



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

PROPUESTA TECNOLÓGICA

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BRAZO GRÚA DE UNA TONELADA EN EL TALLER DE PROELEVACIÓN S.A.”

Propuesta Tecnológica presentada previo a la obtención del Título de Ingenieros en Electromecánica.

Autores:

Arcos Guaña Andrés William

Chiguano Quinga Kevin Darwin

Tutor Académico:

Ing. M.Sc. Verónica Paulina Freire Andrade

LATACUNGA – ECUADOR

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **Arcos Guaña Andrés William** portador del número de cédula **172402475-5**, **Chiguano Quinga Kevin Darwin** portador del número de cédula **172617182-8** declaramos ser los autores del presente proyecto: **“Diseño e implementación de un brazo grúa de una tonelada en el Taller de PROELEVACIÓN S.A.”** siendo Ing. M.Sc. Freire Andrade Verónica Paulina, Tutora del presente trabajo; y expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Arcos Guaña Andrés William
C.I.:172402475-5

Chiguano Quinga Kevin Darwin
C.I.:172617182-8

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BRAZO GRÚA DE UNA TONELADA EN EL TALLER DE PROELEVACIÓN S.A.” de **ARCOS GUAÑA ANDRÉS WILLIAM** y **CHIGUANO QUINGA KEVIN DARWIN**, de la carrera **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificaciones.

Latacunga, agosto, 2021

Ing. M.Sc. Freire Andrade Verónica Paulina

C.I.: 050205622-9

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, el o los postulantes: **ARCOS GUAÑA ANDRÉS WILLIAM** y **CHIGUANO QUINGA KEVIN DARWIN** con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BRAZO GRÚA DE UNA TONELADA EN EL TALLER DE PROELEVACIÓN S.A.”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes según la normativa institucional.

Latacunga, agosto del 2021

Para constancia firman:

Lector 1 (Presidente)
Ing. M.Sc. Porras Reyes Jefferson Alberto
C.I.: 070440044-9

Lector 2
Ing. M.Sc. Corrales Bastidas Byron Paúl
C.I.: 050234776-8

Lector 3
Ing. M.Sc. Moreano Martínez Edwin Homero
C.I.: 0502607500-0

AGRADECIMIENTO

Este agradecimiento es para Dios por la salud y la vida; a mis padres: Geovanna Quinga y Darwin Chiguano, que han sabido guiarme para ser una persona con valores y principios, por ser el apoyo incondicional e impulsarme a cumplir mis objetivos.

A mis hermanos por animarme constantemente. Agradecemos a la “Universidad Técnica de Cotopaxi” a mis docentes por su paciencia y enseñanza, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la formación académica, de manera especial, a la Ing. Paulina Freire, tutora de nuestro proyecto de titulación quien ha guiado con paciencia y dedicación como docente, a mis padrinos por su apoyo y a mi señorita enamorada por ser un gran soporte durante esta etapa de estudio y en mi vida.

Chiguano Quinga Kevin Darwin

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, por bendecirme a lo largo de mi formación académica y siempre estar presente en aquellos momentos difíciles. Gracias a mis padres: Isabel Guña y Julio Arcos, por ser los principales en apoyarme e incentivarme en cumplir mis metas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado. A mis hermanos/as por representar la unidad familiar. Agradecemos a los ingenieros de la “Universidad Técnica de Cotopaxi” por su paciencia y enseñanza, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra formación académica, de manera especial, a la Ing. Paulina Freire tutor de nuestro proyecto de titulación quien ha guiado con paciencia y dedicación como docente.

Arcos Guña Andrés William

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto de titulación a Dios por bendecirme con salud, vida y fé, para obtener un título profesional; en momentos de dificultad y continuar mis aspiraciones y sueños.

A mis padres por su comprensión, sacrificio, por estar pendientes de mí, por sus consejos, por no frenarme en las malas noches y siempre apoyarme.

A todas las personas que me han brindado su apoyo para que esta meta se realice con éxito, especialmente aquellos que nos compartieron sus conocimientos, además a mis padrinos quienes me apoyaron durante toda mi formación académica y personal. A mi señorita enamorada, quien siempre me ha impulsado a no rendirme en cada obstáculo presentado y por su apoyo incondicional.

Chiguano Quinga Kevin Darwin

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación dedico a Dios por darme la oportunidad de aprender y formarme como profesional, por acompañarme en este camino a lo largo de mi vida en todo momento en especial en momentos de dificultad e impulsarme a culminar mis aspiraciones y sueños, por la salud y ganas de trabajar y superarme diariamente.

A mis padres por su amor, trabajo y sacrificio desde que me dieron la vida, gracias a ellos por estar pendiente de nosotros, por sus consejos, malas noches, por educarnos con valores hemos logrado llegar hasta aquí.

A todas las personas que nos han brindado su apoyo y han hecho que este trabajo se realice con éxito, especialmente aquellos que nos compartieron sus conocimientos.

Arcos Guaña Andrés William

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BRAZO GRÚA DE UNA TONELADA EN EL TALLER DE PROELEVACIÓN S.A.

Autores:

Arcos Guaña Andrés William

Chiguano Quinga Kevin Darwin

RESUMEN

En la Empresa PROELEVACIÓN S.A se identificó que existe pérdida de tiempo en el proceso de movilización de objetos, retardando sus actividades diarias y requiriendo más recurso humano, en el presente proyecto se diseñó e implementó un brazo grúa con capacidad de una tonelada, el diseño se realizó en el software SolidWorks Versión Trial, mediante técnicas de selección de componentes mecánicos y eléctricos; rigiéndose en los catálogos del fabricante, análisis estructural y cálculos para el dimensionamiento de componentes del brazo grúa. Se compararon las diferentes alternativas con los criterios: análisis funcional, el análisis estructural, donde se presenta la tensión admisible máxima de la viga seleccionada, la obtención de tensiones según la escala de vonmises de $2.025e+02$ N/mm² (MPa), los desplazamientos donde el máximo es de $1.790e+00$ mm, deformación unitaria su máximo es de $6.605e-04$ y el factor de seguridad estructural es de 1.2 en la zona con mayor fatiga. Se seleccionó los componentes del brazo grúa como son Trolley, Tecla, Gancho, Cadena mediante el catálogo del fabricante MEET con capacidad de una tonelada. La alternativa del sistema eléctrico se efectuó mediante la norma UNE 20460-5-523 para seleccionar el cable del motor-reductor, Trolley, tecla y para el circuito del control inalámbrico tomando en cuenta la nomenclatura NEMA estadounidense de fabricación, para su factor de servicio por la disposición de la caja de conexiones del motor se selecciona el calibre mediante la tabla de Ampacidades de VIAKON. Ya implementado el brazo grúa se realizó diferentes pruebas donde se obtuvo un promedio de tiempo de 17 minutos en el proceso de izar y transportar un objeto de aproximadamente 500 kg, mientras que con un sistema motorizado se obtiene un tiempo de 0.18 minutos, valor que representa el 99% de optimización del tiempo.

Palabras clave: Brazo grúa, SolidWorks, Versión Trial, límite elástico, tecla, tiempo, Trolley, control inalámbrico.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**

TITLE: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A ONE-TON CRANE ARM IN THE WORKSHOP OF PROELEVACIÓN S.A.

Authors:

Arcos Guaña Andrés William

Chiguano Quinga Kevin Darwin

ABSTRACT

In the company PROELEVACIÓN S.A. it was identified that there is loss of time in the process of mobilization of objects, delaying their daily activities and requiring more human resources, in this project a crane arm with a capacity of one ton was designed and implemented, the design was performed in the software SolidWorks Trial Version, using techniques of selection of mechanical and electrical components, based on the manufacturer's catalogs, structural analysis and calculations for the sizing of components of the crane arm. The different alternatives were compared with the following criteria: functional analysis, structural analysis, where the maximum allowable stress of the selected beam is presented; obtaining stresses according to the vonmises scale of $2,025e+02$ N/mm² (MPa), displacements where the maximum is $1,790e+00$ mm, unit deformation its maximum is $6,605e-04$ and the structural safety factor is 1.2 in the area with the highest fatigue. The components of the crane arm such as Trolley, Teclé, Hook, Chain were selected from the MEET manufacturer's catalog with a capacity of one ton. The alternative of the electrical system was made by means of the UNE 20460-5-523 standard to select the cable of the motor-reducer, Trolley, keypad and for the wireless control circuit taking into account the American NEMA nomenclature of manufacture, for its service factor by the disposition of the motor connection box the caliber was selected by means of the VIAKON Ampacity table. Once the crane arm was implemented, different tests were carried out where an average time of 17 minutes was obtained in the process of lifting and transporting an object of approximately 500 kg, while with an motorized system a time of 0.18 minutes was obtained, a value that represents 99% of time optimization.

Keywords: Crane arm, SolidWorks, Trial Version, yield strength, keyboard, time, Trolley, wireless control.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BRAZO GRÚA DE UNA TONELADA EN EL TALLER DE PROELEVACIÓN S.A.”**.presentado por: **Arcos Guaña Andrés William y Chiguano Quinga Kevin Darwin**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería en Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Septiembre del 2021

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**MARCO
PAUL
BELTRAN
SEMBLANT
ES**



**CENTRO
DE IDIOMAS**

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA	vii
RESUMEN	ix
ÍNDICE.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE TABLAS	xix
1. INFORMACIÓN BÁSICA.....	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. EL PROBLEMA	2
2.1.1. Situación problemática	2
2.1.2. Formulación del Problema.....	2
2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	3
2.2.1. Objeto	3
El objeto de estudio es el Brazo Grúa de 1 tonelada.....	3
2.2.2. Campo de acción	3
2.3. BENEFICIARIOS: Empresa PROELEVACIÓN S.A.....	3
2.4. JUSTIFICACIÓN	3
2.5. HIPÓTESIS	4
2.6. OBJETIVOS	4
2.6.1. Objetivo general	4
2.6.2. Objetivos específicos	4
2.7. SISTEMA DE TAREAS	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1. ANTECEDENTES	5
3.2. DISEÑO CAD	6
3.2.1. SolidWorks	6
3.2.2. Características de diseño CAD	7
3.2.3. Inventor.....	8
3.3. BRAZO GRÚA.....	8

3.3.1.	Tecele eléctrico.....	9
3.3.2.	Motor reductor.....	10
3.4.	ALIMENTACIÓN Y CONTROL.....	11
3.4.1.	Elementos de alimentación eléctrica.....	11
3.4.2.	Sensores.....	14
3.4.3.	Control y Protecciones.....	14
3.5.	MOVIMIENTOS E IZAJE.....	15
3.5.1.	Rotacional.....	15
3.5.2.	Elementos de Izaje.....	16
3.5.3.	Normas de seguridad de izaje.....	18
3.6.	Equipos de Protección Personal (EPP).....	18
3.6.1.	Peligro y Riesgo.....	18
3.6.2.	Equipo de protección personal.....	19
3.6.3.	Normas de seguridad.....	19
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
4.1.	MÉTODO PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR EL BRAZO GRÚA.....	21
4.2.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	21
4.3.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	21
4.4.	MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	22
4.5.	DESARROLLO DEL DISEÑO.....	24
4.5.1.	Software de diseño.....	24
4.5.2.	Características de softwares de diseño CAD.....	24
4.5.3.	Diseño de la estructura del brazo grúa en SolidWorks.....	25
4.5.4.	Diseño de la viga.....	25
4.5.5.	Diseño del soporte para el brazo grúa.....	26
4.5.6.	Diseño de soporte del cable para reforzar viga.....	26
4.5.7.	Diseño del soporte del motor reductor.....	27
4.5.8.	Diseño de los ejes para los engranajes.....	27
4.6.	SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL BRAZO GRÚA.....	28
4.6.1.	Viga tipo IPE.....	28
4.6.2.	Tecele o polipasto.....	31
4.6.3.	Inspección de los ganchos.....	32
4.6.4.	Diámetro de la cadena.....	33
4.6.5.	Trolley o carro.....	33

4.6.6.	Fuerza motriz	34
4.6.7.	Metodología para calcular rpm de Engranajes	35
4.6.8.	Metodología para calcular la base del brazo grúa	36
4.6.9.	Cable de acero	37
4.6.10.	Metodología para calcular la capacidad del cable de acero	38
4.7.	CONSTRUCCIÓN, MONTAJE DEL BRAZO GRÚA	38
4.7.1.	Sistema estructural.....	38
4.7.2.	Montaje de la base del brazo grúa	39
4.7.3.	Montaje de los ejes	40
4.7.4.	Montaje del eje principal	41
4.7.5.	Montaje de la viga	41
4.7.6.	Montaje del Trolley o carro	43
4.7.7.	Montaje de Tecele o polipasto.....	43
4.7.8.	Montaje del motor	43
4.7.9.	Montaje sobre el perfil de rodamiento.....	43
4.7.10.	Ajustes	43
4.8.	SISTEMA ELÉCTRICO	44
4.8.1.	Cálculo para la sección del cable motor-reductor	45
4.8.2.	Cálculo para selección del cable de Tecele	47
4.8.3.	Cálculo para selección del cable del Trolley	47
4.8.4.	Metodología para selección de Protección del motor del Tecele.....	47
4.8.5.	Cálculo para el termo magnético trifásico	48
4.8.6.	Cálculo para el termo magnético circuito monofásico	49
4.8.7.	Especificaciones botonera	49
4.8.8.	Control inalámbrico.....	50
4.8.9.	Conexiones eléctricas del motor.....	52
4.8.10.	Diagrama de polipasto eléctrico de una velocidad	53
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	53
5.1.	CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA VIGA	53
5.1.1.	Carga Viva.....	53
5.1.2.	Viga principal	53
5.1.3.	Presión en ruedas del Trolley	54
5.1.4.	Momento flector máximo	54
5.1.5.	Flecha debida a la carga móvil	54

5.1.6.	Momento flector por peso de viga.....	54
5.1.7.	Módulo de sección de la viga.....	55
5.1.8.	Esfuerzo del trabajo.....	55
5.2.	CÁLCULOS DEL LÍMITE ELÁSTICO Y DE DEFORMACIÓN DE LA VIGA EN SOLIDWORKS.....	55
5.3.	MOTOR REDUCTOR.....	58
5.4.	RPM ENTREGADOS POR JUEGO DE ENGRANAJES.....	58
5.5.	RESULTADOS DE CÁLCULO DE LA BASE DEL BRAZO GRÚA.....	59
5.5.1.	Área neta.....	59
5.5.2.	Esfuerzo permisible.....	60
5.6.	CAPACIDAD DEL CABLE DE ACERO.....	60
5.7.	CÁLCULOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	60
5.7.1.	Cálculo para la selección del cable del Motor-reductor.....	60
5.7.2.	Cálculo para selección del cable de Teclé.....	62
5.7.3.	Cálculo para selección del cable del Trolley.....	63
5.7.4.	Metodología para selección de Protección de guardamotor del Teclé.....	64
5.7.5.	Cálculo para el termo magnético circuito trifásico.....	65
5.7.6.	Cálculo para el termo magnético circuito monofásico.....	65
5.7.7.	Cálculo para el termomagnético circuito bifásico.....	65
5.7.8.	Selección del contactor.....	65
5.8.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL BRAZO GRÚA.....	65
5.8.1.	Conclusiones de la prueba.....	65
5.9.	DIAGRAMA DE CONEXIONES.....	66
5.10.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL BRAZO GRÚA.....	67
5.10.1.	Operación.....	67
5.10.2.	Mantenimiento.....	67
5.10.3.	Normas de seguridad.....	68
5.10.4.	Equipo de protección personal.....	69
5.10.5.	Normas de seguridad al operar la grúa.....	69
5.11.	TIEMPO EN LA MOVILIZACIÓN DE OBJETOS.....	69
6.	PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	72
6.1.	PRESUPUESTO.....	72
6.2.	ANÁLISIS DE IMPACTOS.....	72
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74

7.1. CONCLUSIONES:.....	74
7.2. RECOMENDACIONES.....	74
8. REFERENCIAS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Diagrama de Ishikawa.....	2
Figura 3. 1. Puente Grúa realizada en SolidWorks.	6
Figura 3. 2. Brazo grúa.	9
Figura 3. 3. Polipasto eléctrico a cadena.	9
Figura 3. 4. Parte interna de la caja reductora de un Motor Reductor.....	10
Figura 3. 5. Trolley Eléctrico.	10
Figura 3. 6. Partes de electrificación.	11
Figura 3. 7. Cable plano para trabajos pesados.	12
Figura 3. 8. Botonera colgante.	13
Figura 3. 9. Botonera inalámbrica.	13
Figura 3. 10. Carro arrastra cable.	13
Figura 3. 11. Final de carrera.	14
Figura 3. 12. Guarda motor.	14
Figura 3. 13. Contactor termomagnético.....	15
Figura 3. 14. Movimientos del puente grúa.....	15
Figura 3. 15. Movimiento rotacional.....	16
Figura 3. 16. Eslinga.....	16
Figura 3. 17. Ganchos.....	17
Figura 3. 18. Cables de acero.	17
Figura 3. 19. Tensores.	17
Figura 4. 1. Diseño de estructura del brazo grúa.	25
Figura 4. 2. Diseño de viga acoplado con el eje principal.....	26
Figura 4. 3. Eje de viga diseñado en SolidWorks.	26
Figura 4. 4. Diseño de la base del brazo grúa.....	26
Figura 4. 5. Diseño de la base del cable.	27
Figura 4. 6. Diseño del eje para el engranaje 1.	27
Figura 4. 7. Diseño del eje para el engrane 2.	28
Figura 4. 8. Perfil laminado IPE.....	28
Figura 4. 9. Altura mínima del perfil tipo IPE.	28
Figura 4. 10. Gancho.	33
Figura 4. 11. Dimensiones de la cadena.	33

Figura 4. 12. Trolley.....	34
Figura 4. 13. Juego de engranajes.	36
Figura 4. 14. Caja reductora de velocidad con juego de engranajes.	36
Figura 4. 15. Partes de un cable de acero.	38
Figura 4. 16. Soldadura e instalación de base del cable de acero.....	40
Figura 4. 17. Maquinado de ejes.	40
Figura 4. 18. Eje montado en chumaceras.....	41
Figura 4. 19. Rieles de soporte.	42
Figura 4. 20. Carros arrastra cable.....	42
Figura 4. 21. Carro para Botonera.....	42
Figura 4. 22. Diagrama del cableado de la botonera.	50
Figura 4. 23. Diagrama de conexiones serie L10.	51
Figura 4. 24. Diagrama de conexiones del control inalámbrico.....	52
Figura 5. 1. Análisis de fuerza.....	56
Figura 5. 2. Análisis de desplazamiento estático.....	56
Figura 5. 3. Análisis de deformaciones.	57
Figura 5. 4. Factor de seguridad de la viga.....	57
Figura 5. 5. Factor de seguridad del eje.....	58
Figura 5. 6. Pruebas de funcionamiento del brazo grúa.	66
Figura 5. 7. Diagrama de comunicación de los elementos.	67
Figura 5. 8. Diagrama de barras tiempos de trabajo por actividad.....	71
Figura 5. 9. Diagrama de barras tiempos de trabajo.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Nomenclatura Internacional de la UNESCO para los campos de ciencia y tecnología.	3
Tabla 2. 2. Descripción de Objetivos.....	4
Tabla 3. 1. Especificaciones para polipasto de velocidad única.....	9
Tabla 3. 2. Especificaciones Técnicas.	11
Tabla 3. 3 Manejo de la carga.....	18
Tabla 3. 4. Cuestiones generales de seguridad.	19
Tabla 4. 1. Tabla de las variables independientes.	22
Tabla 4. 2. Tabla de las variables dependientes.....	23
Tabla 4. 3. Características de los softwares de simulación.....	24
Tabla 4. 4. Tipos viga IPE	29
Tabla 4. 5. Polipastos para brazo grúa.	32
Tabla 4. 6. Características de los softwares de simulación.....	32
Tabla 4. 7. Precios del motor.	34
Tabla 4. 8. Características del motor.	34
Tabla 4. 9. Componentes utilizados y sus características técnicas.	44
Tabla 5. 1. Datos del motor.	58
Tabla 5. 2. Temperatura según el material [39].....	61
Tabla 5. 3. Tiempos de trabajo en el Taller de PROELEVACIÓN S.A. con brazo grúa manual.	70
Tabla 5. 4. Tiempos de trabajo con el brazo grúa.....	70
Tabla 6. 1. Inversión total.....	72
Tabla 6. 2. Presupuesto de la propuesta tecnológica	73

1. INFORMACIÓN BÁSICA

Título: “Diseño e implementación de un brazo grúa de una tonelada en el Taller de PROELEVACIÓN S.A.”

Fecha de inicio: abril del 2021

Fecha de finalización: agosto del 2021

Lugar de ejecución: Taller de la Empresa PROELEVACIÓN S.A.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Equipo de Trabajo:

Ing. M.Sc. Freire Andrade Verónica Paulina

Andrés William Arcos Guaña

Kevin Darwin Chiguano Quinga

UNESCO 07 Ingeniería, Ciencias tecnológicas / 3304 Tecnología de los Ordenadores / 3304.12
Dispositivos de Control

Línea de investigación

Área de Conocimiento: Según las normas CINE – investigación

Línea 4. Procesos industriales

Sub líneas de investigación

Sub Línea 2. Automatización, control y protecciones de sistemas electromecánicos.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. EL PROBLEMA

2.1.1. Situación problemática

Contar con un sistema de elevación que no implique la manipulación de terceros es una herramienta indispensable en la entrada del Taller, pero muchas industrias cargan y descargan objetos dependiendo del tiempo y personal disponible, de acuerdo a la necesidad mediante un mando inalámbrico, sin realizar esfuerzo que comprometa la integridad de un trabajador de la Empresa.

