centra en un estudio de la información recopilada para así tomar decisiones respecto a la grúa.

En el capítulo 4 ya habiendo tomado decisiones al hacer un análisis se procede a hacer los diseños estructurales de la grúa basándose en cálculos estructurales y validándolos en los softwares CAD-CAE para así tener una mayor confiabilidad de diseño.

En el capítulo 5 se hace la selección de los elementos de sujeción de la grúa teniendo criterios de seguridad, confort y comodidad de los usuarios al momento de hacer uso de ellos.

En el capítulo 6 se procede a hacer los diseños hidráulicos de la grúa basándose en los resultados del capítulo 4 al realizar los cálculos de las fuerzas necesarias para elevar la

carga validándolos el software Automation studio para así tener una mayor confiabilidad de diseño.

En el capítulo 7 se hace el diseño y selección de elementos que componen la interfaz manual que va manipular el usuario, teniendo en cuenta que debe tener mínima complejidad para que pueda ser fácilmente usada.

En el capítulo 8 se muestran los planos estructurales y electrohidráulicos producto del diseño de la grúa.

Finalmente en el capítulo 9 se hace una evaluación de los costos asociados al diseño de la grúa por medio de la web y proveedores cercanos.

1. Contexto de la investigación

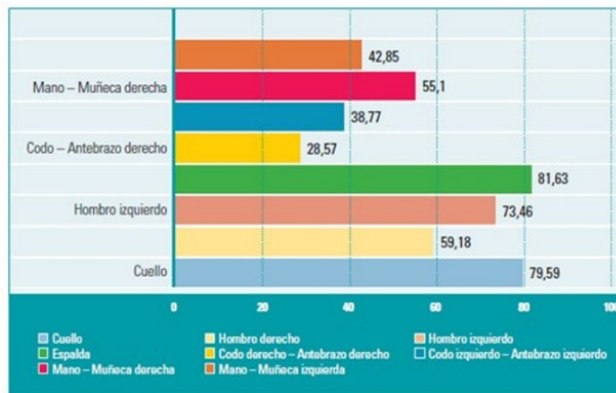
1.1 Planteamiento del problema

La población discapacitada por movilidad tiene grandes problemas para trasladarse tanto en espacios públicos, como en sus propios hogares. Acciones como: ingresar a los baños, vestuarios de tiendas, moverse de la silla de ruedas a sus camas y subirse a automóviles son algunos ejemplos. En la gran mayoría de estos casos es necesario la presencia de auxiliares de enfermería ya que frecuentemente las personas con discapacidades por movilidad no se pueden mover autónomamente, esto ocasiona complicaciones tanto para las personas que ayudan en el traslado de los discapacitados como para el mismo paciente ya que el esfuerzo físico les produce maltrato muscular.

Por esfuerzos mal ejecutados y constantes como lo son el transporte de personas con discapacidades por movilidad, la enfermería se encuentra entre las diez ocupaciones que causan lesiones musculoesqueléticas destacando a nivel lumbar la de mayor prevalencia [6].

Aponte, m., Cedeño, c., Henríquez, g [6]. Concluyeron que existen riesgos ergonómicos en las enfermeras que se manifiestan en el brazo, las partes superior e inferior de la espalda antes y después de la intervención de movilizar los pacientes, Figura 1-1. Para prevenir estos eventos se deberían usar equipos y dispositivos de elevación y controles ergonómicos.

Figura 1 1: Encuesta de dolores musculoesqueléticos en enfermeros.



Fuente: Aponte Cedeño [6].

Para mitigar los inconvenientes descritos anteriormente es deseable la implementación de un dispositivo grúa con la finalidad de mejorar la movilidad y la seguridad de las personas discapacitadas como también las condiciones de trabajo de las personas de apoyo.

1.2 Justificación

Este proyecto propone un sistema capaz de ayudar a personas discapacitadas por movilidad, adultos mayores con problemas de motricidad, jóvenes con discapacidad y hasta niños, debido a que estas personas tienen limitaciones físicas que les impiden moverse con libertad y hacer actividades cotidianas, incluyendo el poder trasladarse a distintos lugares.

Este proyecto podrá ser utilizado en lugares como hogares, hospitales, centros de rehabilitación y edificios públicos, también podrá facilitar la transferencia de personas discapacitadas desde una cama a: un sofá, silla de ruedas, baño y viceversa, sin la necesidad de esfuerzo físico por parte del usuario o del auxiliar. Esta grúa podrá ser manipulada directamente por las personas discapacitadas sin estar presente un personal de apoyo, reduciendo el riesgo de lesiones tanto para la persona discapacitada como para el cuidador ya que en muchos casos las transferencias manuales pueden ser peligrosas para ambas partes.

Una grúa de elevación para personas discapacitadas es necesaria para mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidades y para proporcionarles un mayor grado de independencia y autonomía en su vida diaria.

1.3 Alcance

El proyecto tiene como propósito diseñar una grúa electromecánica fija de elevación y traslado accionada hidráulicamente para que personas discapacitadas por movilidad puedan hacer un uso autónomo del dispositivo.

Los diseños se hicieron en base a un peso máximo de 150 Kg, se puede adecuar tanto para niños, adolescentes, adultos mayores con discapacidades o movilidad reducida, especialmente para personas con paraplejia (Parálisis de la mitad inferior del cuerpo).

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo General*

Diseñar una grúa electromecánica de elevación y traslado para personas con discapacidad reducida accionada hidráulicamente.

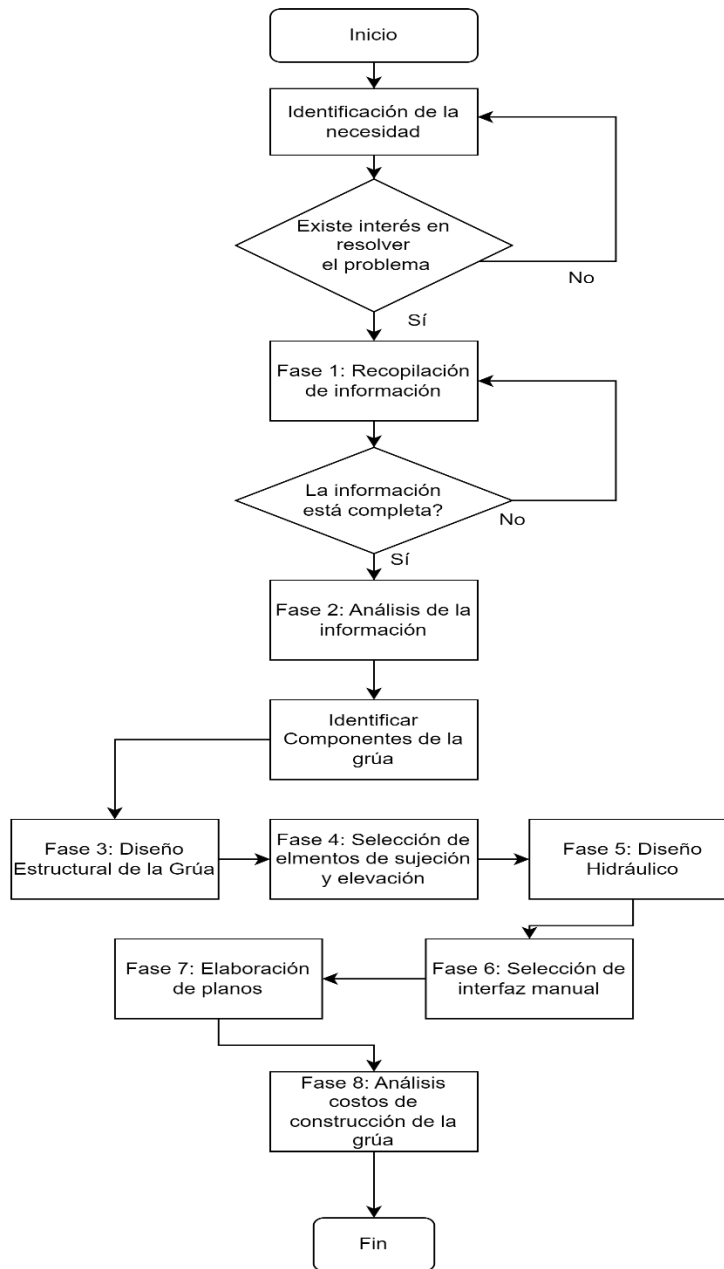
1.4.2 *Objetivos Específicos*

- Hacer el diseño de la estructura de la grúa.
- Hacer el diseño Electrohidráulico de la grúa.
- Hacer el diseño de la interfaz de control manual.
- Seleccionar los accesorios de sujeción y elevación.
- Elaborar planos mecánicos, eléctricos e hidráulicos de la grúa.
- Determinar los costos de construcción de la grúa.

1.5 Metodología

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la siguiente metodología.

Figura 1-2 Diagrama Metodología



Fuente: Autor.

La metodología está distribuida en 8 fases que fueron:

Fase 1: Recopilación de información: Se recopiló información de las dimensiones de sillas de ruedas comúnmente usadas y grúas existentes, lo cual permitió hacer un correcto dimensionamiento de los componentes de la grúa para así cumplir las características técnicas necesarias para su diseño. También se encuestó a personas discapacitadas por movilidad para así poder ver claramente sus necesidades puntuales, ver anexo F.

Fase 2: Análisis de información: Las dimensiones estándar de sillas de ruedas ayudaron al correcto diseño de la grúa, también se eligió el tipo de estructura a diseñar dependiendo de esta información y el material más usado por grúas ya existentes.

Fase 3: Diseño estructural: Dada la información recopilada de la silla de ruedas, sus dimensiones y tipo de material a usar en la grúa, se hizo el diseño estructural y se validó simulándolo en el software SolidWorks para observar su comportamiento aplicándole cargas.

Fase 4: Selección de accesorios de sujeción y elevación: Estos accesorios se seleccionaron en tiendas especializadas de acuerdo a la información obtenida al hacer el diseño estructural para así elegir los adecuados en cuanto a calidad, seguridad y confort.

Fase 5: Diseño Hidráulico: Dado el cálculo y peso máximo se eligieron los dispositivos hidráulicos necesarios para cumplir con los movimientos de la grúa e igualmente se validó su correcto funcionamiento mediante un software de simulación hidráulica.

Fase 6: Selección de interfaz manual: Se seleccionó una interfaz de control manual con mínima complejidad para que pueda ser controlada por el personal auxiliar y la persona discapacitada.

Fase 7: Elaboración de planos: Se elaboraron los respectivos planos eléctrico hidráulicos, mecánicos y de control.

Fase 8: Costos construcción de la grúa: Se determinaron los costos de construcción de la grúa.

2. Marco Teórico

2.1 Componentes de una grúa

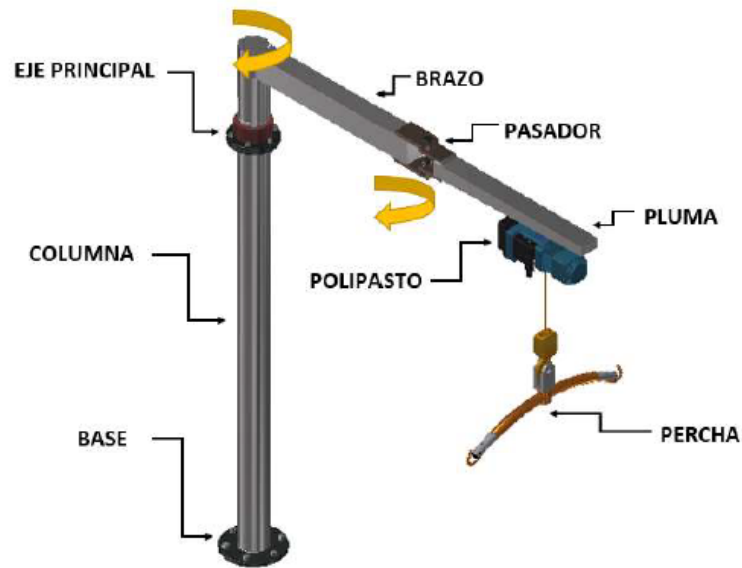
En el ámbito de la movilidad asistida, las grúas diseñadas para personas con discapacidades por movilidad han surgido como una herramienta esencial para incrementar la independencia y la calidad de vida. Estas soluciones tecnológicas innovadoras están revolucionando la manera de abordar los retos que presenta la movilidad limitada. Se distinguen dos tipos principales de grúas: móviles y fijas (Figuras 2-1 y 2-2).

Figura 2-1 *Grúa móvil micro eléctrica*



Fuente: Ortoweb [7].

Figura 2-2 Grúa fija de brazo articulado



Fuente: Macao Pilco, W. E., & Toasa Reyes, P. V [5].

Los componentes principales de una grúa para personas con movilidad reducida son:

2.1.1 Columna o Mástil

El mástil o columna es la pieza principal la cual está unida al brazo y la base. Entre ellos hay dos tipos de mástiles, el mástil con inclinación en perfil de acero rectangular para grúas móviles y el de las grúas fijas en perfil circular sin costura que permite hacer movimientos rotacionales. [4]

2.1.2 Base

La base para grúa rotacional fija es un soporte que viene soldado al mástil principal y anclado al suelo mediante tornillos de seguridad. En el caso de grúas móviles consta de dos patas que pueden ser modificadas. [4]

2.1.3 Brazo

El brazo es una de las piezas más importantes ya que se encarga de hacer el movimiento de elevación del paciente mediante la fuerza que ejerce el actuador hidráulico, soportando dos cargas la ejercida por el actuador y la de la persona a elevar. [4]

2.1.4 Actuadores hidráulicos

Son cilindros mecánicos que se usan para ejercer una fuerza lineal los cuales obtienen su energía mediante un fluido hidráulico impulsado por una bomba hidráulica. Se compone del vástago, un cilindro de presión y dos orificios por donde ingresa y sale el fluido hacia el depósito hidráulico. [4]

2.1.5 Percha

Unido al extremo del brazo la cual consta de dos ganchos laterales. Esta soporta los esfuerzos ejercidos por el peso de la persona. [4]

2.1.6 Rodamientos

Soportan cargas axiales y radiales de elementos giratorios u oscilantes, se tienen ejemplos como, árboles de levas, ruedas, o ejes que necesiten un apoyo y un elemento que

les permita girar. Los rodamientos ofrecen precisión y muy bajas fricciones permitiendo grandes velocidades de giro y a su vez reducen el ruido, calor, y el desperdicio de energía [8]. Se pueden apreciar en la figura 2-3.

Figura 2-3 Rodamiento de bolas.



Fuente: Mundaray [9].

2.2 Análisis Estructural

2.2.1 Análisis de elementos finitos

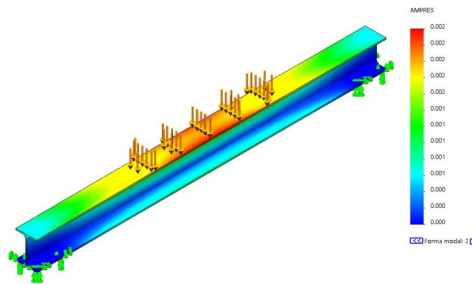
El análisis de elementos finitos (AEF) emerge como una herramienta esencial para anticipar y comprender el comportamiento de sistemas y componentes en diversas condiciones de trabajo. El análisis de elementos finitos desglosa sistemas complejos en elementos más pequeños, permitiendo una simulación detallada de su comportamiento mecánico, térmico y fluidodinámico. Esta aproximación virtual ha revolucionado la forma cómo se abordan los desafíos de diseño y optimización, evitando la necesidad de costosos prototipos físicos y permitiendo adaptaciones personalizadas.

Mediante este estudio se realiza un enfoque en la exploración y aplicación del análisis de elementos finitos en la construcción de la grúa a partir de la integración de conceptos teóricos, herramientas informáticas y datos empíricos. Se busca demostrar cómo

el análisis de elementos finitos puede respaldar la creación de una grúa eficiente y segura. El análisis abarca aspectos teóricos, aplicaciones prácticas, limitaciones y consideraciones concretas en la construcción de la grúa.

El análisis de elementos finitos se usa como una herramienta que redefine la manera en que se abordan los desafíos de diseño y análisis. Una de las herramientas más populares para estos análisis es el software SolidWorks, figura 2-4.

Figura 2-4 Análisis elementos finitos perfil SolidWorks



Fuente: SolidWorks [10].

2.2.2 Factor de seguridad

El concepto de factor de diseño o factor de seguridad N es una cantidad adimensional que indica el nivel de seguridad de un elemento cuando está sometido a una carga (conocido en ocasiones como esfuerzo de diseño o esfuerzo permisible σ_{perm}). Se calcula dividiendo la resistencia del material del elemento entre el factor de diseño, lo que determina el esfuerzo al que puede estar sometido, Por ende, es crucial que el esfuerzo real al que se expone el elemento sea inferior al esfuerzo permisible [11, 11].

$$\text{Factor seguridad } N = \frac{\text{Resistencia real}}{\text{Resistencia requerida}} = \frac{\sigma_y}{\sigma_{perm}} \quad \text{Ecuación (2-1)}$$

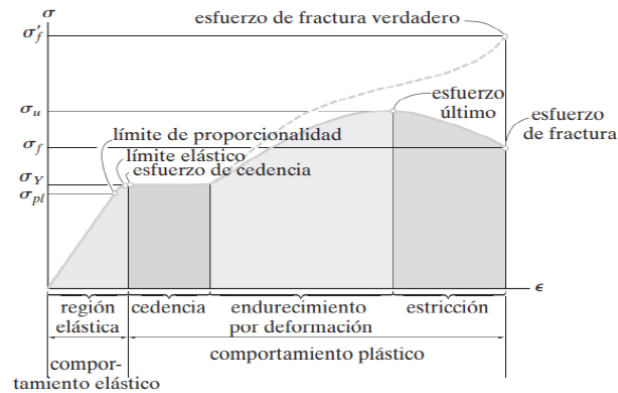
Por lo general, se busca que el factor de seguridad sea superior a 1.0 para prevenir fallos. Estos factores de seguridad varían según la situación o contexto, pudiendo oscilar desde ligeramente más de 1.0 hasta incluso 10 en algunas circunstancias. En este caso que es diseño de estructuras se usa un factor de seguridad de 2.0 para diseño de estructuras [11, 11]. Y un factor de seguridad de 8.5 para diseño de pasadores según la norma ASTM es el más adecuado para ese tipo de caso.

2.2.3 *Teoría de falla para materiales dúctiles*

Cuando una pieza es sometida a una carga de tal manera que su esfuerzo es uniaxial, se puede comparar este esfuerzo directamente con la resistencia del material para hallar su factor de seguridad y así prevenir fallos potenciales.

La ruptura de un material está relacionada con el quiebre de algún componente o pieza. Los modos por los cuales ocurre la ruptura dependen del tipo de material, su disposición cristalina y cómo se mantienen las conexiones atómicas. Para anticipar el fallo en materiales sometidos a cargas estáticas y desarrollar diseños confiables, es esencial comprender las diversas teorías que explican los modos de ruptura en materiales dúctiles.

Figura 2-5 Gráfica de esfuerzo vs deformación, material sometido a una carga



Fuente: Mundaray [9].

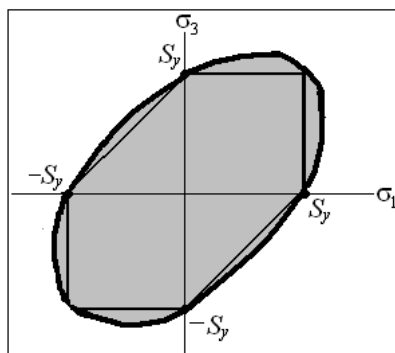
La figura 2-5 ilustra la deformación de un material bajo la influencia de una fuerza. En la primera parte de la gráfica se presenta la región elástica, donde la deformación del material es proporcional a medida que aumenta la carga. En esta fase, se determina el módulo de Young (E), que coincide con la pendiente de la línea. En la fase de cedencia a relación lineal se mantiene hasta alcanzar el límite de fluencia en el punto medio de endurecimiento por deformación en el cual el material pasa de un comportamiento elástico a uno plástico. A partir de este punto, el material a la región de estricción donde retiene su deformación plástica a medida que la carga aumenta, llevándolo finalmente al punto de fractura.

2.2.4 Teoría energía de distorsión del criterio de von mises

Esta teoría fue formulada por el economista, historiador, filósofo y escritor judío Ludwig Heinrich Edler von Mises (1881 - 1973) y establece que según una gráfica en donde el eje x representa tensiones principales y el eje Y representa las tensiones cortantes. En un

material ocurre la falla cuando los esfuerzos combinados en él se encuentran fuera de la elipse, figura 2-6.

Figura 2-6 Representación gráfica teoría de distorsión



Fuente: Mundaray [9].

“La falla se producirá cuando la energía de distorsión por unidad de volumen debida a los esfuerzos máximos absolutos en el punto crítico sea igual o mayor a la energía de distorsión por unidad de volumen de una probeta en el ensayo de tensión en el momento de producirse la fluencia” [9].

2.2.5 Esfuerzo debido a flexión

Una viga es un componente que resiste cargas aplicadas en dirección transversal a su eje principal. Estas cargas generan momentos de flexión en la viga, que a su vez provocan la formación de esfuerzos de flexión. Estos esfuerzos de flexión se manifiestan como

tensiones tanto de tracción como de compresión. El valor máximo de tensión cortante en una sección transversal de la viga se localiza en la zona más distante del eje neutro de la sección. En este punto, la ecuación de flexión proporciona el valor del esfuerzo resultante.

$$\sigma = Mc/I \quad \text{Ecuación (2-2)}$$

Donde:

σ = Esfuerzo de flexión.

M = Magnitud del momento de flexión en esa área.

I = Momento inercia del área con respecto a su eje neutro.

c = Distancia desde el eje neutro a la fibra más lejana, en la sección transversal de la viga.

2.2.6 Sumatoria de fuerzas

Fundamental en la mecánica estructural y se usa para determinar la deflexión en vigas. En esta se analizan todas las fuerzas que se ejercen en una viga ya sean externas o internas. Al hacer el equilibrio de las fuerzas y sus respectivos momentos, se determina como la viga se doblará o flexionará en respuesta a las cargas aplicadas. Para hacer estos cálculos se tiene que:

Sumatoria de fuerzas en el eje Y:

$$\sum F_y = 0 \quad \text{Ecuación (2-3)}$$

Esto quiere decir que la sumatoria de fuerzas en Y deben ser igual a cero para que haya equilibrio.

Sumatoria de fuerzas en el eje X:

$$\sum F_x = 0 \quad \text{Ecuación (2-4)}$$

Esto quiere decir que la sumatoria de fuerzas en X deben ser igual a cero para que haya equilibrio.

Sumatoria de momentos:

$$\sum M = 0 \quad \text{Ecuación (2-5)}$$

Esto quiere decir que la sumatoria de momentos en la viga deben ser igual a cero para que haya equilibrio.

Igualmente se tiene la ecuación de traslación de una fuerza de un punto a otro lo cual es un momento, dada por:

$$M = F * D \quad \text{Ecuación (2-6)}$$

Donde:

M= Momento.

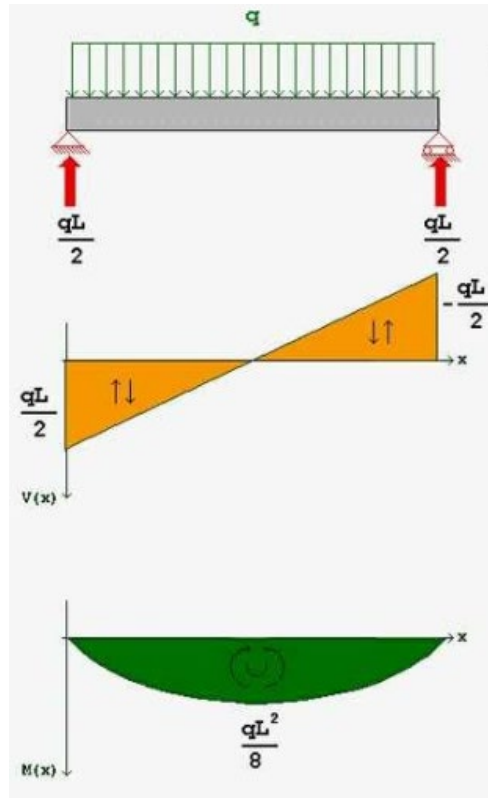
F= Fuerza.

D= Distancia.

Sumado a esto se realizan diagramas de esfuerzos cortantes y momentos de flexión máximos para así determinar el momento máximo y el tipo de viga se va a utilizar, figura 2-

7.

Figura 2-7 Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.



Fuente: Mundaray [9].

2.2.7 Triángulo de dimensiones

Es una técnica para hallar fuerzas y momentos en un sistema o cuerpo, dicha fuerza se puede descomponer en tres direcciones. Mediante la siguiente fórmula se pueden hallar dichas fuerzas.

$$F_x = F * \cos(\theta)$$

Ecuación (2-7)

Donde:

F_x = Fuerza aplicada en el eje X.