La mala manipulación de objetos, al izar y descender objetos pesados de forma manual ocasionando lesiones o a su vez el objeto sufre daños en caso de accidentes. Y contar con el brazo grúa el izado y descenso será optimizado evitando múltiples riesgos. Al igual que el movimiento semicircular será ejecutado por un motor reductor y un pequeño juego de engranajes donde el eje será soldado en la viga.

El manejo de una botonera resulta incómodo ya que es un dispositivo unido físicamente mediante una manguera de cables eléctricos a la grúa, para el manejo de la misma.

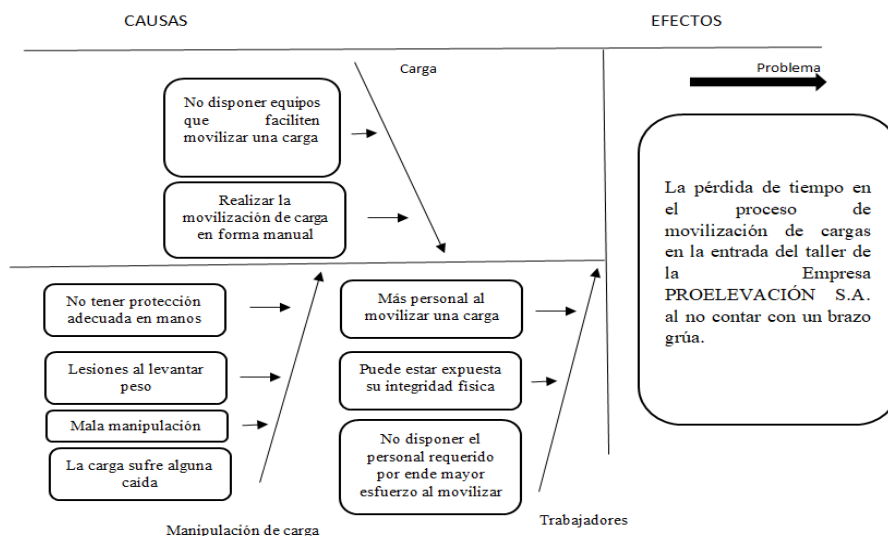


Figura 2. 1. Diagrama de Ishikawa.

2.1.2. Formulación del Problema

La pérdida de tiempo en el proceso de movilización de objetos en la entrada del Taller de la Empresa PROELEVACIÓN S.A. al no contar con un brazo grúa.

2.2. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.2.1. Objeto

El objeto de estudio es el Brazo Grúa de 1 tonelada

2.2.2. Campo de acción

Según las normas CINE – UNESCO:

- Campo amplio: ciencias tecnológicas código UNESCO
- Campo específico: 3304 Tecnología de los Ordenadores
- Campo detallado: 3304.12 Dispositivos de Control

Tabla 2. 1. Nomenclatura Internacional de la UNESCO para los campos de ciencia y tecnología [1].

CINE-UNESCO	
Campo amplio: ciencias tecnológicas código UNESCO	
Campo Específico	Campo Detallado
3304 Tecnología de Los Ordenadores	3304.12 Dispositivos de Control
3311 Tecnología de la Instrumentación	3311.01 Tecnología de la Automatización 3311.02 Ingeniería de Control

2.3. BENEFICIARIOS: EMPRESA PROELEVACIÓN S.A.

2.4. JUSTIFICACIÓN

El proyecto constará en diseñar un brazo grúa con diferentes movimientos como son el semicircular de 180°; movimiento longitudinal a la nave, donde un motor-reductor ejecutará la acción y movimiento del brazo grúa. La elevación y descenso de objetos de aproximadamente una tonelada será realizada mediante un tecele a cadena. Para su implementación se realizará visitas técnicas al Taller de la Empresa, para tener una ubicación estratégica del brazo grúa y controlado por un mando inalámbrico. Para que el proyecto sea de gran importancia se optimizará los tiempos de movilización de objetos en la puerta del Taller, en comparación a un sistema manual. La justificación de este proyecto incide en la mejora del ambiente del trabajador por medio de una herramienta de trabajo, y salvaguardar la seguridad del personal a través de un conocimiento más preciso en la utilización de una grúa gracias a la capacidad de disponer de una herramienta para la manipulación de objetos; teniendo en cuenta que se utilizará menos personal para realizar dicha actividad, donde el objeto no tendrá el riesgo de sufrir caídas por la mala manipulación. Y con ayuda de un dispositivo inalámbrico centrado en la comodidad y seguridad para el control del brazo grúa; se tornó a ser una solución para disminuir tiempos

de trabajo.

2.5. HIPÓTESIS

El disponer de un brazo grúa optimizará el tiempo en el proceso de movilización de objetos en la entrada del Taller de la Empresa PROELEVACIÓN S.A.

2.6.OBJETIVOS

2.6.1. Objetivo general

Implementar un brazo grúa con capacidad de una tonelada mediante cálculos estructurales, para disminuir el tiempo en el proceso de movilización de objetos en el Taller de la Empresa PROELEVACIÓN S.A. ubicado en el Cantón Mejía, Parroquia de Tambillo de la Provincia de Pichincha.

2.6.2. Objetivos específicos

- Investigar en diferentes fuentes bibliográficas de relevancia los métodos utilizados para el diseño e implementación del brazo grúa con capacidad de una tonelada.
- Simular mediante SolidWorks Versión Trial la estructura del brazo grúa para el cálculo del factor de seguridad estructural.
- Implementar el brazo grúa para el movimiento de objetos mediante un polipasto eléctrico y controlado por un mando inalámbrico en la puerta del Taller de la Empresa PROELEVACIÓN S.A.
- Validar el funcionamiento del brazo grúa con objetos de una tonelada e inferiores a esta especificación.

2.7.SISTEMA DE TAREAS

Tabla 2. 2. Descripción de Objetivos.

Objetivos específicos	Tareas/Actividades	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Investigar en diferentes fuentes bibliográficas de relevancia los métodos utilizados para el diseño e implementación del brazo grúa con capacidad de una tonelada.	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de información y métodos para realizar el diseño estructural y técnico del brazo grúa, al igual de los tipos de movimientos requeridos y como se ejecutarán estos. • Indagación de información para establecer normas de operación de brazos grúa y seguridad de la misma 	<ul style="list-style-type: none"> • Marco Teórico 	Investigaciones bibliográficas

<p>Simular mediante SolidWorks Versión Trial la estructura del brazo grúa para el cálculo del factor de seguridad estructural.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer fuerzas para tener el límite elástico de la viga del brazo grúa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención del diseño de la estructura y dimensiones para la construcción del brazo grúa. 	<p>Investigación y experimentación de elementos de SolidWorks.</p>
<p>Implementar el brazo grúa para el movimiento de objetos mediante un polipasto eléctrico y controlado por un mando inalámbrico en la puerta del Taller de la Empresa PROELEVACIÓN S.A.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir materiales y herramientas requeridas para ensamblar el brazo grúa. • Instalación de la estructura del brazo grúa en la puerta del Taller de PROELEVACIÓN S.A. • Instalación del polipasto eléctrico, Trolley y Motor Reductor en la estructura del brazo grúa. • Instalación de conexiones eléctricas de potencia y control para el brazo grúa. 	<ul style="list-style-type: none"> • El torque del motor reductor es el adecuado para el movimiento semicircular del brazo grúa. • El control de los movimientos del brazo grúa es seguro gracias al mando inalámbrico. 	<p>Investigación y experimentación con diferentes dispositivos de medición para verificar su funcionalidad.</p>
<p>Validar el funcionamiento del brazo grúa con objetos de una tonelada e inferiores a esta especificación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Verificación de tiempo de movilización del objeto en el brazo grúa. 	<ul style="list-style-type: none"> • El tiempo con el brazo grúa es menor a comparación del trabajo manual. 	<p>Experimentación con dispositivos de medida en relación al tiempo y peso.</p>

3. MARCO TEÓRICO

3.1.ANTECEDENTES

En una investigación del autor Francisco José Valiente Jiménez en Cartagena se desarrolló una grúa móvil con 02 brazos mecánicos articulados, uno hidráulico y el otro tipo robótico, con características de alta capacidad de carga y de gran alcance. [2]

Según el autor Esquivel Basurto José Noé estudió establecer una normativa en todo aquello que se relaciona a diseño, operación, mantenimiento, seguridad y especificaciones para uso y mecanización de mecanismos de grúas pluma. [3]

Según el autor Miguel Flores De La Colina en Madrid del 2015 se analizó un análisis técnico y financiero con respecto a ambos valores. Para ello se seleccionan las tipologías más importantes por su presencia e importancia en la construcción (grúas de celosía, grúas telescópicas sobre camión y grúas torre nueve grúas con distinta capacidad con objeto de analizar una serie de parámetros técnicos y sus costes. [4]

Según los autores María Alejandra Vásquez Castaño Y José Alejandro Orozco Henao estudiaron en una industria siderúrgica, el manejo de objetos con elementos de izaje, es primordial para la optimización del proceso de laminación. [5]

Según el autor José Eduardo Arias Oña en Quito del 2018 se desarrolló de actividades laborales que involucren el uso de maquinaria pesada como son las grúas en general se consideran de alto riesgo para los trabajadores que están expuestos a involucrarse en un accidente, por lo cual necesariamente estos trabajos requieren ser evaluados para determinar el nivel de riesgo presente. [6]

Según el autor Fernando Paúl Vargas Cuaical en Ambato del 2011 se realizó un estudio ergonómico en el montaje y desmontaje de motores y así disminuir los riesgos laborales de posibles trastornos musculoesqueléticos que sufran los trabajadores, para lo cual en esta tesis se ha propuesto el diseño de una grúa oleo hidráulica. [7]

Según el autor Lila Carlota Ortiz Díaz en Quito del 2007 realizó el mantenimiento a los equipos que son las grúas portuarias, ya que estas representan el 80 % de la operabilidad de los puertos, contribuirá a desarrollar la vida útil de las grúas portuarias. [8]

3.2.DISEÑO CAD

Permite reducir considerablemente el tiempo de los ciclos de diseño, produce un ahorro de tiempo y costes, incrementa la calidad de los productos diseñados. Gracias a las herramientas que proporciona este software de diseño, podrá ser más productivo y lanzar los productos al mercado con mayor rapidez. [9]

3.2.1. SolidWorks

Es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño. [9]

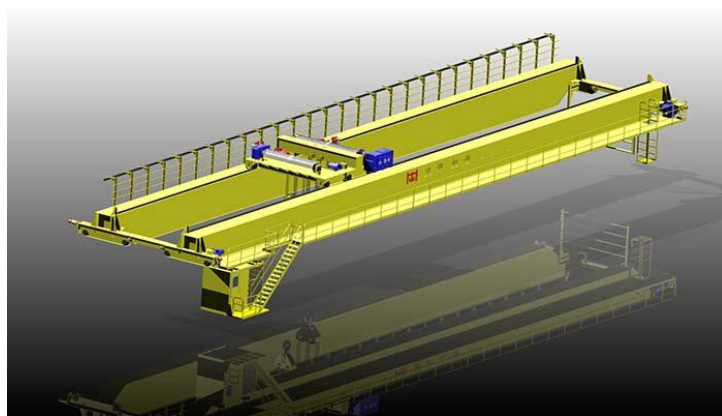


Figura 3. 1. Puente Grúa realizada en SolidWorks [10].

3.2.1.1. Análisis. Cálculo y validación.

Evalúa el rendimiento de los productos para mejorar la eficacia, desde las primeras fases de diseño y controlar su ciclo de vida. Se perfeccionan los diseños gracias al análisis de simulación y se adapta el producto según los resultados obtenidos. [9]

3.2.1.2. Diseño eléctrico

Se integra a la perfección con el diseño mecánico. Los diseñadores pueden trabajar de forma simultánea y desarrollan los productos a tiempo real creando un puente de colaboración entre el departamento mecánico y eléctrico, lo que ayuda a ahorrar un tiempo considerable y errores costosos. [9]

3.2.1.3. Diseño electrónico

Presenta una interfaz muy sencilla enlazada al CAD de SolidWorks de forma que la experiencia de diseño permite tener las placas de circuitos impresos de forma muy rápida, entrando a ser parte del flujo de diseño del producto. [9]

3.2.2. Características de diseño CAD

Las principales características que hacen de SolidWorks una herramienta versátil, es su capacidad de ser asociativo, variable y paramétrico, principal diferencia con respecto a otros programas, de forma bidireccional con todas sus aplicaciones. Además, utiliza el gestor de diseño (FeatureManager) que facilita la modificación rápida de operaciones tridimensionales y de croquis de operación sin tener que rehacer los diseños ya plasmados en sus documentos asociados. Este software está conformado por tres módulos: pieza, ensamblaje y dibujo. [11]

- SolidWorks es un sistema conducido por cotas. Se puede especificar las cotas y las relaciones geométricas entre elementos. Al cambiar las cotas, cambian el tamaño y la forma de la pieza, sin por ello alterar la intención del diseño.
- Un modelo 3D de SolidWorks consta de piezas, ensamblajes y dibujos. Las piezas, los ensamblajes y los dibujos muestran el mismo modelo en documentos distintos. Los cambios que se efectúen en el modelo de un documento se propagan a los otros documentos que contienen dicho modelo.
- El usuario crea los croquis y los utiliza para construir la mayoría de las operaciones. Un croquis es un perfil o sección transversal 2D. Los croquis se pueden extruir, recubrir, se les puede aplicar una revolución o barrer a lo largo de un trayecto para crear operaciones.
- Puede utilizarse Microsoft Excel para incrustar una tabla de diseño directamente en el

documento de pieza. Una tabla de diseño permite construir varias configuraciones distintas de una pieza aplicando los valores de la tabla a las cotas de la pieza. [11]

3.2.3. Inventor

Software de CAD ofrece calidad profesional de diseño mecánico 3D, documentación y herramientas de simulación de productos. Trabaje de manera eficiente con una poderosa combinación de capacidades de diseño paramétrico, directo, de forma libre y basado en reglas. [12]

3.3.BRAZO GRÚA

Con la evolución de la industria ha surgido grandes necesidades, una de ellas es el trabar con cargas pesadas y su movilización es compleja, a nivel de ingeniería se han diseñado varios tipos de grúas donde existe el brazo grúa eficiente para espacios cortos; es una grúa de bandera en Versión económica y práctica, ideal para su uso en los centros productivos donde se convierte en una máquina operativa más. [13]

Existen dos formas constructivas, columna y ménsula; puede estar diseñada con tres tipos de brazo:

- Versión C: grúa con brazo en perfil tipo “canal”
- Versión T: grúa con brazo en viga tipo “ménsula”
- Versión H: grúa con brazo en viga “con tirante”

Las cargas van de 125 a 2.000 kg, con brazos de 2 a 8 m. La gama completa incluye 138 tipos de grúas estandarizadas, en distintas medidas y formas constructivas. [13] El mecanismo de giro va provisto de un sistema de fijación que permite su posicionamiento con precisión. El instalar un motor reductor puede ser opcional ya el movimiento giratorio puede ser manual. El diseño del brazo grúa garantiza su idoneidad para uso industrial, según la norma ISO A5 (ISO 4301/88).

Las grúas tipo bandera pueden ir equipadas con polipastos de cadena que constituye un complemento ideal. Las partes eléctricas tienen nivel de protección IP54 mínimo, y alcanzan IP65 para las partes críticas. [13] El acabado se realiza con una doble capa de pintura de color amarillo.



Figura 3. 2. Brazo grúa [14].

3.3.1. Teclé eléctrico

Todo puente grúa la parte fundamental es el polipasto que tiene diferente capacidad de carga, en este caso el idóneo ya que es un polipasto es una máquina diseñada para elevar pequeños y grandes objetos, equipado con un motor eléctrico. El término de polipasto define una máquina utilizada para levantar o mover cargas a través de un enganche y unas correas. Dispone de una botonera con un interruptor que al pulsarlo pone en funcionamiento la máquina pudiendo subir o bajar un objeto. Por medio de su cable de elevación, se pueden elevar las cargas hasta una altura de 30 metros. [15]



Figura 3. 3. Polipasto eléctrico a cadena [16].

Tabla 3. 1. Especificaciones para polipasto de velocidad única [15].

Modelo	FW									
	0.5-01s	01-01s	1.5-01s	02-01s	02-02s	2.5-01s	03-01s	03-02s	03-03s	05-02s
Capacidad de levantamiento (t)	0.5	1	1.5	2		2.5	3		5	
Velocidad de elevación(m/min)	7.2	6.6	8.8	6.6	3.3	5.4	5.4	4.4	2.2	2.7
Potencia del motor (Kw)	0.8	1.5	3.0	3.0	1.5	3.0	3.0	3.0	1.5	3.0
Velocidad de rotación(r/min)	1440									
Grado de aislamiento	F									
Fuente de alimentación	3P 220V-690V									
Control del voltaje	24V/36V/48V									
No. de cadena	1	1	1	1	2	1	1	2	3	2
Especificaciones de la cadena de carga	Φ6.3	Φ7.1	Φ10.0	Φ10.0	Φ7.1	Φ11.2	Φ11.2	Φ10.0	Φ7.1	Φ11.2

3.3.2. Motor reductor

Básicamente está compuesto por un motor donde el eje conecta a una caja reductora o de engranajes que ayudan a reducir su velocidad aumentando el torque, existiendo muchos modelos y diferentes capacidades. Un motor-reductor no es más que un método de reducción de velocidad, los motor-reductores son apropiados para el accionamiento de toda clase de máquinas y aparatos de uso industrial, que necesitan reducir su velocidad en una forma segura y eficiente. [17] Un motor reductor típicamente tiene el engrane de entrada del reductor montado directamente sobre la flecha del motor, como en la figura 3.4.



Figura 3. 4. Parte interna de la caja reductora de un Motor Reductor [18].

3.3.2.1. Trolley

Es un equipo que está compuesto por un motor reductor que ayuda al movimiento del polipasto a lo largo de la viga principal, en este caso realiza el movimiento longitudinal, conectadas a unas ruedas metálicas montadas en la misma mencionada. Especialmente recomendado para cargas de más de 500 kg, para transportar a largas distancias y / o cuando se usa con frecuencia. Apto para casi todos los polipastos con gancho de suspensión o anillos de acoplamiento. [19].



Figura 3. 5. Trolley Eléctrico [20].

Tabla 3. 2. Especificaciones Técnicas del Trolley Eléctrico [19].

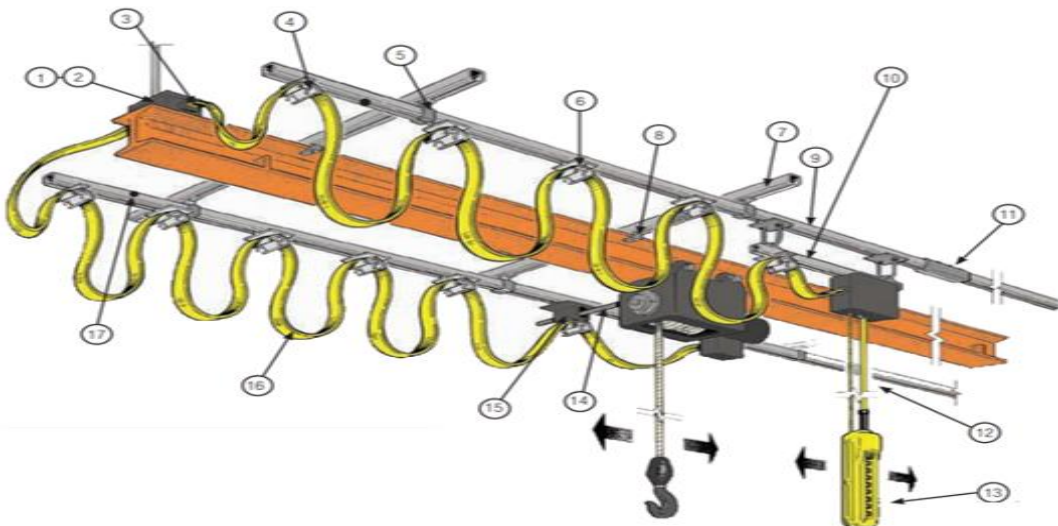
Capacity (t)	Model	Travel speed (m/min)	Motor Power (Kw)	Beam flange width (mm)	Size dimension (mm)				Min. Radius curve (m)	Net weight kg
					W	U	R	T		
0.5	TE005	11 Or 21	0.4	52-153	315	212	142	231	0.8	41
1	TE010	11 Or 21	0.4	52-153	315	212	142	231	0.8	42
2	TE020	11 Or 21	0.4	82-178	325	220	142	231	0.9	49
3	TE030	11 Or 21	0.75	100-178	340	250	142	231	1	61
5	TE050	11 Or 21	0.75	100-178	400	291	142	231	1.5	83
7.5	TE075	11 Or 21	0.75	100-178	400	291	142	231	1.8	89
10	TE100	11 Or 21	0.75	150-220	500	371	142	231	2.5	140

3.4.ALIMENTACIÓN Y CONTROL

3.4.1. Elementos de alimentación eléctrica

3.4.1.1.Carril en C para Trabajos Pesados (C-Track)

Para manejar cargas de cable más pesadas y velocidades más rápidas, el carril en C para trabajos pesados cuenta con un carril de paredes más gruesas en comparación con las del carril en C estándar y requiere los componentes adecuados para que encajen con el carril más pesado. Los componentes que se necesita para un sistema dependen de cómo se va a montar el sistema. El sistema a continuación corresponde a la configuración del "Estilo B". [21]

**Figura 3. 6.** Partes de electrificación [22].

1. Caja de conexiones en el extremo fijo
2. Bloques de terminales (adentro de la caja de conexiones)
3. Conectores para cable

4. Grapa de fin de carril
5. Sujetador de carril
6. Carro portacable
7. Canaletas de soporte transversal
8. Grapa para viga (para las canaletas de soporte transversal)
9. C-Track channel
10. Carro porta unidad de control con caja de conexiones
11. Empalme de carril, ensamble
12. Cable de la botonera
13. Botonera
14. Brazo de arrastre
15. Carro de arrastre
16. Cable plano de PVC
17. Tope de fin de carrera

3.4.1.2.Cables planos

Está diseñado para manejo de cable plano más pesado y mayores velocidades de desplazamiento sobre el perfil en C. Emplea un perfil en C más grueso y pesado.

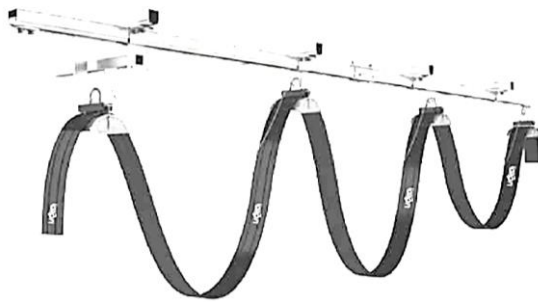


Figura 3. 7. Cable plano para trabajos pesados [21].

3.4.1.3.Botoneras colgantes

Están disponibles para una amplia variedad de opciones. Tienen diseño ergonómico y resistencia a golpes, las hace aptas para uso interior o exterior. [23]



Figura 3. 8. Botonera colgante [23].

3.4.1.4. Botoneras inalámbricas

Proveen una segura y confiable alternativa de operación de polipastos y puente grúas. Diseñados con antenas internas con rango hasta de 100 metros. [23]



Figura 3. 9. Botonera inalámbrica [23].

3.4.1.5. Carros arrastra cable

Tanto en cables redondos o planos o mangueras, para el transporte de datos o de corriente, el sistema de carros porta-cables permiten numerosas aplicaciones, ya sea en puertos, plantas de hormigón o plantas siderúrgicas. Los carros porta-cables son duraderos, el material es resistente a los entornos ambientales más difíciles representando estándares de calidad. [24]



Figura 3. 10. Carro arrastra cable [25].

3.4.2. Sensores

3.4.2.1. Finales de carrera

La caja está fabricada en aluminio de preso fundido para resistir a choques violentos, ataques químicos y a la oxidación. Los casquillos son de bronce sinterizado eliminan del todo cualquier operación de mantenimiento periódico del propio cabezal, que es a la vez muy resistente a choques. Estos finales de carrera tienen 4 agujeros de fijación y 3 salidas para los prensaestopas a fin de acortar los tiempos de instalación y cableado. [26]



Figura 3. 11. Final de carrera [26].

3.4.3. Control y Protecciones

Un guardamotor es un dispositivo de protección electromecánico para el circuito principal. Otorgan la posibilidad de arrancar y detener motores manualmente. Los mismos proporcionan protección contra cortocircuitos, sobrecargas y fallos de la fase. El beneficio de esto es que representa un ahorro en los costos, espacio y asegura una reacción rápida ante cortocircuitos, ya que permite apagar el motor en milésimas de segundos. [27]

Los principales beneficios de los guarda motores son los siguientes:

- Presentan un diseño compacto
- Permiten que la máquina quede en inactividad por menor tiempo, ya que se protegen los motores.
- Se ahorra en costos de mantenimiento, por el cuidado que se hace del motor.



Figura 3. 12. Guarda motor [27].

3.4.3.1. Contactores

El contactor es un interruptor accionado por electroimán, mandado a distancia, preparado para grandes frecuencias de trabajo, y que vuelve a la posición de reposo cuando la fuerza de accionamiento deja de actuar sobre él. Los contactos del contactor tienen la capacidad de abrir y cerrar circuitos en carga. [28]

Elemento mecánico que acciona los contactos de potencia y maniobra, o auxiliares. La parte de mando es el electroimán, que es el elemento motor del contactor, está constituido por un núcleo magnético y una bobina. El núcleo magnético está formado por chapas laminadas de hierro al silicio, sujetas por remaches, y aisladas entre sí, en el caso de contactor de corriente alterna, en cambio es de acero macizo cuando es de corriente continua.



Figura 3. 13. Contactor termomagnético [28].

3.5.MOVIMIENTOS E IZAJE

Los puentes grúa constituyen algunos movimientos, como se muestra en la figura 3.14; es importante conocer los movimientos que realiza el equipo, para conducir el equipo de modo adecuado y evitando peligros, junto con el conocimiento de los controles disponibles como es la botonera.

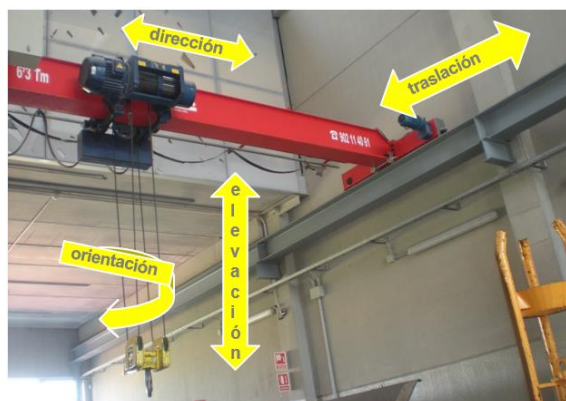


Figura 3. 14. Movimientos del puente grúa.

3.5.1. Rotacional

Gracias al uso mínimo de materiales se obtiene una estructura un poco más simple; por lo que

el rango mínimo de rotación de los brazos grúa es de 180° y el máximo que llega es de 360° . Por lo que el transporte de corta distancia no requiere mano de obra. Por eso, reduce en gran medida los costos de mano de obra. [29]

El movimiento de rotación es el cambio de orientación de un sólido extenso de forma que, dado un punto cualquiera del mismo, este permanece a una distancia constante de un punto fijo. [30]

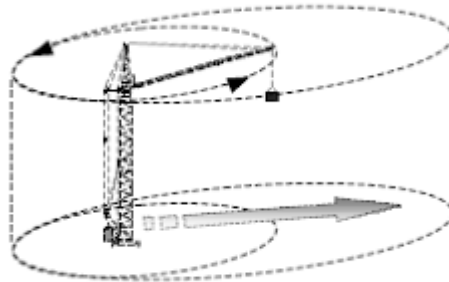


Figura 3. 15. Movimiento rotacional [31].

3.5.2. Elementos de Izaje

El término “Elementos de Izaje”, por su parte, incluye cables, cadenas, cáncamos, grilletes, guinches, ganchos, perchas, fajas, eslingas, plumas, entre otros. Los equipos de izaje son utilizados frecuentemente en la industria, lo que implica un alto riesgo tanto operativo como de seguridad. Por este motivo, es muy importante mantenerlos en óptimas condiciones para que puedan operar sin poner en peligro a las personas, a la vez que sean operados por personal capacitado. [32]

3.5.2.1.Eslingas

Una eslinga es un accesorio de izaje que se utiliza para enganchar una carga que será elevada, transportada y/o arrastrada. Se fabrican en acero y materiales sintéticos como el nylon o poliéster [33]



Figura 3. 16. Eslinga [33].

3.5.2.2.Ganchos

Los ganchos de izaje son uno de los elementos más importante, ya que es el encargado de

conectar la maquinaria con la carga. Tienen un diseño especial para tener un enganche rápido y están hechos de acero forjado. [33]



Figura 3. 17. Ganchos [33].

3.5.2.3.Cables de acero

El cable de acero consta de un conjunto de cordones fabricados de alambre y colocados helicoidalmente alrededor del núcleo central del cable. [33]

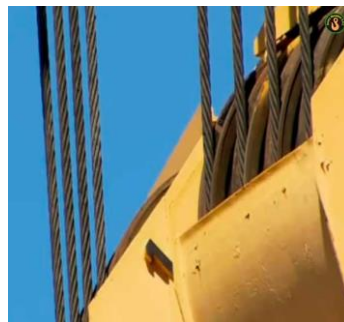


Figura 3. 18. Cables de acero [33].

3.5.2.4.Tensores

Los tensores se utilizan para añadir o liberar tensión en un cable y sin agregar estrés innecesario a los ojos de enganche del acoplamiento del cable. Existen diferentes tipos de tensores como los gancho y gancho, gancho y ojo, ojo y ojo, horquilla y ojo, y horquilla y horquilla. [33]

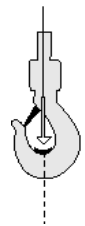
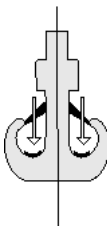
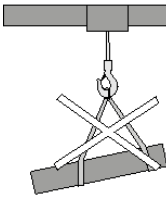
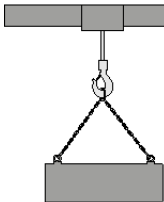
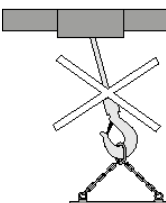
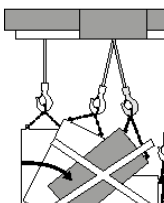


Figura 3. 19. Tensores [33].

3.5.3. Normas de seguridad de izaje

Al momento de operar el puente grúa el izaje es muy importante ya que al tener una carga suspendida o elevarla hay que hacerlo según normativas; en el manual de usuario KONECRANES facilita unas tablas donde especifican los riesgos de los equipos de elevación; cabe recalcar que dicho manual está bajo normas ANSI.

Tabla 3. 3 Manejo de la carga [34].

<p>1</p>	<p>Para evitar dañar el gancho, los dispositivos de elevación sólo se deben colocar en la superficie de sujeción de la carga del gancho. Esto es, el punto más bajo del gancho. Las fuerzas en los ganchos dobles deben ser iguales en las dos superficies de sujeción de la carga.</p>		
<p>4</p>	<p>Comprobar que la carga está equilibrada y sujeta de forma segura a los puntos de elevación. La carga no debe poder deslizarse, resbalarse o soltarse mientras está suspendida.</p>		
<p>6</p>	<p>No se debe arrastrar la carga por el suelo.</p>		

3.6.EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

3.6.1. Peligro y Riesgo

En relación con los equipos de protección personal se debe tener claro los conceptos, como lo define la norma ISO 45001, para mayor comprensión del usuario. Según la norma ISO 45001, un peligro es una fuente, situación o acto con potencial para causar daño humano, deterioro de la salud, daños físicos o una combinación de estos. [35] Existen varios términos, como por ejemplo una fuente de peligro, que es el lugar de donde procede el peligro y situaciones de peligro como, por ejemplo, trabajos en alturas o incluso actos peligrosos.

La definición de riesgo la podríamos hasta calcular con una fórmula matemática. Riesgo es igual a la probabilidad de que ocurra un suceso peligroso por la gravedad del daño que podría

causar para la salud. R (riesgo) = P (probabilidad) x S (severidad) [35] Es decir, es la combinación de la probabilidad de que suceda algo por la gravedad del daño. Con esta definición y junto a la fórmula, queremos decir que es posible medir el riesgo calculando la probabilidad de que suceda y la gravedad de este.

3.6.2. Equipo de protección personal

Se entenderá por EPP cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Si se utiliza Equipos de Protección Personal no certificados, modificados, no de acuerdo con el fabricante, caducados o en mal estado, equivale a no llevar nada, o sea, estamos expuestos al riesgo que intentamos eliminar. La eficacia de los Equipos de Protección Personal depende tan sólo de su uso correcto y de un adecuado mantenimiento.

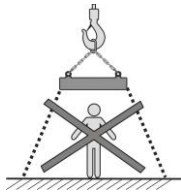
El operador de Puente-Grúa dispondrá de:

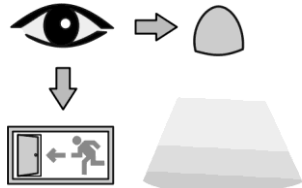
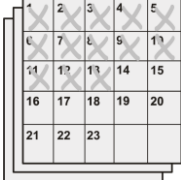
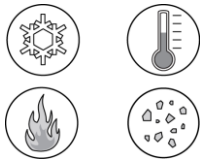
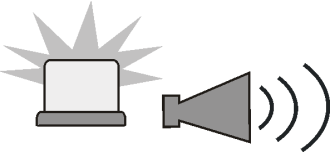



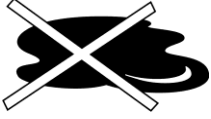
- Casco, calzado de seguridad y guantes.
- Debido a la coexistencia de otros riesgos pueden ser necesarios otros EPP.
- El uso de Calzado de seguridad antideslizante con puntera reforzada es necesario en las operaciones de carga y descarga (para evitar posibles aplastamientos).
- Guantes de seguridad. Para posibles aplastamientos, cortes y pinchazos, durante el trabajo.
- Protección de los oídos. Cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido en la Empresa y en todo caso, cuando sea superior a 80dB(A), será obligatorio.

3.6.3. Normas de seguridad

Las normas de seguridad que están en responsabilidad del propietario son importantes ya que designa al operador de la grúa; en el manual de usuario de KONECRANES basándose en la norma ANSI, especifican varios puntos en cuestiones generales de seguridad.

Tabla 3. 4. Cuestiones generales de seguridad [34].

1	<p>Mantenga condiciones seguras debajo de la carga. Los propietarios HAN DE dejar en claro a todos (incluidos el operador, el personal de servicio y los visitantes), que nadie tiene que exponerse nunca a peligros debajo de la carga. Respetar siempre esta regla.</p>	
----------	--	---

<p>2</p>	<p>Asegurar la elevación Los propietarios TIENEN QUE asegurarse de que haya iluminación apropiada, en perfectas condiciones de funcionamiento, en el lugar de operación, de manera que el equipo pueda manejarse siempre de forma segura y eficiente.</p>	 <p style="text-align: right;">CD002059_1</p>
<p>5</p>	<p>Mantenimiento Los propietarios DEBEN asegurarse de que se lleven a cabo las labores de mantenimiento según los intervalos establecidos por el fabricante.</p>	
<p>6</p>	<p>Asegurar las condiciones de funcionamiento Los propietarios DEBEN asegurarse de que las condiciones en el lugar de trabajo del equipo coincidan con las de funcionamiento para las cuales ha sido diseñado. Por ejemplo, los factores que influyen en las condiciones de trabajo se refieren a uso interno/externo, temperatura, clima, polvo, humedad, materiales peligrosos y riesgos de incendio.</p>	
<p>7</p>	<p>Mantener la grúa en condiciones de seguridad Los propietarios DEBEN asegurarse de que el equipo se mantenga en condiciones de seguridad. Por ejemplo, todos los dispositivos de alarma deben mantenerse en buenas condiciones de funcionamiento.</p>	
<p>8</p>	<p>Seguridad en caso de incendio Los propietarios TIENEN QUE asegurarse que el personal esté preparado en caso de incendio y que los debidos equipos de extinción estén a disposición y sean mantenidos en orden.</p>	
<p>9</p>	<p>Primeros auxilios Los propietarios TIENEN QUE asegurarse que, en cumplimiento de las normas locales, el personal esté preparado en caso de accidentes y que el botiquín esté a disposición y mantenido en orden.</p>	
<p>10</p>	<p>Dispositivos de parada de emergencia Los propietarios DEBEN asegurarse de que ellos mismos y los gruistas conozcan las ubicaciones de los dispositivos de parada de emergencia para poder activarlos en casos de emergencia. Dichos dispositivos nunca han de utilizarse como sucedáneos del uso correcto de los controles de dirección. El uso habitual de dicho botón aumenta el desgaste de los componentes del producto y puede hacer bascular la carga.</p>	
<p>12</p>	<p>Mantener la obra limpia La obra ha de mantenerse limpia y ordenada. El aceite derramado tiene que ser inmediatamente eliminado para reducir riesgos de resbalamiento.</p>	

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1.MÉTODO PARA DISEÑAR E IMPLEMENTAR EL BRAZO GRÚA

El método que se utilizó para el diseño del brazo grúa basándose en el movimiento de objetos controlado por un mando inalámbrico cumpliendo con los requerimientos funcionales para su óptima operación con los elementos seleccionados a utilizarse realizado en la simulación. El proceso de diseño es fundamental para implementar de forma segura y eficaz el correcto funcionamiento del brazo grúa al movilizar objetos en el Taller, esto se posibilitó con la ayuda de programas que son denominados diseño CAD en 3D (Diseño asistido por computadora), ya que ofrece la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

4.2.MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Método científico

Se realizó la recopilación de información de fuentes bibliográficas verídicas para encontrar una solución al problema de movilizar objetos considerablemente robustos de forma manual en la puerta del Taller PROELEVACION, ya que existe mucho tiempo empleado en movilizar objetos con un sistema manual. Por medio del control e implementación de un brazo grúa el tiempo de movilización y la necesidad de contar con mayor número de trabajadores, se redujo; facilitando la movilización de objetos en el Taller.

Deductivo

Este método recopiló información obtenida de medios tecnológicos, estudios científicos y textos online con la finalidad de obtener bases para la instalación, control, simulación y normas para el desarrollo del proyecto.

4.3.TIPO DE INVESTIGACIÓN

Investigación Bibliográfica

Se investigaron varias fuentes bibliográficas de páginas web verídicas, recopilando información importante para el desarrollo, además de un análisis de la propuesta tecnológica como lo fue el sistema eléctrico, mecánico y los diferentes métodos para realizarlo.

Investigación experimental

Es un proceso sistemático en el cual se ingresó variables que controlan y segmentan la movilización de objetos, tiempo empleado y su control de forma fácil, eficiente y segura.

4.4.MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES
Tabla 4. 1. Tabla de las variables independientes.

VARIABLE INDEPENDIENTE: Diseño e implementación del brazo grúa de una tonelada					
Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnica	Instrumento
Con el diseño implementado en una Empresa se pudo movilizar con mayor facilidad y seguridad una carga de una tonelada.	Diseño mecánico	Partes mecánicas	Milímetros	Medición y observación	SolidWorks
		Esfuerzo admisible	kg/cm ²	Cálculo	Ecuación
		Presión en Ruedas del Trolley	kg	Cálculo	Ecuación
		Momento Flector máximo M1	kg.cm	Cálculo	Ecuación
		Flecha en carga móvil	cm ²	Cálculo	Ecuación
		Momento Flector máximo M2	kg.cm	Cálculo	Ecuación
		Módulo de sección de viga	cm ³	Cálculo	Ecuación
		Esfuerzo de trabajo de la viga	kg/cm ²	Cálculo	Ecuación
		Limite elástico	N/m ²	Simulación	SolidWorks
		Deformación	mm	Simulación	SolidWorks
		Fuerza Resultante	kgf	Simulación	SolidWorks
		Velocidad de engranes	RPM	Cálculo	Ecuación
		Esfuerzo permisible de la base	kg	Cálculo	Ecuación
		Capacidad del cable de acero	Toneladas	Cálculo	Ecuación
		Componentes del brazo grúa	Toneladas	Investigación	Catálogos
		Potencia real del motor reductor	kw	Cálculo	Ecuación
		Torque mínimo requerido del motor reductor	kg.m	Cálculo	Ecuación
	Diseño Eléctrico	Intensidad nominal del motor reductor	Amperios	Cálculo e investigación	Ecuación
		Factor de servicio	Constante	Investigación	Norma
		Caída de tensión	Voltaje	Investigación	Norma
Calibre del cable para el motor reductor		mm ²	Cálculo e investigación	Ecuación y normas	

		Calibre del cable para el tecele	mm ²	Cálculo e investigación	Ecuación y normas
		Calibre del cable para el trolley	mm ²	Cálculo e investigación	Ecuación y normas
		Guardamotor del tecele	amperios	Cálculo e investigación	Ecuación, catálogo
		Intensidad nominal y selección del termomagnético trifásico	amperios	Cálculo e investigación	Ecuación, catálogo y norma
		Intensidad nominal y selección del termomagnético bifásico	amperios	Cálculo e investigación	Ecuación, catálogo y norma
		Intensidad nominal y selección del termomagnético monofásico	amperios	Cálculo e investigación	Ecuación, catálogo y norma
		Intensidad nominal del Contactor	amperios	Cálculo e investigación	Ecuación, catálogo
		Selección de botonera	Número de movimientos	Investigación	Catálogo
		Selección del control inalámbrico	Número de movimientos	Investigación	Catálogo
	Movimientos	Rotacional	Grados	Medición	Graduador
		Longitudinal	Metros	Medición	Flexómetro
		Elevación - Descenso	Metros	Medición	Flexómetro

Tabla 4. 2. Tabla de las variables dependientes.

VARIABLE DEPENDIENTE: Tiempo de trabajo					
Concepto	Dimensiones	Indicadores	Ítem	Técnica	Instrumento
Determinación de oportunidades de ahorro y mejora de una planta en relación con el tiempo de	Tiempo de movimiento semicircular de 180°	Tiempo que demora un trabajador en ingresar y despachar la carga.	Segundos	Medición	Cronómetro
	Tiempo de movimiento longitudinal	Tiempo que demora un trabajador movilizar la carga en la puerta del Taller	Segundos	Medición	Cronómetro

trabajo.	Tiempo de elevación y descenso de la carga	Tiempo que demora un trabajador en elevar y bajar la carga a una cierta altura.	Segundos	Medición	Cronómetro
----------	--	---	----------	----------	------------

4.5.DESARROLLO DEL DISEÑO

4.5.1. SOFTWARE DE DISEÑO

Los softwares seleccionados a continuación brindan herramientas de diseño y simulación que facilitan la elaboración de proyectos, son indispensables para la industria y estudio; en nuestro caso tendremos la opción de elegir cual tenga las características que necesitamos, entre estos son SolidWorks, Inventor, AutoCAD.