F = Fuerza principal.

θ = Ángulo en el cual esta aplicada la fuerza principal.

En el caso de ser una fuerza sobre el eje Y se usa el Seno.

2.2.8 Esfuerzo de flexión máximo

Para el diseño de una viga es conveniente definir el módulo de sección [11], se tiene que el módulo de sección es:

$$s = \frac{M}{\sigma_d} \quad \text{Ecuación (2-8)}$$

Donde:

s = Modulo de sección.

M = Momento Máximo.

σ_d = Esfuerzo de diseño.

2.2.9 Cálculo de pernos

Para hallar el área de tensión de un perno se debe conocer la fuerza de tensión a aplicada a la cabeza del perno y la presión máxima que soporta este [12], se representa mediante la siguiente ecuación:

$$\sigma_p = \frac{F_{perno}}{A_t} \quad \text{Ecuación (2-9)}$$

Donde:

σ_p = Esfuerzo Máximo del perno.

F_{perno} = Fuerza aplicada al perno.

A_t = Área de tensión del perno necesaria.

2.2.10 Torque

Es la medida de una fuerza de rotación de un objeto sobre un punto dado. El torque se puede calcular de diversas formas [13], para este caso en específico se usará la siguiente formula:

$$\tau = I \cdot \alpha \quad \text{Ecuación (2-10)}$$

Donde:

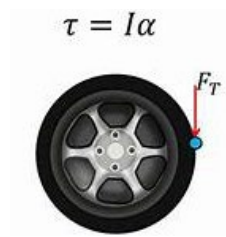
τ = Torque.

I = Momento de inercia del objeto.

α = Aceleración angular del objeto.

Un claro ejemplo es el de una llanta como lo muestra la figura 2-8. La llanta tiene una inercia y gira a una velocidad angular, aplicando esa ecuación se puede calcular el torque necesario para mantener la rueda girando a una velocidad requerida.

Figura 2-8 Torque en una llanta de automóvil.



Fuente: Ferdinand P. Beer [13]

2.2.11 Momentos de inercia

Los momentos de inercia, también llamados momentos de masa, son conceptos esenciales en la mecánica que indican cuán resistente es un objeto a cambiar su movimiento rotativo. Básicamente, representan cómo está distribuida la masa de un objeto en relación con el eje alrededor del cual rota. En grúas se relaciona el momento de inercia con un disco debido a su relación de masa, velocidad y resistencia [8].

Se representa mediante la siguiente ecuación, figura 2-9.

Figura 2-9 Momento de inercia de un disco delgado.

<p>Disco delgado</p> $I_x = \frac{1}{2}mr^2$ $I_y = I_z = \frac{1}{4}mr^2$	<p>The diagram shows a thin blue disk with a coordinate system. The y-axis is vertical, the x-axis is horizontal, and the z-axis is diagonal. The disk is shaded to show its thickness.</p>
--	---

Fuente: Ferdinand P. Beer [13]

$$I = \frac{1}{2}mr^2$$

Ecuación (2-11)

Donde:

I = Momento de inercia.

m = Masa en Kg.

r = Distancia del centro hasta el punto de carga.

2.2.12 Aceleración angular

Es un concepto en física para el movimiento rotativo en objetos. A diferencia con la aceleración lineal que varía su velocidad rectilíneamente, la aceleración angular se presenta en un objeto que varía su velocidad alrededor de un eje. En este caso será imprescindible conocer la aceleración angular para calcular el torque necesario para hacer el giro del brazo de la grúa [13], se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{\omega_f - \omega_0}{t}$$

Ecuación (2-12)

Donde:

α = Aceleración Angular.

ω_f = Velocidad Angular final.

ω_0 = Velocidad Angular inicial.

t = Tiempo.

2.2.13 Cálculo de pasadores y platinas

Los pasadores tienen un papel esencial en la edificación de estructuras al unir componentes y garantizar su estabilidad contribuyendo así a la transferencia de cargas y la seguridad de muchas estructuras.

Para hacer cálculo de pasadores primeramente se realiza el cálculo del diámetro necesario del pasador y el espesor de las platinas mediante las siguientes ecuaciones [5]:

$$\tau_{perm} = (P/2)/(t * D_r) \quad \text{Ecuación (2-13)}$$

Donde:

τ_{perm} = Fuerza de tracción permitida.

P = Carga aplicada al pasador.

t = Espesor de la platina.

D_r = Diámetro requerido del pasador.

Para calcular el espesor t de las platinas se necesita D_r el cual se obtiene de la siguiente ecuación:

$$A = (\pi \cdot D^2)/4 \quad \text{Ecuación (2-14)}$$

Donde:

A = Área requerida.

D = D_r diámetro requerido.

Se despeja.

$$Dr = \sqrt{(4 \cdot Ar)/\pi}$$

Posterior a eso se requiere ese Ar , el cual se despeja de la siguiente ecuación:

$$\sigma = P/A \quad \text{Ecuación (2-15)}$$

$$Ar = P/\sigma_{perm}$$

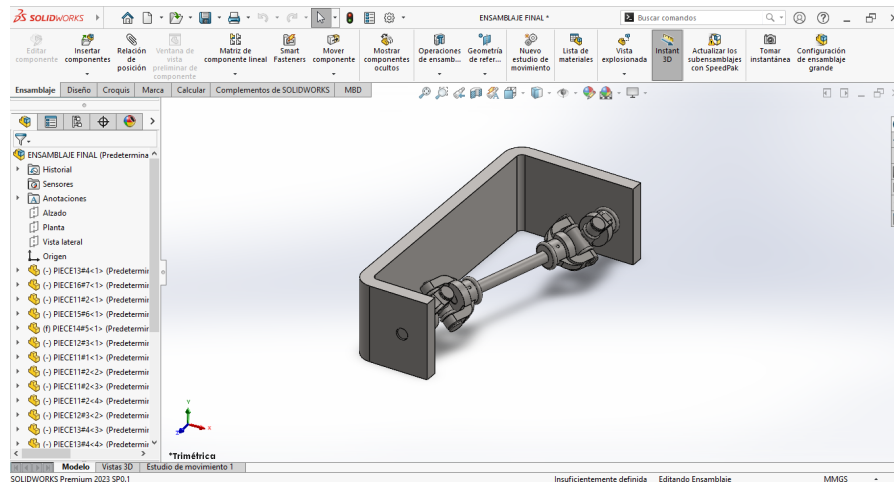
Donde:

$$\sigma_{perm} = \tau_{perm} = (P/2)/Ar$$

2.3 CAD-CAE

A lo largo de este proyecto se explora el proceso de diseño de la grúa utilizando SolidWorks, desde la creación inicial de bocetos y la generación de modelos 3D, hasta la simulación de movimientos y cargas. Además, se analizan los beneficios de emplear este software, como en la reducción de tiempos de diseño, la optimización de costos y la posibilidad de realizar iteraciones rápidas en respuesta a las necesidades cambiantes.

Figura 2-10 SolidWorks Software.



Fuente: Autor.

2.4 Sistemas hidráulicos

Dentro de los sistemas hidráulicos la interconexión entre la fuerza generada por el fluido, la presión bajo la cual actúa y el flujo que circula constituyen elementos fundamentales que resultan cruciales para la operación y la configuración óptima de dichos sistemas. La manera en que estos tres elementos interactúan está sujeta a los principios esenciales de la mecánica de fluidos y esto conlleva consecuencias directas en el funcionamiento de los equipos hidráulicos.

La fuerza originada por un fluido en un sistema hidráulico está intrínsecamente ligada a la presión ejercida sobre el fluido. Esta correlación se expresa mediante la ecuación:

$$F = P * A \quad \text{Ecuación (2-16)}$$

Donde:

F = fuerza generada.

P = presión.

A = área del pistón.

Cuanto mayor sea la magnitud de la presión o del área, más considerable será la fuerza que se produce como resultado. Dicha área hace referencia al área de un círculo ya que la mayoría de los elementos que ejercen fuerza son circulares. Esta área (A) se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$A = \pi \cdot r^2 \quad \text{Ecuación (2-17)}$$

Donde:

r = Radio del círculo que tomaremos del pistón.

El flujo volumétrico o caudal (Q) denota la cantidad de fluido que se desplaza en un intervalo de tiempo específico y guarda una conexión con la velocidad del fluido. Cuanto más elevada sea la velocidad del fluido, mayor será el flujo volumétrico. La ecuación elemental que describe el flujo volumétrico es:

$$Q = A * v \quad \text{Ecuación (2-18)}$$

Donde:

A = Área de sección.

V = Velocidad del fluido.

En hidráulica este flujo volumétrico o caudal es generado por una bomba hidráulica. Este flujo o caudal depende en parte de la cilindrada con la que cuente la bomba y de las revoluciones a las cuales gira la bomba, siendo la cilindrada de la bomba el volumen de líquido que puede mover en un determinado tiempo. Al requerir un caudal específico para lograr un avance requerido se puede hacer el cálculo de la cilindrada mediante la siguiente ecuación:

$$C = \frac{Q * t}{n} \qquad \text{Ecuación (2-19)}$$

Donde:

C = Cilindrada de la bomba.

Q = Caudal de la bomba.

t = tiempo.

n = revoluciones

2.4.1 *Etapas de un sistema hidráulico*

- Actuadores

Son los elementos que hacen el trabajo para el cual se ha diseñado el sistema hidráulico.

- Control y tratamiento de señal

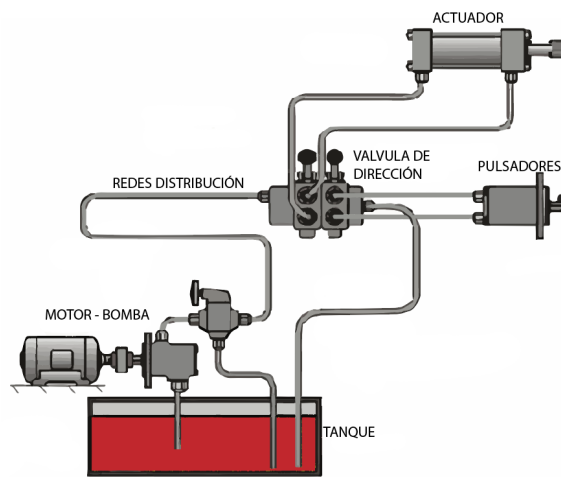
Aquí se direcciona, regula y controla el flujo del líquido hidráulico.

- Movimiento de fluidos

Se toma el fluido del depósito, se filtra y limpia dejándolo listo para ser utilizado y accionar los demás componentes [14].

En la figura 2-11 se observan los componentes básicos de un sistema hidráulico.

Figura 2-11 Componentes de un sistema hidráulico.



Fuente: Autor.

2.4.2 Componentes hidráulicos

La operación segura y eficiente de la grúa depende en gran medida de los elementos de hidráulicos que la componen. A continuación, se detallan algunos componentes hidráulicos que tendrán pertinencia:

- Cilindros hidráulicos: Estos son esenciales para generar movimiento en la grúa, como la elevación y la extensión del brazo [14].

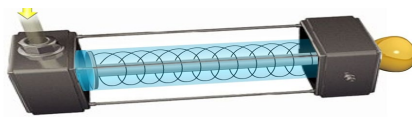
Hay dos tipos de cilindros:

- Simple efecto.

Se caracterizan por tener una única entrada de trabajo por donde entra y escapa el aceite, como también un resorte que hace la reposición a las condiciones normales, figura 2-12.

(Estos cilindros trabajan en un solo sentido).

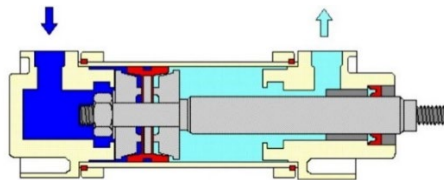
Figura 2-12 Cilindro Simple efecto.



Fuente: Losmejorestécnicos [15].

Se caracterizan por tener dos entradas de trabajo por donde entra y escapa el aceite, figura 2-13.

Figura 2-13 Cilindro doble efecto.

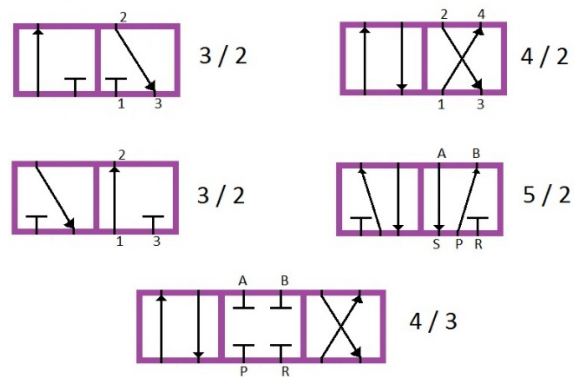


Fuente: Caballero [16].

- Válvulas hidráulicas: Las válvulas controlan el flujo y la dirección del fluido hidráulico, permitiéndote manejar el movimiento y la posición de la grúa de manera precisa [14].

En la figura 2-14 se pueden apreciar los tipos de válvulas que hay dependiendo del uso requerido por el sistema.

Figura 2-14 Tipos de válvulas.



Fuente: Autor.

- Bomba hidráulica: La bomba es la que proporciona el flujo del aceite hidráulico a los cilindros y otros componentes para generar energía y movimiento [14].
- Filtros: Son importantes para mantener el fluido hidráulico limpio y libre de partículas que puedan dañar los componentes del sistema [14].
- Mangueras y conexiones hidráulicas: Estos componentes transportan el fluido entre las diferentes partes del sistema [14].

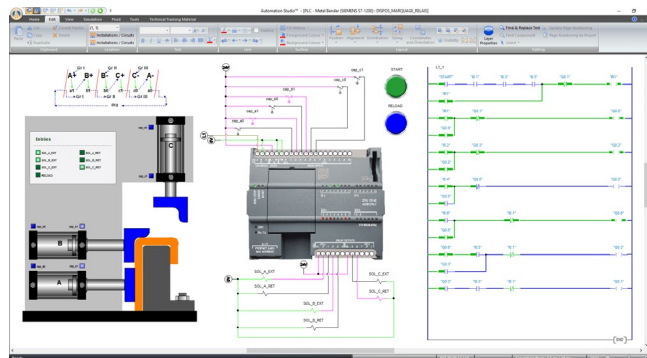
- Manómetros: Ayudan a monitorear la presión del sistema hidráulico para asegurarse de que todo funcione correctamente [14].

2.5 Automation Studio

A lo largo de este proyecto, se explora el proceso de diseño de la grúa utilizando Automation studio desde la creación de diagramas esquemáticos hasta la simulación detallada del sistema, se abordan los pasos clave para desarrollar una solución integral y efectiva. Además, se analizan los beneficios de emplear Automation studio como la reducción de riesgos mediante la detección temprana de problemas.

En la figura 2-15 se puede observar el diseño de un sistema hidráulico haciendo uso de pistones con dados para mecanizar piezas.

Figura 2-15 Software Automation studio



Fuente: Automation Studio [17].

2.6 Tipos de perfilería

2.6.1 *Perfiles conformados en frío*

Estos perfiles se crean sin requerir su calentamiento empleando planchas de acero que dan forma al material. Este proceso puede realizarse haciendo uso de una plegadora, en la que la longitud está restringida por las dimensiones de la plegadora misma (normalmente entre 3 y 6 metros). Los espesores más considerables se encuentran alrededor de los 12 mm. Estos perfiles pueden producirse en líneas de producción continuas o en un "roll former", en el cual la longitud de manufactura está limitada por las dimensiones estándar o las restricciones de transporte. Por lo general, se manufacturan en formas tipo "U" y "C", lo que los distingue de los tubos y los clasifica como perfiles abiertos [18].

2.6.2 *Perfiles soldados*

En algunas situaciones, debido a las restricciones relacionadas con las formas de perfiles disponibles en el mercado, se recurre a la opción de crear perfiles soldados a partir de láminas de acero planas. Estas láminas se someten a un proceso de corte y ensamblaje mediante soldadura, generalmente utilizando el método de arco sumergido. Esto posibilita la obtención de prácticamente cualquier forma de perfil deseada. La principal ventaja de estos perfiles radica en su capacidad para ser manufacturados con secciones de dimensiones variables [18].

2.6.3 *Perfiles electro soldados*

La utilización de la técnica de electrosoldadura por resistencia eléctrica, también conocida como electro fusión, en la fabricación de perfiles soldados posibilita la obtención de altos niveles de productividad en perfiles con dimensiones que oscilan entre 100 y 500 mm, y con espesores que se sitúan en el rango de 3 a 12 mm [18].

2.6.4 *Perfiles cuadrados*

Los perfiles cuadrados figura 2-16 con su sección transversal en forma de cuadrado, son componentes estructurales muy comunes en la construcción e ingeniería debido a su capacidad de resistencia y flexibilidad para soportar cargas en una amplia gama de aplicaciones [19]

Figura 2-16 Perfiles cuadrados.



Fuente: Colmena [19].

2.6.5 *Perfiles tubulares sin costura*

Estos presentan una mayor resistencia en comparación con los tubos con soldadura gracias a su estructura más uniforme. Esta característica los habilita para aplicaciones en industrias más rigurosas y robustas como lo es la industria petrolera [10]. Figura 2-17.

Figura 2-17 Perfiles tubulares sin costura



Fuente: Colmena [19].

2.7 Sistemas de control

La operación segura y eficiente de la grúa depende también en gran medida de los elementos de control que la integran. A continuación, se encuentra una lista de componentes de control que resultan indispensables:

- Control remoto como panel de control

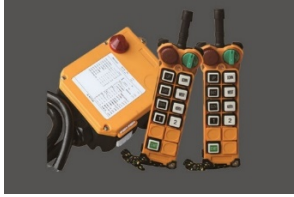
En algunos casos se pueden utilizar controles remotos inalámbricos para operar la grúa a distancia o alámbricos como se muestran en las siguientes figuras:

Figura 2-18 Control remoto F24-60.



Fuente: Aptisa [20].

Figura 2-19 Control remoto F24.



Fuente: Aptisa [20].

- Finales de carrera

Se utilizan para establecer los límites de movimiento seguro de la grúa. Se presentan en el mercado diversidad de finales de carrera. figura 2-20.

Figura 2-20 Tipos de finales de carrera.



Fuente: Siemens [21].

- Relés AC

Son dispositivos eléctricos que controlan circuitos de corriente alterna, permitiendo la apertura o cierre en respuesta a señales eléctricas, utilizados en la automatización de sistemas eléctricos.

La figura 2-21 muestra un tipo de relé Ac.

Figura 2-21 Relé AC.



Fuente: Electrónico Planeta [22].

- Relés DC

Estos relés pueden usarse para controlar la dirección de la corriente en un puente H, lo que permite invertir el giro de motores o cambiar la dirección de la corriente en aplicaciones de control, figura 2-22.

Figura 2-22 Relé DC.



Fuente: Electrónico planeta [22]

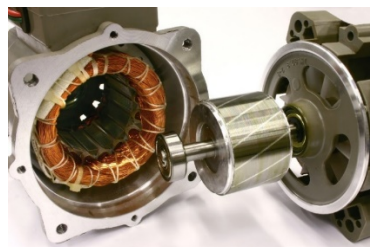
- Motor DC

Los motores de corriente continua, Direct Current por sus siglas en inglés son equipos que transforman la energía eléctrica en mecánica mediante los campos electromagnéticos generados en rotor y estator. En muchos casos se hace uso de motores DC como en: Cintas transportadoras, vehículos eléctricos, juguetes, robótica, etc. En casos como grúas pequeñas para discapacitados se hace uso de motores DC para hacer el giro de traslado de pacientes de un punto a otro. Para saber qué tipo de motor se debe usar es necesario saber el torque a aplicar, la potencia que va a consumir y la velocidad angular a la que va a girar el brazo.

- Motor AC

Los motores AC o de corriente alterna son equipos que transforman la energía eléctrica en mecánica mediante la corriente alterna recibida en su estator generando un campo electromagnético al rotor y así generar un giro. Estos motores son utilizados en diversos casos como lo son: Equipos de bombeo, equipos de generación, equipos para el agro, etc. Se puede observar el motor AC con sus dos componentes principales como lo son el estator y el rotor en la figura 2-23.

Figura 2-23 Motor de corriente Alterna.



Fuente: Electrónico Planeta [22].

Para grúas de este tipo el motor AC es usado como polipasto para elevación de pacientes o también como accionador de bombas hidráulicas. Este caso se usará como accionador de bombas hidráulicas y para conocer el tipo de motor a seleccionar es necesario conocer la fuerza en Newtons que se va a ejercer y la velocidad de avance que va a tener el actuador que va ejercer la fuerza de elevación. Esto se puede lograr mediante la siguiente ecuación.

$$P_{motor} = F * V \quad \text{Ecuación (2-20)}$$

Donde:

P_{motor} = Potencia del motor.

F = fuerza.

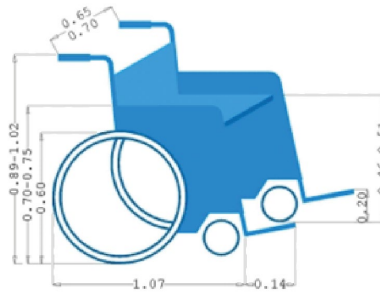
V = velocidad de avance

3. Recopilación y análisis de información

3.1 Medidas básicas de una silla de ruedas

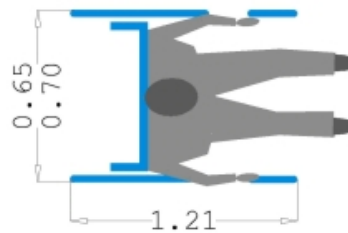
La silla de ruedas permite a las personas con discapacidad moverse de una manera más fácil y segura mejorando su calidad de vida. A continuación, se observa en las figuras 3-1, 3-2, 3-3 las dimensiones básicas de una silla de ruedas (en unidad de metros):

Figura 3-1 Dimensiones básicas en sillas de ruedas



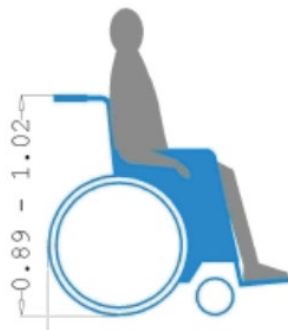
Fuente: S. Verswyvel [23].

Figura 3-2 Vista superior dimensiones Silla de ruedas



Fuente: S. Verswyvel [23].

Figura 3-3 Vista lateral dimensiones Silla de ruedas



Fuente: S. Verswyvel [23].

3.2 Clasificación de grúas

Según un estudio ya realizado por Martos Flores, P. J., & Amaya Ríos, J. F. [4]. En el mercado hay gran variedad de grúas, clasificándolas por tipo de perfilera usada se observa lo siguiente en la tabla 3-1.

Tabla 3-1 Clasificación de las grúas con base en el tipo de perfilera

Clasificación	Sección
Grúa 1	Rectangular
Grúa 2	Rectangular
Grúa 3	Rectangular
Grúa 4	Rectangular
Grúa 5	Rectangular
Grúa 6	Circular
Grúa 7	Rectangular
Grúa 8	Rectangular
Grúa 9	Rectangular
Grúa 10	Rectangular
Grúa 11	Rectangular
Grúa 12	Rectangular
Grúa 13	Rectangular
Grúa 14	Rectangular
Grúa 15	Rectangular
Grúa 16	Rectangular
Grúa 17	Rectangular
Grúa 18	Rectangular
Grúa 19	Rectangular
Grúa 20	Rectangular

Fuente: Martos Flores, P. J., & Amaya Ríos, J. F. [4].

Donde se observan 20 tipos de grúas habiendo en su gran mayoría grúas con secciones rectangulares.

E igualmente analizaron que en el mercado hay gran variedad de grúas según Martos Flores, P. J., & Amaya Ríos, J. F. [4], clasificándolas por tipo de material usado se observa lo siguiente:

Tabla 3-2 Clasificación de acuerdo con el tipo de material usado en su fabricación.

Clasificación	Sección
Grúa 1	Acero
Grúa 2	Aluminio, plástico y acero
Grúa 3	n/a
Grúa 4	Aluminio, plástico y acero
Grúa 5	Aluminio y acero
Grúa 6	Acero cromado
Grúa 7	Aluminio, plástico y acero
Grúa 8	Acero cromado
Grúa 9	Acero de gran calibre
Grúa 10	Acero
Grúa 11	n/a
Grúa 12	n/a
Grúa 13	Acero
Grúa 14	Acero al carbono revestido de epoxi
Grúa 15	n/a
Grúa 16	Aluminio
Grúa 17	Acero
Grúa 18	Aluminio
Grúa 19	Aluminio, plástico y acero
Grúa 20	Acero

Fuente: Martos Flores, P. J., & Amaya Ríos, J. F. [4].