4.5.2. Características de softwares de diseño CAD

Al Seleccionar el software para diseñar basándonos en sus características y herramientas disponibles para llevar a cabo el brazo grúa como se puede observar en la Tabla 4.3. SolidWorks brinda un sin número de herramientas para crear, simular, fabricar, publicar y gestionar datos del proceso de diseño, se utilizó una Versión TRIAL ya que la Empresa no cuenta con la licencia de este software.

Tabla 4. 3. Características de los softwares de simulación.

SOFTWARE	CARACTERISTICAS TECNICAS
SolidWorks	<ul style="list-style-type: none"> • Funciones interactivas de realidad virtual y de vistas panorámicas. • Conjunto completo de animación (piezas, modelos, apariencias, cámaras y entornos) • Procesamiento posterior de la cámara personalizada (filtros de cámara) • Cola de renderización. • Modelar piezas y ensamblajes • Crear, simular, diseñar, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño • Herramienta de diseño para la aplicación mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentos sin planos 2D. • Herramienta de simulación para evaluar el diseño y garantizar que es el mejor posible • Permite compartir información, participar en el proceso de diseño y añadir fácilmente por medio de una nube.
Inventor	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene un set completo de herramientas para optimizar calidad, tiempos y costes de fabricación de sus productos • Permitirá crear productos personalizados y procesos automatizados • Modelado • Simulación y visualización • Diseño mecánico en 3D • Modelado de ensamblajes

	<ul style="list-style-type: none"> • Modelado paramétrico
AutoCAD	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos bidimensionales y tridimensionales • Planos de estructuras de edificaciones • Diseño de piezas mecánicas e industriales • Se puede visualizar desde todos los ángulos los diseños realizados • Se pueden realizar todo tipo de diseños de planos, bocetos, dibujos, piezas y estructuras

4.5.3. Diseño de la estructura del brazo grúa en SolidWorks

Para el diseño del brazo grúa se optó por el tipo de viga de perfil laminado pues la carga máxima es de una tonelada, tomando al perfil tipo IPE 200 de 200 milímetros como diseño para el brazo grúa como se puede observar realizado en la Figura 4.1.

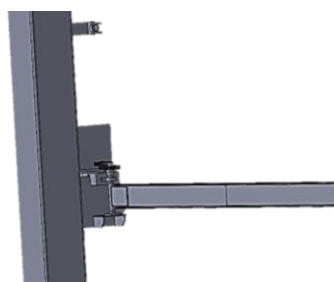


Figura 4. 1. Diseño de estructura del brazo grúa.

Para el diseño del puente grúa requerido se optó por un eje principal montado en una base de la estructura de la columna el cual realizará el movimiento longitudinal en 180° y un cable de refuerzo que sujetará la viga a lo largo de su trayectoria como se puede observar en la Figura 4.1

El eje es el encargado de facilitar el movimiento de la viga durante todo su trayecto, está diseñado para soportar la fuerza de resistencia de avance, mediante el acople de engranajes y un motor ubicado en la parte superior de la estructura del eje.

4.5.4. Diseño de la viga

La viga tiene dimensiones de 3018 mm de largo, posee una base tipo gancho en su parte superior para anclarse hasta una base soldada a la columna, también posee el eje principal que esta soldada en la parte izquierda de forma vertical como se observa en la Figura 4. 2. Para su dimensionamiento se basó por medio de un plano elaborado a una escala 1:25, así como la placa eje-viga. Ver Anexo I. El eje tiene dimensiones de 400 milímetros de largo y 40 mm de diámetro, las partes de los extremos van maquinizadas a 35 mm de diámetro para que se acople perfectamente con las chumaceras como se puede observar en la Figura 4.3. Para su dimensionamiento se guió en un plano elaborado. Ver Anexo II.



Figura 4. 2. Diseño de viga acoplado con el eje principal.



Figura 4. 3. Eje de viga diseñado en SolidWorks.

4.5.5. Diseño del soporte para el brazo grúa

Es la estructura de acero que sujeta a la viga y todos sus componentes, aquí van montadas las chumaceras. Tiene dimensiones de 220x210 mm y de espesor 30 milímetros con 4 perforaciones para pernos de acero para las chumaceras como se observa en la Figura 4.4. Las dimensiones para su diseño se encuentran en el Anexo III.

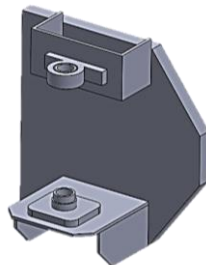


Figura 4. 4. Diseño de la base del brazo grúa.

4.5.6. Diseño de soporte del cable para reforzar viga

Es la estructura que ayuda a sujetar la viga a lo largo de su trayecto por medio de un cable de acero desde la estructura de la columna hasta la viga por medio de sujetadores, está diseñado en plancha de acero de 10 mm como se observa en la Figura 4.5. Las dimensiones para realizar su diseño se encuentran en el Anexo IV.

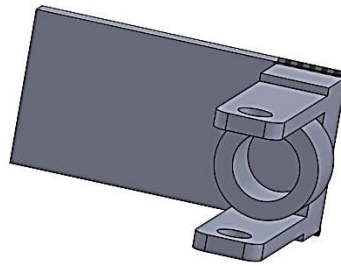


Figura 4. 5. Diseño de la base del cable.

4.5.7. Diseño del soporte del motor reductor

Es la estructura donde va sujeto el motor reductor, es una plancha de acero de 452x366 mm con un espesor de 12 mm. Esta va sujeta a la otra base donde va el eje del piñón como se observa en la Figura 4.6. Las dimensiones de su diseño se pueden observar en el Anexo V, al igual el engranaje 1 se puede observar en el Anexo VI, el engranaje 2 se puede observar en el Anexo VII y el engranaje 3 M. se puede observar en el Anexo VIII.

4.5.8. Diseño de los ejes para los engranajes

Es el encargado de facilitar el movimiento de los engranajes durante la fuerza de inercia y es capaz de soportar las fuerzas a la resistencia de avance al accionarse los engranajes. Ver Figura 4.6. Las dimensiones para su diseño se encuentran en el Anexo IX.

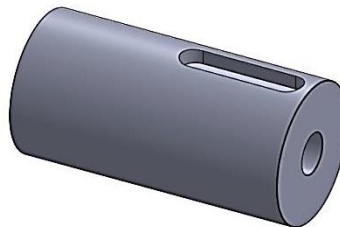


Figura 4. 6. Diseño del eje para el engranaje 1.

Es el encargado de facilitar el movimiento del engranaje 2 (Intermedio), este se encuentra sujeto a la base del motor y engranaje. Posee una ceja de 12 mm para encajar y asegurarse con la base como se observa en las Figuras 4.7. Las dimensiones para su diseño se encuentran en el Anexo X.

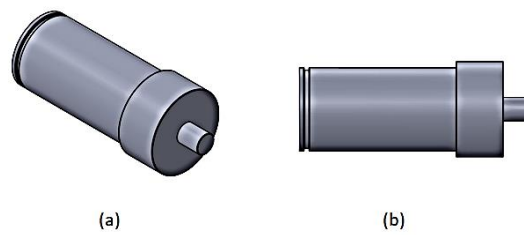


Figura 4. 7. Diseño del eje para el engrane 2.

4.6. SELECCIÓN DE COMPONENTES DEL BRAZO GRÚA

4.6.1. Viga tipo IPE

Es la estructura donde es montado el Trolley o carro el cual se encarga de la movilización de objetos a lo largo de esta. Se utilizó un perfil IPE laminado de acero, con norma de fabricación RTE INEN 018 en acabado de acero negro. Del diseño basado en las características de perfiles tenemos el siguiente cuadro para adquirir un perfil.

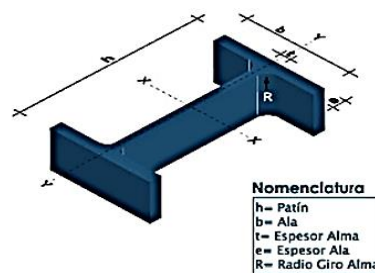


Figura 4. 8. Perfil laminado IPE [36].

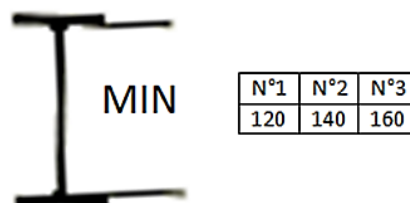


Figura 4. 9. Altura mínima del perfil tipo IPE.

Dentro del catálogo que ofrece DIPAC Manta, la cual tiene una sucursal en Quito, tomamos el IPE 200 el cual tiene una altura de 200 milímetros. En las pruebas de resistencia y el límite elástico datos obtenidos del software SOLIDWOKS, que sufre la viga es la correcta. Ver Tabla 4.4.

Tabla 4. 4. Tipos viga IPE [37].

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION		PESOS		TIPOS	
	h	s	g	t	R	cm2	kg/mt	Ix	Iy	Wx	Wy
	mm	mm	mm	mm	mm			cm4	cm4	cm3	cm3
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.60	859	68.30	109.00	16.70
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5790	420.00	429.00	62.20
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50
IPE 330	330	160	7.50	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.50
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00
IPE 400	400	180	8.60	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00
IPE 550	550	210	11.10	17.20	24	134.00	106.00	67120	2670.00	2440.00	254.00

4.6.1.1. Metodo

4.6.1.1.1. Datos de diseño y especificaciones del brazo grúa

Dimensiones:

- Longitud: 3,20m
- Altura de Izaje: 6m
- Tipo de polipasto: Eléctrico
- Velocidad de elevación 1 Ton: 6,8 m/min
- Potencia del motor del tecele: 1,5 kw- 2 hp
- Voltaje: 220V
- Frecuencia de servicio: 50-60 Hz

Para calcular en la viga el esfuerzo del trabajo se realizó el cálculo mediante las fórmulas a continuación:

Para determinar el llamado “carga viva” según los requerimientos de carga, se definió la carga de 1000 kg usando los siguientes factores de seguridad. Se utilizó el procedimiento para el cálculo del libro “Aparatos de elevación y transporte” de los autores Hellmut, Ernst. Los factores son los siguientes:

- Coeficiente de compensación ψ que depende del tipo de máquina de elevación, para el caso el brazo grúa según el tipo de puente grúa, especificado en tablas.
- Factor por impacto y vibración del brazo grúa ϕ .

La carga viva es la que actúa sobre una estructura o una construcción de carácter temporal y también cambian de magnitud y ubicación, es decir, como ejemplo tomamos la cantidad de personas que circulan en un centro comercial y las comparamos con las que circulan en un edificio, la carga viva es mayor en el centro comercial porque circulan más personas.

Entonces se calculó la carga viva con la siguiente ecuación (4.1).

$$Q = P * \psi * \varphi \quad (4.1)$$

Donde P es la capacidad de carga, ψ es el coeficiente de compensación y φ es el coeficiente de choque.

4.6.1.1.2. Cálculo de la viga principal

El esfuerzo admisible es un valor de resistencia mecánica que se derivan de los materiales, en nuestro caso para grúas calculamos mediante la fórmula de la ecuación (4.2).

$$\sigma_{adm} = 0.75 * F_y \quad (4.2)$$

Donde F_y es igual según los datos del fabricante ASTM A – 36

Se calculó la viga sin considerar su propio peso, se considera el peso del Tecele o Polipasto y el Trolley o carro para posteriormente calcular el peso debajo de las ruedas.

$$G_o = Q_{polipasto} + Q_{Trolley} \quad (4.3)$$

4.6.1.1.3. Cálculo de la presión en las ruedas del Trolley

Al estar sometido el Trolley a esfuerzos, se calculó la presión ejercida en las ruedas ya que soporta el peso de este, del tecele y de la carga.

$$P = \frac{Q+G_o}{2} \quad (4.4)$$

Dónde P es la presión sobre las ruedas del Trolley, Q es la carga viva a levantar y G_o es el peso del Trolley y del Tecele.

4.6.1.1.4. Cálculo del momento flector máximo

Es un momento de fuerza resultante de la distribución de tensiones sobre una sección transversal de una pieza mecánica flexionada que es perpendicular al eje longitudinal. Para calcular la flexión máxima en la viga utilizamos la siguiente fórmula.

$$M_1 = \frac{P(L_1 - \frac{I_1}{2})^2}{2L_1} \quad (4.5)$$

Dónde M_1 es el Momento flector maximo, L_1 es la longitud de la viga y I_1 son las distancias entre las ruedas del Trolley.

4.6.1.1.5. La flecha debido a la carga móvil

Es la distancia entre la fibra neutra de la viga inicial no sometida a cargas y la fibra neutra de la viga deformada, es decir, en función de las cargas aplicadas la viga se deformará adoptando otra forma, cada punto tendrá asignada una flecha hasta que en un punto la flecha sea máxima que es el centro de vano

En tipo de vigas de alma llena, su valor es menor o igual a $L/500$. Si observamos en la Tabla

IPN 200 que tiene de momento resistente 214 cm^3

$$f = \frac{L_1}{500} \quad (4.6)$$

$$J_{erf} = \frac{P}{48 * f * E} (L_1 - I_1) * (3L^2 - (L_1 - I_1)^2) \quad (4.7)$$

Dónde f es la flecha en el puente grúa, J_{erf} , es el momento de inercia de la viga y E es el modulo elástico de acero.

4.6.1.1.6. Cálculo del momento flector por peso de la viga

En otro punto de la viga se calculó la máxima deformación de la viga a partir del primer cálculo de momento flector.

$$M_2 = \frac{g * (L_1)^2}{8} \quad (4.8)$$

Dónde g es el peso de la viga por cada metro

4.6.1.1.7. Cálculo del módulo de sección de viga

Es la carga máxima que puede soportar un material, que está sometido a una fuerza de tracción, se calcula con el momento de inercia (eje) y la distancia más alejada del eje.

$$Z_{xx} = W_x = \left(\frac{J_{erf}}{H} \right) \quad (4.9)$$

Donde H es la altura de la viga

4.6.1.1.8. Cálculo del esfuerzo de trabajo

Es el esfuerzo máximo permitido para el cálculo de un elemento estructural, en este punto se calcula si la viga no sobrepasa el esfuerzo de trabajo permitido y detallado por el fabricante.

$$\sigma_{trab} = \frac{\varphi(M_2) + \psi(M_1)}{W_x} \quad (4.10)$$

4.6.1.2. Cálculo de fuerzas de la viga en SolidWorks

Para comprobar si la viga es la adecuada se realizó la simulación en SolidWorks, cálculo de límite elástico, deformación en toda la estructura de la viga con el eje, análisis estático límite elástico y diagrama de fuerza cortante; para ello se tomó datos de los planos diseñándolo en 3D junto con el dato de capacidad de carga de 1000 kg, los resultados se mostraran previamente en el apartado de análisis de resultados.

4.6.2. Tecele o polipasto

Se seleccionó el tecele o polipasto dependiendo de la capacidad de carga y disponibilidad para ello se tomó en cuenta las características adecuadas que poseen cada uno para el proyecto de los siguientes: Demag, Konecranes y Meet. En la tabla 4.5. Se presentan costos de los polipastos

seleccionados para el caso de la propuesta tecnológica.

Tabla 4. 5. Polipastos para brazo grúa.

SOFTWARE	COSTO \$
Demag	1500
Konecranes	2000
Meet	1000

El costo de los diferentes polipastos varía considerablemente, pero cada uno de ellos posee ventajas y desventajas que se tomó en cuenta dependiendo en este caso de la capacidad de carga, seguridad y disponibilidad para adquirirlo. En la Tabla 4.6. Se presentan las características técnicas de los polipastos seleccionados.

Tabla 4. 6. Características de los softwares de simulación.

SOFTWARE	CARACTERISTICAS TECNICAS
Demag	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo confortable • Alto estándar de seguridad • Transporte sin problemas de carga de hasta 1500 Kg • Recorridos del gancho de hasta 150 metros • Fijación variable al brazo giratorio o al pórtico desplazable
Konecranes	<ul style="list-style-type: none"> • Hasta 5000 kilos de potencia de elevación
Meet	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de 1 Tonelada

Debido a la procedencia de polipastos y su alto costo en el país se optó por seleccionar un polipasto Meet, ya que su capacidad para adquirirlo es más accesible para la empresa y su disponibilidad es inmediata.

4.6.2.1. Datos de identificación del polipasto

Para instalar correctamente se necesitó identificar componentes por medio de un manual de usuario para el polipasto seleccionado. En este apartado se encuentra el motor de elevación, partes principales del polipasto, Función de elevación, función de desplazamiento. Ver Anexo XI. Figura 1.

4.6.3. Inspección de los ganchos

Si el polipasto está sobrecargado, el gancho se abrirá. Si esto ocurre, el anzuelo debe volver a atarse cuando el valor de apertura sea mayor que el número en la letra “g” de la imagen a continuación.

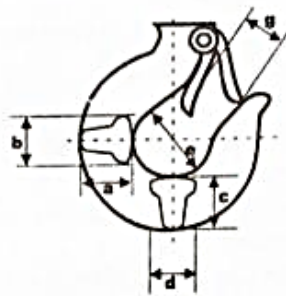


Figura 4. 10. Gancho [34].

Para la selección del gancho se basó en el catálogo del fabricante, según la capacidad de carga ya que las dimensiones del gancho influyen al momento de izar una carga. Para la capacidad requerida se utilizó un gancho con capacidad de carga para 1 Tonelada con las dimensiones mostradas en ver Anexo XI. Tabla 1.

4.6.4. Diámetro de la cadena

Para seleccionar correctamente la cadena se debe tomar en cuenta su distancia y su estado ya que debe enlazar de forma justa y capaz de soportar el peso de carga ya que es una cadena aportada por la Empresa.

Si la longitud interna se desgasta (P) y se desgarran y se estira, y mantiene un valor de 5% o más si los números enumerados. Ver Anexo XI. Tabla 2. Si la cadena se desgasta y se rasga su diámetro no alcanza el número indicado, se tendrá que optar por el remplazo de la cadena.

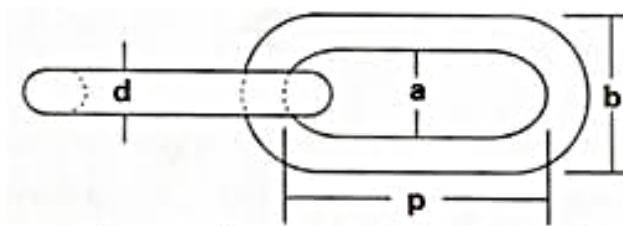


Figura 4. 11. Dimensiones de la cadena [34].

Se midió las dimensiones de la cadena según la el Anexo XI. Tabla 3. En el caso de que existiese algún desgaste.

4.6.5. Trolley o carro

Para seleccionar el Trolley que es el que mueve el teclé a lo largo de la vía es necesario conocer la capacidad que debe soportar y mirar el catálogo del proveedor para que cumpla con lo que se requirió.

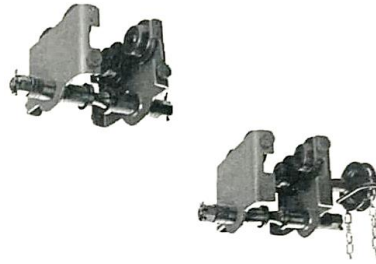


Figura 4. 12. Trolley [34].

Seleccionamos el Trolley de acuerdo con las especificaciones del proveedor del catálogo de KONECRANES. Ver Anexo XI. Tabla 4. Se seleccionó el Trolley con referencia 52776910 con capacidad de 1000 Kg para usar en el brazo grúa. Sus dimensiones se encuentran en el Anexo XII.

4.6.5.1. Dimensiones del Trolley o carro según su capacidad

El dimensionamiento de una pieza o componente es importante al momento del montaje, según la capacidad seleccionamos el carro que va a ir montado y se movilizará a lo largo de la viga. Se seleccionó según la capacidad referenciada en la Tabla de 1000 kg de Hierro rodamiento L de 65 – 200. Ver Anexo XI. Tabla 4.

El modelo del Trolley seleccionado se encuentra en el Anexo XIII.

4.6.6. Fuerza motriz

4.6.6.1. Motor

Para la movilización del brazo grúa es necesario seleccionar un motor que se acople correctamente con el mecanismo, para ello se seleccionó posteriormente los siguientes de acuerdo con la disponibilidad y costo para elegir el adecuado: Weq, Siemens y Motor-Reductor MF06MK104 de la Tabla 4.7.

Tabla 4. 7. Precios del motor.

SOFTWARE	COSTO \$
Weq ½ Hp	105
Motor-Reductor Master 1Hp	150
Motor-Reductor MF06MK104	200

Tabla 4. 8. Características del motor.

I	CARACTERISTICAS TECNICAS
Weq	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia ½ Hp • 4 polos • Carcaza C48 • Eje 12.7

	<ul style="list-style-type: none"> • Voltaje 110/220V • Motor eléctrico monofásico 1750 rpm
Motor-Reductor Master	<ul style="list-style-type: none"> • Potencia 1 HP
Motor-Reductor MF06MK104	<ul style="list-style-type: none"> • Motor de dos velocidades • Potencia ½ HP • Frecuencia del motor 60/50Hz • Potencia nominal de salida 0,5/0,9 HP-0,37/0,07KW • Velocidad sincrónica 3400/1800 rpm

Para el montaje del mecanismo con dirección no poner el mecanismo fuera del circuito con el fin de evitar los choques eléctricos y los arranques imprevistos:

- Alinear el mecanismo con los dientes de la rueda motriz y apoyarlo sobre la cara
- Hacer girar el mecanismo hasta obtener el ángulo correcto que permita la alineación de los agujeros de los pernos de fijación.
- Poner los pernos de fijación in situ sin apretar, sin olvidar las arandelas.
- Apretar los pernos de fijación al par deseado. El par de apriete recomendado para los pernos M8 es de 23Nm.