Donde se logran apreciar 20 tipos de grúas y su respectivo material.

Para tomar una decisión con respecto al tipo de brazo a seleccionar, se tiene en cuenta la investigación ya realizada por Martos Flores, P. J., & Amaya Ríos, J. F. [4]. Donde muestran 3 formas de brazos que son: Brazo 1 perfil rectangular con disposición en ángulo, Brazo 2 curvo tubular, Brazo 3 rectangular recto. Siendo el brazo rectangular con disposición en ángulo el que sobresale a diferencia de los otros tipos de brazos en factores como lo son: seguridad, resistencia, confiabilidad, rigidez y ergonomía, como se observa en la matriz de decisión este arroja un rango superior a los otros, tabla 3-3.

Tabla 3-3 Matriz de decisión para el brazo

	Seguridad	Resistencia	Confiabilidad	Rigidez	Ergonomía	RANGO
Factor de ponderación	0.33	0.27	0.2	0.13	0.07	1.0
Brazo 1	10 3.3	9 2.43	10 2	9 1.17	10 0.7	9.6
Brazo 2	9 2.97	8 2.16	9 1.8	8 1.04	10 0.7	8.7
Brazo 3	8 2.64	9 2.43	7 1.4	9 1.17	6 0.42	8.0

Fuente: Martos Flores, P. J., & Amaya Ríos, J. F. [4].

3.3 Análisis de información

Con la información anteriormente obtenida y por la gran variedad de grúas analizadas en el mercado figura 3-4, se decide usar perfilería rectangular para el brazo de la grúa y perfilería circular sin costura para el mástil principal y secundario debido a la necesidad de giro de la grúa. En la parte superior donde se encuentra el brazo se decide usar un brazo rectangular con disposición en ángulo viendo factores que sobresalen a diferencia de los otros tipos de brazos como lo son: seguridad, resistencia, confiabilidad, rigidez y ergonomía. También porque este tipo de brazo al hacer su elevación cuenta con un espacio mayor entre la grúa y el paciente. Se puede observar en la figura 3-4.

Figura 3-4 Variedad de grúas en el mercado



Fuente: Online Medical [24].

El tipo de material a usar para el brazo y los mástiles, será el acero estructural para secciones huecas ASTM 500. Ya que es el más usado en el mercado para fines estructurales y es el de menor costo. Se consultó en el mercado el precio de dos perfiles: Perfil cuadrado aluminio de 1in x 1.83 m, con un costo de \$ 119.900 pesos colombianos y perfil cuadrado en acero de igual longitud con un costo de \$ 36.000 pesos colombianos. Estos precios fueron consultados en proveedores en la web y se puede ver su cotización en el G.

4. Diseño estructural de la Grúa

4.1 Dimensionamiento de la grúa

Con la información obtenida en la investigación se hace el diseño conceptual de la estructura de la grúa para así poder elegir sus componentes y determinar cuáles son los más adecuados según la información recopilada. Desde ese punto de vista los elementos básicos se presentan en la figura 4-1, donde aparece el mástil principal el cual se compone de dos partes, un mástil primario y uno secundario los cuales van a estar unidos mediante un rodamiento y este permitirá realizar el giro de 90 grados.

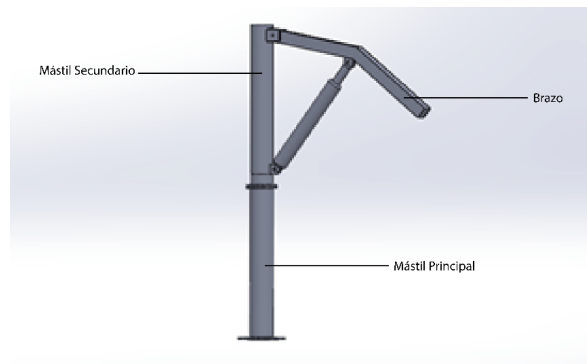
El mástil secundario sostiene la carga del actuador desde abajo y se conecta mediante pasadores. Se utiliza un perno en la unión entre el brazo y el mástil para permitir que el brazo gire en relación con el mástil.

El brazo desempeña un papel fundamental en la grúa ya que utiliza la fuerza lineal generada por el actuador para elevar o descender la carga del usuario. El actuador se conecta en la parte superior del brazo mediante un pasador. Por último, la percha es un componente

esencial de la grúa y se une al brazo con un pasador, asegurando que siempre esté en posición vertical.

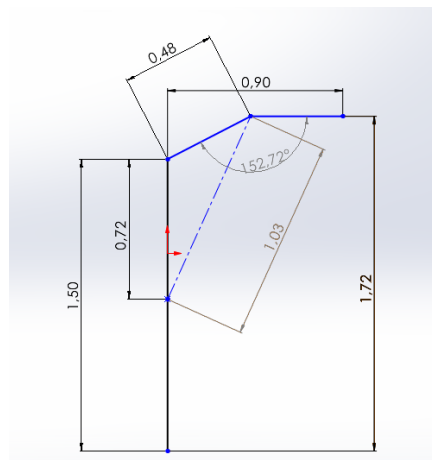
A partir del análisis hecho con base en la información tabulada en la investigación, se incorporan los resultados obtenidos en las figuras 4-1 y 4-2.

Figura 4-1 Diseño conceptual Grúa.



Fuente: Autor.

Figura 4-2 Dimensiones de la grúa.



Fuente: Autor.

Las dimensiones de la grúa se estimaron geoméricamente mediante el software SolidWorks de acuerdo a las medidas de grúas ya investigadas en el mercado y el ángulo del brazo de acuerdo al descenso de este hacia el paciente con el actuador totalmente recogido. Debido a las dimensiones de las sillas de ruedas ya investigadas en la recopilación de información el extremo del brazo debe descender a 1 metro de altura hacia el usuario.

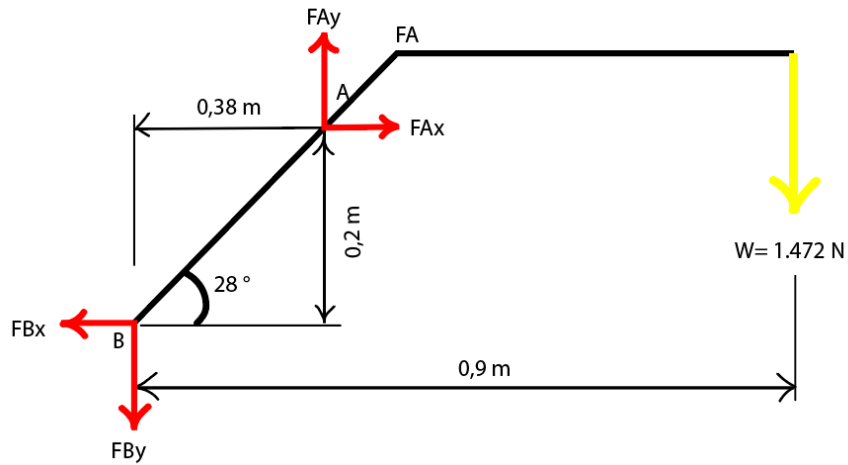
4.2 Análisis estático brazo

En el análisis estático del brazo de la grúa se determinó debido a las características geométricas. El ángulo de 28° respecto a la horizontal como se muestra en la figura 4-3 se determinó teniendo en cuenta las medidas de sillas de ruedas estándar y poder descender el brazo hasta el paciente.

Estando el actuador completamente extendido y en el punto más alto se realizan los cálculos, ya que es el momento donde se ejerce una fuerza máxima en el brazo ocasionada por el actuador al elevar el brazo y el paciente haciendo de carga W.

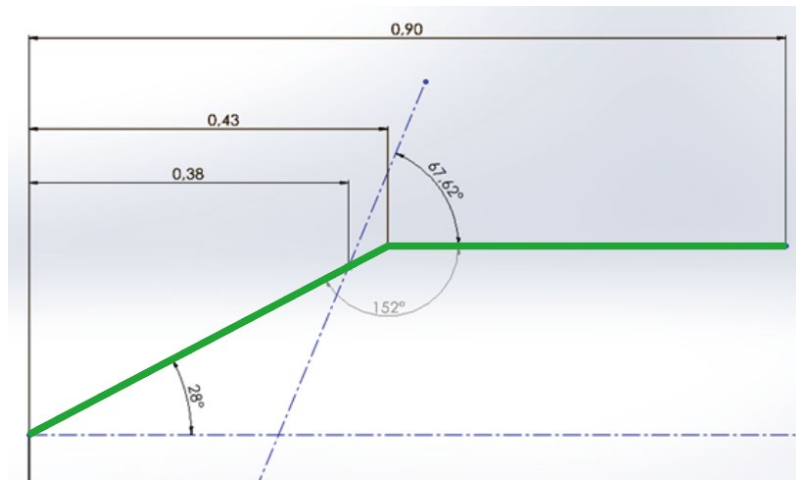
Se hace el diagrama de cuerpo libre para calcular la fuerza necesaria que va a efectuar el actuador al elevar la carga W, figura 4-3, es un esquema de esta situación, pero no está a escala. La figura 4-4 proporcionada por el software SolidWorks muestra las dimensiones del brazo (Color Verde) totalmente elevado paralelo al eje X.

Figura 4-3 Diagrama cuerpo libre brazo con actuador en la posición más alta.



Fuente: Autor.

Figura 4-4 Dimensiones brazo y ángulos del actuador respecto al eje x



Fuente: Autor.

Se procede a calcular la fuerza necesaria que va a efectuar el actuador elevar la carga W.

FA: Fuerza resultante del actuador en el brazo la cual se descompone en *FAx* y *FAy*

Se desarrolla la sumatoria de momentos con respecto al punto B que es la unión entre el brazo y mástil, de esta manera se halla el valor de la fuerza FA mediante la ecuación (2-5).

$$\Sigma Mb = 0 = FAy(0,38m) + FAx(0,2m) - 1.472N(0,9m) = 0$$

$$FA * \text{sen}(67,6)(0,38m) + FA * \text{cos}(67,6)(0,2m) - 1.472N(0,9m) = 0$$

$$FA(0,35) - FA(0,076m) = 1.324,8N$$

$$FA = 4.835N$$

La fuerza FA que va a ejercer el actuador es de 4.835 N para elevar la carga de 150 kg.

Posterior a hacer el cálculo de la fuerza FA , se realiza una sumatoria de fuerzas respecto a los ejes x y y para hallar Fbx y Fby respectivamente mediante la ecuación (2-3).

De las figuras 4-3 y 4-4 se tiene:

$$\Sigma Fy = 0 = -FBy + FAy - W = 0$$

$$-FBy + FA * \text{sen}(67,6) - 1.472N = 0$$

$$-FBy + 4.470,18N - 1.472N = 0$$

$$FBy = 2.998,18N$$

$$\Sigma Fx = 0 = -FBx + FAx = 0 \quad (2-4)$$

$$-FBx + FA * \text{cos}(67,6) = 0$$

$$FBx = -1.842,47N$$

$$FAx = 1.842,47N$$

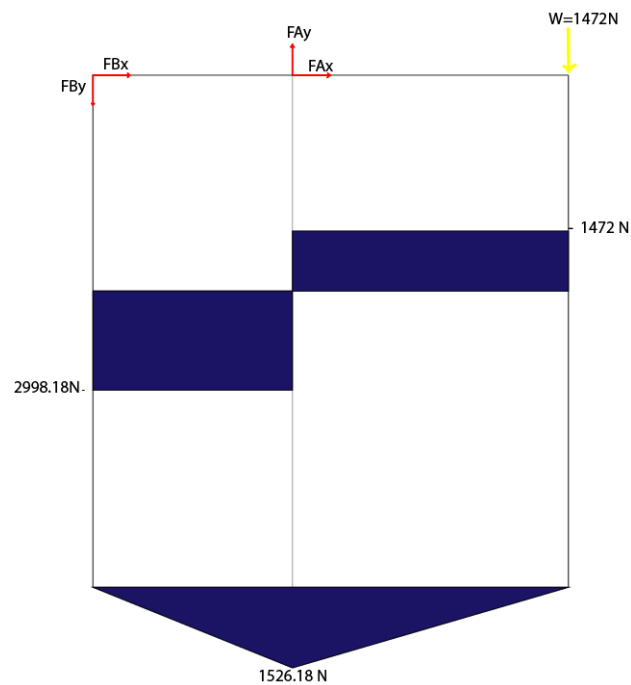
Se reemplaza Fby en la ecuación (2-4), se tiene que:

$$FAY = FBy + W$$

$$FAy = 4.470,18$$

Teniendo ya calculadas las fuerzas ejercidas en el brazo se procede a realizar el diagrama de momento flector y cortante figura 4-5, para así hallar el momento flector máximo ejercido al brazo.

Figura 4-5 Diagrama de momento flector y cortante brazo grúa.



Fuente: Autor.

Se tiene el momento flector máximo del brazo que es de 1.526,18 N.m de acuerdo al diagrama de momento flector, figura 4-5.

Para un diseño seguro se toma un esfuerzo $\sigma_{m\acute{a}x} \leq \sigma_{perm}$.

Teniendo en cuenta de la ecuación (2-1):

σ_y = esfuerzo de fluencia del material seleccionado en el análisis de información.

Se tiene que:

$$\sigma_y = 345\text{Mpa} \rightarrow \text{Para perfiles estructurales}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{\sigma_y}{\text{factor seguridad}}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{345 \text{ Mpa}}{2}$$

$$\sigma_{perm} = 172,5\text{Mpa}$$

Posterior a esto se halla el módulo de sección mínimo de la viga requerida sabiendo que el esfuerzo máximo σ_{max} en la viga se encuentra en la superficie de ella en la sección crítica donde ocurre el momento máximo y se obtiene a partir del despeje de la ecuación (2-8).

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{S}$$

$$S_{min} = \frac{M_{m\acute{a}x}}{\sigma_{perm}}$$

$$S_{min} = \frac{1.526,8 \text{ N.m}}{172,5 \text{ Mpa}}$$

$$S_{min} = 8,85 \text{ cm}^3$$

Ya hallado el valor de S_{min} se procede a elegir el perfil necesario a cumplir con la condición S_{min} , eligiendo uno por encima del valor calculado. En la figura 4-6 se selecciona el módulo de sección elástica mayor al calculado, el cual sería $10,11 \text{ cm}^3$ que define un tamaño de perfil de 60X60 mm.

Figura 4-6 Selección de perfil cuadrado basándose en módulo de sección del brazo.

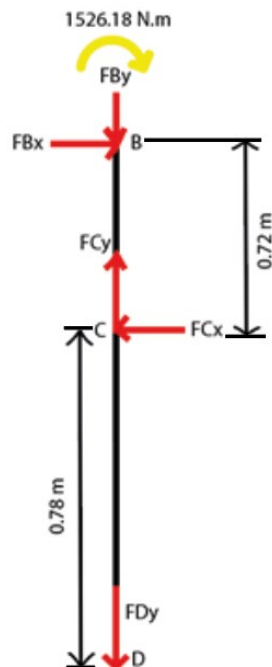
PERFIL CUADRADO											
TAMAÑO PERFIL		ESPESOR DE PARED e mm	PESO NEGRO (kg/m)	ÁREA cm ²	FLEXIÓN			MÓDULO PLÁSTICO Zx=Zy cm ³	TORSIÓN		UNIDAD DE EMPAQUE
TAMAÑO NOMINAL	PULG.				MOMENTO INERCIA Ix = Iy cm ⁴	MÓDULO ELÁSTICO Sx = Sy cm ³	RADIO DE GIRO rx = ry cm		MOMENTO INERCIA J cm ⁴	MÓDULO ELÁSTICO B cm ³	
1 X 1	25 X 25	1,50	1,06	1,35	1,22	0,97	0,95	1,17	2,03	1,48	36
		2,00	1,36	1,73	1,48	1,19	0,93	1,47	2,58	1,82	
		2,50	1,64	2,09	1,69	1,35	0,90	1,71	3,07	2,11	
1 4/7 X 1 4/7	40 X 40	1,50	1,77	2,25	5,49	2,75	1,56	3,22	8,77	4,13	25
		2,00	2,31	2,94	6,94	3,47	1,54	4,13	11,36	5,25	
		2,50	2,82	3,59	8,22	4,11	1,51	4,97	13,79	6,25	
2 X 2	50 X 50	1,50	2,24	2,85	11,07	4,43	1,97	5,15	17,45	6,66	25
		2,00	2,93	3,73	14,15	5,66	1,95	6,66	22,73	8,53	
		2,50	3,60	4,59	16,94	6,78	1,92	8,07	27,75	10,26	
2 1/3 X 2 1/3	60 X 60	1,50	2,71	3,45	19,52	6,51	2,38	7,53	30,53	9,78	25
		2,00	3,56	4,54	25,14	8,38	2,35	9,79	39,91	12,61	
		2,50	4,39	5,59	30,34	10,11	2,33	11,93	48,92	15,26	
2 3/4 X 2 3/4	70 X 70	3,00	5,19	6,61	35,13	11,71	2,31	13,95	57,57	17,73	16
		1,50	3,18	4,05	31,46	8,99	2,79	10,36	48,89	13,50	
		2,00	4,19	5,34	40,73	11,64	2,76	13,52	64,10	17,50	
		2,50	5,17	6,59	49,41	14,12	2,74	16,54	78,79	21,27	
3 X 3	75 X 75	3,00	6,13	7,81	57,53	16,44	2,71	19,42	92,98	24,82	16
		4,00	8,59	10,95	90,19	24,05	2,87	28,76	148,83	36,48	
		6,00	12,27	15,63	120,16	32,04	2,77	39,58	209,99	49,43	
3 1/2 X 3 1/2	90 X 90	2,00	5,45	6,94	88,86	19,75	3,58	22,78	138,32	29,66	9
		2,50	6,74	8,59	108,55	24,12	3,56	28,00	170,65	36,27	

Fuente: Colmena [19]

4.3 Análisis estático Mástil

Se realiza el diagrama de cuerpo libre del Mástil figura 4-7 para así hallar el momento flector máximo MD, la fuerza axial aplicada al rodamiento FCx y la fuerza de tensión ejercida a los pernos de la base FDy.

Figura 4-7 Diagrama cuerpo libre Mástil.



Fuente: Autor.

Se tiene que el momento flector máximo en el mástil es igual a MT usando la ecuación (2-6) se tiene que:

$$MT = FBx(0,72 m) + 1.526,18 N.m$$

$$MT = 2.852,75 N.m$$

Obteniendo que el momento flector máximo es de 2.852,75 *N.m* de acuerdo al cálculo. Con dicho valor se calcula el esfuerzo del mástil de la grúa mediante las ecuaciones (2-1) y (2-8).

$$\sigma_{perm} = \frac{\sigma_y}{\text{factor seguridad}}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{345 \text{ Mpa}}{2}$$

$$\sigma_{perm} = 172,5 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{perm} = \frac{M_{\text{máx}}}{S}$$

$$S_{min} = \frac{M_{\text{máx}}}{\sigma_{perm}}$$

$$S_{min} = \frac{2.852,75 \text{ N.m}}{172,5 \text{ Mpa}}$$

$$S_{min} = 16,53 \text{ cm}^3$$

Ya hallado el valor de *S_{min}* se procede a elegir el perfil necesario a cumplir con la condición *S_{min}*, eligiendo uno por encima del valor calculado. En la figura 4-8 se selecciona el módulo de sección elástica mayor al calculado, el cual sería 21,33 *cm*³ que define un diámetro de perfil tubular de 3 in.

Figura 4-8 Selección de perfil circular basándose en módulo de sección del Mástil

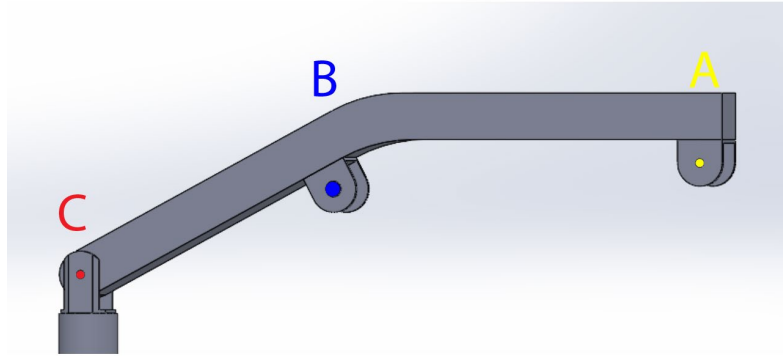
PERFIL CIRCULAR												
DIÁMETRO		PESO		FLEXIÓN			TORSIÓN			UNIDAD DE EMPAQUE		
NOMINAL PULG.	EXT. (pulg)	EXT. (cm)	ESPESESOR DE PARED (mm)	NEGRO (kg/m)	ÁREA cm ²	MOMENTO INERCIA - I cm ⁴	MÓDULO SECCIÓN - S cm ³	RADIO DE GIRO - r cm	MÓDULO PLÁSTICO Z cm ³		MOMENTO INERCIA - J cm ⁴	MÓDULO ELÁSTICO - B cm ²
1/2	0,84	2,13	1,50	0,73	0,89	0,40	0,40	0,67	0,54	0,81	0,79	37
3/4	1,05	2,67	2,00	1,22	1,51	1,11	0,85	0,86	1,17	2,22	1,70	37
1	1,32	3,34	2,50	1,91	2,39	2,78	1,69	1,08	2,32	5,56	3,38	37
			3,00	2,25	2,82	3,19	1,94	1,06	2,69	6,37	3,87	
1 1/4	1,66	4,22	2,50	2,45	3,12	6,17	2,92	1,41	3,95	12,33	5,85	19
			3,00	2,90	3,70	7,16	3,39	1,39	4,63	14,32	6,78	
1 1/2	1,9	4,83	1,50	1,73	2,20	6,03	2,50	1,66	3,28	12,06	5,00	19
			2,00	2,28	2,91	7,81	3,23	1,64	4,29	15,62	6,47	
			2,50	2,82	3,56	9,20	3,84	1,61	5,15	18,41	7,69	
			3,00	3,35	4,27	10,97	4,55	1,60	6,15	21,94	9,09	
2	2,37	6,02	2,00	2,87	3,64	15,29	5,10	2,05	6,72	30,59	10,21	19
			2,50	3,56	4,51	18,64	6,22	2,03	8,25	37,28	12,44	
			3,00	4,23	5,36	21,76	7,27	2,01	9,72	43,53	14,53	
			4,00	5,54	7,06	28,02	9,31	1,99	12,66	56,05	18,62	
2 1/2	2,87	7,29	2,00	3,50	4,42	27,41	7,57	2,49	9,91	54,83	15,15	7
			2,50	4,34	5,49	33,56	9,27	2,47	12,22	67,12	18,54	
			3,00	5,17	6,54	39,44	10,90	2,46	14,45	78,87	21,79	
			4,00	6,80	8,59	50,42	13,93	2,42	18,73	100,83	27,86	
3	3,50	8,89	2,00	4,29	5,46	50,40	11,42	3,04	14,88	100,80	22,85	7
			2,50	5,33	6,73	61,93	14,04	3,03	18,38	123,87	28,07	
			3,00	6,36	8,03	73,05	16,56	3,02	21,81	146,11	33,12	
			4,00	8,38	10,59	94,11	21,33	2,98	28,41	188,23	42,66	
4	4,50	11,43	2,00	5,54	7,06	108,88	19,19	3,93	24,86	217,75	38,37	7
			2,50	6,89	8,72	134,30	23,67	3,93	30,80	268,60	47,33	
			3,00	8,23	10,41	159,03	28,02	3,91	36,63	318,05	56,05	
			4,00	10,88	13,76	206,45	36,38	3,87	47,97	412,91	72,77	
6	6,63	16,82	6,00	16,02	20,41	300,21	52,53	3,83	70,45	600,42	105,06	3
			4,00	16,21	20,63	695,82	82,74	5,81	107,87	1.391,64	165,47	
			6,00	24,01	30,57	1.006,83	119,72	5,74	157,93	2.013,67	239,44	
			7,10	28,26	35,93	1.168,01	138,88	5,70	184,39	2.336,03	277,77	
8	8,63	21,91	5,00	26,40	33,63	1.928,04	176,00	7,57	229,24	3.856,09	351,99	1
			8,20	42,54	54,33	3.025,24	276,15	7,46	364,91	6.050,48	552,30	
10	10,75	27,31	9,30	60,30	77,06	6.709,03	491,41	9,33	647,21	13.418,06	982,83	1
12	12,75	32,39	10,30	79,72	101,46	12.482,05	770,85	11,09	1.012,99	24.964,10	1.541,71	1
16	16,00	40,64	12,70	123,31	157,08	30.465,73	1.499,30	13,93	1.969,18	60.931,45	2.998,60	1

Fuente: Colmena [19].

4.4 Cálculos pasadores

Se procede a realizar los cálculos necesarios de los pasadores A, B y C de la grúa, figura 4-9. Se selecciona el acero ASTM A36 el cual es empleado en tornillería según la norma ASTM. Con un esfuerzo de fluencia de 250 Mpa y un factor de seguridad de 8,5.

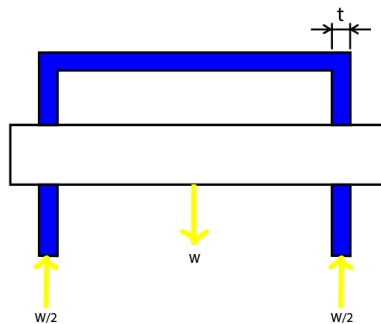
Figura 4-9 Pasadores A, B y C.



Fuente: Autor.

Se realiza el diagrama de cuerpo libre del pasador A, figura 4-10 para así identificar la fuerza aplicada en este caso W. Se observa el pasador (color blanco) y la platina (color azul) los cuales se proceden a calcular.

Figura 4-10 Diagrama cuerpo libre pasador A.



Fuente: Autor.

Se calcula el esfuerzo permisible del material de los pasadores mediante la ecuación (2-1).

$$\sigma_{perm} = \frac{250\text{Mpa}}{8,5 FS} = 29,41 \text{ MPa}$$

Teniendo estos datos se calcula el área necesaria del pasador mediante la ecuación (2-13).

$$29,41\text{Mpa} = \frac{1.472/2}{A_r}$$

Se despeja A_r .

$$A_r = 2,5 \times 10^{-5} \text{m}^2$$

Se calcula el diámetro del pasador mediante el despeje de la ecuación (2-14).

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,5 \times 10^{-5} \text{m}^2}{\pi}}$$

$$D_r = 5,64 \times 10^{-3} \text{m} \rightarrow 5,64 \text{mm}$$

Posterior a eso se procede a calcular el espesor de la platina mediante el despeje de la ecuación (2-13).

$$t = \frac{P/2}{\tau_{perm} * D_r}$$

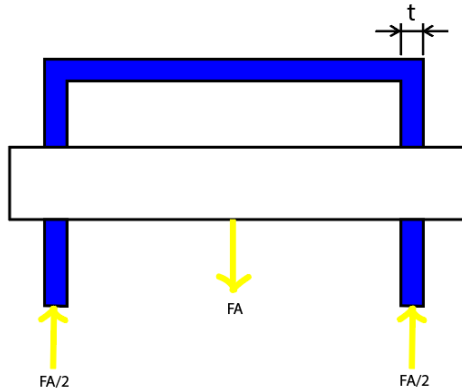
$$t = \frac{1.472/2}{29,41\text{Mpa} * 5,64 \times 10^{-3} \text{m}}$$

$$t = 4,43 \times 10^{-3} \text{m} \rightarrow 4,43 \text{mm}$$

Se hace el mismo proceso con los pasadores B y C.

Se realiza diagrama de cuerpo libre del pasador B, figura 4-11 para así identificar la fuerza aplicada en este caso FA.

Figura 4-11 Diagrama cuerpo libre pasador B.



Fuente: Autor.

Se hace el cálculo del diámetro necesario del pasador B y el espesor t de la platina.

$$\sigma_{perm} = \frac{250 \text{ Mpa}}{8,5 FS} = 29,41 \text{ Mpa}$$

$$29,41 \text{ Mpa} = \frac{4.835/2}{Ar}$$

Se despeja Ar.

$$Ar = 8,21 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

Se calcula el Diámetro del pasador.

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \cdot 8,21 \times 10^{-5} \text{ m}^2}{\pi}}$$

$$Dr = 0,01 \text{ m} \rightarrow 10 \text{ mm}$$

Posterior a eso se procede a calcular el espesor de la platina.

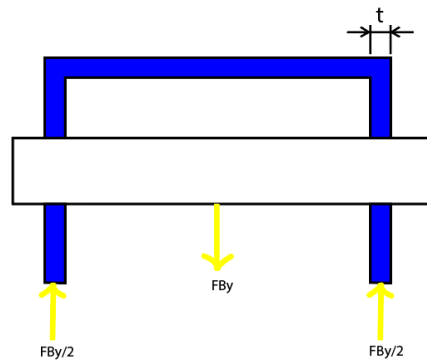
$$t = \frac{P/2}{\tau_{perm} * Dr}$$

$$t = \frac{4.835/2}{29,41Mpa * 0,01m}$$

$$t = 8,22 \text{ mm}$$

Se realiza el diagrama de cuerpo libre del pasador C, figura 4-12 para así identificar la fuerza aplicada en este caso FBy.

Figura 4-12 Diagrama cuerpo libre pasador C.



Fuente: Autor.

Se hace el cálculo del diámetro necesario del pasador C y el espesor t de la platina.

$$\sigma_{perm} = \frac{250Mpa}{8,5 FS} = 29,41 \text{ MPa}$$

$$29,41Mpa = \frac{2.998,12/2}{Ar}$$

Se despeja Ar.

$$Ar = 5,1 \times 10^{-5} m^2$$

Se calcula el Diámetro del pasador.

$$Dr = \sqrt{\frac{4 \cdot 5,1 \times 10^{-5} m^2}{\pi}}$$

$$Dr = 8,05 \times 10^{-3} m \rightarrow 8,05 mm$$

Posterior a eso se procede a calcular el espesor de la platina.

$$t = \frac{P/2}{\tau perm * Dr}$$

$$t = \frac{2.998,18/2}{29,41 Mpa * 8,05 \times 10^{-3} m}$$

$$t = 6,33 mm$$

4.5 Cálculo del rodamiento

Se desarrolla la sumatoria de momentos con respecto al punto D que es la base que va sujeta al suelo figura 4-7 mediante la ecuación (2-6), de esta manera se halla el valor de la fuerza FCx.

$$\Sigma MD = 0 = FCx(-0,78m) - 1.472N(0,9m) = 0$$

$$FCx(-0,78m) = 1.324,8N$$

$$FCx = 1.698,46 N$$

El rodamiento de serie 6200 que relativamente es el más pequeño en el comercio soporta una carga axial máxima estática de 2.360 N. La carga axial a aplicar en el rodamiento es de 1.698,46 N, entonces el rodamiento es elegido en consideración del diámetro calculado para la viga el cuál sería el rodamiento de serie 6207, figura 4-13 que se adecua mejor al diámetro del mástil.

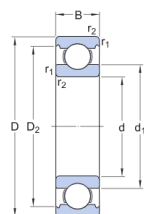
Figura 4-13 Rodamiento serie 6207



Fuente: SKF [25].

A continuación se observan las dimensiones del rodamiento seleccionado, figura 4-14.

Figura 4-14 Dimensiones rodamiento serie 6207



Dimensiones

d	35 mm	Diámetro interno
D	72 mm	Diámetro exterior
B	17 mm	Ancho
d ₁	≈ 46.94 mm	Diámetro del resalte
D ₂	≈ 62.69 mm	Diámetro del rebaje
r _{1,2}	min. 1.1 mm	Dimensión del chaflán

Fuente: SKF [25].

Posteriormente se observan las especificaciones técnicas del rodamiento seleccionado las cuales cumplen con lo requerido, figura 4-15.

Figura 4-15 Especificaciones técnicas rodamiento serie 6207

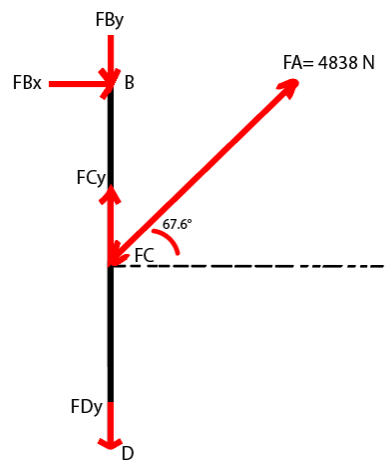
Datos del cálculo		
Capacidad de carga dinámica básica	C	27 kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	15.3 kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.655 kN
Velocidad de referencia		20 000 r/min
Velocidad límite		13 000 r/min
Factor de carga mínima	k _r	0.025
Factor de cálculo	f ₀	13.8

Fuente: SKF [25].

4.6 Cálculo pernos

Al conocer la fuerza en FC ejercida por el actuador como reacción del punto FA según la tercera ley de Newton, se realiza el diagrama de cuerpo libre del Mástil completo figura 4-16 y se halla la tensión ejercida a los pernos de la base FDy mediante el triángulo de dimensiones. Ecuación (2-7).

Figura 4-16 Diagrama cuerpo libre calculo pernos



Fuente: Autor.

$$FCy = \text{sen}(67,6)FC$$

$$FCy = 4.470,18N$$

$$FDy = -4.470,18 N$$

Se tiene el esfuerzo estático de un perno mediante el despeje de la ecuación (2-9).

$$At = \frac{F_{\text{perno}}}{\sigma_p}$$

$$At = \frac{4.470,18 N}{225.000.000 \text{ pa}}$$

$$At = 0,198\text{cm}^2$$

Al hallar un área de tensión tan pequeña se eligen 4 pernos de 10 mm de diámetro con una resistencia de prueba mínima de 225 Mpa tabla 4-1 [12].

Tabla 4-1: Especificaciones métricas y resistencias para pernos de acero

Tabla 11-7 Especificaciones métricas y resistencias para pernos de acero					
Número de clase	Intervalo del tamaño del diám. ext. (mm)	Resistencia de prueba mínima (MPa)	Resistencia a la fluencia mínima (MPa)	Resistencia a la tensión mínima (MPa)	Material
4.6	M5-M36	225	240	400	bajo o medio carbono
4.8	M1.6-M16	310	340	420	bajo o medio carbono
5.8	M5-M24	380	420	520	bajo o medio carbono
8.8	M3-M36	600	660	830	medio carbono, Q&T
9.8	M1.6-M16	650	720	900	medio carbono, Q&T
10.9	M5-M36	830	940	1 040	martensita al bajo carbono, Q&T
12.9	M1.6-M36	970	1 100	1 220	aleación, templada y revenida

Fuente: Norton. Robert. L. [12].

4.7 Cálculo torque Giro brazo

Se procede a calcular el torque necesario para hacer girar la grúa mediante la ecuación (2-10).

$$\tau = \alpha * I$$

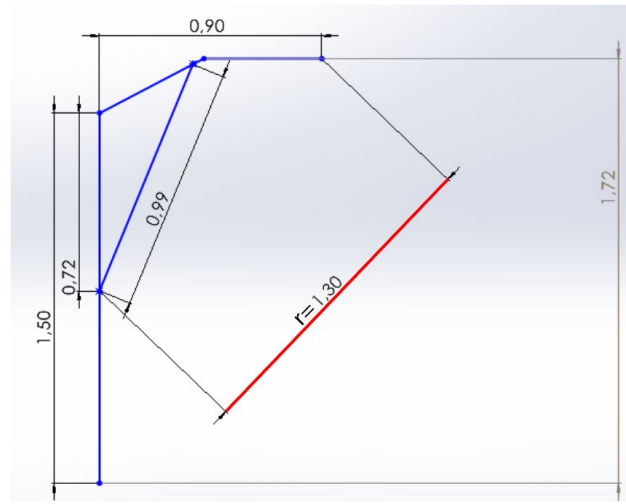
Se decide por cuestiones de seguridad y reducir movimientos bruscos de la grúa, una velocidad angular de $\pi/20$ rad/s.

El momento de inercia de una grúa se relaciona con el de un disco debido a su relación de masa, velocidad angular y resistencia. Se calcula su inercia mediante la ecuación (2-11).

$$I = \frac{1}{2}mr^2$$

En la figura 4-17 se determina la distancia r mediante el software SolidWorks.

Figura 4-17 Distancia entre el punto giro grúa y punto de carga



Fuente: Autor.

Conociendo r mediante el software SolidWorks se hace al cálculo del momento de inercia de la grúa.

$$I = \frac{1}{2} 150 \text{ kg} * 1,3\text{m}^2$$

$$I = 97,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

Posterior a esto se halla la aceleración angular mediante la ecuación (2-12).

$$\alpha = \frac{\omega f - \omega_0}{t}$$

$$\alpha = \frac{\frac{\pi}{20} - 0}{10 \text{ s}}$$

$$\alpha = \frac{1}{200} \pi$$

Ya al haber obtenido los dos valores se calcula el torque necesario para el giro de la grúa.

$$\tau = \alpha * I$$

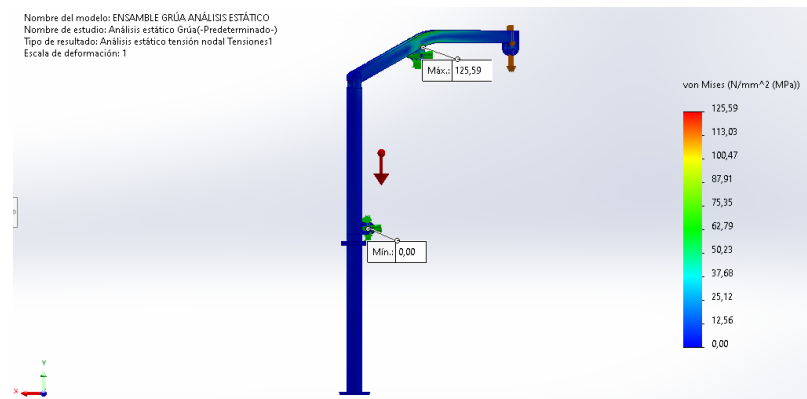
$$\tau = \frac{1}{200} \pi \text{ rad/s} * 97,5 \text{ kg.m}^2$$

$$\tau = 1,53 \text{ N.m}$$

4.8 Análisis estático ensamble grúa SolidWorks

En la figura 4-18 se identifica la zona de esfuerzo máximo de Von mises la cual aparece en la zona de apoyo del brazo sobre el actuador debido a la carga aplicada en la punta del brazo. En esa zona, el valor del esfuerzo máximo es de 125,59 Mpa, el cual es menor al valor del límite elástico del material que es de 290 Mpa, lo que arroja un buen desempeño del diseño.

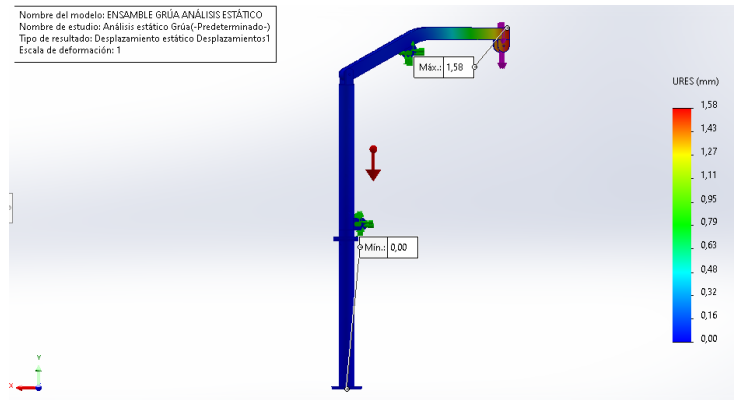
Figura 4-18 Tensión de Von mises SolidWorks



Fuente: Autor.

Siguiente a esto en la figura 4-19 se identifica el valor de deformación máximo de la grúa, el cual ocurre en el extremo del brazo con un valor máximo de deformación de 1.58 mm.

Figura 4-19 Deformación Máxima grúa SolidWorks



Fuente: Autor.

Los análisis simulados mediante el software SolidWorks arrojan un buen funcionamiento de la grúa respecto a su esfuerzo máximo a soportar y valor de deformación máxima.

5. Selección de los elementos de sujeción

5.1 Elementos de sujeción

Percha

Se necesita una percha que soporte el peso máximo a exigirse por la grúa la cual es de 150 kg. Teniendo en cuenta esto se selecciona la siguiente percha que tiene una capacidad de carga segura de 175 kg, figura 5-1.

Figura 5-1 Percha sunlift 175 kg



Fuente: Ortopediamimas [26].

Arnés

Posteriormente se necesita un arnés cómodo y seguro, que se pueda adecuar a la silla de ruedas de los pacientes y no ocupe mucho espacio, se selecciona un arnés antifluido figura 5-2, este cumple adecuadamente las necesidades, con una capacidad máxima de 200 kg.

Figura 5-2 Arnés antifluido



Fuente: Dortomedical [27].

En la figura 5-3 se observa el paciente haciendo uso del arnés antifluido.

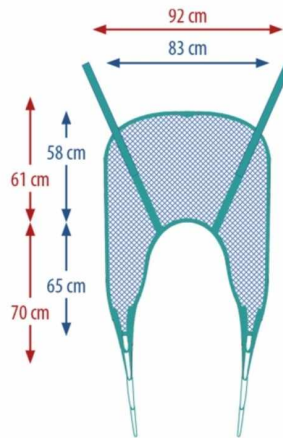
Figura 5-3 Arnés antifluido en uso



Fuente: Ortopediamimas [26].

En la figura 5-4 se observan las dimensiones técnicas del arnés antifluido seleccionado.

Figura 5-4 Dimensiones Arnés antifluído



Fuente: Dortomedical [27].

6. Diseño Hidráulico

6.1 Cálculo Actuador

Se hace un análisis para cálculos de especificaciones técnicas dependiendo del diámetro del pistón del actuador, tabla 6-1.

Para hacer estos cálculos se deben hacer los siguientes pasos:

Primeramente, es necesario conocer el área de los pistones, esto se logra mediante la ecuación (2-17).

$$A = \pi * r^2$$

Al tener esa área se calcula la presión necesaria del actuador mediante el despeje de la ecuación (2-16).

$$P = \frac{F}{A}$$

Luego se calcula el caudal de la bomba mediante la ecuación (2-18).

$$Q = A * V$$

Finalmente, al obtener ese dato se prosigue a calcular la cilindrada necesaria de la bomba mediante la ecuación (2-19).

$$C = \frac{Q * t}{n}$$

Tabla 6-1 Especificaciones técnicas diámetros actuadores

Especificaciones técnicas dependiendo diámetro Cilindro Actuator				
Diámetro (in)	1"	1,5"	2"	3"
Diámetro (cm)	2,54	3,81	5,08	7,56
Área (cm ²)	5,06	11,4	20,26	45,6
Presión (Bar)	85,15	37,76	21,26	9,44
Caudal (cm ³ /s)	25,3	57	101,3	228
Caudal (L/min)	1,5	3,42	6,1	13,68
Cilindrada 1200 (cm ³ /rev)	1,265	2,85	5,065	11,4

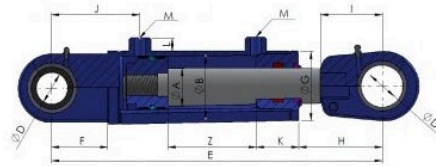
Fuente: Autor.

Al tener esto se hacen los cálculos de los componentes necesarios para el sistema hidráulico siguiendo los pasos descritos anteriormente.

6.2 Cálculo y selección del Actuador Hidráulico

Se investiga en el mercado un cilindro adecuado para hacer la elevación de la carga en este caso las personas, se evidencia que el cilindro con menor capacidad de carga en el mercado es de 24,6 KN en comparación a la carga ya calculada que es de 4.835 N por lo que es suficiente para cumplir con la elevación, figuras 6-1 y 6-2. Por lo tanto, se elige el mismo:

Figura 6-1 Cilindro doble efecto 200 bares



Ø40 MM, VÁSTAGO Ø25 MM. < >
CILINDRO HCO D.E. CON RÓTULAS.
ELIGE CARRERA

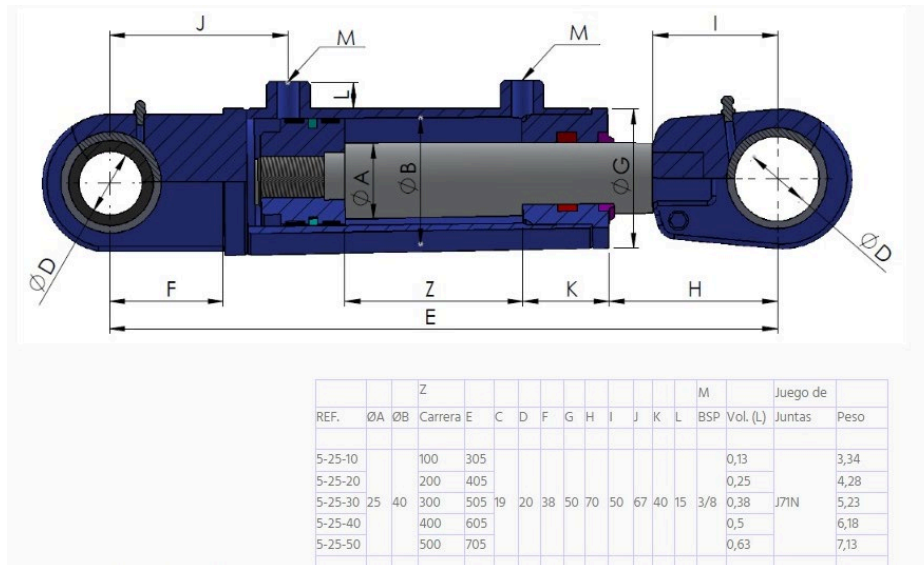
Cilindro hidráulico estándar de doble efecto con amarre de rótulas.
Carrera a elegir entre 100mm y 500mm

ØA (Vástago) : 25mm
ØB (Pistón) : 40 mm

Fuerza empuje a 200 bares: 2513.3 Kg
Fuerza tracción a 200 bares: 1531.5 Kg

Fuente: Provectus [28].

Figura 6-2 Especificaciones técnicas y métricas cilindro doble efecto



Fuente: Provectus [28].

Obtenidas ya las dimensiones de los diámetros del pistón se calcula el área mediante la ecuación (2-17).

$$A = \pi * r^2$$

$$A = \pi * 2cm^2$$

$$A = 12,56cm^2$$

Posterior a esto se calcula la presión necesaria del actuador para elevar la carga mediante el despeje de la ecuación (2-16).

$$P = \frac{F}{A}$$

$$P = \frac{4.835N}{0,001256m^2}$$

$$P = 3.849.522,293 Pa$$

$$P = 38,4952 \text{ Bar}$$

La presión necesaria para elevar la carga es 38,4952 Bar. Teniendo este dato se prosigue a hacer los cálculos de la bomba necesaria para aplicar esta presión y se selecciona en el mercado.

6.3 Cálculo Bomba Hidráulica

Para elegir la bomba hidráulica correcta es necesario calcular la cilindrada y poder elegirla en el mercado mediante la ecuación (2-19).

$$C = \frac{Q * t}{n}$$

Sabiendo esto se halla primeramente el caudal mediante la ecuación (2-18).

$$Q = A * V$$

La velocidad sugerida es de 0,05 m/s ya que es necesario que sea un avance lento sin movimientos bruscos.

Entonces:

$$Q = 12,56 \text{ cm}^2 * 5 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$Q = 62,8 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}}$$

Se hace la conversión a L/min debido a que en el mercado las especificaciones técnicas se encuentran en estas unidades.

$$Q = 3,648 \frac{L}{min}$$

Para los cálculos de la cilindrada se debe tener en cuenta hacer los cálculos en rev/segundo. Para esto se hace la selección del motor, figura 7-2.

Entonces 1800 rev/min es la capacidad del motor seleccionado = 30 rev/s.

Por lo tanto, se prosigue a hacer el cálculo de la cilindrada de la bomba mediante la ecuación (2-19).

$$C = \frac{62.8 \frac{cm^3}{s} * 1 s}{30 rev}$$

$$C = 2.1 \frac{cm^3}{rev}$$

La cilindrada necesaria de la bomba requerida es de $2.1 \frac{cm^3}{rev}$ la cual se tiene en cuenta para seleccionar la siguiente bomba, figura 6-3.

Figura 6-3 Bomba hidráulica 250 Bar



BOMBA HIDRÁULICA 250 BAR. 1.8-4.8 L/MIN, GP 1

★★★★★ 10 Opiniones

Bomba Hidráulica de engranajes.
Desplazamiento: 1,2 a 3,2 cc/rev. (1,8-4,8 L/min @ 1500 rpm)
Giro: Derecho.
Eje: cónico 1:8 o Recto SAE A.
Montaje: Europeo 4 Agujeros.
Puertos: GAS o Bridados.
Material de cuerpo: Aluminio.
Presión max. 250 bar.

91,13 € (impuestos excl.)

Desplazamiento

1,2 cc/rev (1,8 L/min @ 1500 rpm)
1,2 cc/rev (1,8 L/min @ 1500 rpm)
1,8 cc/rev (2,4 L/min @ 1500 rpm)
2,1 cc/rev (3,15 L/min @ 1500 rpm)
2,5 cc/rev (3,75 L/min @ 1500 rpm)
3,2 cc/rev (4,8 L/min @ 1500 rpm)

Referencia: BEIPL2D-E0ME6G

☆ A Lista De Deseos

Fuente: Provectus [28].