4.6.6.2. Metodología para seleccionar el motor

4.6.6.2.1. Ecuación de potencia real del motor

$$POT_{mot} = \frac{E_{tot}}{0.7} \quad (4.11)$$

Donde POT_{mot} es la potencia real del motor y E_{tot} es la potencia real absorbida en el eje.

4.6.6.2.2. Ecuación para calcular el torque

$$T = \frac{hp * 716}{RPM} \quad (4.12)$$

Donde T es el torque, hp es la potencia del motor reductor, 716 es una constante y RPM revoluciones por minutos entregados por el motor reductor (*rev/min*).

4.6.7. Metodología para calcular rpm de Engranajes

El motor-reductor gira a una velocidad de 1740 rpm, para transmitir la potencia hacia el eje de la viga se necesitó implementar un juego de engranajes, por lo tanto, las revoluciones entregadas por el Motor-Reductor van a disminuir por medio de engranajes o piñones conectados entre sí dependiendo el número de dientes que posean y su ubicación como se muestra en la Figura 4.13; Podemos observar con mayor detalle sus dimensiones en los anexos VI, VII y VIII

Para saber cuál es la velocidad de giro (rpm) entregada en los piñones por el Motor-Reductor, se ha montado un juego de engranajes que tienen la función de reducir la velocidad del piñón

de entrada en el piñón de salida, se contó el número de dientes de los engranajes y se calculó con la ecuación 4.13.

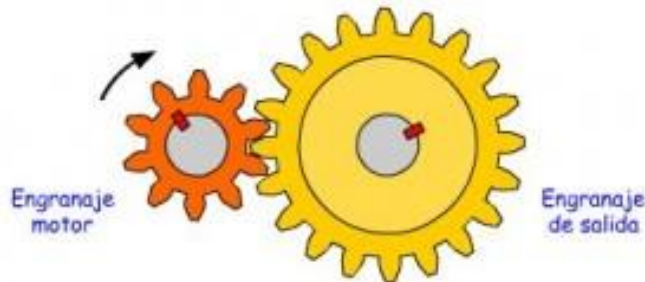


Figura 4. 13. Juego de engranajes [34].

$$Z_m \times N_m = Z_s \times N_s \quad (4.13)$$

Donde Z_m es el número de dientes del engranaje del motor,

N_m es la velocidad del engranaje del motor (rpm),

Z_s es el número de dintes del engranaje de salida y

N_s es la velocidad del engranaje de salida

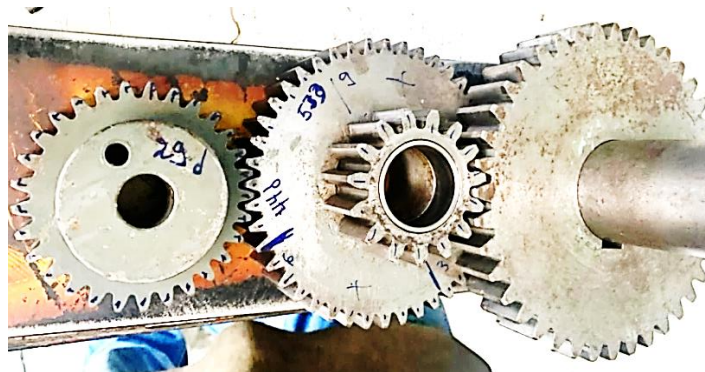


Figura 4. 14. Caja reductora de velocidad con juego de engranajes.

4.6.8. Metodología para calcular la base del brazo grúa

La base debe soportar el peso de la viga y sus componentes como son Trolley, Teclé y la carga.

Según el diseño que hemos realizado sus dimensiones son las siguientes:

Ancho = 210 mm

Espesor =30 mm

Posee 4 perfomarciones de 25 mm

Largo = 220 mm

$$\Sigma \text{peso} = \text{Trolley} + \text{Teclé} + \text{Viga} + \text{Componentes de la Riel C - Track} + \text{carga} + \text{eje} \quad (4.14)$$

Trolley = 30 kg

Tecele = 60 kg

Viga = IPE 200 = 22,96 kg/m

Componentes de la Riel C-Track = 15 kg

Carga= 1000kg

Eje = 8 kg

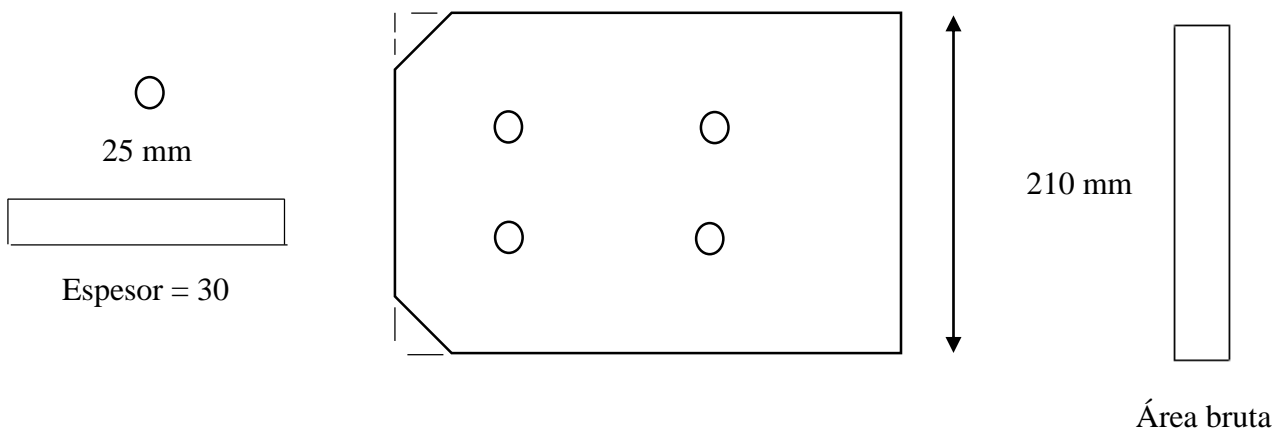
Otros = 70 kg

4.6.8.1.Área neta

$$AN = Ag - Dxt \quad (4.14)$$

$$AN = Ag \times t - 4 \left(D + \frac{1}{Ag} \right) \times t \quad (4.15)$$

Donde AN es el área neta, Ag es el área bruta, D es el diámetro de las perforaciones y t es el espesor.



210mm = 8.26 pulg.

30 mm = 1.18 pulg.

25 mm = 0.098 pulg.

4.6.8.2.Esfuerzo permisible

$$Ep = AN \times EPL \quad (4.16)$$

Donde Ep es el esfuerzo permisible y EPL es el esfuerzo admisible del acero a considerar.

4.6.9. Cable de acero

Compresión del tirón en la línea

Los alambres son los bloques básicos de construcción en el cable de acero. Se extienden alrededor de un centro en un patrón especificado en una o más capas para formar un cordón o más conocido como torón.

Los cordones se extienden alrededor de un núcleo para formar un cable de acero. Los cordones proporcionan 100% del esfuerzo de tensión de una cuerda de núcleo a fibra y más del 90% de la resistencia de un cable de acero con un núcleo de cable de acero independiente.

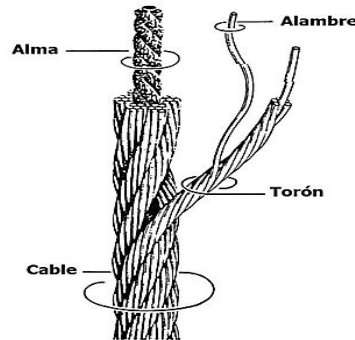


Figura 4. 15. Partes de un cable de acero [38].

Dentro del catálogo de Multicable tenemos el tipo BOA. El cual se estableció el 5/8” o 16 milímetros, ideal ya que tiene un peso lineal de 1.052 kg/m. Ver Anexo XIV.

4.6.10. Metodología para calcular la capacidad del cable de acero

$$WLL = \text{Diámetro} \times \text{Diámetro} \times 9.72 \quad (4.17)$$

Donde diámetro es igual al nombre en pulg. Obtenido del anexo XIV. Con un peso de 1.052 kg/m, Diámetro 2 es el mismo y 9.72 es una constante obtenida del manejo seguro de puentes grúa.

4.7.CONSTRUCCIÓN, MONTAJE DEL BRAZO GRÚA

En este apartado se muestra cómo se llevó a cabo la construcción, montaje y afinación del brazo grúa. Para su implementación se tomó en cuenta la facilidad de obtención de materiales dentro de la Empresa, se utilizaron las instalaciones del Taller de la Empresa PROELEVACIÓN S.A., donde se emplearon herramientas como amoladora, sierra, torno, suelda eléctrica, oxicorte, entre otros.

4.7.1. Sistema estructural

Como la estructura de la columna ya está definida fue preciso realizar adaptaciones para reforzar la sostenibilidad de la viga a lo largo de su trayecto ya que debe soportar objetos, la

columna es cuadrada metálica de 50 cm a lo cual se adaptó un cable de acero que sostendrá la viga desde la estructura superior de la columna anclada a la viga.

4.7.2. Montaje de la base del brazo grúa

La base donde va el eje principal del brazo grúa consta de una plancha de 40x35 cm con un grosor de 8 mm, esta posee una plancha soldada en la parte inferior como refuerzo, la plancha que va soldada directamente a la columna tiene 220x210 mm y de espesor 30 mm, después se procedió a cortar las planchas y luego soldarlas entre sí por medio de cordones E7018. Ver Anexo XV. Figura 1. La base principal contiene 6 perforaciones de diámetro de 16 y 12 pulgadas, estas van atornilladas con las chumaceras que contienen el eje.

La base para el cable consta de una plancha de 50x25 cm y un espesor de 10mm, esta posee dos planchas más pequeñas soldadas con una perforación cada una para que el cable cruce desde esta hasta la base de la viga como refuerzo para soportar carga. Como se observa en la Fig. 4.16 (a) A la base para el cable, Se fijó en la columna con soldadura con cordones E7018 a una altura de 120cm desde la base del brazo grúa, se lo puso a nivel como se puede observar en la Figura 4.16 (b).

Las juntas a tope son aquellas que las piezas forman un ángulo de 90° con respecto al eje del electrodo o de la dirección del flujo del material de aporte. Las juntas a tope requieren de preparación del bisel y éstos a su vez dependen del espesor de la pieza. En la soldadura el cordón debe cubrir en su totalidad ambos extremos de las uniones entre planchas y debe ser a tope de bisel plano en v con un espesor máximo $\frac{3}{4}$ " (19 mm) ambas piezas son biseladas y una ventaja de es que se reduce el efecto de la distorsión, consecuencia de incremento de la temperatura del material base, bisel plano máximo $\frac{1}{4}$ " (64 mm) la penetración de aporte es limitada, bisel doble en v mayores a $\frac{3}{4}$ " (19 mm) de diámetro y bisel doble en caso que la unión del espesor es grande y los biseles doble requieren que la soldadura sea fabricada por ambas caras de las piezas. Como les puede observar en las tablas del anexo XXVII según la Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria, INEN 1390



Figura 4. 16. Soldadura e instalación de base del cable de acero.

4.7.3. Montaje de los ejes

Los ejes que conforman y se utilizaron para el brazo grúa son 3, uno principal para la viga, uno para el eje de los engranajes y. Se máquino en torno un eje reciclado de 50 cm de largo con 55 mm de diámetro ya que el diámetro del eje es de 40 mm y se lo corto a 110 mm de largo, Ver Figura 4.17 se colocó un seguro para que el engranaje no se salga de su eje.



Figura 4. 17. Maquinado de ejes.

El eje principal es reciclado con 100 cm de largo y con un diámetro de 40 mm de acero, fue mecanizado en torno, se lo cortó a 40 cm de largo y 35 mm de diámetro en la parte de las chumaceras. Ver Anexo XV. Figura 2. Después se procedió a montarlo en dos chumaceras, de pared y de piso de 35 mm de diámetro, la chumacera de pared va en una base de 29x13 cm y esta empernada en la base del brazo grúa. El eje estará sujeto a las chumaceras mediante dos prisioneros que permiten que el eje no se mueva del rodamiento interno de la chumacera, al estar presionados con estos como se puede observar en la Figura 4.18. Esto se lo hace antes que el eje principal y la viga sea soldado para formar un solo cuerpo. Para fijar las chumaceras a la placa base se seleccionó pernos de acero de grado 2 de 5/8 los cuales su resistencia a la tracción mínima es de 52 kg/mm² como se puede observar en el Anexo XXVIII.



Figura 4. 18. Eje montado en chumaceras.

4.7.4. Montaje del eje principal

El eje maquinado una vez terminado se procedió a soldarlo con relleno de suelda y un cordón E7018 a la viga, este procedimiento se lo realizó con un nivel para ubicar el eje para una trayectoria correcta de la viga. Ver Anexo XV. Figura 3. Que se lo realizó con las protecciones adecuadas. El cordón de soldadura a simple vista se observa que es resistente, Ver Anexo XV. Figura.4.

4.7.5. Montaje de la viga

Una vez soldado el eje a la viga y terminada la base para la misma se procedió a colocar dos chumaceras, una de pared y una de piso; estas servirán de guía para el eje y la viga las cuales conforman un solo cuerpo, sujetos con pernos y rodela de presión. Ver Anexo XV. Figura 5. La viga tiene un refuerzo de cable de acero sujetado desde la columna hasta un gancho en la parte superior de la viga, posee 4 amarraderas de acero empernadas con tuercas las cuales impedirán que el cable ceda provocando que la viga pueda desequilibrarse. Ver Anexo XV. Figura 6. Terminado el ajuste de los pernos que conforman la estructura de la viga se procedió con un nivel a equilibrar la viga, esto se lo hace con el cable de acero de refuerzo apretándolo con un mecanismo que se encuentra en el mismo. El apriete depende si la viga se encuentra en equilibrio. Ver Anexo XV. Figura 7. Se comprobó que la viga se movilice durante toda su trayectoria sin dificultad como se observa en el Anexo XV. Figura 8. Montaje de la Riel C-Track

La Riel C-Track se conforma por componentes como rieles de soporte de acero de 70 cm de largo que contienen ganchos ajustables que presionan con la viga estos soportes como se observa en la Figura 4.19., se necesitó 4 de estos. La porta rieles van sujetos por pernos en el riel de soporte. Estos sirven como riel para el riel C-Track por el cual circularan los carros llevando los cables eléctricos conforme el movimiento del Trolley o carro.



Figura 4. 19. Rieles de soporte.

Los rieles de soporte de acero se los colocó a escuadra como se observa en el Anexo XV. Figura 9. A una distancia de 110 cm desde la parte final de la viga y la última a 50cm, Cabe recalcar que se debe tomar en cuenta las dimensiones del Trolley o carro para que los cables circulen sin dificultad por la Riel C- Track. Son dos Riel C-Track, por aquí circularan los carritos llevando el cableado eléctrico según el movimiento del Trolley o carro. Ver Anexo XV. Montaje de carros arrastra cable.

Se utilizó 5 carros arrastra cable, uno fijo y uno para arrastrar el accionamiento manual como se observa en la Figura 4.20 y 4.21.



Figura 4. 20. Carros arrastra cable.



Figura 4. 21. Carro para Botonera

Los carros arrastra cable van sujetos a los cables eléctricos que son tipo de cable plano que contienen 16 cables cada uno y van colocados a una distancia adecuada para cuando ocurra el arrastre de cable no queden tensionados. Ver Anexo XV. Figura 11. Una vez colocados y sujetos todos los carros arrastra cable se los coloca en los rieles del C-Track seguidamente uno de otro como se observa en el Anexo XV. Figura 12.

4.7.6. Montaje del Trolley o carro

Una vez terminado de colocar los componentes del riel C-Track se procedió a montar el Trolley o carro, para levantarlo es necesario quitar las arandelas de la parte hueca y colocarlas en la parte en donde va el seguro ya que las perforaciones no permiten ajustar correctamente, montarlo con apoyo de sogas o un tecele es esencial ya que posee un peso de 80 kg. Ver Anexo XV. Figura 13.

4.7.7. Montaje de Tecele o polipasto

Para montar el tecele se debió quitar el perno del gancho y colocarlo en la unión entre el carro y el tecele. Ver Anexo XV. Figura 14.

4.7.8. Montaje del motor

4.7.8.1. Base del motor

La base donde va el motor reductor consta de una plancha de 452x366 mm con un grosos de 12 mm, con una plancha que servirá como portador del eje. Esta plancha también contendrá el eje de un engranaje de 44 dientes y 15 dientes. Ver Figura 4.30. Ver Anexo XV. Figura 15.

4.7.9. Montaje sobre el perfil de rodamiento

En esta etapa, se ajusta la distancia entre los laterales de los rodillos. El carro puede insertarse por uno de los extremos del perfil de rodamiento. Si no es posible, por ejemplo, que ya están colocadas las paradas mecánicas, el carro también se puede instalar a través de las bridas inferiores. Basta con sacar las tuercas de uno de los lados del carro y desmontar un lateral. Volver a montar nuevamente los diferentes elementos verificando que la cota “c” sea correcto.

4.7.10. Ajustes

4.7.10.1. Ajuste de bridas

EL apriete de pernos es importante al igual como se lo hace, es por eso por lo que se ajustaran los pernos de las bridas de forma ordenada. Ver Anexo XVI.

4.7.10.2. Ajuste del dispositivo antivuelco

Carro con traslación de cadena de 1000 kg (viga: de 65 a 310), 200 kg (viga: de 88 a 310).




Este ajuste debe realizarse al situar el carro en su posición. La distancia “H” existente entre la cara inferior de la viga y la línea superior del eje es 1mm. Este valor puede ajustarse para conseguir el mejor funcionamiento. Ver Anexo XVII. Figura 1.





Para ajustar los carros de baja altura solo se puede eliminar una placa lateral, Las arandelas restantes (no utilizadas para ajustar en ancho de la viga) se podrían colocar en la parte externa de la placa. Ver Anexo XVII. Figura 2.

4.8.SISTEMA ELÉCTRICO

Los componentes eléctricos utilizados y sus características se pueden observar en la Tabla 4.9.

Tabla 4. 9. Componentes utilizados y sus características técnicas.

Equipo	Código	Identificación
Comprobador de fase Necesitamos un comprobador de fase para evitar fallas en el circuito.	Modelo RD6. AC 200. 500 V de 3 Phases monitory relay, 50.60 Hz, potencia 15 kw	Las características técnicas se encuentran en el Anexo XVII
Transformador Necesitamos un transformador de 220 a 110 V para alimentar el control	FD-570,220-110 V	
Contacto El contactor su amperaje debe ser mayor a la intensidad nominal, para que trabaje sin ningún problema. Según el Comité Electrotécnico Internacional, se considera el uso de un contactor tipo Ac-4 para motores de jaula en arranque, marcha y frenado por inversión , con una corriente de 12 A	Schneider AC contactor LC1N1210 1201, 220V, 50 Hz, 5.5 Kw-380V, 12 A. Ver Anexo XXVI. Figura1.	
Termo magnético trifásico La NEC 2017 recomienda que las protecciones eléctricas, breakers o disyuntores sean dimensionadas al 100% de la carga no continua, más el 125 de la carga continua. La intensidad nominal es 11 A.	Icu/NBR IEC 60947-50/60 HZ, 110/127-6KA. 220/230-1P=3KA-2/3P=6KA 415V-2/3P=3KA Corriente nominal de 1 hasta 63 A Ver Anexo XXVI. Figura 2.	

<p>Guardamotor</p> <p>La intensidad a la que debe estar regulado el guardamotor para el teclé es de 9,43A, trabajando el motor a un 100%. Este valor se multiplica por el factor de servicio de 1.25 según la clasificación Nema estadounidense. Para un mejor tiempo de disparo se ajusta el amperaje cercano al nominal de 9 A</p>	<p>DISYUNTOR GUARDAMOTOR 6 A-10 A. DZ518-M14. Ver Anexo XXVI Tabla 1.</p>	
<p>Termo magnético monofásico</p> <p>Por el control inalámbrico circula una corriente de 5 A, 110 V. esta intensidad la multiplicamos por un factor de seguridad del 125 según la NEC 2017 recomienda que las protecciones eléctricas, breakers o disyuntores sean dimensionadas al 100% de la carga no continua, más el 125 de la carga continua. $I = 6.25 A$</p>	<p>Código UNSPSC 39121601,240 V Corriente nominal de 1 hasta 63 A. Ver Anexo XXVI. Figura 3.</p>	
<p>Termo magnético bifásico</p> <p>La corriente que circula por el monofásico es el mismo que circula por el bifásico $I = 6.25 A$</p>	<p>LS BKN, 400V, IEC 60898 Corriente nominal de 1 hasta 63 A. Ver Anexo XXVI. Figura 4.</p>	
<p>Conductores</p> <p>Para el dimensionamiento de conductores se realizó el cálculo con la norma UNE 20460-5-523. El factor de seguridad viene dado por la nomenclatura NEMA estadounidense según la potencia del motor</p>	<p>Se aproxima el de 3.31 mm^2 con un calibre AWG N° 12 para Trolley y teclé. Ver Anexo XXVI. Figura 5.</p> <p>Se aproxima el de 3.31 mm^2 con un calibre AWG N°12 para motor-reductor. Ver Anexo XXVI. Figura 6.</p>	

4.8.1. Cálculo para la sección del cable motor-reductor

Para hacer el cálculo de la sección de un cable tendremos que diferenciar si la alimentación es monofásica o trifásica. Para el cálculo de la sección para líneas monofásicas se utiliza las siguientes ecuaciones

$$S = \frac{\rho.L.P}{e.V} \quad (4.18)$$

$$S = \frac{\rho.L.I.\cos\varphi}{e} \quad (4.19)$$

$$S = \frac{2.P.L}{e.V} \quad (4.20)$$

Dónde S es la sección del conductor (mm²), ρ es la resistividad (ohmios/ metro), L es la longitud (metros), I es la intensidad (amperios), Cos φ es el factor de potencia, e es la caída de tensión (voltios) y V es la tensión de la línea (voltios). Para cálculo de la sección para líneas trifásicas se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$S = \frac{\sqrt{3}.\rho.L.I.\cos\varphi}{\Delta V} \quad (4.21)$$

$$S = \frac{\rho.L.P}{\Delta V.V} \quad (4.22)$$

$$S = \frac{L.P}{\gamma.e.V} \quad (4.23)$$

Donde es la sección del conductor (mm²), ρ es la Resistividad (ohmios x metro), L es la longitud (metros), I es la intensidad (amperios) Cos φ es el factor de potencia, e es la caída de tensión (voltios), V es la tensión de la línea (voltios) y ΔV es la Caída de tensión.