6.4 Selección componentes hidráulicos auxiliares

Ya teniendo los datos de la presión y el caudal que se va a ejercer en el sistema se seleccionan los demás componentes hidráulicos basándose en el Caudal Máximo =

$2.1 \frac{cm^3}{rev}$ y la presión máxima a soportar = 38.4952 Bar.

La figura 6-4 muestra la válvula limitadora de presión seleccionada. Sus especificaciones técnicas se observan en la figura 6-5, en esta se aprecia que cumple con la presión y el caudal máximo de operación, los cuales están acorde a lo requerido en el cálculo.

Figura 6-4 Válvula limitadora de presión



Fuente: Provectus [28].

Figura 6-5 Especificaciones técnicas Válvula Limitadora de presión

Presión máx. [bar]	50
Caudal máx. [l/min]	50
Símbolo del pistón	P → T
Tipo de conexión	Conexión roscada
Tamaño nominal	6
Tipo de accionamiento	con accionamiento mecánico
Número de conexiones	2
Número de posiciones de conmutación	2

Fuente: Provectus [28].

La figura 6-6 muestra la válvula reguladora de caudal seleccionada. Sus especificaciones técnicas se observan en la figura 6-7, en esta se aprecia que cumple con la presión y el caudal máximo de operación, los cuales están acorde a lo requerido en el cálculo.

Figura 6-6 Válvula reguladora de caudal



Fuente: Provectus [28].

Figura 6-7 Especificaciones técnicas válvula reguladora de caudal

Esquema de conexiones	ISO 6263-03-02-*13
Presión máx. [bar]	315
Caudal máx. [l/min]	16
Símbolo del pistón	A → B, B → A
Tipo de conexión	Montaje sobre placa
Tamaño nominal	6
Tipo de accionamiento	con accionamiento mecánico
Número de conexiones	4
Número de posiciones de conmutación	2

Fuente: Provectus [28].

La figura 6-8 muestra la Válvula direccional seleccionada 4/3 de centro cerrado y conmutación por solenoides. Sus especificaciones técnicas se observan en la figura 6-9, en esta se aprecia que cumple con la presión y el caudal máximo de operación, los cuales están acorde a lo requerido en el cálculo.

Figura 6-8 Válvula direccional 4/3 de centro cerrado conmutación por solenoides



Fuente: Provectus [28].

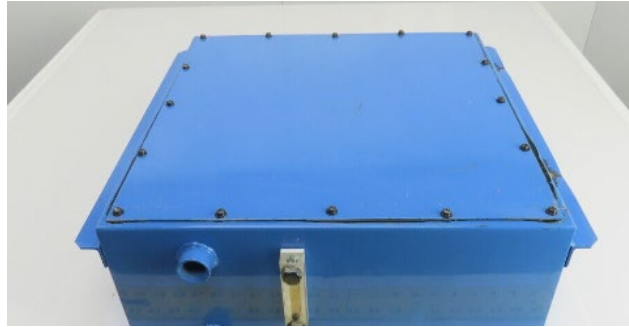
Figura 6-9 Especificaciones técnicas Válvula direccional 4/3

Esquema de conexiones	ISO 4401-03-02-0-05
Presión máx. [bar]	350
Caudal máx. [l/min]	80
Símbolo del pistón	Símbolo G
Tipo de conexión	Montaje sobre placa
Tamaño nominal	6
Tipo de accionamiento	con accionamiento por solenoide
Número de conexiones	4
Número de posiciones de conmutación	3
Tensión de alimentación	12 VDC
Enchufe eléctrico	Enchufe de 3 polos (2 + PE)
Descripción de la conexión eléctrica	Enchufe de 3 polos (2 + PE) según EN 175301-803
Fluido hidráulico	HL,HLP,HLPD,HVLP,HVLPD,HFC
Juntas	NBR

Fuente: Provectus [28].

Por consiguiente, se selecciona el depósito hidráulico el cual va a contener el aceite que permite hacer el accionamiento de los componentes, figura 6-10.

Figura 6-10 Depósito hidráulico VQC-20/40B 10-1/2 galones 18,5x18,5x7,5 in.



Fuente: Ebury [29].

Por último, se selecciona el tipo de manguera la cual va a conducir el aceite que va llevar la energía necesaria para realizar los movimientos de elevación. Se selecciona la manguera de menor capacidad de presión en el mercado, figura 6-11.

Figura 6-11 Manguera de 1/4" - Máx. 22.5 Mpa"



Fuente: Proectus [28].

7. Diseño interfaz manual

7.1 Mando y control

Se hace la selección de los componentes de mando y control necesarios para un correcto funcionamiento de la grúa.

El control de interfaz del usuario es necesario para enviar señales y ejecutar los movimientos de la grúa. Es necesario un control que sea de fácil comprensión para las personas y que contenga 6 botones, (arriba, abajo, izquierda, derecha, encendido, apagado). Se selecciona el control F21-4S figura 7-1 por sus características las cuales cumplen la necesidad de la grúa.

Figura 7-1 Control para grúa serie F21-4S



Fuente: Telecrane [30].

7.2 Motor AC para accionamiento bomba hidráulica

Es necesario un motor AC para el accionamiento de la bomba hidráulica. Siguiendo los cálculos de la bomba hidráulica, basándose en una velocidad de 1800 rev/min, se

prosigue a hacer el cálculo de la potencia necesaria del motor para suplir la velocidad del avance del actuador mediante la ecuación (2-20).

$$P_{motor} = F * V$$

$$P_{motor} = 4.835N * 0.05 \frac{m}{s}$$

$$P_{motor} = 241,75 W$$

$$P_{motor} = 0,32 hp$$

Es necesario un motor de 0.32 hp a 1800 rev para la bomba hidráulica, el motor con menor potencia es de 0.5 hp. Se selecciona un motor de inducción monofásico de 0.5 hp como lo muestra la figura 7-2 y en la figura 7-3 se pueden apreciar sus especificaciones técnicas. Teniendo en cuenta el rendimiento del motor con relación a su eficiencia que es del 68%, da como resultado una potencia efectiva de 0.34 hp, demostrando un buen desempeño para el uso destinado.

Figura 7-2 Motor de inducción monofásico 0.5 hp



Fuente: MercadoLibre [31].

Figura 7-3 Especificaciones técnicas motor de inducción monofásico 0.5 hp



Fuente: MercadoLibre [31]

7.3 Relevador AC para motor AC

Se selecciona una Relé industrial de corriente alterna con una capacidad en contactos de 10 amperios para así soportar el consumo del motor que es de 6 amperios. Este Relevador hará el control de encendido del motor AC y la energización de la fuente DC.

Relé seleccionado: Relé Industrial 110v AC 10a 8pines Ly2nj Dpdt Jqx-13f + Base.
Como lo muestra la figura 7-4.

Figura 7-4 Relé Industrial AC



Fuente: MercadoLibre [32].

Las especificaciones técnicas se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 7-1 Especificaciones técnicas relé industrial

Relé Industrial 110v Ac 10a 8pines	
Modelo	LY2NJ (8 pines)
Voltaje en Bobina	110 V AC
Potencia en Bobina	DC(W):<0,9 AC (VA): <1,2
Estructura de contactos	8 pines NA 2 pines NC
Capacidad de contacto	10 Amperios
Voltaje de entrada	<80% (V)
Voltaje de liberacion	DC: >10%, AC: >30%
Resistencia de contacto	<50 (mOhm)
Resistencia de aislamiento	<100(mOhm)
Dimensiones	27,5 x 21 x 35,3 mm

Fuente: MercadoLibre [31].

7.4 Motor DC para giro del brazo

Se calcula la potencia necesaria del motor DC mediante la ecuación (2-20) teniendo los datos de torque y velocidad anteriormente calculados.

Torque necesario= $\tau = 1.53 \text{ N.m}$

Velocidad necesaria= $w = \frac{\pi}{20} \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 1.5 \text{ rpm}$

Entonces:

$$\text{Potencia} = 1.53 * 1.5 = 2.3 \text{ W}$$

Con el torque, velocidad, potencia requerida y una eficiencia del 80% el motor seleccionado cumple lo requerido para realizar el giro de la grúa, la figura 7-5 muestra el motor seleccionado.

Figura 7-5 Motor DC 12v / 24v 35w y dimensiones



Fuente: MercadoLibre [32].

A continuación, se observan las especificaciones técnicas brindadas por el proveedor las cuales detallan que el motor elegido se puede regular su velocidad a 2 suministros 12 o 24 voltios DC, tabla 7-2.

Tabla 7-2 Especificaciones técnicas motor DC

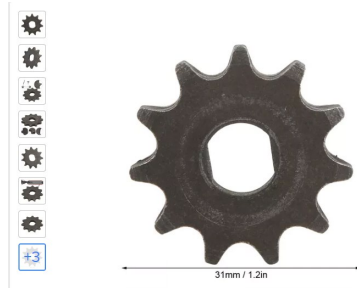
Motor DC 12v / 24v 35w	
Regulacion de Velocidad (V)	RPM
24 V	5
24 V	10
24 V	15
24 V	30
24 V	50
24 V	100
24 V	150
24 V	200
24 V	300
24 V	500
24 V	600
12 V	5
12 V	10
12 V	15
12 V	30
12 V	50
12 V	100
12 V	150
12 V	200
12 V	600

Fuente: MercadoLibre [32].

7.5 Piñón para motor DC.

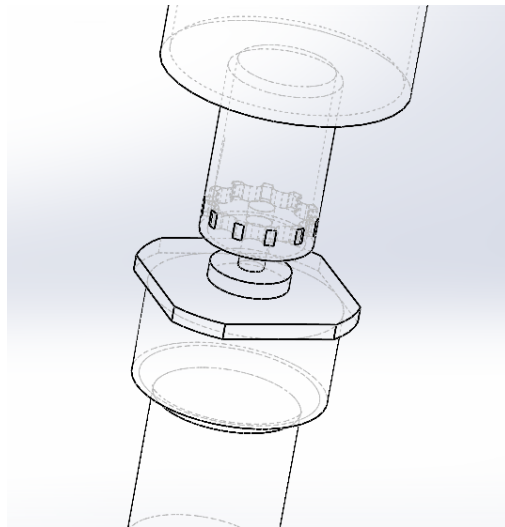
Para hacer el ensamble del motor y el mástil secundario es necesario adecuarle un piñón al motor y mecanizar el mástil secundario dependiendo del número de dientes del piñón. El piñón más adecuado para realizar esta labor se puede observar en la figura 7-6, el ensamble del motor, piñón y el mástil secundario se observa en la figura 7-7.

Figura 7-6 Piñón Motor DC



Fuente: Mercado Libre [32].

Figura 7-7 Ensamble motor DC, piñón y mástil secundario.




Fuente: Autor.

7.6 Relevadores DC

Se necesitan 2 relevadores DC para hacer el giro del motor DC que cumpla con el consumo del sistema que es de 6 amperios, se selecciona el de 10 Amperios en el mercado, figura 7-8.

Figura 7-8 Steren Relevador Compacto RAS-0510



Item	Type	10A
Rated Carrying Current		AC120V 10A AC250V 7A DC24V 10A
Max. Allowable Current		15A
Max. Allowable Voltage		
Max. Current (continual)		10A
Contact Material		

Fuente: Cyberpuerta [33].

7.7 Finales de carrera

Para la grúa es indispensable instalar dos finales de carrera restringiendo su movimiento giratorio en 90° y así evitar accidentes. Se seleccionan dos finales de carrera bilateral de palanca larga ajustable, figura 7-9.

Figura 7-9 Final de carrera bilateral de palanca larga ajustable



Fuente: MercadoLibre [32].

7.8 Fuente 24 V DC

Es requerida una fuente 24 V DC para operar la válvula direccional y el motor DC de giro de la grúa. Esta tensión es la adecuada para garantizar el funcionamiento eficiente y fiable de ambos componentes. Se selecciona en el mercado la siguiente, figura 7-10.

Figura 7-10 Fuente DC 24V



Fuente: Spypower [34]

7.9 Conductor eléctrico para conexiones

El conductor eléctrico a elegir debe soportar la corriente que va a consumir el sistema (6 A), por lo tanto, se elige el siguiente, figura 7-11.

Figura 7-11 Conductor eléctrico de cobre aislado No 12 AWG



Fuente: Inter Eléctricas [35].

























Según la NTC 2050 dice que los conductores de calibre No 12 y 14 AWG soportan un amperaje de hasta 15A [36]. Se debe considerar la distancia por la caída de voltaje, pero en este caso como el tramo es muy corto no se tiene en cuenta.

8. Elaboración de planos

8.1 Planos Electrohidráulicos Automation Studio

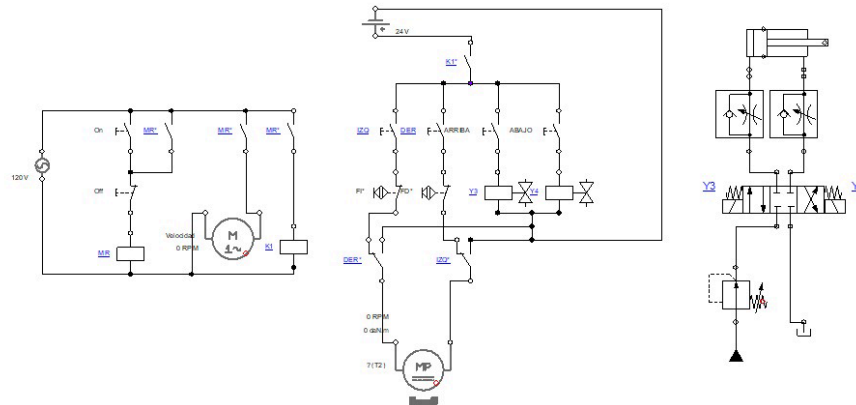
Con los dispositivos hidráulicos y eléctricos anteriormente calculados y seleccionados, se realiza el diagrama electrohidráulico en la figura 8-1 mediante el software Automation studio y sus elementos especificados en la tabla 8-1. Los planos electrohidráulicos se pueden observar en el anexo E.

Tabla 8-1 Elementos plano Electrohidráulico

Simbolo	Elemento	Simbolo	Elemento	Simbolo	Elemento	Simbolo	Elemento
	Corriente AC		Final de carrera		Fuente DC		Actuador
	Relé AC		Solenoides Valvula 3/4		Botón Izquierda Mando		Válvulas Reguladoras Caudal
	Botón Encendido Mando		Solenoides Valvula 3/4		Botón Derecha Mando		Válvula 4/3 centro cerrado
	Botón Apagado Mando		Relé DC		Botón Arriba Mando		Válvula de Alivio
	Motor AC		Relé DC		Botón Abajo Mando		Boba Hidráulica
	Relé AC		Motor DC		Final de carrera		Depósito Hidráulico

Fuente: Autor.

Figura 8-1 Diagrama Electrohidráulico Grúa, Automation studio

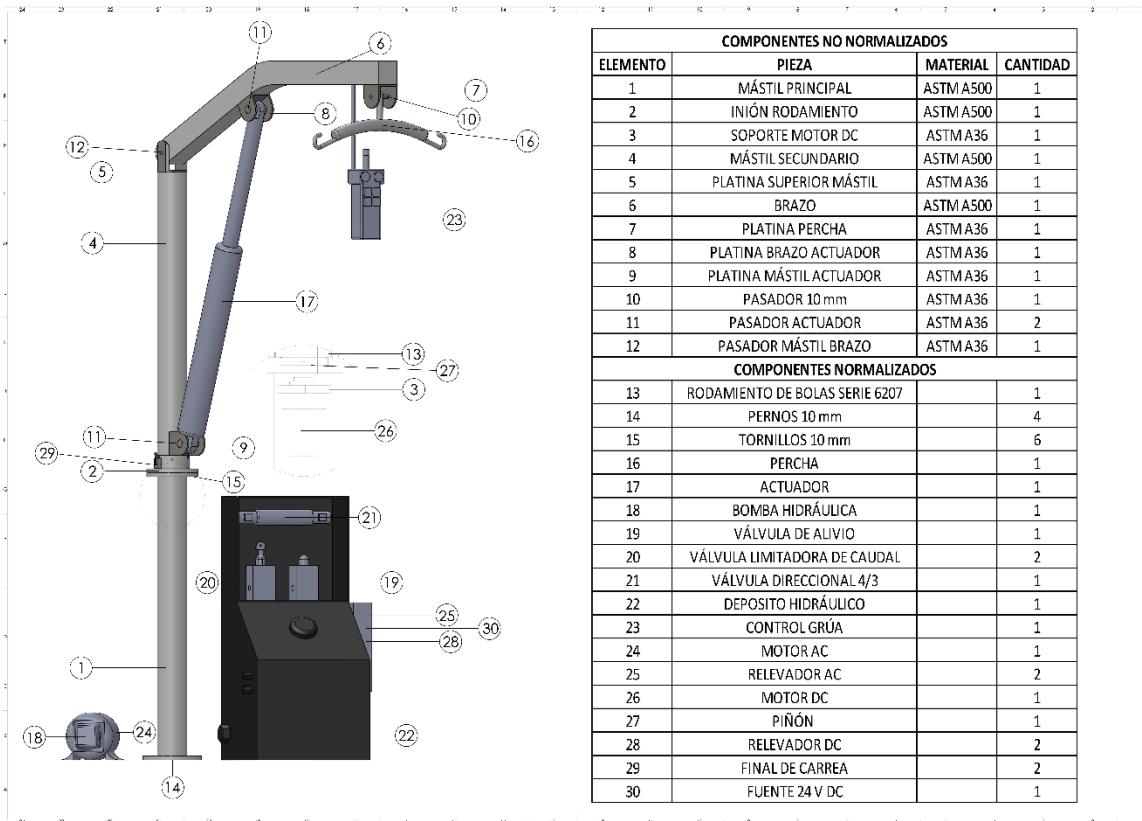


Fuente: Autor.

8.2 Plano y diseño estructural final SolidWorks

Con elementos calculados en la fase 3 de la metodología se hace el diseño completo de la grúa y sus componentes mediante el software SolidWorks como se observa en la figura 8-2. Igualmente se pueden observar los planos unitarios de los componentes diseñados en el anexo D.

Figura 8-2 Diseño Grúa Electromecánica



Fuente: Autor.

9. Costos construcción de la grúa.

Mediante la tabla 9-1 se observan los costos por unidad de cada elemento seleccionado en el mercado y el proveedor de donde se pueden obtener, igualmente se pueden observar los costos y sus cotizaciones en el anexo G.

Tabla 9-1 Costos elementos de construcción de la grúa

COSTOS CONSTRUCCIÓN GRÚA ELECTROMECHANICA 150 KG			
COMPONENTES	UNIDADES	COSTO	PROVEEDOR
Perfil rectangular Acero ASTM A500 60x60	1 Metro	\$ 30.333,33	La ley del Monte
Perfil circular Acero ASTM A500 3"	2 Metros	\$ 47.333,33	La ley del Monte
Perfil circular Acero ASTM A500 3,1/2 "	1/2 Metro	\$ 12.916,67	La ley del Monte
Platina Acero ASTM A500 1/2 "	1/2 Metro^2	\$ 16.666,67	La ley del Monte
Barra Acero ASTM A36	1/2 Metro	\$ 10.440,37	La ley del Monte
Rodamiento de bolas serie 6207	1	\$ 68.000,00	MercadoLibre
Pernos 10 mm	4	\$ 48.600,00	Homecenter
Tornillos 10 mm	6	\$ 8.700,00	Homecenter
Percha	1	\$ 315.000,00	OrtopediaMima
Arnés	1	\$ 229.000,00	MercadoLibre
Actuador	1	\$ 400.000,00	Provectus
Bomba Hidráulica	1	\$ 400.000,00	Provectus
Válvula limitadora de presión	1	\$ 500.000,00	Provectus
Válvula limitadora de caudal	2	\$ 194.000,00	MercadoLibre
Válvula direccional 4/3 centro cerrado	1	\$ 400.000,00	Provectus
Deposito Hidráulico	1	\$ 300.000,00	Ebay
Manguera	3 Metros	\$ 90.000,00	Provectus
Control Grúa	1	\$ 415.888,00	MercadoLibre
Motor AC Monofásico	1	\$ 400.000,00	MercadoLibre
Relevador AC	2	\$ 62.000,00	MercadoLibre
Motor DC	1	\$ 268.000,00	MercadoLibre
Piñon	1	\$ 43.000,00	MercadoLibre
Relevador DC	2	\$ 40.000,00	MercadoLibre
Final de carrera	2	\$ 52.000,00	MercadoLibre
Cable AWG N°12	5 metros	\$ 12.500,00	Inter eléctricas
Fuente 24V DC	1	\$ 150.893,00	MercadoLibre
TOTAL		\$ 4.515.271,37	

Fuente: Autor.

10. Conclusiones y recomendaciones

10.1 Conclusiones

Según la investigación anteriormente hecha se concluye que el diseño de la grúa es funcional en la parte estructural, hidráulica, eléctrica y mecánica, todos estos aspectos garantizan una correcta funcionalidad del diseño y este podrá ayudar a las personas identificadas en el proyecto para mejorar su calidad de vida y poder tener más autonomía en su vida diaria, como también va a ser de gran ayuda para los enfermeros, auxiliares, o personal de apoyo de las personas discapacitadas ya que reducirá el riesgo de lesiones musculares.

En comparación a otras grúas analizadas en el mercado, la grúa electromecánica diseñada en este proyecto tiene un mayor costo, pero también tiene una superioridad en cuestión de mando y control, por lo que no tiene que estar necesariamente presente un personal de apoyo ya que el mismo paciente puede manipularla.

El diseño de la estructura de la grúa se ha completado con éxito, esta consta de dos mástiles (principal y secundario) unidos mediante un rodamiento y un brazo ensamblado al mástil secundario mediante una platina y un pasador. La estructura cumple con los estándares necesarios para garantizar un diseño seguro y eficiente, estableciendo una base sólida para el siguiente paso del proceso.

El diseño electrohidráulico ha sido desarrollado de manera integral, haciendo uso de los principios eléctricos e hidráulicos en elementos claves como lo son: Motores, válvulas

hidráulicas (direccionales y reguladoras), bombas hidráulicas, depósito Hidráulico, etc. Estos serán necesarios para el funcionamiento eficaz de la grúa en caso de construcción.

La interfaz de control manual ha sido diseñada considerando comodidad y facilidad de uso. Se logró eso seleccionando elementos de control como lo son: Actuadores, solenoides, relés, contactores, etc. logrando integrar todos estos dispositivos en un control manual que será fácilmente manipulado por el usuario.

Los accesorios de sujeción y elevación fueron seleccionados meticulosamente. La elección de la percha y el arnés cumplen con los requisitos de la grúa que es sostener una carga de 150 kg como peso máximo.

Los planos mecánicos, eléctricos e hidráulicos fueron elaborados de manera detallada mediante softwares CAD-CAE. Estos documentos serán de gran ayuda para la construcción de esta grúa en casos futuros.

Los costos de construcción de la grúa fueron cotizados por medio de la web y en proveedores cercanos. Estos datos proporcionan una perspectiva clara sobre los recursos financieros necesarios para llevar a cabo una futura construcción de la grúa.

10.2 Recomendaciones

A continuación, se presentan recomendaciones a tener en cuenta:

- Se recomienda hacer una investigación de proveedores para así poder seleccionar unos componentes más económicos.

- Es recomendable hacer un prototipo a escala para hacer poder visualizar mejor las dimensiones de la grúa.
- Se recomienda investigar acerca de recubrimientos de los materiales en acero para así poder ser instalada en ambientes húmedos.
- Se recomienda hacer un estudio diseñando la grúa con materiales anticorrosivos con lo es el acero inoxidable.

11. Bibliografía

- [1] M. d. salud, «minsalud,» [En línea]. Available: <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/discapacidad/Panorama-general-de-la-discapacidad-en-Colombia.pdf>. [Último acceso: 20 08 2023].
- [2] DANE, «Minsalud,» [En línea]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PS/boletines-poblacionales-personas-discapacidadI-2020.pdf> . [Último acceso: 25 08 2023].
- [3] L. S. Pavon Lozano, Diseño y construcción de una grúa para transferencia de personas con discapacidad motriz, 2018.
- [4] P. J. & A. R. J. F. Martos Flores, Diseño de una grúa de elevación y traslado de accionamiento hidráulico con capacidad máxima de 135 kg para adultos mayores en condición de discapacidad motriz, pertenecientes al hogar geriátrico San Pedro, 2021.
- [5] M. P. & T. Reyes, Diseño, construcción e implementación de una grúa fija para trasladar personas con discapacidad en sus actividades en el baño (, 2019.
- [6] M. C. C. H. G. APONTE, «TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS EN EL PERSONAL DE ENFERMERÍA EN LA UCI. SALUTA,» 2022.
- [7] Ortoweb, «Grúa móvil micro eléctrica,» 2023. [En línea]. Available: www.ortoweb.com.
- [8] J. R. D. M. y. F. P. B. E. Russell Johnston, Mecánica vectorial para ingenieros “Estática”, 2009.
- [9] E. MUNDARAY, Teoria de fallas para materiales dúctiles, 2016.
- [10] Solidworks, «análisis elementos finitos perfil solidworks,» [En línea]. Available: www.solidworks.com.
- [11] R. L. Mott, DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS., 2006.
- [12] R. L. P. NORTON, DISEÑO DE MÁQUINAS, Un enfoque integrado, 2011.
- [13] E. R. J. J. y. P. J. C. Ferdinand P. Beer, "Mecánica Vectorial para Ingenieros Dinamica", 2010.
- [14] A. Ruales, «Sistemas Hidráulicos.,» 2021.

- [15] T. Junior, «Losmejorestecnicosjunior,» 2018. [En línea]. Available: <https://losmejorestecnicosjunior.blogspot.com/2010/11/dilindro-simple-efecto-neumatica.html>. .
- [16] J. Caballero, «Cilindro doble efecto,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=CQXc8eTLQrs>. .
- [17] A. studio, «Automation Studio,» 2023. [En línea]. Available: w.famictech.com/es/Productos/Automation-Studio/Edición-Educacional/Tecnologías/Simulación-Hidráulica .
- [18] Alacero, «Arquitectura en acero,» [En línea]. Available: <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/materiales/perfiles-y-tubos>. . [Último acceso: 15 08 2023].
- [19] T. colmena, «Perfiles cuadrados,» 2023. [En línea]. Available: <https://tuboscolmena.com>.
- [20] Aptisa, «Control FP24-60,» 2023. [En línea]. Available: <https://aptisa.com.mx/control-remoto>.
- [21] Siemens, «Finales de carrera,» 2023. [En línea]. Available: www.siemens.com.
- [22] P. Electrónico, «Relé AC,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.planetaelectronico.com/rele-220vac-12a-2c-omron-ly2i4n-p-4130.html>..
- [23] S. Verswyvel., «una ciudad para todos,» [En línea]. Available: <http://unaciudadparatodos.com/scs/manual.php?id=1>. [Último acceso: 31 08 2023].
- [24] O. medical, «Online medical,» [En línea]. Available: <https://www.onlinemedical.es/gruas-para-enfermos-c-62>. [Último acceso: 03 08 2023].
- [25] SKF, «Rodamiento de bolas,» 2023. [En línea]. Available: www.skf.com.
- [26] Ortopediamimas, «Ortopediamimas,» [En línea]. Available: <https://www.ortopediamimas.com/>. [Último acceso: 11 08 2023].
- [27] Dortomedical, «Dortomedical,» [En línea]. Available: <https://dortomedical.com/arneses-para-gruas-de-discapitados-o-enfermos/340-arnes-para-grua-de-bano-aqua.html>. [Último acceso: 11 08 2023].
- [28] Provectus, «Provectus,» [En línea]. Available: <https://www.provectus.es/es/>. [Último acceso: 12 08 2023].

- [29] Ebary, «Ebary,» [En línea]. Available: <https://www.ebay.com/itm/275999681789?hash=item4042dcecfid:g:M8cAAOSwk6tk283t&>. [Último acceso: 31 09 2023].
- [30] Telecrane, «Telecrane,» [En línea]. Available: <https://www.telecrane.com.co/images/telecrane/documentos/f21/F21-4S.pdf>. [Último acceso: 13 10 2023].
- [31] MercadoLibre, «MercadoLibre,» [En línea]. Available: https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-617443623-motor-electrico-05hp-medio-caballo-monofasico-baja-rpm-_JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=bb5218a5-9a88-4f72-8469-299885e51af0.. [Último acceso: 13 10 2023].
- [32] M. General, «MercadoLibre,» [En línea]. Available: <https://articulo.mercadolibre.com.co>. [Último acceso: 13 10 2023].
- [33] Cyberpuerta, «Cyberpuerta,» [En línea]. Available: <https://www.cyberpuerta.mx/Computo-Hardware/Componentes/Placas-de-Desarrollo/Modulos-y-Motores/Steren-Relevador-Compacto-RAS-0510-5V.html>. [Último acceso: 13 10 2023].
- [34] Spypower, «Spypower,» [En línea]. Available: <https://spypower.com/>. [Último acceso: 13 10 2023].
- [35] Intereléctricas, «Intereléctricas,» [En línea]. Available: Inter E <https://interelectricas.com.co/alambres-y-cables/2515-cable-de-cobre-aislado-no-12-awg-metro-thhn-color-negro.html>. [Último acceso: 15 10 2023].
- [36] NTC2050, Código eléctrico colombiano, 2020.
- [37] R. Hibbeler, Mecanica de materiales, Pearson Educación, 2011.
- [38] J. B. Esparta, «Diagrama de esfuerzo cortante y momento flector.,» 29 12 2018. [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=mB4_w5Wgakl..
- [39] Wissensync, «Torque en una llanta,» 2018. [En línea]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=rF_5kHMWzFU.
- [40] Homecenter, «Homecenter,» [En línea]. Available: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/category/cat1690130/tubos-y-perfiles-metalicos/>. [Último acceso: 03 08 2023].

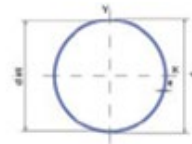
12. Anexos

A. Catálogos Perfiles.



PROCESO DE PRODUCCIÓN

Los perfiles estructurales se fabrican partiendo de bandas de acero laminado en caliente, que al pasar por una serie de rodillos sufren un proceso de formado en frío dando la geometría de cada perfil. El cerrado se hace mediante soldadura por inducción con alta frecuencia (electrofundición ERW)

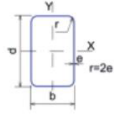


PERFIL CIRCULAR												
DIÁMETRO		EXT. (cm)	ESPESOR DE PARED (mm)	NEGRO (kg/m)	ÁREA (cm²)	FLEXIÓN			MÓDULO PLÁSTICO Z (cm³)	TORSIÓN		UNIDAD DE EMPAQUE
NOMINAL PULG.	EXT. (pulg)					MOMENTO INERCIA - I (cm⁴)	MÓDULO SECCIÓN - S (cm³)	RADIO DE GIRO - r (cm)		MOMENTO INERCIA - J (cm⁴)	MÓDULO ELÁSTICO - B (cm³)	
1/2	0,84	2,13	1,50	0,73	0,89	0,40	0,40	0,67	0,54	0,81	0,79	37
3/4	1,05	2,67	2,00	1,22	1,51	1,11	0,85	0,86	1,17	2,22	1,70	37
1	1,32	3,34	2,50	1,91	2,39	2,78	1,69	1,08	2,32	5,56	3,38	37
			3,00	2,25	2,82	3,19	1,94	1,06	2,69	6,37	3,87	
1 1/4	1,66	4,22	2,50	2,45	3,12	6,17	2,92	1,41	3,95	12,33	5,85	19
			3,00	2,90	3,70	7,16	3,39	1,39	4,63	14,32	6,78	
1 1/2	1,9	4,83	1,50	1,73	2,20	6,03	2,50	1,66	3,28	12,06	5,00	19
			2,00	2,28	2,91	7,81	3,23	1,64	4,29	15,62	6,47	
			2,50	2,82	3,56	9,20	3,84	1,61	5,15	18,41	7,69	
			3,00	3,35	4,27	10,97	4,55	1,60	6,15	21,94	9,09	
2	2,37	6,02	2,00	2,87	3,64	15,29	5,10	2,05	6,72	30,59	10,21	19
			2,50	3,56	4,51	18,64	6,22	2,03	8,25	37,28	12,44	
			3,00	4,23	5,36	21,76	7,27	2,01	9,72	43,53	14,53	
			4,00	5,54	7,06	28,02	9,31	1,99	12,66	56,05	18,62	
2 1/2	2,87	7,29	2,00	3,50	4,42	27,41	7,57	2,49	9,91	54,83	15,15	7
			2,50	4,34	5,49	33,56	9,27	2,47	12,22	67,12	18,54	
			3,00	5,17	6,54	39,44	10,90	2,46	14,45	78,87	21,79	
			4,00	6,80	8,59	50,42	13,93	2,42	18,73	100,83	27,86	
3	3,50	8,89	2,00	4,29	5,46	50,40	11,42	3,04	14,88	100,80	22,85	7
			2,50	5,33	6,73	61,93	14,04	3,03	18,38	123,87	28,07	
			3,00	6,36	8,03	73,05	16,56	3,02	21,81	146,11	33,12	
			4,00	8,38	10,59	94,11	21,33	2,98	28,41	188,23	42,66	
4	4,50	11,43	2,00	5,54	7,06	108,88	19,19	3,93	24,86	217,75	38,37	7
			2,50	6,89	8,72	134,30	23,67	3,93	30,80	268,60	47,33	
			3,00	8,23	10,41	159,03	28,02	3,91	36,63	318,05	56,05	
			4,00	10,88	13,76	206,45	36,38	3,87	47,97	412,91	72,77	
6	6,63	16,82	6,00	16,02	20,41	300,21	52,53	3,83	70,45	600,42	105,06	3
			4,00	16,21	20,63	695,82	82,74	5,81	107,87	1.391,64	165,47	
			7,10	28,26	35,93	1.168,01	138,88	5,70	184,39	2.336,03	277,77	
8	8,63	21,91	5,00	26,40	33,63	1.928,04	176,00	7,57	229,24	3.856,09	351,99	1
			8,20	42,54	54,33	3.025,24	276,15	7,46	364,91	6.050,48	552,30	
10	10,75	27,31	9,30	60,30	77,06	6.709,03	491,41	9,33	647,21	13.418,06	982,83	1
12	12,75	32,39	10,30	79,72	101,46	12.482,05	770,85	11,09	1.012,99	24.964,10	1.541,71	1
16	16,00	40,64	12,70	123,31	157,08	30.465,73	1.499,30	13,93	1.969,18	60.931,45	2.998,60	1
20	20,00	50,80	12,70	155,13	197,62	60.639,28	2.387,37	17,52	3.116,27	121.278,56	4.774,75	1
24	24,00	60,96	12,70	186,95	238,15	106.112,10	3.481,37	21,11	4.525,56	212.224,20	6.962,74	1

LOS PERFILES TUBULARES COLMENA CUMPLEN CON LA NORMA ASTM A 500 GRADO C

Número de Control: CC-620-010 - Edición #5 12-05-18 - Revisión #A - 12-05-18

LOS PERFILES TUBILARES CUMPLEN CON LA NORMA ASTM A 500 GRADO C
 ESFUERZO DE FUENCIA $F_y = 3,220 \text{ Kg/cm}^2$ (46.000 PSI) (G22MPa)
 * LOS TUBOS EN ESPESOR 1.5 MM SE SUMINISTRAN EN GRADO B ESFUERZO DE FUENCIA $F_y = 2,953 \text{ kg/cm}^2$ (42.000 PSI) (295MPa)
 NOTA: LOS TUBOS GALVANIZADOS SE FABRICAN SOBRE PEDIDO



PERFIL RECTANGULAR													
CARACTERÍSTICAS Y DENOMINACIÓN				PROPIEDADES ESTADÍSTICAS									
TAMAÑO NOMINAL	REAL	ESPESOR DE PARED	PESO	FLEXIÓN EJE X - X			FLEXIÓN EJE Y - Y			TORSIÓN			UNIDAD DE EMPAQUE
PULG.	MM	mm	(kg/m)	MOMENTO INERCIA $I_x \text{ cm}^4$	MÓDULO ELÁSTICO $S_x \text{ cm}^3$	RADIO DE GIRO $r_x \text{ cm}$	MOMENTO INERCIA $I_y \text{ cm}^4$	MÓDULO ELÁSTICO $S_y \text{ cm}^3$	RADIO DE GIRO $r_y \text{ cm}$	MOMENTO INERCIA $J \text{ cm}^4$	MÓDULO ELÁSTICO $C_w \text{ cm}^6$		
2012	50 X 13	1300	1.50	1.87	1.22	1.35	1.22	0.97	0.95	1.17	2.03	1.48	36
2012	50 X 20	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 30	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 40	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 50	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 60	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 70	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 80	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 90	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 100	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 110	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 120	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 130	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 140	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 150	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 160	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 170	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 180	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 190	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 200	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 210	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 220	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 230	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 240	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 250	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 260	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 270	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 280	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 290	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 300	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 310	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 320	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 330	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 340	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 350	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 360	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 370	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 380	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 390	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 400	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 410	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 420	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 430	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 440	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 450	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 460	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 470	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 480	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 490	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 500	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 510	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 520	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 530	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 540	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 550	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 560	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 570	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 580	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 590	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 600	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 610	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 620	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 630	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 640	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 650	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 660	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 670	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 680	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 690	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 700	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 710	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 720	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 730	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 740	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 750	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 760	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 770	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48	1.19	0.93	1.47	2.56	182
2012	50 X 780	1300	1.50	1.77	1.89	1.48	1.77	1.48					

B. Catálogo Arnés

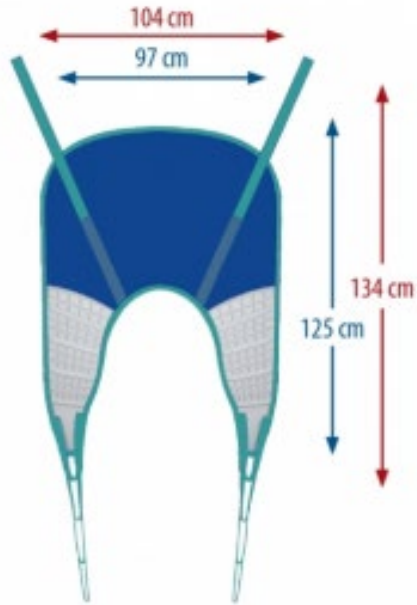


Tabla de medidas y modelos

Modelo	Dos medidas
A912M	Medidas en azul
A912L	Medidas en rojo

C. Catálogo Percha

Descripción del producto

Las Universal SlingBar de Liko están disponibles en varios modelos y con dos opciones de montaje: fijo o con Quick-Release Hook. La mayoría de Universal SlingBar están disponibles de serie con el sistema Quick-Release Hook de Liko.

IMPORTANTE

La elevación y el traslado de un paciente siempre implican un cierto riesgo. Lea la guía de instrucciones de la grúa de pacientes y de los accesorios de elevación antes de su uso. Es importante comprender la totalidad del contenido de la guía de instrucciones. El equipo solo debe ser utilizado por personal capacitado. Asegúrese de que los accesorios de elevación son adecuados para la grúa que se está utilizando. Tenga cuidado y precaución durante su uso. Como cuidador, usted es el responsable de la seguridad del paciente. Debe conocer la capacidad del paciente para soportar la elevación. Si no está seguro de algo, póngase en contacto con el fabricante o con el proveedor.

7E5160185 Rev. 5
ESPAÑOL 2020

Enhancing outcomes for
patients and their caregivers:






Instrucciones de seguridad

Pueden aplicarse diferentes cargas máximas según los distintos componentes del sistema de elevación montado: grúa, percha, arnés y otros accesorios que se utilicen. Para el sistema de elevación montado, la carga máxima es siempre la menor de la categoría de carga máxima de cualquiera de los componentes. Compruebe las capacidades de elevación de la grúa y de los accesorios de elevación, o póngase en contacto con el representante de Hill-Rom en caso de duda.


La Universal SlingBar se puede utilizar en combinación con arneses Liko que se enganchan a la percha con lazos de arnés. Las Universal SlingBar 350/450/600 se pueden utilizar en combinación con arneses Liko diseñados para dos puntos de conexión en la percha; la Universal 670 Twin se usa en combinación con arneses Liko diseñados para cuatro puntos de conexión en la percha.

Para obtener más información sobre la selección de un arnés, consulte la guía de instrucciones de los modelos de arnés correspondientes. En ellas, también encontrará instrucciones para combinar las perchas Liko™ con los arneses Liko.

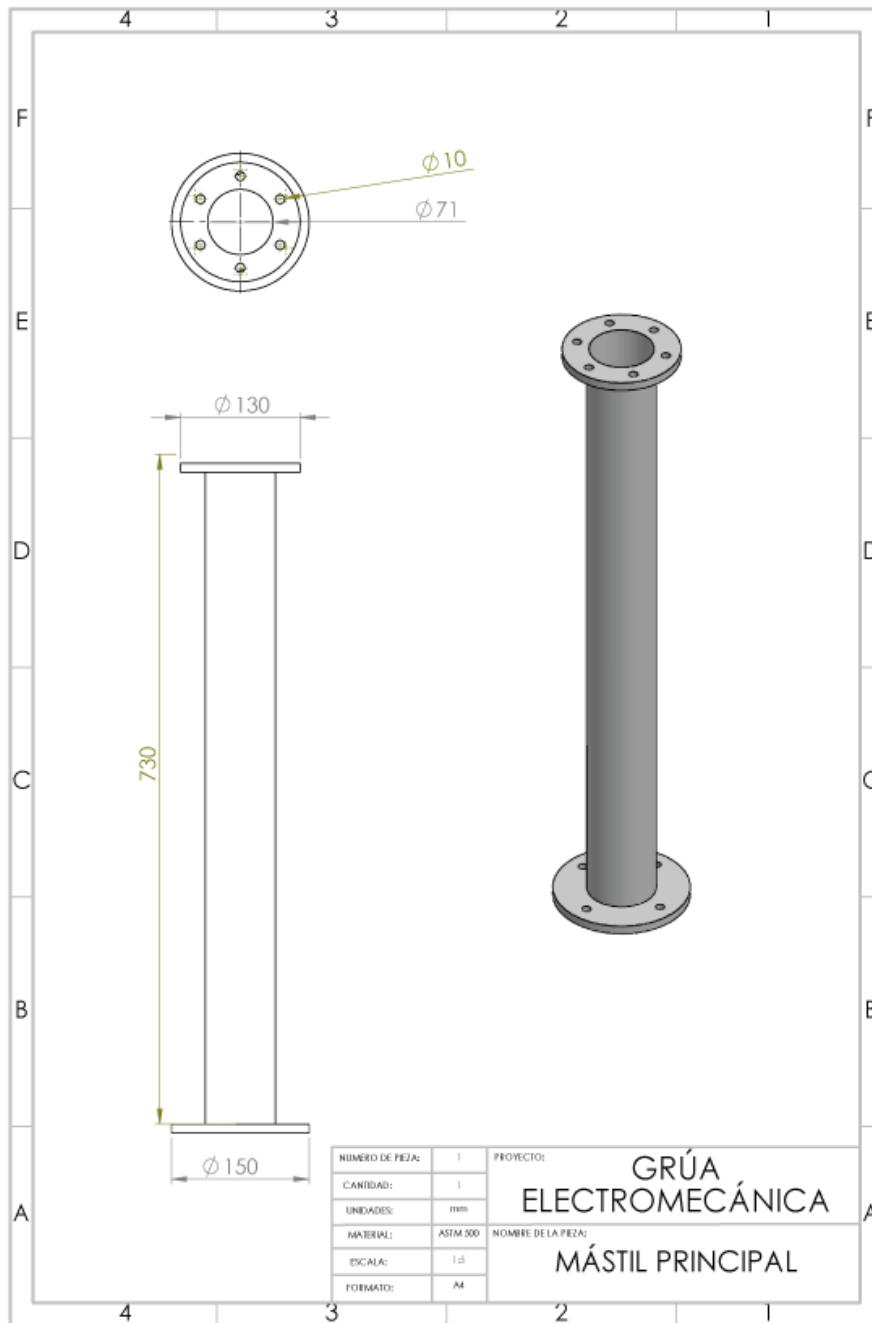
Nota: Lea la guía de instrucciones que se adjunta con los distintos modelos de arneses Liko para saber cómo usar el arnés de forma segura y correcta.

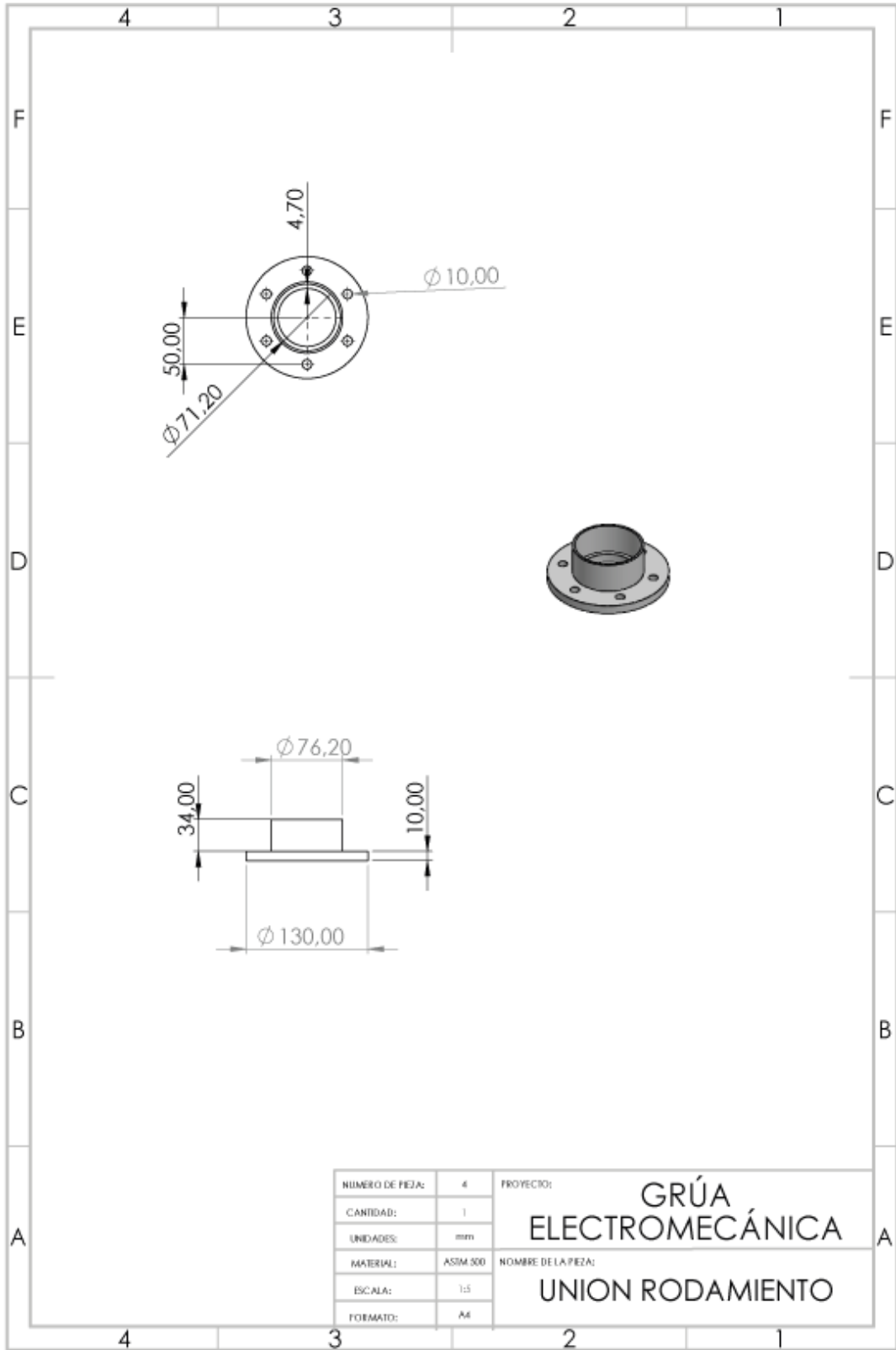
-  Antes de realizar la elevación, compruebe que los lazos de cinta del arnés estén bien ajustados a los ganchos de la percha cuando la cinta del arnés se extiende; hágalo antes de elevar al paciente de la superficie subyacente.
-  Para aumentar la seguridad, la carga debe distribuirse entre todos los ganchos de la percha durante la elevación.
-  Enganchar de manera incorrecta el arnés a la percha puede provocar lesiones graves al paciente.

Carga máxima: 300 kg (660 lb).