Usamos la Norma UNE 20460-5-523 del 2004, mediante tablas que nos proporciona esta norma calcular el diámetro del cable que necesitamos para nuestro caso.

Usamos las tablas de Ampacidad de Viakon (conductores Monterrey) - corriente máxima de un conductor, puede transportar continuamente bajo condiciones de uso, sin exceder su rango de temperatura para seleccionar el calibre del cable con los cálculos realizados con la norma UNE 20460-5-523.

Los cálculos obtenidos se deben multiplicar por un factor de servicio que son las influencias externas sobre el funcionamiento del motor-reductor. Este factor es importante ya que permiten soportar sobrecargas, desbalances de voltaje, alargar la vida del aislamiento, etc. Como referencia se tomó la clasificación NEMA estadounidense para el factor de servicio.

4.8.1.1. Sección por máxima caída de tensión del motor-reductor

La corriente eléctrica encuentra oposición a su paso por los conductores eléctricos desde el origen hasta el final del circuito.

Los conductores de circuitos derivados como está definido en el artículo 100, para evitar caída de tensión mayor que 3 por ciento en la salida más lejana que alimente cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada de los circuitos alimentadores y de los circuitos derivados hasta el contacto más lejano no supere 5 por ciento según la NORMA.NOM-001-2012. Las ecuaciones (4.24), (4.25), (4.26) se utiliza en caso de caídas de tensiones con diferentes porcentajes como de 1,3 y 5%.

$$\Delta V = V \times 5 \quad (4.24)$$

$$\Delta V = V \times 3 \quad (4.25)$$

$$\Delta V = V \times 1 \quad (4.26)$$

4.8.2. Cálculo para selección del cable de Teclé

$$1 \text{ HP} = 746 \text{ Watts} \quad (4.27)$$

La intensidad nominal ya nos viene dada por el fabricante, ya que el Teclé trabaja con dos velocidades, para nuestro caso utilizamos solo una velocidad con $I = 4.1 \text{ A}$. Necesitamos trabajar en Watts para ello utilizamos la ecuación (4.27) y la ecuación (4.21) para la sección con máxima caída de tensión.

4.8.2.1. Sección por máxima caída de tensión del Teclé

Para calcular la sección con máxima caída de tensión se utilizó la ecuación (4.21) con la resistividad del material del cable.

4.8.3. Cálculo para selección del cable del Trolley

La intensidad nominal ya nos viene dada por el fabricante, ya que el Trolley trabaja con dos velocidades, para nuestro caso utilizamos solo una velocidad con $I = 4.1 \text{ A}$. Utilizaremos la ecuación (4.27) para encontrar la potencia del motor del Trolley en W y la ecuación (4.21) para la sección del conductor con caída máxima de tensión.

4.8.4. Metodología para selección de Protección del motor del Teclé

Para conocer el guardamotor que debemos utilizar en nuestro caso debemos calcular la intensidad del motor con las ecuaciones a continuación dependiendo si es monofásico o

trifásico. Para calcular la intensidad nominal de un motor monofásico se utiliza la ecuación (4.28).

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} \quad (4.28)$$

Para calcular la intensidad nominal de un motor trifásico se utiliza la ecuación (4.29).

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} \quad (4.29)$$

Donde I es la intensidad nominal del motor (amperios), P es la potencia nominal del motor (vatios), V es la tensión de la línea de alimentación (voltios) y $\cos\varphi$ es el factor de potencia.

Datos del motor-reductor:

Frecuencia = 60 Hz

Tensión = 220 V

Fp = 0.90

P = 2 Hp

Debemos calcular la potencia en w; 1hp = 746 w

$$P = 1\text{hp} \times 746 \text{ w} = 1492 \text{ W}$$

4.8.5. Cálculo para el termo magnético trifásico

Para calcular el interruptor termomagnético correspondiente para proteger una línea tenemos que calcular la intensidad nominal del interruptor termo magnético.

$$I_B \leq I_N \leq I_Z \quad (4.30)$$

Donde I_B es la corriente de empleo del circuito, I_N es la intensidad nominal del interruptor magneto térmico y I_Z es la intensidad máxima que soporta el cable. Para calcular la corriente de empleo del circuito utilizaremos una de las siguientes ecuaciones dependiendo el caso. Para la intensidad en monofásica I_B se utiliza la ecuación (4.32).

$$I_B = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi} \quad (4.31)$$

Para la intensidad en trifásica I_B se utiliza la ecuación (4.33).

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} \quad (4.32)$$

4.8.6. Cálculo para el termo magnético circuito monofásico

Por el control inalámbrico circula una corriente de 5 A, 110 V. esta intensidad la multiplicamos por un factor de seguridad del 125 según la NEC 2017 recomienda que las protecciones eléctricas, breakers o disyuntores sean dimensionadas al 100% de la carga no continua, más el 125 de la carga continua.

4.8.7. Especificaciones botonera

- Muy poco peso 0,62 lb (155 g) con baterías
- Funciona con 2 baterías alcalinas comunes
- El bajo consumo energético asegura una vida útil prolongada de la batería
- Incluye indicador de baja potencia
- Modulación: FM, antena interna
- Detección de botón atascado
- Resistente a los golpes

- Incluye indicador de baja potencia
- Modulación: FM, antena interna
- Detección de botón atascado

Los botones en las estaciones colgantes deberán regresar a la posición off cuando sea liberada la presión por el operador. Deberán tener un conductor a tierra entre una terminal de tierra en la estación y la grúa.

Las estaciones colgantes de botones, deberán estar sostenidas de una manera en la que protejan de esfuerzo a los conductores eléctricos. Las funciones de los movimientos en los controles colgantes, deberán ser en la misma dirección en todos los equipos de control dentro de la instalación. Las conexiones de la botonera se las encuentra en la figura 4.22.

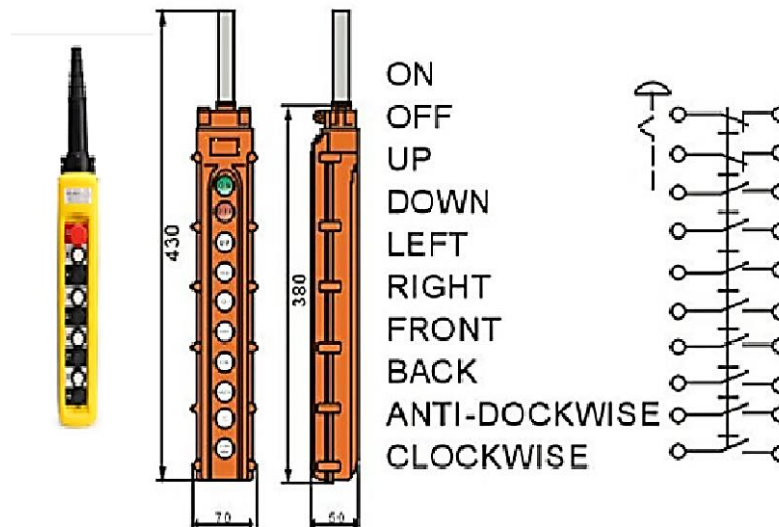


Figura 4. 22. Diagrama del cableado de la botonera.

4.8.8. Control inalámbrico

La Serie L10 es un transmisor de 2 velocidades con ocho botones para controlar 3-4 movimientos. Modelos de CA de 310-320 MHz FCC únicamente. Cada juego incluye receptor, uno o dos transmisores, cuatro baterías, correa, hoja de leyenda para cada transmisor, llave de repuesto, juego de fusibles de repuesto y manual de instrucciones. Esta radio tiene operación programable; las especificaciones del receptor son:

Múltiples voltajes de suministro:

- Tipo de CA: 48/110/220 más o menos 10%, 50/60 Hz. (Predeterminado 110 seleccionado)
- Configuración común independiente para aplicaciones de voltaje de control mixto
- Contacto de encendido / línea principal
- Pantalla LED interna de encendido y estado de cierre de contacto
- Sensibilidad: Aproximadamente -105 dBm
- Cable precableado de 2,74 m (9 pies)
- Clasificación del relé de control:
- 10A a 125 VCA; 5A a 250 VCA; 8A a 30 VCA
- Soporte de choque único diseñado para aplicaciones industriales y móviles exigentes
- NEMA 4 (IP65)

Para el cableado o conexiones de sistema de control el fabricante nos proporciona el diagrama de cableado predeterminado, el cual en la Figura 4.23 se observa con detalle donde los cables 1 y 2 con la alimentación de 110V.

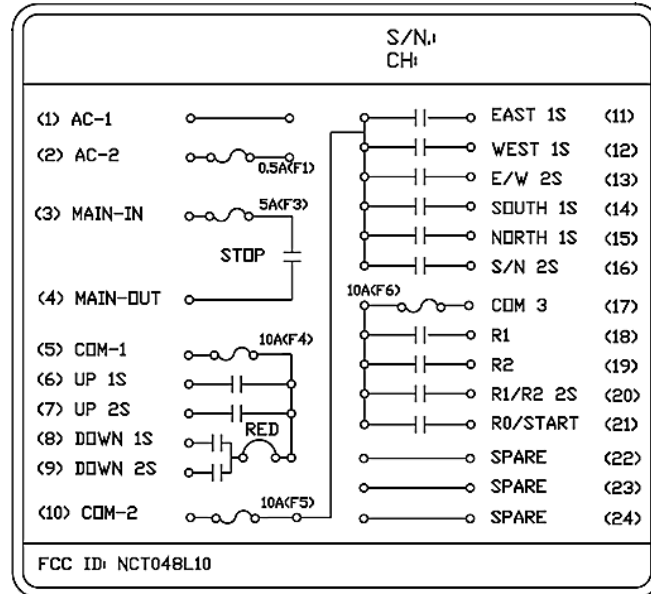


Figura 4. 23. Diagrama de conexiones serie L10.

Se realizó un diagrama de conexiones eléctricas, siendo más específico ya que contamos con los contactores y demás elementos importantes que se encuentran en el tablero principal, el cual se puede apreciar en la figura 4.24 donde se observa la función del control inalámbrico. Cabe recalcar que las conexiones provenientes de la botonera son paralelas al control inalámbrico con la precaución de los cables COM tanto de la botonera como del receptor.

Como se mencionó en las características del receptor puede usar 48/110/220V, el cual nosotros estamos usando 110V ya que la bobina de los contactares tiene dicho voltaje, por lo que se requiere un transformador 220V a 110V. Para mayor comprensión observar los planos eléctricos de conexiones que se encuentran desde el Anexo XVIII hasta el Anexo XXI. Que se encuentran más detallados en las conexiones eléctricas como la inversión de giro del Trolley, Ver Anexo XVIII.Figura 2., Teclé, Motor-reductor y la caja principal donde se encuentran las protecciones, transformador y borneras, además la incorporación de simbología eléctrica para nuestro caso realizados en el software CADe SIMU. Ver Anexo XVIII. Figura 1.

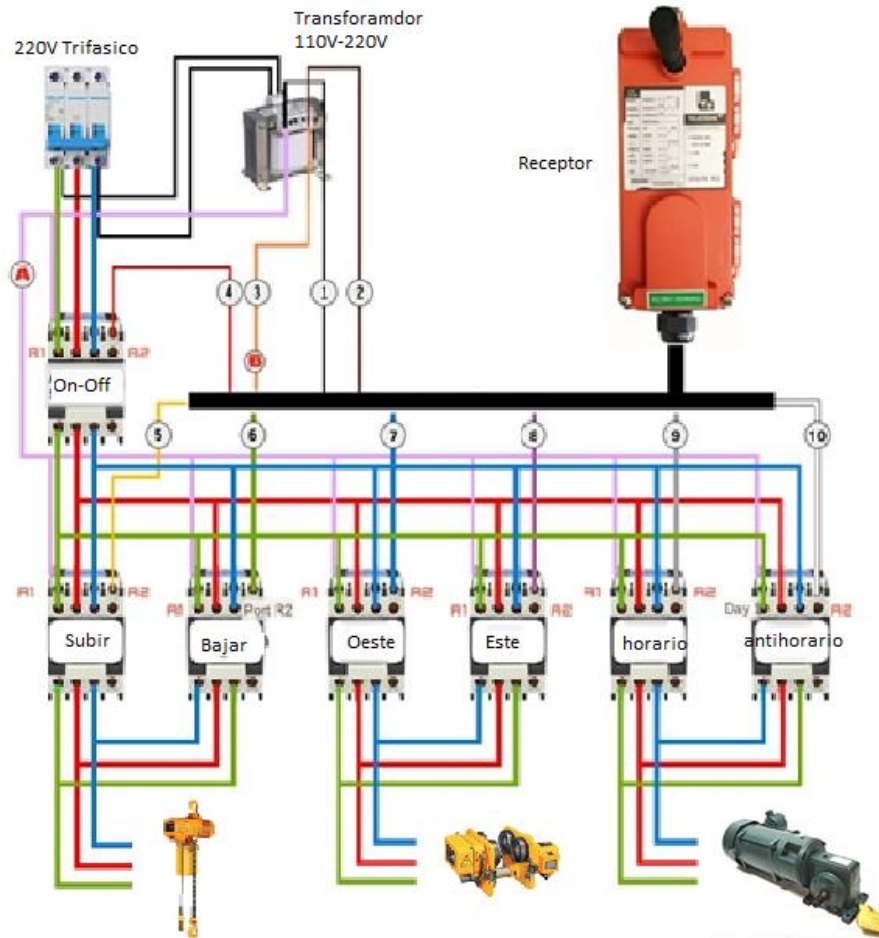


Figura 4. 24. Diagrama de conexiones del control inalámbrico.

4.8.9. Conexiones eléctricas del motor

El motor posee en su parte superior una caja para realizar conexiones eléctricas con tres contactores y de acuerdo con el diagrama se utilizó dos. Los pulsadores con nomenclatura A (Avance) y R (Retroseso) son los pulsadores del control inalámbrico que permiten movilizar la carga en 180° y viceversa con la fuerza motriz transferida desde el motor hacia los engranajes y por ultimo al eje principal, el diagrama muestra un pulsador A que no estará enclavado y accionara el motor hacia la derecha y un pulsador B que no está enclavado y accionara el motor hacia la izquierda, al accionar el pulsador A mediante un contactor NMC K1 el contactor A2 se abrirá permitiendo que no funcione al accionar el pulsador A y así viceversa con el pulsador B. Ver Anexo XIX realizados en CADe SIMU.

El motor viene incorporado con un freno en la parte lateral de este por lo cual para su accionamiento se utilizó un puente de diodos de marca SanRex por su disponibilidad en el Taller.

4.8.10. Diagrama de polipasto eléctrico de una velocidad

Para la instalación del polipasto se guió mediante el manual de usuario en el diagrama de Konecranes; dicho esquema se realizó mediante el software CAdE SIMU. Ver Anexo XX.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE LA VIGA

5.1.1. Carga Viva

El coeficiente de compensación ψ según el tipo de puente grúa de la tabla es de 1.4 y el coeficiente de choque $\varphi = 1.1$. Ver Anexo XXI. Tabla 1.

$$Q = P * \psi * \varphi$$

$$Q = 1000kg * 1.68 * 1.1 = \mathbf{1848 kg}$$

5.1.2. Viga principal

Para la selección de la viga se usó un esfuerzo admisible para puentes grúa de traslación de acero ASTM A-36 será. Ver Anexo XXI. Tabla 2.

F_y es igual según los datos del fabricante ASTM A – 36 a $2530 \frac{kg}{cm^2}$, Ver Anexo XXI. Tabla 2.

$$\sigma_{adm} = 0.50 * F_y$$

$$\sigma_{adm} = 0.75 * 2530 \frac{kg}{cm^2} = \mathbf{1897.5 \frac{kg}{cm^2}}$$

Son factores determinantes ya que el sistema es a flexión:

Puentes grúa traslación manual = 0.50

Puentes grúa traslación eléctrica 0.75-1

Se calculó la viga sin considerar su propio peso, se considera el peso del Tecla o Polipasto y el Trolley o carro.

$Q = 1 \text{ Ton. (1000kg)}; Q_V = 1848 \text{ kg}$

$Q_{\text{polipasto}} = 60 \text{ kg.}$

$Q_{\text{Trolley}} = 30 \text{ kg.}$

$G_o = Q_{\text{polipasto}} + Q_{\text{Trolley}} = 60kg + 30kg = \mathbf{90kg}$

5.1.3. Presión en ruedas del Trolley

$$P = \frac{Q + G_o}{2}$$

$$P = \frac{1848 \text{ kg} + 90 \text{ kg}}{2} = 969 \text{ kg.}$$

5.1.4. Momento flector máximo

$$M_1 = \frac{P(L_1 - \frac{I_1}{2})^2}{2L_1}$$

$$M_1 = \frac{969 \text{ kg}(320 \text{ cm} - \frac{14 \text{ cm}}{2})^2}{2 * 320 \text{ cm}}$$

$$= \frac{969 \text{ kg} * 97969 \text{ cm}^2}{640} = 148331.18 \text{ kg.cm}$$

5.1.5. Flecha debía a la carga móvil

En tipo de vigas de alma llena, su valor es menor o igual a L/500. Si observamos en la Tabla IPN 200 que tiene de momento resistente 194 cm^3 . Ver Anexo XXI. Tabla 3.

$$f = \frac{L_1}{500} = \frac{320}{500} = 0.64$$

$$J_{erf} = \frac{P}{48 * f * E} (L_1 - I_1) * (3L^2 - (L_1 - I_1)^2)$$

$$J_{erf} = \frac{969 \text{ kg}}{48 * 0.64 * 1940000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} (320 \text{ cm} - 14 \text{ cm}) * (3(320 \text{ cm})^2 - (320 \text{ cm} - 14)^2)$$

$$= \frac{969 \text{ kg}}{59596800 \text{ cm}^2} (306 \text{ cm})(307200 \text{ cm}^2 - 93636 \text{ cm}^2)$$

$$1.63 \times 10^{-5} * 65351502 = 1065.22 \text{ cm}^2$$

5.1.6. Momento flector por peso de viga

$$M_2 = \frac{g * (L_1)^2}{8}$$

$$M_2 = \frac{0.224 \frac{\text{kg}}{\text{cm}} * (320)^2}{8} = 2867.2 \text{ kg.cm}$$

El valor de g se obtiene del Anexo XXI. Tabla 3.

5.1.7. Módulo de sección de la viga

$$Z_{xx} = W_x = \left(\frac{J_{erf}}{\left(\frac{H}{2}\right)} \right)$$

$$W_x = \left(\frac{1065.22 \text{ cm}^3}{\left(\frac{12}{2}\right)} \right) = 177.53 \text{ cm}^3$$

El valor de H se lo obtiene del Anexo XXI. Tabla 3.

5.1.8. Esfuerzo del trabajo

$$\sigma_{trab} = \frac{\varphi(M_2) + \psi(M_1)}{W_x}$$

$$\sigma_{trab} = \frac{1.1(2867.2 \text{ kg.cm}) + 1.68(148331.18 \text{ kg.cm})}{177.22 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma_{trab} = \frac{252350.30 \text{ kg.cm}}{177.22 \text{ cm}^3} = 1894.04$$

$$\sigma_{trab} = 1894.04 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 1897.5 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} ; 2530 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se deduce que la viga calculada es la adecuada dando un esfuerzo admisible de trabajo casi igual al máximo, ya que las dimensiones de la viga son menores a las de fábrica de L= 489cm.

5.2. CÁLCULOS DEL LÍMITE ELÁSTICO Y DE DEFORMACIÓN DE LA VIGA EN SOLIDWORKS

Según la escala de Vonmises el análisis de tensiones sobre el eje de la viga tiene una escala de deformación de 288,371. Se aplicó una fuerza para el análisis estático en la flecha de aproximadamente 1 Tonelada resultado un límite elástico de 2,025e+02 N/m² como se observa en la Figura 5.1.

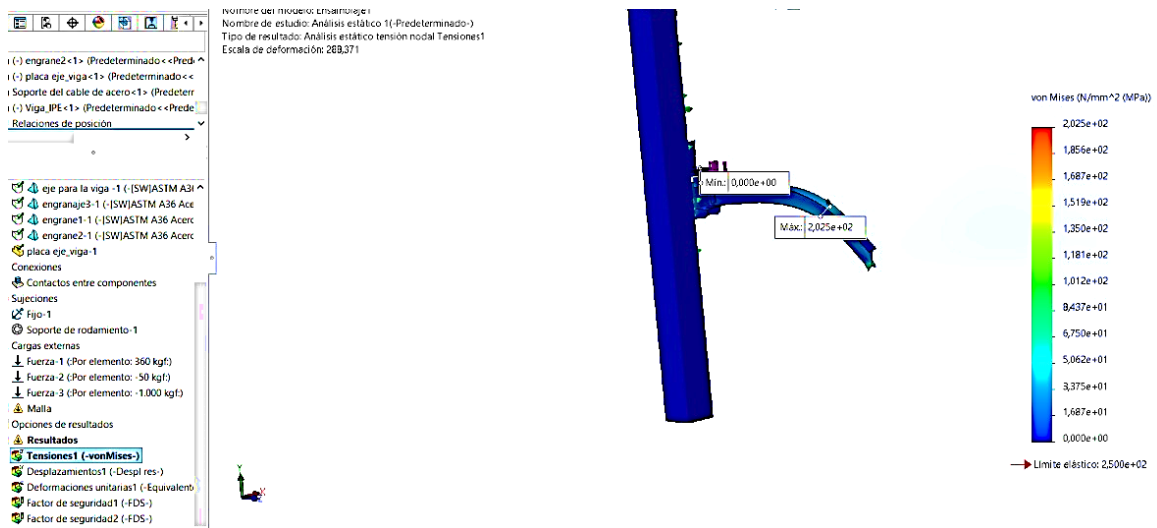


Figura 5. 1. Análisis de fuerza.

Se realizó el análisis de desplazamiento estático en la viga para conocer su desplazamiento estático con una fuerza aplicada de 1 tonelada, está en un rango muy aceptable con valores entre $1,00e-30$ y $1,790e+00$ mm y una escala de deformación de 288,371 como se observa en la Figura 5.2.

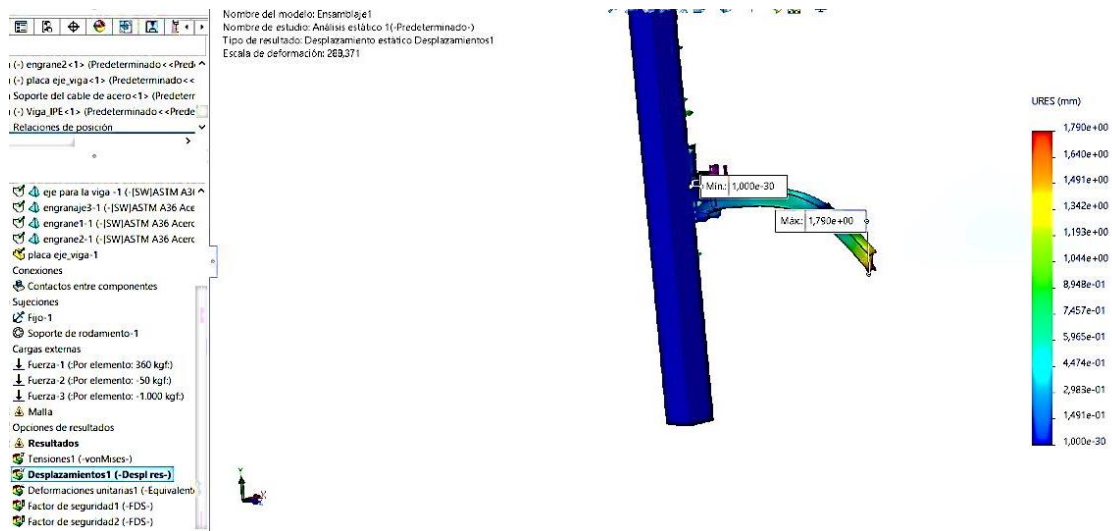


Figura 5. 2. Análisis de desplazamiento estático.

Se aplicó una fuerza de 1 tonelada en la viga para calcular las deformaciones unitarias, según tiene un valor entre $0,000e+00$ y $6,605e-04$ como se observa en la Figura 5.3.

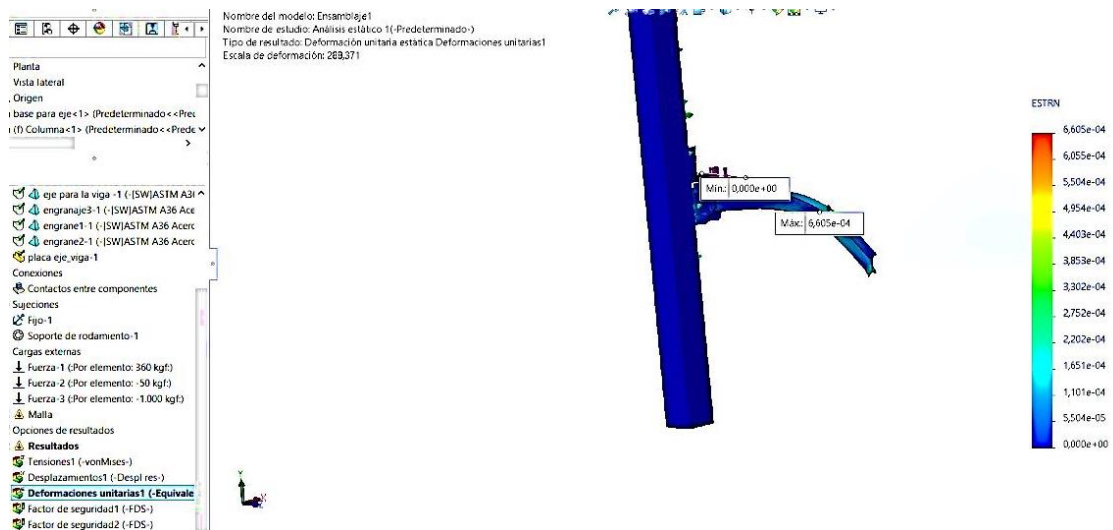


Figura 5. 3. Análisis de deformaciones.

Se calculó el factor de seguridad mínimo de 1,2 sobre toda la estructura, que está en el rango requerido ya que el mínimo es mayor o igual a 1. Como se observa en la Figura 5.4.

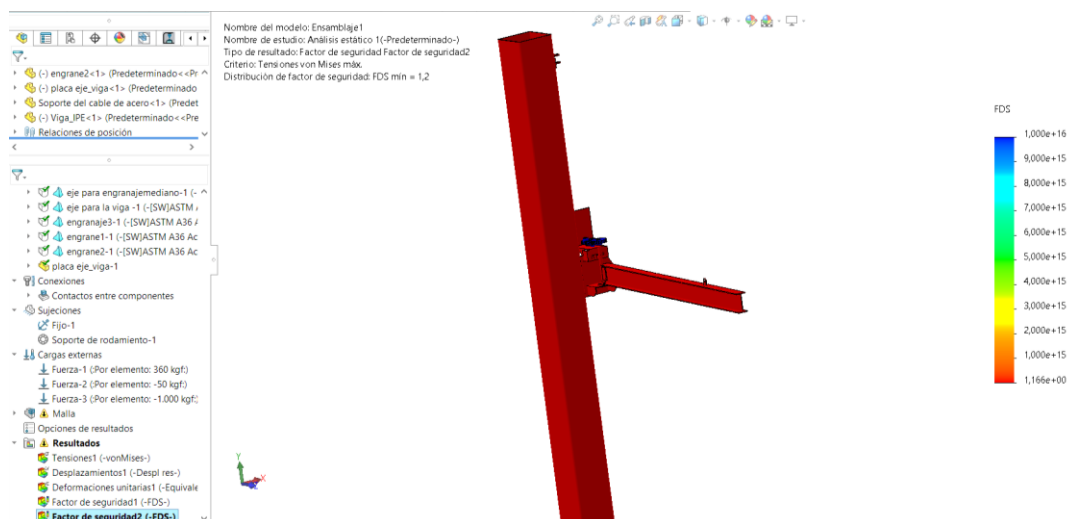


Figura 5. 4. Factor de seguridad del brazo grúa.

Se calculó el factor de seguridad mínimo de 2,57 sobre el eje, que está en el rango requerido ya que el mínimo es mayor o igual a 1. Como se observa en la Figura 5.5.

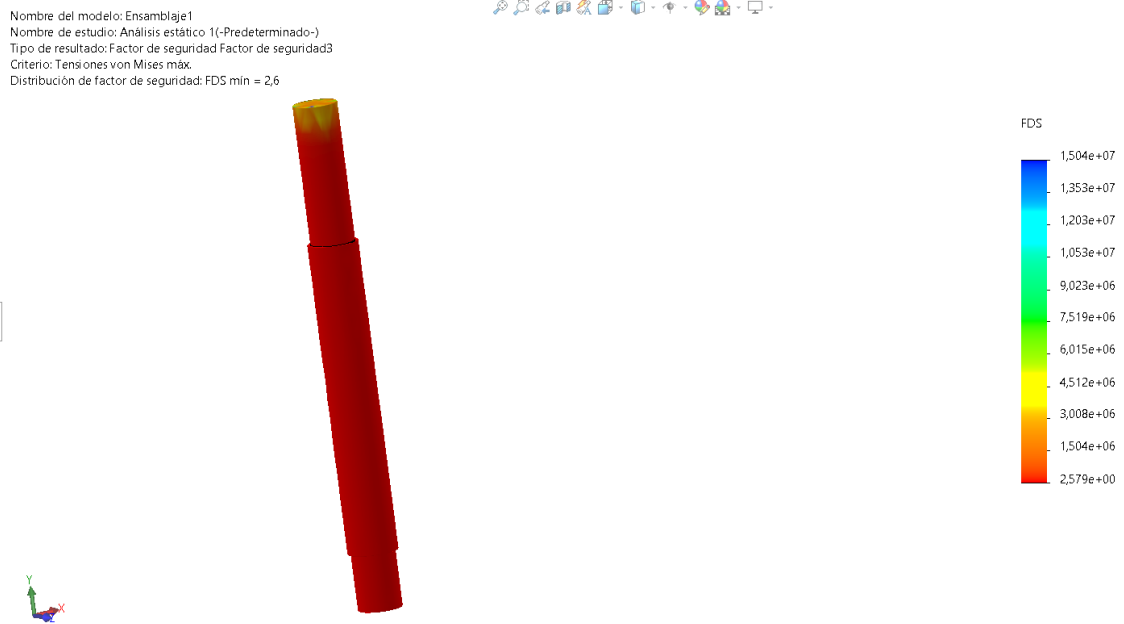


Figura 5. 5. Factor de seguridad del eje.

5.3.MOTOR REDUCTOR

Tabla 5. 1. Datos del motor.

Nombre	Símbolo	Ecuación	Resultado
Potencia real del motor	POT_{mot}	4.11	0,75 kw
Torque mínimo requerido en el eje del motor	T	4.12	2,5 kg.m

5.4. RPM ENTREGADOS POR JUEGO DE ENGRANAJES

Dada las mediciones obtenidas tenemos los siguientes datos:

$$Z_m = 29 \text{ dientes}$$

$$Z_s = 44 \text{ dientes}$$

$$N_m = 210 \text{ rpm}$$

$$N_s = i$$

$$N_s = \frac{29 \text{ dientes} \times 210 \text{ rpm}}{44 \text{ dientes}}$$

$$N_s = 138.40 \text{ rpm}$$

La velocidad generada por el Motor-Reductor es de 210 rpm, calculamos el primer y segundo engranaje, al ser transmitida al piñón de salida se redujo a 54.9 rpm. Para el cálculo de la velocidad total con el juego de engranajes entre el segundo y tercer engranaje aplicamos la misma ecuación.

$$\frac{15 \times 138.40 \text{ rpm}}{40 \text{ dientes}}$$

$$N_s = 51.9 \text{ rpm}$$

La velocidad generada por el motor-reductor se redujo con el juego de engranajes a 51.9 rpm

5.5.RESULTADOS DE CÁLCULO DE LA BASE DEL BRAZO GRÚA

Según el diseño que hemos realizado sus dimensiones son las siguientes:

Ancho = 210 mm

Espesor = 30 mm

Posee 4 perforaciones de 25 mm

Largo = 220 mm

Σ peso = Trolley + Tecla + Viga + Componentes de la Riel C – Track + carga + eje

Trolley = 30 kg

Tecla = 60 kg

Viga = IPE 200 = 22, 96 kg/m

$$22, 96 \text{ kg/m} \times L$$

$$22, 96 \text{ kg/m} \times 3.20 \text{ m} = \mathbf{73.47 \text{ kg}}$$

Componentes de la Riel C-Track = 15 kg

Carga= 1000kg

Eje = 8 kg

Otros = 70 kg

$$\Sigma \text{peso} = 30 \text{ kg} + 60 \text{ kg} + 73.47 \text{ kg} + 15 \text{ kg} + 1000 \text{ kg} + 8 \text{ kg} + 70 \text{ kg} = \mathbf{1256.47 \text{ kg}}$$

5.5.1. Área neta

$$AN = Ag - Dxt$$

$$AN = Ag \times t - 4 \left(D + \frac{1}{Ag} \right) \times t$$

Donde AN es el área neta, Ag es el área bruta, D es el diámetro de las perforaciones y t es el

Espesor = 30

210mm = 8.26 pulg.

30 mm = 1.18 pulg.

25 mm = 0.098 pulg.

$$AN = 8.26 \text{ pulg.} \times 1.18 \text{ pulg.} - 4 \left(0.098 \text{ pulg.} + \frac{1}{8} \text{ pulg.} \right) \times 1.18 \text{ pulg.}$$

$$AN = 9.74 \text{ pulg.} - 1.052 \text{ pulg.} = \mathbf{8.68 \text{ pulg}^2}$$

$$8.68 \text{ pulg}^2 \times 2.54^2 = 56 \text{ cm}^2$$

5.5.2. Esfuerzo permisible

$$E_p = AN \times EPL$$

$$E_p = 8.68 \text{ pulg}^2 \times 2200 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2} = 19096 \text{ lb Carga máxima}$$

$$19096 \text{ lb} \times 0.454 \text{ kg} = \mathbf{8669.58 \text{ kg} = 8 \text{ Toneladas}}$$

Donde E_p es el esfuerzo permisible y EPL es el esfuerzo admisible del acero a considerar.

$$\Sigma \text{peso} = \mathbf{1256.47 \text{ kg} < 8669.58 \text{ kg}}$$

La base soporta 8 toneladas debido a su espesor y no sufrirá daños con el peso total del sistema

5.6. CAPACIDAD DEL CABLE DE ACERO

$$WLL = 5/8 \times 5/8 \times 9.72$$

$$WLL = 0.625^2 \times 9.72 = \mathbf{3.8 \text{ toneladas}}$$

El cable seleccionado es adecuado ya que soporta más de 1 tonelada.

5.7. CÁLCULOS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

5.7.1. Cálculo para la selección del cable del Motor-reductor

Utilizamos la norma UNE 20460-5-523 para seleccionar el cable. Debemos conocer el método de instalación de los cables, puede ser A1, A2, B1, B2, etc. El método de instalación nos indica en qué circunstancias se han instalado los conductores, si es tubo empotrado en pared de obra, tubo empotrado en pared de madera, cable multiconductores, cables unipolares, etc.

En nuestro caso el tipo de cable utilizado es unipolar ya que está formado por un solo conductor, es de tipo A1 conductores unipolares aislados en molduras. Ver Anexo XXII. Tabla 1.

Una vez conocido el método de instalación, después seleccionamos si se trata de un circuito trifásico o monofásico, también el tipo de aislante que utiliza, PVC (tipo de material termoplástico) y XLPE (tipo de material termoestable). En nuestro caso es de tipo A1, trifásico, tipo PVC, fila 1 y columna 2. Ver Anexo XXII. Tabla 2.

Seleccionamos la intensidad que tendrá que soportar el cable, la columna de la intensidad en la que nos moveremos estará definida por el método de instalación y el tipo de aislante.

Para conocer la intensidad del motor-reductor que vamos a utilizar utilizamos la ecuación (4.29) para líneas trifásicas También recordar que siempre que por la misma canalización circule más de un circuito tendremos que multiplicar la intensidad por el factor de reducción. Ver Anexo XXII. Tabla 3.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{746 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V} \times \cos 0.90} = 1.95 \text{ A} \times 1.25 \times 1 = 2.43 \text{ A}$$

A esta intensidad debemos multiplicar por 1.25 (factor de servicio), debido a la potencia del motor-reductor, también porque va alimentar un motor eléctrico y hay q sobredimensionar el cable para cuando el motor arranque. Ver Anexo XXII. Tabla 4.

Para seleccionar de acuerdo a la intensidad obtenida de 2.43 A obtenemos un calibre de 1.5 mm². Ver Anexo XXII. Tabla 2. Y para seleccionarlo obtenemos de la tabla de Ampacidades de Viakon con un calibre **AWG N°14** de 2.08 mm². Ver Anexo XXII. Tabla 5.

5.7.1.1. Sección por máxima caída de tensión

Para calcular la sección con caída de tensión en la ecuación (4.21) se necesitó la resistividad dependiendo del material de la Tabla 5.2.

Tabla 5. 2. Temperatura según el material [39]

Material	$\rho_{20}(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m})$	$\rho_{20}(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m})$	$\rho_{20}(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m})$	$\rho_{20}(\Omega \cdot \frac{mm^2}{m})$
Cobre	0,018	0,021	0,023	0,00392
Aluminio	0,029	0,033	0,036	0,00403
Almelec (Al-Mg-Si)	0,032	0,038	0,041	0,00360

$$\Delta V = V \times 3 = 220 \times 3 / 100 = 6.6$$

$$\Delta V = V \times 2 = 220 \times 2 / 100 = 4.4$$

$$\Delta V = Vx1 = 220 \times 0.25 / 100 = 0.55$$

Utilizamos la ecuación (4.21) para conocer la sección del cable para el motor-reductor con la intensidad calculada.

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\Delta V} = \frac{\sqrt{3} \times 0.021 \times 16 \times 2.43 \times \cos 0.90}{0.55} = 2.57 \text{ mm}^2$$

La sección calculada del cable para el motor-reductor es 2.57 mm^2 , el calibre más aproximado es de 3.31 mm^2 con un calibre **AWG N° 12**. Ver Anexo XXII. Tabla 2. Utilizamos la caída de tensión mayor según la norma NOM-001-002-2021 para evitar una caída de tensión mayor que el 3% en la salida más lejana que alimente cargas de calefacción, de fuerza, de alumbrado o cualquier combinación de ellas y en los que la caída máxima de tensión combinada de los circuitos alimentadores.

5.7.2. Cálculo para selección del cable de Tecle

La intensidad nominal ya nos viene dada por el fabricante, ya que el Tecle trabaja con dos velocidades, para nuestro caso utilizamos solo una velocidad con $I = 8.2 \text{ A}$. utilizamos la ecuación (4.27) para conocer la potencia en W.

$$2\text{HpX}746 \text{ W} = 1492 \text{ W}$$

En nuestro caso el tipo de cable utilizado es multiconductor ya que está formado por múltiples conductores, según el Anexo XXII. Tabla 1. Es de tipo B1 cables multiconductores en falsos techos o suelos técnicos.

En nuestro caso es de tipo B1, trifásico, tipo PVC, fila 3 y columna 4. El factor de servicio para motores con potencia de 2 Hp es de 1.15. Ver Anexo XXII. Tabla 4. Y factor de reducción de 0.85. Ver Anexo XXII. Tabla 3.

$$I = 8.2 \text{ A} \times F_s \times F_r$$

$$I = 8.2 \times 1.15 \times 0.80 = 7.54 \text{ A}$$

Para seleccionar de acuerdo a la intensidad obtenida de 7.54 A obtenemos un calibre de 1.5 mm^2 . Ver Anexo XXII. Tabla 2. y para seleccionarlo obtenemos de la tabla de Ampacidades de Viakon un con un calibre **AWG N°14** de 2.08 mm^2 . Ver Anexo XXII. Tabla 5.

5.7.2.1. Sección por máxima caída de tensión

Utilizamos la ecuación (4.21) para conocer la sección del cable para el tecele con la intensidad calculada.

$$\Delta V = Vx3 = 220 \times 3 / 100 = 6.6$$

$$\Delta V = Vx2 = 220 \times 2 / 100 = 4.4$$

$$\Delta V = Vx1 = 220 \times 1 / 100 = 2.2$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{\Delta V} = \frac{\sqrt{3} \times 0.021 \times 16 \times 8 \times A \times \cos 0.90}{2.2} = 2.11 \text{ mm}^2$$

El tecele necesita un cable de calibre 2.11 mm^2 que según el Anexo XXII. Tabla 5. Se aproxima el de 3.31 mm^2 . **AWG N° 12**. Ya que según recomendaciones del fabricante recomiendo usar cable plano 4x12 AWG normalizado internacionalmente.

5.7.3. Cálculo para selección del cable del Trolley

La intensidad nominal ya nos viene dada por el fabricante, ya que el Tecele trabaja con dos velocidades, para nuestro caso utilizamos solo una velocidad con $I = 4.1 \text{ A}$.

$$2\text{Hp} \times 746 \text{ W} = 1492 \text{ W}$$

En nuestro caso el tipo de cable utilizado es multiconductor ya que está formado por múltiples conductores, según el Anexo XXII. Tabla 1. Es de tipo B1 cables multiconductores en falsos techos o suelos técnicos.

En nuestro caso es de tipo B1, trifásico, tipo PVC, fila 3 y columna 4 como se observa en el Anexo XXII. Tabla 1. El factor de servicio para motores con potencia de 2 Hp es de 1.15. Ver Anexo XXII. Tabla 4. Según por factores de reducción tiene un valor de 0.80 capa única con bandeja de escalera o abrazadera. Ver Anexo XXII. Tabla 3.

$$I = 4.1 \text{ A} \times F_s \times F_r$$

$$I = 4.1 \times 1.15 \times 0.80 = 3.772 \text{ A}$$

Para seleccionar de acuerdo a la intensidad obtenida de 3.772 A obtenemos un calibre de 1.5 mm^2 . Ver Anexo XXII. Tabla 2. Y para seleccionarlo obtenemos de la tabla de Ampacidades de Viakon un con un calibre **AWG N°14** de 2.08 mm^2 . Ver Anexo XXII. Tabla 5.