 Producto sanitario de clase I

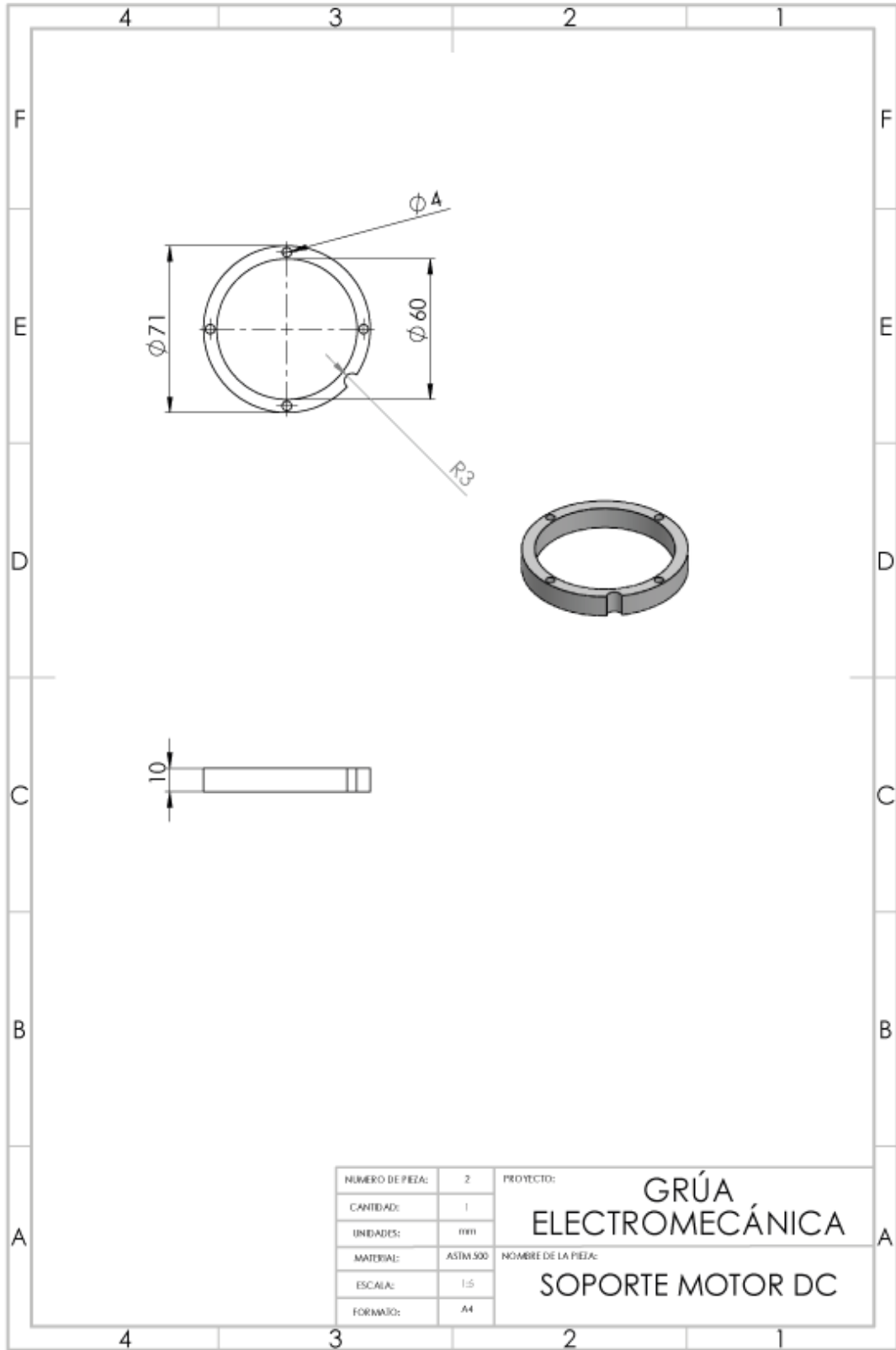
D. Planos Estructurales Grúa electromecánica





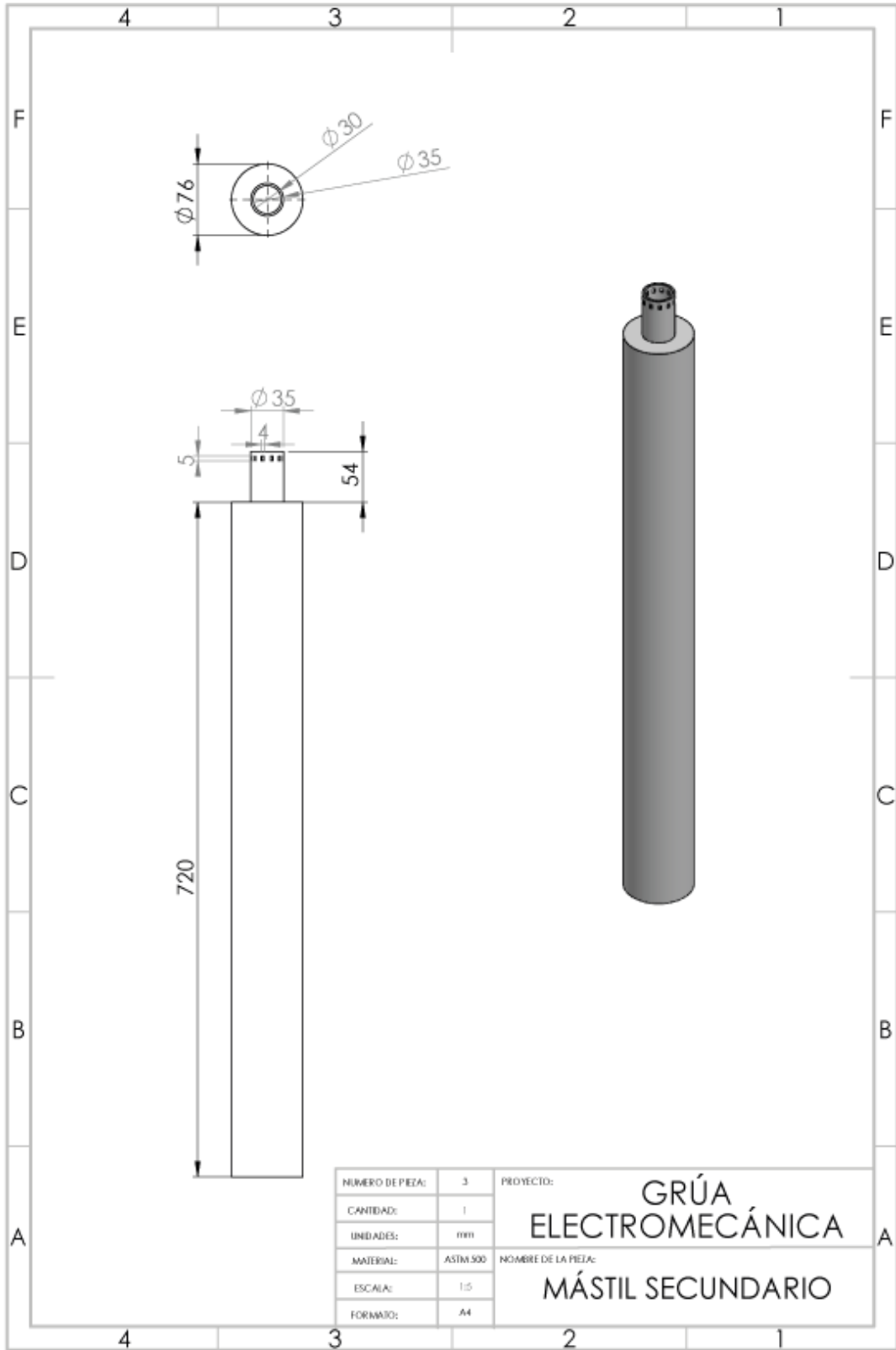
NÚMERO DE PIEZA:	4
CANTIDAD:	1
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASIM 500
ESCALA:	1:5
FORMATO:	A4

PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECÁNICA**
 NOMBRE DE LA PIEZA: **UNION RODAMIENTO**



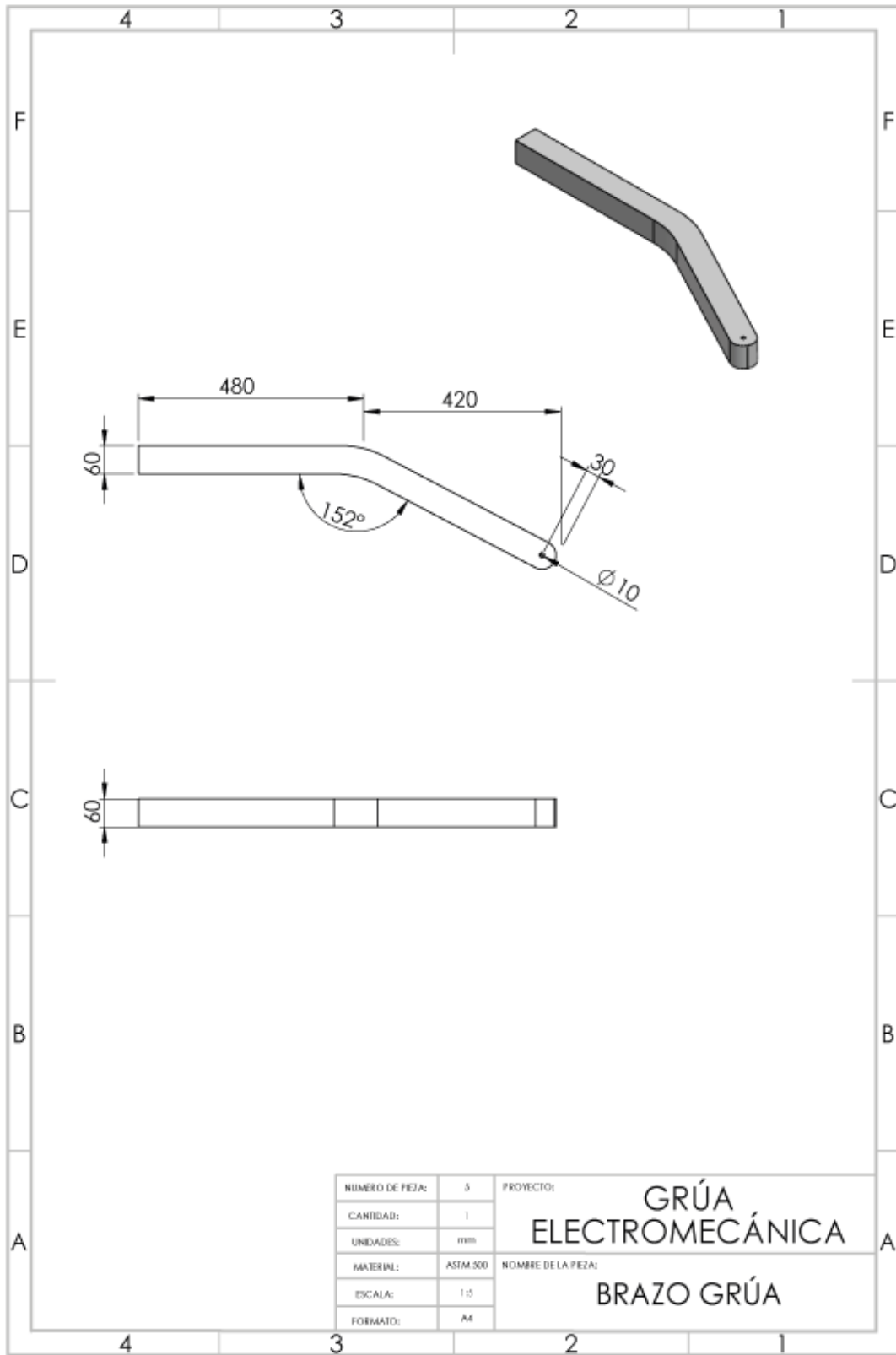
NÚMERO DE PIEZA:	2
CANTIDAD:	1
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASTM 500
ESCALA:	1:5
FORMATO:	A4

PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECÁNICA**
 NOMBRE DE LA PIEZA: **SOPORTE MOTOR DC**



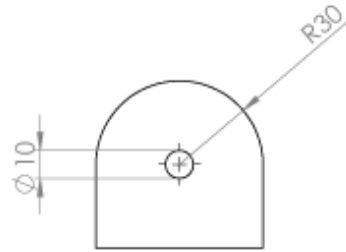
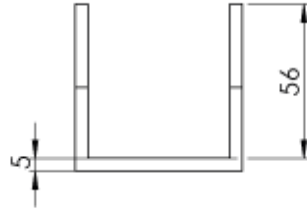
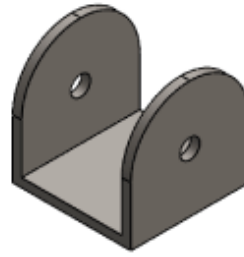
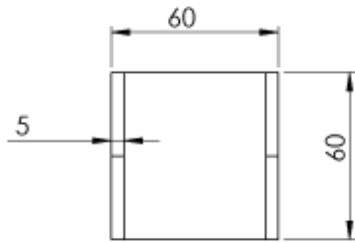
NUMERO DE PIEZA:	3
CANTIDAD:	1
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASTM 500
ESCALA:	1:5
FORMATO:	A4

PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECÁNICA**
 NOMBRE DE LA PIEZA: **MÁSTIL SECUNDARIO**



NÚMERO DE PIEZA:	5
CANTIDAD:	1
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASTM 300
ESCALA:	1:5
FORMATO:	A4

PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECÁNICA**
 NOMBRE DE LA PIEZA: **BRAZO GRÚA**



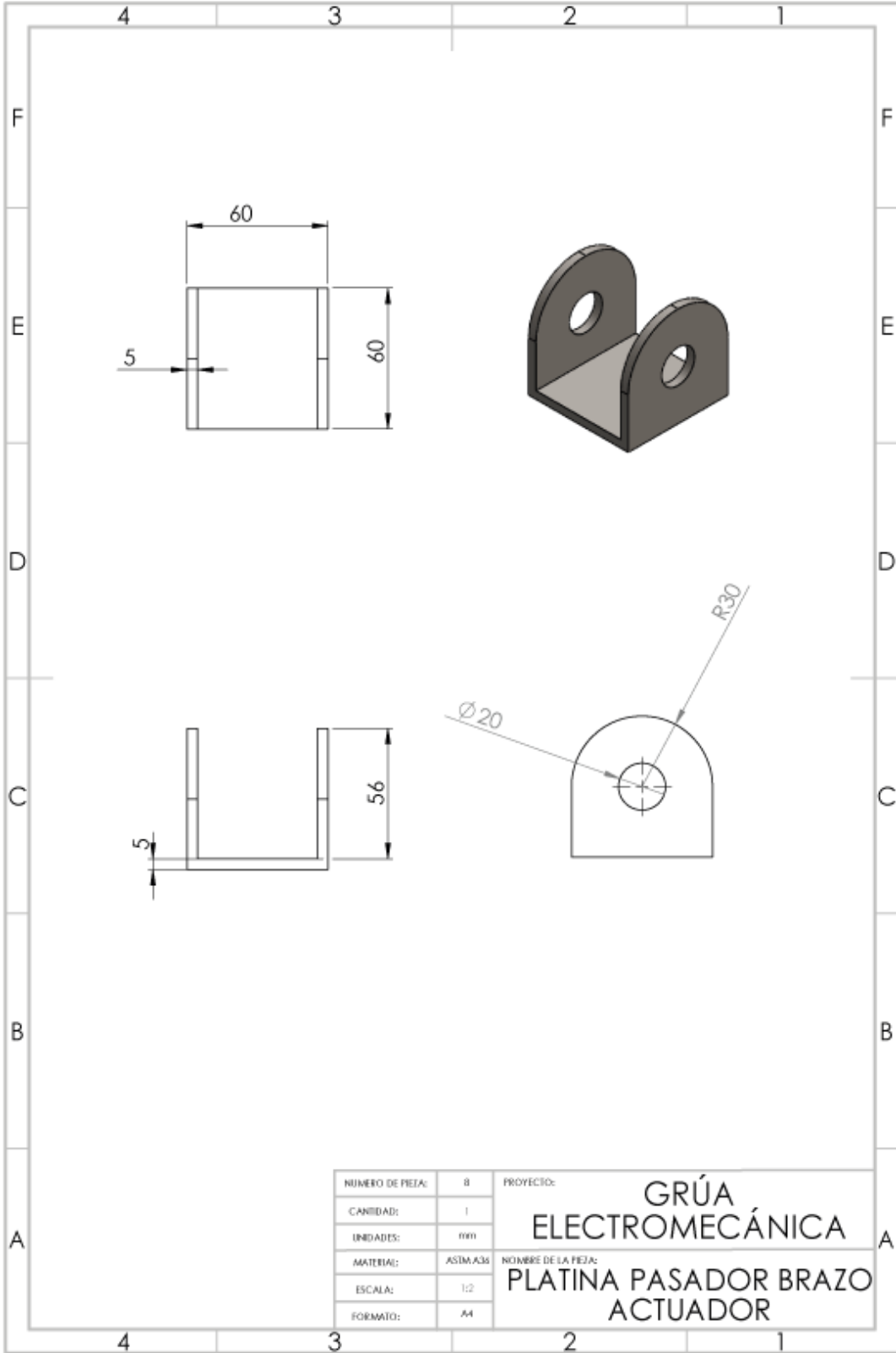
NÚMERO DE PEZA:	9
CANTIDAD:	1
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASTM A36
ESCALA:	1:2
FORMATO:	A4

PROYECTO:

GRÚA
ELECTROMECAÁNICA

NOMBRE DE LA PEZA:

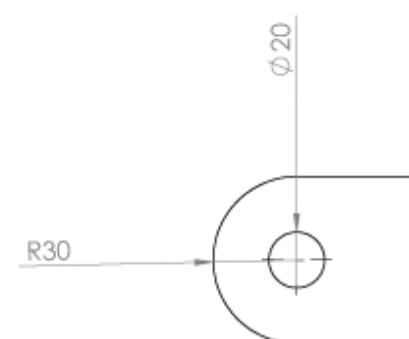
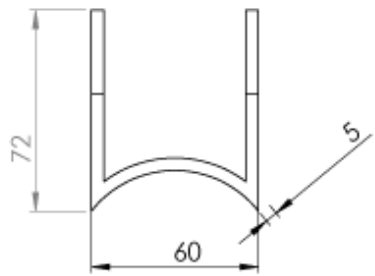
PLATINA PASADOR PERCHA



NÚMERO DE PIEZA:	8
CANTIDAD:	1
UNIDADES:	mm
MATERIA:	ALUMINIO
ESCALA:	1:2
FORMATO:	A4

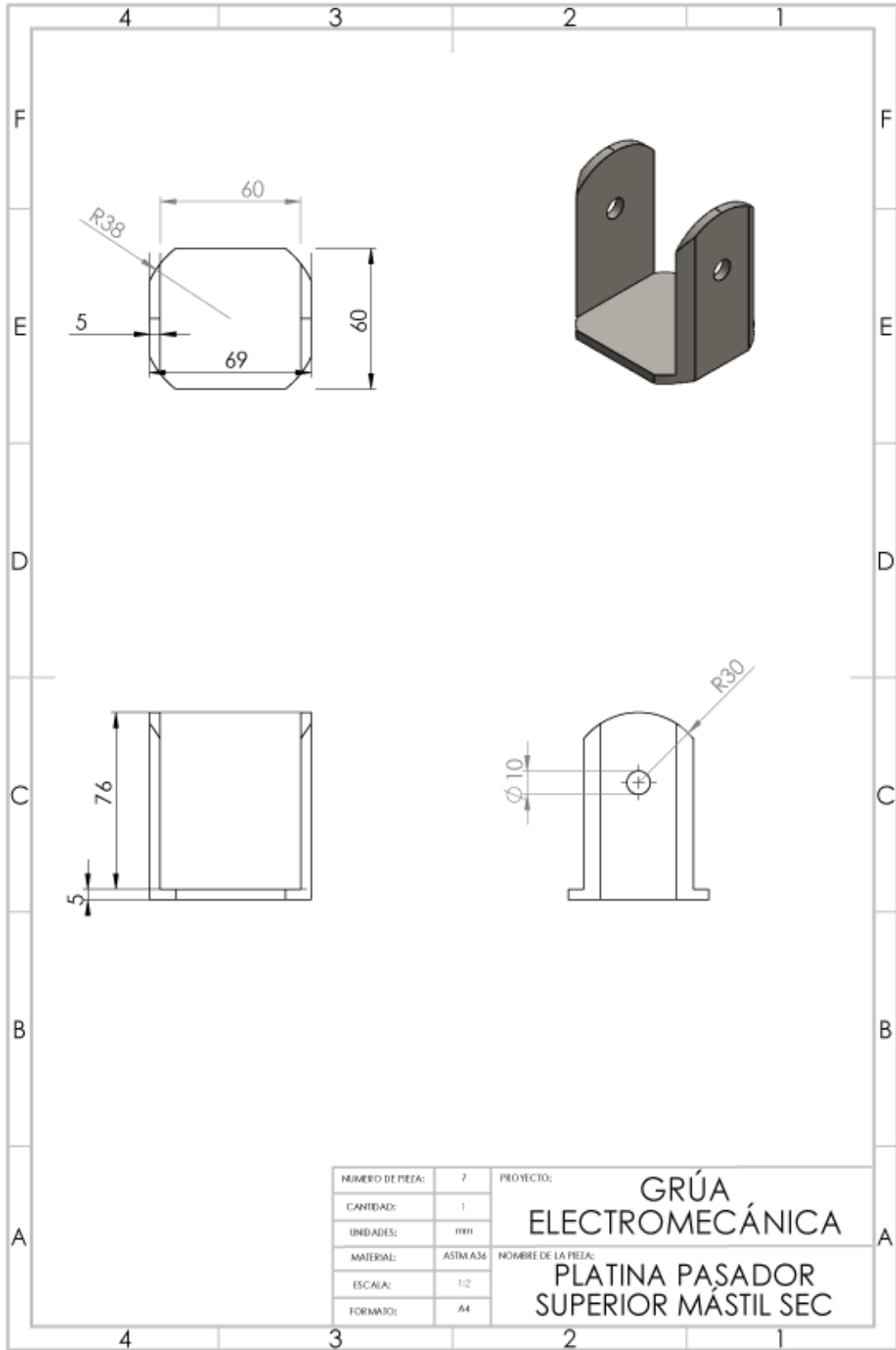
PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECÁNICA**

NOMBRE DE LA PIEZA: **PLATINA PASADOR BRAZO ACTUADOR**



NUMERO DE PIEZA:	6
CANTIDAD:	1
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASIM A36
ESCALA:	1:2
FORMATO:	A4

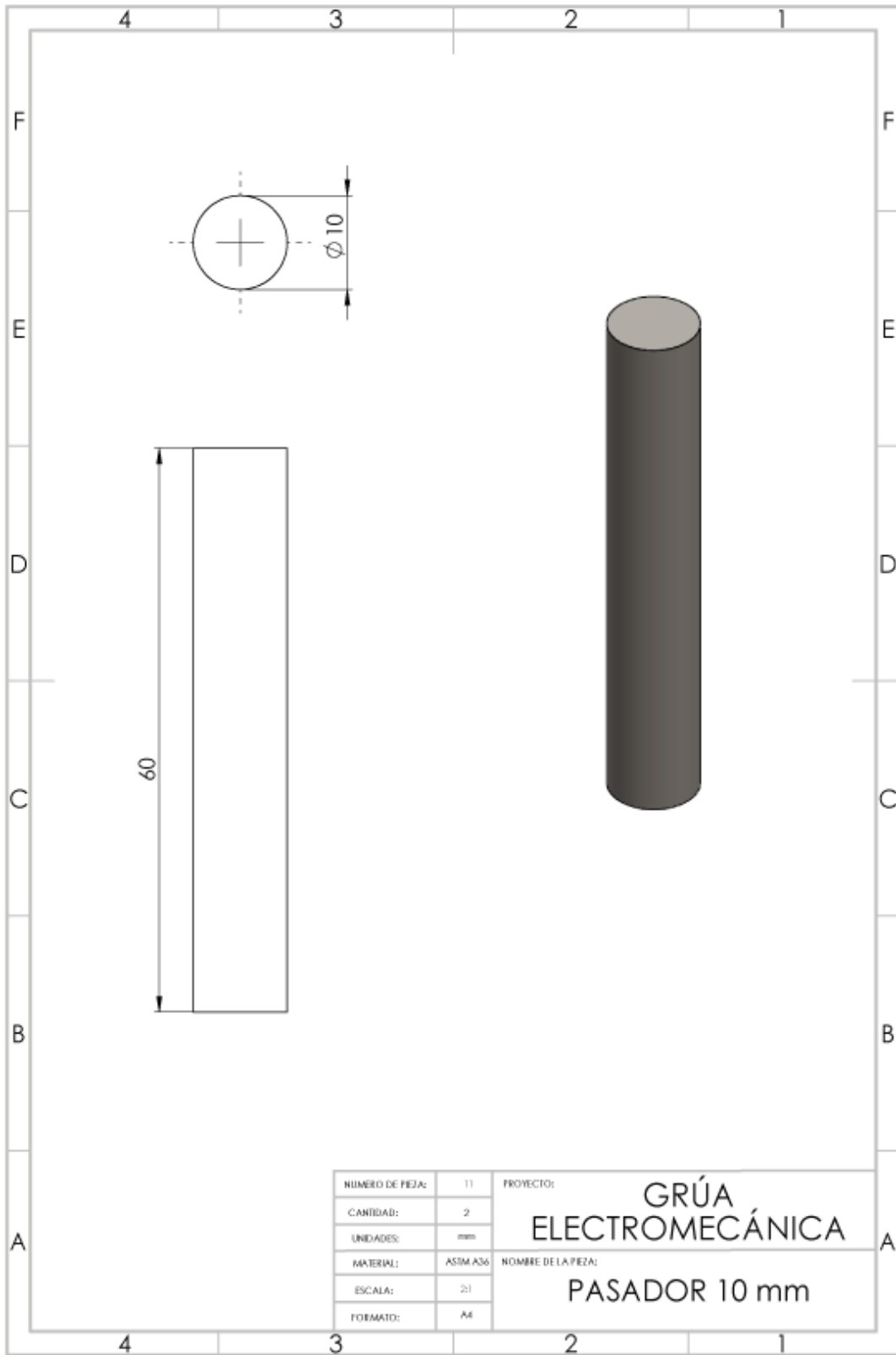
PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECÁNICA**
 NOMBRE DE LA PIEZA: **PLATINA PASADOR MÁSTIL SECUNDARIO**



NUMERO DE PIEZA:	7
CANTIDAD:	1
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASTM A36
ESCALA:	1:2
FORMATO:	A4

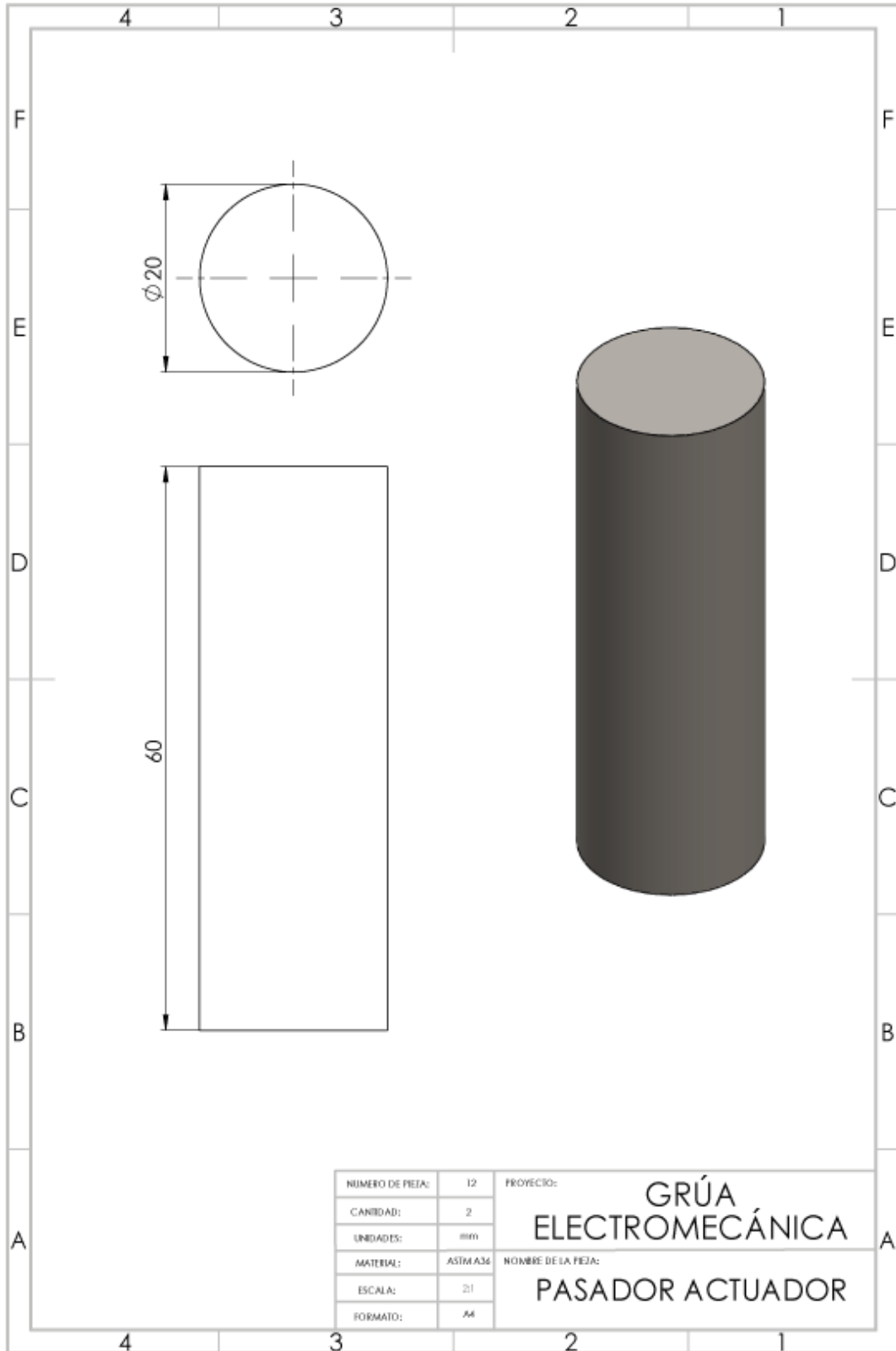
PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECAÁNICA**

NOMBRE DE LA PIEZA: **PLATINA PASADOR SUPERIOR MASTIL SEC**



NÚMERO DE PIEZA:	11
CANTIDAD:	2
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASIM A36
ESCALA:	2:1
FORMATO:	A4

PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECÁNICA**
 NOMBRE DE LA PIEZA: **PASADOR 10 mm**



NÚMERO DE PIEZA:	12
CANTIDAD:	2
UNIDADES:	mm
MATERIAL:	ASTM A36
ESCALA:	2:1
FORMATO:	A4

PROYECTO: **GRÚA ELECTROMECÁNICA**

NOMBRE DE LA PIEZA: **PASADOR ACTUADOR**

F. Encuesta personas discapacitadas por movilidad

Nombre completo

5 respuestas

Anyel Cisneros
Gladys Riaño
Julieth Alfonso
Deyanira Maria Navarro Parody
Juan rincón

Edad

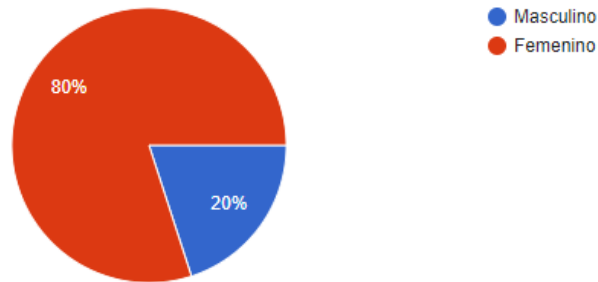
5 respuestas

20
60
32
18
24

Sexo

5 respuestas

 Copiar



Tipo de discapacidad

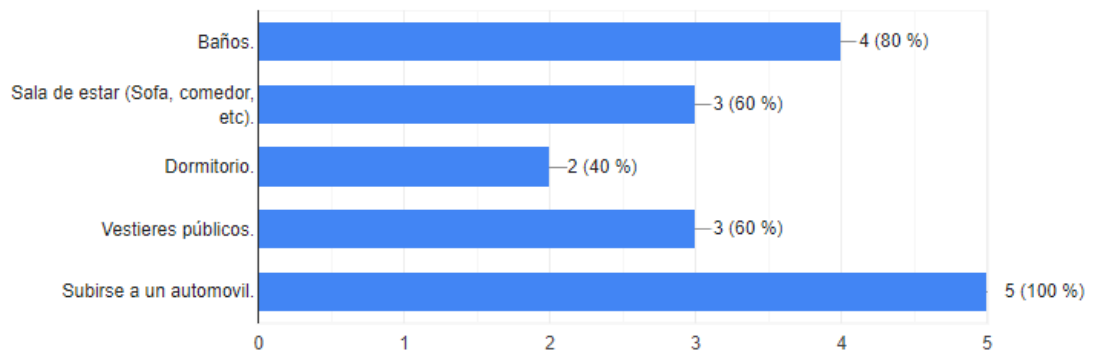
5 respuestas

Parapleja
Minusválida
Parapléjico
Osteogenesis imperfecta
Parapleja

En que lugares tiene usted problemas para movilizarse facilmente, seleccione una o más de una. En caso de que tenga otra especifiquela.

[Copiar](#)

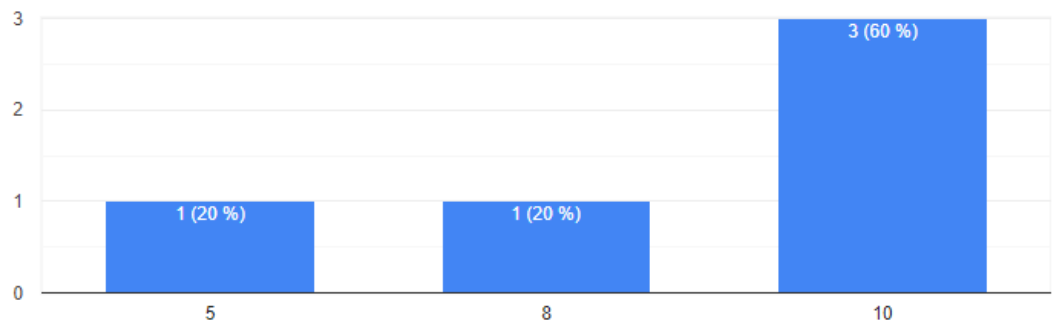
5 respuestas



En una escala de 1 a 10, cada cuanto ocurren estas dificultades en su vida diaria? siendo 10 más comunmente ocurrido.

[Copiar](#)

5 respuestas



Ha sufrido algún tipo de molestias musculares debido a estos esfuerzos de movilidad? Si su respuesta es SI especifique el tipo de molestia.

5 respuestas

Si , he tenido esguinces debido a estos esfuerzos de movilidad que tengo que hacer .

Dolor en los hombros brazos y manos.

Si, malestar en los brazos

Si al hacer algun hipo de loviento brusco para subirme me suelo desgarrar algun musculo

Si

Cree usted necesario el diseño de dispositivos de elevación y traslado para asi poder reducir sus necesidades diarias? Justifique su respuesta.

5 respuestas

Si , ya que facilitaría un 100% la movilidad y traslado a algún lugar.

Para poder facilitar la movilidad y tener una buena calidad de vida.

Claro, me ayudaría adaptarme en otros entornos

Si Ya que es una ayuda para las personas con discapacidad

Si. Debido a que con estos dispositivos podría lograr tener una vida más amena y que mis familiares no sufran tanto al momento de trasladarme

Estaría dispuest@ a usar una grúa de elevación y traslado para facilitarle su movilidad en esos aspectos? Justifique su respuesta.

5 respuestas

Si , ya que así me ayudaría, sin tener que hacerlo tan complicado y doloroso al momento de necesitar elevarme o trasladarme .

Si, para aumentar mi movilidad.

Depende a su complejidad la utilizaría, me aportaría a facilitar mi movilidad


Si ya que es una ayuda para trasladarse estando en una silla de rueda

Si. Porque sería un instrumento de mucha ayuda para evitarle fatiga a mi familia

Fuente: Autor.

G. Cotizaciones componentes no normalizados

Rodamiento 6207



Nuevo

Rodamiento Rfc 6207- 2rs - C3 Pfi Bearing

\$ 68.000
en 12x \$ 5.667 sin interés
[Ver los medios de pago](#)

Envío a nivel nacional
Conoce los tiempos y las formas de envío.
[Calcular cuándo llega](#)


Devolución gratis
Tienes 30 días desde que lo recibes.
[Conocer más](#)

Vendido por WIS-C2011

¡Última disponible!

[Comprar ahora](#)

Pernos



HOME CENTER

¿Qué estás buscando?

Estás comprando para Bogotá D.C.

MI Cuenta

FIXSER
Perno Anclaje + Tuerca Inox. 3/8 X 3" (2U)
★★★★★ 0 0 (0)

\$24.300unidad

- 1 + [Agregar al carro](#)


[Ver Mis listas](#) [Guardar en Mi lista](#)

Satisfacción Garantizada [ver más](#)
Puedes devolver este producto en un plazo máximo de 30 días, éste debe estar en perfecto estado: sin uso, tener todos sus accesorios, manuales y embalaje original. Si tienes dudas, comunicate a nuestra línea de atención al cliente desde Bogotá: 30771111 o a la línea Nacional: 300 88 999 33.

Opciones de entrega para Bogotá D.C.

Disponible [Despacho a domicilio](#) [Compra con un Experto](#) [ver fechas](#)

Arnés



Nuevo | +50 vendidos

Arnés De Elevación Para Paciente De Cuerpo Completo

5.0 ★★★★★ (1)

\$ 229.000
en 12x \$ 19.083 sin interés
[Ver los medios de pago](#)

Envío gratis a todo el país
Conoce los tiempos y las formas de envío.
[Calcular cuándo llega](#)

Vendido por TELLIN2007
+29 ventas

Disponibles 2 días después de tu compra

Cantidad: 1 unidad (2 disponibles)

[Comprar ahora](#)

Actuador

Ø50 MM, VÁSTAGO Ø30 MM. CILINDRO HCO < >
D.E. CON RÓTULAS. ELIGE CARRERA

★★★★★ 2 Opiniones

Cilindro hidráulico estándar de doble efecto con amarre de rótulas. Carrera a elegir entre 100mm y 500mm

ØA (Vástago) : 30mm
ØB (Pistón) : 50 mm

Fuerza empuje a 200 bares: 3926,99 Kg
Fuerza tracción a 200 bares: 2513,27 Kg

99,30 € (impuestos excl.)

Carrera

100 mm

- 1 +

Añadir Al Carrito

Compartir ~

Código QR ~

Referencia: 5-305-10

Marca: Provectus Hidraulica SL

☆ A Lista De Deseos

Boba hidráulica 250 Bar.

BOMBA HIDRÁULICA 250 BAR. 1.8-4.8 L/MIN, GP 1 >

★★★★★ 10 Opiniones

Bomba Hidráulica de engranajes.

Desplazamiento: 1,2 a 3,2 cc/rev. (1,8-4,8 L/min @ 1500 rpm)

Giro: Derecho.

Eje: cónico 18 o Recto SAE A.

Montajes Europeo 4 Agujeros.

Puertos: GAS o Bridados.

Material de cuerpo: Aluminio.

Presión max. 250 bar.

91,13 € (impuestos excl.)

Desplazamiento

1,2 cc/rev (1,8 L/min @ 1500 rpm)

1,2 cc/rev (1,8 L/min @ 1500 rpm)

1,6 cc/rev (2,4 L/min @ 1500 rpm)

2,1 cc/rev (3,15 L/min @ 1500 rpm)

2,5 cc/rev (3,75 L/min @ 1500 rpm)

3,2 cc/rev (4,8 L/min @ 1500 rpm)

Referencia: BE1P12D-E0ME6G

☆ A Lista De Deseos

Válvula direccional

VÁLVULA DIRECCIONAL 4 VÍAS, 3 POS. CENTRO < >
CERRADO (A, B, P Y T CERRADOS) 24V DC NG6

Válvula direccional (Electroválvula) 4 vías, 3 posiciones, centro cerrado, centrada por muelle. Flujo máximo de 30 l/min. Doble Solenoide 24V DC.

99,05 € (impuestos excl.)

Bajo pedido

Fecha de disponibilidad: 2015-07-01

Válvula Direccional 4 vías, 2 pos. P a T 24V DC NG6

Compartir ~

Código QR ~

Referencia: FW-02-3C2-D24-Z5L-50

Etiquetas: Electroválvula, Válvula direccional, Válvula NG6, Válvula solenoide

☆ A Lista De Deseos

Manguera

MANGUERA (LATIGUILLO) DE 1/4" - 225 BAR (3250 PSI) MAX. PRESIÓN

Manguera hidráulica (latiguillo hidráulico) de 1/4" DiamInt de hasta 225 bar (3250 PSI, alta presión)

8,02 € (impuestos excl.)
(0,08 € cm)
precio 4,01 €


El precio mostrado arriba incluye un 10% de cargo por corte.

Disponibles
Puede pedir cantidades decimales, Ej: 0,58 mts ó 1,75 mts. Agregue más unidades de esta longitud tras "Añadir al carrito".

- 0.500 + metro **Añadir Al Carrito** Compartir Código QR

Referencia: P-10-1002-04
 Marca: Balflex Portugal
 Etiquetas: manguera hidráulica, manguera alta presión, latiguillo hidráulico, latiguillo, manguera de cilindro hidráulico
 ☆ A Lista De Deseos

Válvula reguladora de Caudal



Nuevo

Freno Hidráulico, Válvula Proporcional De Freno De Estaciona

\$ 97.077
 en 12x \$ 8.090 sin interés
 Ver los medios de pago

COMPRA INTERNACIONAL


Envío internacional gratis
 Sin costos de importación

Devolución gratis
 Tienes 30 días desde que lo recibes.
 Conocer más

Vendido por CHSATURNOS-COR
 Mercadolibre +500 ventas

Stock disponible

Piñón motor Dc



Nuevo | 1 vendido

Piñón De 11 Dientes Scooter Eléctrico Agujeros H Juego De Bi

~~\$ 61.426~~
\$ 43.938 28% OFF
 en 12x \$ 3.662 sin interés
 Ver los medios de pago

COMPRA INTERNACIONAL

Envío internacional gratis
 Sin costos de importación

Devolución gratis
 Tienes 30 días desde que lo recibes.
 Conocer más

Vendido por MINSTCO
 +100 ventas

Pernos para unión rodamiento



Elavar Código: 593402

Perno Hexagonal Métrico 8.8 + Tuerca M6 X 10 Mm Zincado (2U)

★★★★★ 0.0 (0)

\$2.900unidad

- 1 + **Agregar al carrito**

Ver Mis listas Guardar en Mi lista

Satisfacción Garantizada ver más

Puedes devolver este producto en un plazo máximo de 30 días, este debe estar en perfecto estado: sin uso, tener todos sus accesorios, manuales y embalaje original. Si tienes dudas, comunicate a nuestra línea de atención al cliente desde Bogotá: 3077115 o a la línea Nacional: 320 88 999 33.

Control Remoto



Nuevo

Transmisor Receptor Dc12-72v Con Control Remoto Industrial F

\$ 415.888
en 12x \$ 34.657 sin interés
[Ver los medios de pago](#)

COMPRA INTERNACIONAL

Envío Internacional gratis
Sin costos de importación

Vendido por **SHENGSHANGCO**
+100 ventas

Motor Monofásico AC



Nuevo | +5 vendidos

Motor Electrico 0.5hp Medio Caballo Monofasico Baja Rpm

\$ 400.000

Hasta 48 cuotas
VISA 
[Más información](#)

Envío gratis a todo el país
Conoce los tiempos y las formas de envío.
[Calcular cuándo llega](#)

Vendido por **INVERSIONESFERRERIASVENTAS**
+100 ventas

Stock disponible

Relevador AC



Nuevo | +25 vendidos

Rele Industrial 110v Ac 10a 8pines Ly2nj Dpdt Jqx-13f + Base

4.3 ★★★★★ (6)

\$ 31.000
en 12x \$ 2.583 sin interés
[Ver los medios de pago](#)

Envío a nivel nacional
Conoce los tiempos y las formas de envío.
[Calcular cuándo llega](#)

Vendido por **YOROBOTICS**
MercadoLider | +5mil ventas

Stock disponible

Cantidad: 1 unidad (15 disponibles)

Motor DC



Nuevo

Dc12v / 24v 35w Mini Dc Motor De Engranajes Motor De Par Gra

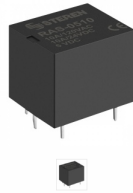
\$ 268.000

Hasta 48 cuotas
VISA 
[Más información](#)

Entrega a acordar con el vendedor
Salvo Degratá D.C.
[Ver formas de entrega](#)

Vendido por **FREE-ZONE.CO**
MercadoLider | +1000 ventas

Relé DC



Stereon Relevador Compacto RAS-0510, 5V
SKU: RAS-0510

0 opiniones | 0 preguntas

\$20.00
Hasta 6 meses sin intereses en compras a partir de \$3.000.00

Costo de envío: **\$99.00**

Disponibles: 7299 pzas.

Comparar

Final de carrera



Nuevo | +50 vendidos

Final De Carrera Multidireccional Con Extension

\$ 26.100
en 12x \$2.175 sin interés

Ver los medios de pago

Envío a nivel nacional
Conoce los tiempos y las formas de envío.
[Calcular cuándo llega](#)

Vendido por SIRF SAS
+100 ventas

Stock disponible

Cantidad: 1 unidad (11 disponibles)

Fuente 24 V DC



Nuevo | 1 vendido

Fuente De Alimentación D60b Dc 5v 24v Conmutación De Doble S

~~\$475.806~~
\$ 150.893 14% OFF
en 12x \$ 12.574 sin interés

Ver los medios de pago

COMPRA INTERNACIONAL

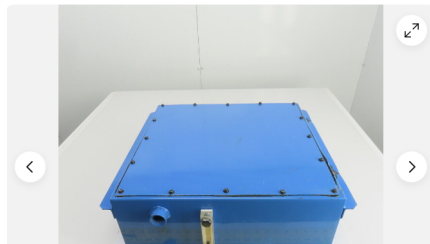
Envío internacional gratis

Sin costos de importación

Vendido por CNFRETAL-COR
+25 ventas

Stock disponible

Deposito Hidráulico



"Depósito de retorno de aceite hidráulico Mazak VQC-20/40B 10-1/2 galones 18,5x18,5x7,5" - mostrar título original

Buttseye Industrial Sales (51771)
29,8% positivos · Otros artículos del vendedor · [Contactar al vendedor](#)

US \$79.99

Aproximadamente COP \$347 782,61

Envío Internacional US \$1,093.05 (aproximadamente COP \$4,752,382,61)

Plazo de entrega: el mar. 17 oct. - lun. 23 oct. en 111211. [Ver detalles](#)

Cable No 12 Para conexiones



Cable de Cobre Aislado No 12 AWG THHN Color Negro Rollo de 50 Metros

[Escribe una reseña](#)

\$ 125.000

IVA incluido (precio sujeto a existencias - no incluye transporte este se calculará al finalizar la compra.)



Código Interno : 230001001122 230004001122 230004002122

Saldo Disponible : 256 Metros

[Conozca longitudes disponibles para esta referencia o Tambien Chipas, Tramos o Cortas en OFERTA-REMATE HACIENDO CLICK AQUI](#)

Peso : 1.9000 kg

Dimensiones : Anchura 0.2300 Mts. - Altura 0.0500 Mts. - Profundidad 0.2300 Mts.

Cantidad

1

COMPRAR

Perfiles estructurales, pasadores, platina.



MOSQUERA GONZALEZ JAIRO
NIT : 17351963- 5
CARRERA 14 N 21 - 75
3046406408 - 3204920155
GRANADA - COLOMBIA

Granada, 13 de octubre de 2023

Señores

CUANTIAS MENORES

Atn:

1

3204920160

No Usar . Colombia

Ref : Cotización V - 001 - 18830

Es grato para nosotros poner a su consideración la siguiente propuesta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Porcentimpus	ValorimpVents	VALOR
0010004000015	BARRA ASTM A36 - P 1	UND	1	105,281.05	19,00	20,003.40	125,284.45
0010004000035	TUBO EST CUA 60X60 2.5MM	UND	1	152,941.18	19,00	29,059.00	182,000.18
0010004000025	TUBO GALV-P 3 - 2.6MM	TUB	1	119,327.73	19,00	22,672.00	141,999.73
0010004000401	TUBO GALV-P 3,1/2 - 2.6 MM	TUB	1	130,954.05	19,00	24,881.27	155,835.32
				Total Bruto			531,153.33
				IVA GENERA			96,615.67
				Total a Pagar			\$627,769.00

Entrega: 30 días después de recibir su orden de compra o pedido

Forma de Pago :

Validez de la oferta: 30 días a partir de la fecha, octubre 13 2023

Cordialmente,

Lina Maria Vanegas Segura

MOSQUERA GONZALEZ JAIRO

Válvula limitadora de Presión.



VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN REXROTH < > ZDB 6 VP2-4X/315V

Válvula reductora de presión precomandada, DN6, Presión max. : 315 bar, Flujo max. : 60 ltr/min.

150,46 € (impuestos excl.)

En existencia

- 1 +

Añadir Al Carrito

Compartir Código QR

Referencia: ZDB 6 VP2-4X/315V

☆ A Lista De Deseos



Percha



Percha Para Grúa Sunlift

Referencia: C08209NA

Desde: 70,00 €
(Impuestos incluidos)

En este momento 9 personas están viendo este producto

Percha compatible para los **modelos de grúas Sunlift**, de
Hay dos modelos de percha:

Modelo 1: grúas Micro, Mini y Midi

Modelo 2: grúa Mayor.