5.7.3.1. Sección por máxima caída de tensión

Para calcular la sección con caída de tensión en la ecuación (4.21) se necesitó la resistividad dependiendo del material.

Utilizamos la ecuación (4.21) para conocer la sección del cable para el Trolley con la intensidad calculada.

$$\Delta V = V \times 3 = 220 \times 3 / 100 = 6.6$$

$$\Delta V = V \times 2 = 220 \times 2 / 100 = 4.4$$

$$\Delta V = V \times 1 = 220 \times 0.25 / 100 = 0.55$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{\Delta V} = \frac{\sqrt{3} \times 0.021 \times 12 \times 3.772 \text{ A} \times \cos 0.90}{0.55} = \mathbf{2.99 \text{ mm}^2}$$

Para que no exista caídas de tensión el tecele se necesita un cable de calibre 2.99 mm^2 que según el Anexo XXII. Tabla 5. Se aproxima el de 2.08 mm^2 con un calibre **AWG N° 12**. Ya que según recomendaciones del fabricante recomendando usar cable plano 4x12 AWG normalizado internacionalmente.

5.7.4. Metodología para selección de Protección de guardamotor del Tecele

Debemos calcular la potencia en w; $1 \text{ hp} = 746 \text{ w}$, con la ecuación (4.27).

$$P = 2 \text{ hp} \times 746 \text{ w} = 1492 \text{ W}$$

La intensidad nominal se calcula con la ecuación (4.30)

$$I = 8.2 \text{ A} \times 1.15 = 9.43 \text{ A}$$

La intensidad a la que debe estar regulada el guardamotor es de 9.43 A , trabajando el motor a un 100%. Este valor se multiplica por el factor de servicio de 1.25 según la clasificación Nema estadounidense. Ver Anexo XXII. Tabla 4.

El guardamotor después de obtener su intensidad nominal debe estar regulado a esta y por el factor de servicio del motor para proteger el motor reductor en nuestro caso por sobrecarga. Para un mejor tiempo de disparo se ajusta el amperaje cercano al nominal. Este guardamotor solo lo utilizamos para el Tecele es el más costoso.

5.7.5. Cálculo para el termo magnético circuito trifásico

Mediante los cálculos realizados anteriormente y ya que es un sistema trifásico. La NEC 2017 recomienda que las protecciones eléctricas, breakers o disyuntores sean dimensionadas al 100% de la carga no continua, más el 125 de la carga continua.

Debido a que por el termomagnético trifásico circula corriente del motor-reductor, motor del teclé, motor del Trolley se lo dimensiona a una intensidad nominal de **11 A**.

5.7.6. Cálculo para el termo magnético circuito monofásico

El voltaje con el que trabaja este termo magnético es de 110 V ya que el circuito posee un transformador de 220 a 110V, la intensidad que consume el control inalámbrico es de 5 A.

$$5 \times 1.25 = \mathbf{6.25 \text{ A}}$$

5.7.7. Cálculo para el termomagnético circuito bifásico

La corriente que circula por el monofásico es el mismo que circula por el bifásico

$$5 \times 1.25 = \mathbf{6.25 \text{ A}}$$

5.7.8. Selección del contactor

El contactor su amperaje debe ser mayor a la intensidad nominal, para que trabaje sin ningún problema. Según el Comité Electrotécnico Internacional, se considera el uso de un contactor tipo Ac-4 para motores de jaula en arranque, marcha y frenado por inversión, con una corriente de **12 A**.

5.8.PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO DEL BRAZO GRÚA

La grúa diseñada debe cumplir con la capacidad máxima de 1000 kg y la movilización de objetos en un tiempo menor y ágil para facilitar el trabajo en la Empresa PROELEVACIÓN S.A. Para demostrar el correcto funcionamiento se realizaron varias pruebas a continuación.

5.8.1. Conclusiones de la prueba

- Debido a que el funcionamiento del brazo grúa es motorizado sus movimientos funcionaron apropiadamente y no se observó fallas.
- Los engranajes se mueven sin dificultad, ni trabas en su propio eje.
- Se observó la facilidad de maniobrar la carga con un control inalámbrico.

- El Motor-Reductor posee una velocidad reducida ya que posee un reductor lo cual le da fuerza a bajas revoluciones para movilizar el brazo grúa.
- El teclé y el Trolley reciben las señales correctamente del control inalámbrico.
- La viga se moviliza sin dificultad a lo largo de su trayecto.
- Anteriormente los trabajadores movilizaban los objetos de forma manual con ayuda de herramientas manuales, en comparación con el brazo grúa implementado hicieron menor esfuerzo físico y fue más rápido ya que necesitaban menos operarios para esta prueba.



Figura 5. 6. Pruebas de funcionamiento del brazo grúa.

5.9.DIAGRAMA DE CONEXIONES

En la Figura 5.7 se observa el diagrama de los elementos conectados; el cual la caja principal es el centro de conexiones eléctricas; donde se conectan los sistemas de control como son la botonera y el control inalámbrico; el sistema de potencia son el teclé, Trolley y motor reductor. En la caja principal se encuentran las diferentes protecciones y las borneras que son las conexiones de los elementos de mando, al igual que los componentes de potencia.

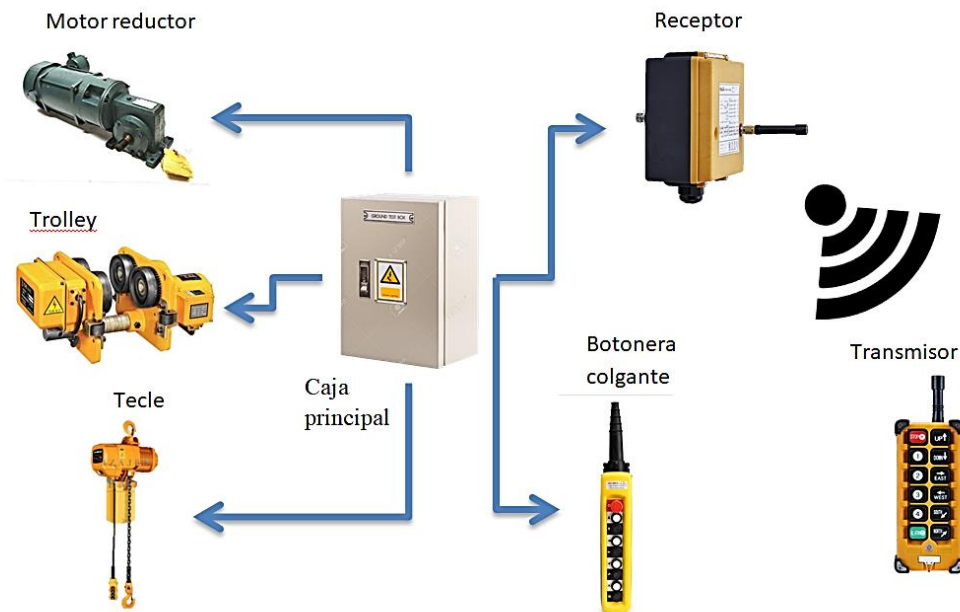


Figura 5. 7. Diagrama de comunicación de los elementos.

5.10. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL BRAZO GRÚA

5.10.1. Operación

- Para el manejo del brazo grúa se necesita de una persona capacitada o que tenga conocimientos previos en izado de objetos.
- A partir de comenzar el izado y movilización de objetos se debe prohibir el cruce de personal para evitar accidentes, además deben contar con las EPP como casco, guantes, entre otros.
- No se debe exceder la carga máxima de 1 Tonelada, para esto se recomienda conocer el peso de los objetos a movilizar.
- Mantener una distancia adecuada a la carga; no estar debajo de la carga
- No perder de vista la carga, porque al manipular el control inalámbrico puede chocar y sufrir algún daño.
- Después de utilizar el brazo grúa desconectar la alimentación para evitar fallos de energía (circuitos de potencia y/o de mando)

5.10.2. Mantenimiento

Consiste en el ajuste, sustitución, prevención que se realizan para que no tenga fallas, ni daños representativos para mantener un nivel aceptable de operación y seguridad.

5.10.2.1. Sistema estructural

- Verificar que todas las tuercas del brazo grúa estén bien ajustadas una vez al mes.
- Comprobar que la soldadura no tenga grietas una vez al mes.

5.10.2.2. El brazo grúa

- Comprobar los ajustes de los pernos de las chumaceras con la base principal una vez al mes.
- Engrasar chumaceras, eje de la viga y ruedas de Trolley quincenalmente.
- Inspeccionar prisioneros en los componentes una vez al mes.

5.10.2.3. Trolley

- Engrasar los rodamientos del carro quincenalmente.
- Comprobar el ajuste de las tuercas de seguridad por lo menos una vez al mes
- Inspeccionar desgaste de las ruedas quincenalmente según su uso.
- Revisión del freno cada mes.

5.10.2.4. Tecele

- Engrasar cada y sus componentes una vez al mes.
- Cambio de aceite una vez al mes.
- Revisión del freno cada tres meses dependiendo su uso.
- Revisar conexiones eléctricas una vez al mes.

5.10.3. Normas de seguridad

5.10.3.1. Normas de seguridad de izaje

Al momento de operar el puente grúa el izaje es muy importante ya que al tener una carga suspendida o elevarla hay que hacerlo según normativas; en el manual de usuario KONECRANES nos facilita unas tablas donde especifican que no se debe hacer y cómo se deber hacer en el izaje; cabe recalcar que dicho manual está bajo normas ANSI. Ver Anexo XXIII. Tabla 1. Para realizar izaje de forma segura tenemos el manejo de objetos mediante gancho normas de seguridad. Ver Anexo XXIII. Tabla 2.

Para la elevación de la carga mediante gancho debemos respetar las normas de seguridad. Ver Anexo XXIII. Tabla 3.

5.10.4. Equipo de protección personal

Se entenderá por EPP cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Si se utiliza Equipos de Protección Personal no certificados, modificados, no de acuerdo con el fabricante, CADUCADOS o en mal estado, equivale a no llevar nada, o sea, estamos expuestos al RIESGO que intentamos eliminar. La eficacia de los Equipos de Protección Personal depende tan sólo de su uso correcto y de un adecuado mantenimiento.

El operador de Puente-Grúa dispondrá de:

- Casco, calzado de seguridad y guantes.
- Debido a la coexistencia de otros riesgos pueden ser necesarios otros EPP.
- El uso de Calzado de seguridad antideslizante con puntera reforzada es necesario en las operaciones de carga y descarga (para evitar posibles aplastamientos).
- Guantes de seguridad. Para posibles aplastamientos, cortes y pinchazos, durante el trabajo.
- Protección de los oídos. Cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido en la Empresa y en todo caso, cuando sea superior a 80dB(A), será obligatorio.

5.10.5. Normas de seguridad al operar la grúa

Las normas de seguridad que están en responsabilidad del propietario son importantes ya que designa al operador de la grúa; en el manual de usuario de KONECRANES basándose en la norma ANSI, especifican varios puntos en cuestiones generales de seguridad. Ver Anexo XXIII. Tabla 4.

5.11. TIEMPO EN LA MOVILIZACIÓN DE OBJETOS

Según en el Taller de PROELEVACIÓN S.A. para movilización de una carga entre 25 a 1000 kg con herramientas manuales se toman un tiempo de 17 minutos por carga o por caja, 7 minutos en alzar la carga, 3 en transportarlo y 7 en bajar la carga, esta actividad requiere obligatoriamente mínimo para realizarla de dos trabajadores, ya que uno debe subir y sujetar la carga de forma manual y otro transportarla igualmente de forma manual, estos datos los tomamos como se observa en la Tabla 5.3. Esta actividad hay que tomar en cuenta que puede convertirse en repetitiva llevando aun mayor tiempo a los trabajadores en movilizar objetos, ya

que al poseer herramientas manuales hay que utilizarla una vez y desmontarla de seguros, amarras y posicionarla para la siguiente carga para volverla a utilizar.

Tabla 5. 3. Tiempos de trabajo en el Taller de PROELEVACIÓN S.A. con brazo grúa manual.

Tiempos de trabajo en el Taller de PROELEVACIÓN S.A. con brazo grúa manual			
Objeto de peso entre 25 kg a 1000kg			
Actividad	Tiempo (min)	Número de trabajadores por actividad	Total de trabajadores
Alzar el objeto	7	2	Según la Empresa necesita 2 personas para todo el proceso
Transportar el objeto	3	2	
Bajar el objeto	7	2	
Total manual	17		

En esta prueba se realizaron mediante la movilización de objetos en un ángulo de 180° con una carga máxima aproximada a la señalada. Se preparó el tecele eléctrico para levantar una carga aproximada de 800 kg, la viga se movilizó mediante un control inalámbrico ya que se mueve dentro y fuera del Taller, allí se bajó la carga y se lo ubico dentro del Taller. La carga se movilizó fácil y ágil en la Empresa. Con la implementación del brazo grúa movilizar una carga tiene los siguientes tiempos promedios, 0.06 minutos en alzar la carga, 0.06 minutos en transportarla y 0.06 minutos en bajar la carga así optimizando un tiempo promedio de 0.18 minutos la cual se encuentra la tabla en el anexo XXV reduciendo el tiempo de movilización de objetos en el Taller de PROELEVACIÓN S.A., para la actividad se necesita 1 persona. Ver Tabla 5.4.

Para comprobar la hipótesis planteada en esta investigación realizaron 31 mediciones de tiempo en la movilización de objetos en el taller de PROELEVACION S.A; las mismas que están registradas en el anexo XXV de esta memoria escrita. Para la medición del tiempo de trabajo del brazo grúa se lo realizo mediante un cronómetro; obteniendo un promedio de las mediciones con un brazo grúa de tecele manual de 17 minutos y un promedio de 0,18 minutos con un brazo grúa motorizado, notando una diferencia significativa de los tiempos y demostrando que se optimizo los tiempos en la movilización de objetos.

Tabla 5. 4. Tiempos de trabajo con el brazo grúa.

Tiempos de trabajo en el Taller con el brazo grúa			
Objeto de peso entre 25 kg a 1000kg			
Actividad	Tiempo (min)	Número de trabajadores por actividad	Total de trabajadores
Alzar el objeto	0,06	1	Se necesita 1 persona para todo el proceso
Transportar el objeto	0,06		
Bajar el objeto	0,06		
Total	0,18		

Se realizó un diagrama de barras, donde el color azul representa el tiempo de movilización de objetos en forma manual y el color rojo el tiempo con componentes eléctricos, como se puede observar en la Figura 5.8; el tiempo se reduce muy considerablemente con el brazo grúa en cada actividad.

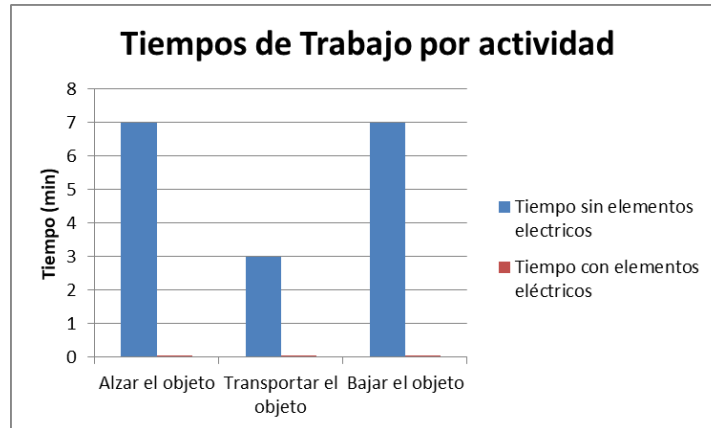


Figura 5. 8. Diagrama de barras tiempos de trabajo por actividad.

Se realizó el diagrama de barras con el tiempo total de trabajo manual y con el brazo grúa, como se puede observar en la Figura 5.7 el tiempo disminuye muy considerablemente l igual que su esfuerzo físico. Verificando dicha información mediante un documento firmado por el propietario donde se afirma el tiempo de trabajo con el brazo grúa de una tonelada.

Teniendo un porcentaje del 99% más rápido, con objetos de grandes dimensiones, por la complejidad que tiene al ser elevada y transportada de un lugar a otro por trabajadores o con un tecele manual.



Figura 5. 9. Diagrama de barras tiempos de trabajo.

6. PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE IMPACTOS

Para la realización del proyecto influyeron los costos de adquisición de equipos como son el motor reductor, el tecla de una tonelada al igual que su Trolley, la viga junto con los materiales metálicos y accesorios.

6.1. PRESUPUESTO

En el desarrollo del diseño y simulación de fuerzas para la viga del brazo grúa en el software seleccionado, además se utiliza la versión de prueba del software llamado TRIAL al ser instalado ya que la licencia para su uso tiene un costo elevado y gastos en producción al ser un método tradicional es decir un proceso manual.

A continuación, se realiza un análisis de costos y de presupuesto; en la implementación del brazo grúa, en el anexo XXIV se puede observar con detalle el costo de las actividades desarrolladas.

Tabla 6. 1. Inversión total

Inversión Total	
Costos directos	3903
Costos indirectos	692.15
Mano de obra	3633.34
Imprevistos	100
TOTALES	8328.49

6.2. ANÁLISIS DE IMPACTOS

La propuesta tecnológica tendrá un solo tipo de impacto principal.

- Práctico
- Económico

Análisis práctico

Anteriormente para izar un objeto pesado se efectuaba con mayor número de trabajadores y por lo tanto a cada uno de ellos un mayor esfuerzo y tiempo limitado para esta actividad, al ser tareas repetitivas variaba el tiempo de movilización de la carga, la tasa de error se elimina con la implementación de la propuesta tecnológica.

Impacto económico

La implementación del brazo grúa, tomando en cuenta los gastos que una Empresa tiene en izar la carga que llega al Taller de PROELEVACIÓN S.A., ahorrando tiempo en relación con la remuneración del trabajador y generando mayor productividad en los trabajos de la Empresa. En la tabla 6.2, a continuación, se muestra aproximadamente el ahorro de tiempo en el transporte de objetos y económicamente sería bastante significativo a diferencia de un proceso convencional.

Tabla 6. 2. Presupuesto de la propuesta tecnológica

INGRESOS Y EGRESOS				
Periodos anuales	Inversión inicial	Ingresos	Egresos	Flujo neto
0	8328.49	0	0	-8328.49
1		21004,15	15900	51004,15
2		34057,03	25040	9017,03
3		25000,45	12802,05	12198,04
4		18532,06	10540	7992,06
5		8005,21	4350.05	3655,16
	TOTAL	106598,9	68632,1	
Tasa inflación	1,05			
Interés	10%			
VAN	\$37.313,81			
TIR	83%			

En la implementación del brazo grúa en el Taller de PROELEVACIÓN S.A. se tiene, costos de diseño e implementación, además de los materiales que se usaron en el proceso de ejecución del diseño, así como costos de mano de obra. Para tener conocimiento del impacto económico se aplican los cálculos del VAN y el TIR que se presentan la tabla, El TIR representa la tasa de rentabilidad del proyecto en nuestro caso es de 83 %, es una medida que mitiga la incertidumbre a la que está sometida el mercado. Para obtener el flujo neto se resta ingresos y egresos, para esto se proyecta un tiempo de 5 años para recuperación de la inversión en su totalidad, tomando en cuenta la tasa de inflación en el Ecuador en el año 2021 de 1,05% para los ingresos y egresos con un interés del 10 %.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1.CONCLUSIONES:

- El ensamble, simulación con objetos puntuales, el catálogo del fabricante, el dimensionamiento eléctrico, permitió seleccionar los componentes del brazo grúa como; Trolley, tecla, gancho, cadena, circuito de control con intensidad nominal y capacidad de carga.
- En el programa SolidWorks se realizó el diseño estructural del brazo grúa, la obtención de tensiones según la escala de vonmises de $2.025e+02$ N/mm² (MPa), los desplazamientos donde el máximo es de $1.790e+00$ mm, deformación unitaria su máximo es de $6.605e-04$ y el factor de seguridad estructural es de 1.2.
- Se determinó la implementación del brazo grúa en el Taller de PROELEVACIÓN S.A. calculando el esfuerzo de trabajo con una carga viva, obteniendo $1894,04$ kg/cm², el cual está por debajo del límite, enfocado en el perfil IPE200 (ASTM A36) del libro de Hellmut por factores de carga y esfuerzo máximo.
- El brazo grúa funcionó sin problema movilizandoo objetos de hasta 800 Kg y gracias a la implementación del proyecto, el Taller de PROELEVACIÓN S.A. disminuirá el tiempo en un 99 % de izar objetos; es decir; elevar y mover objetos de un lugar a otro con un tiempo de 0,18 minutos; además de disminuir el esfuerzo ergonómico en los trabajadores.

7.2.RECOMENDACIONES

- Para obtener un mejor resultado en el movimiento del brazo grúa en sentido horario y anti horario, se puede remplazar el sistema de engranes por un variador de frecuencia el cual ayuda a reducir la velocidad en relación al torque requerido, y mediante configuración del dispositivo electrónico podemos modificar los factores de aceleración y desaceleración.
- El motor-reductor usado en la elaboración del proyecto no dispone de un freno magnético a diferencia del trolley y del tecla, que ayuda a frenar el motor garantizando la seguridad del operario y la precisión del movimiento semicircular.
- Al izar objetos de grandes dimensiones utilizar eslingas para equilibrarlos, además el operario debe ser una persona calificada para el manejo de equipos de elevación evitando accidentes.

- En el diseño presentado el factor de seguridad es de 1.2, lo que determina que se encuentra dentro del rango permisible, por ser mayor a 1; sin embargo, se recomienda por cuestiones de seguridad del usuario no trabajar al tope de su capacidad de una tonelada, se sugiere aplicar refuerzos en la parte más vulnerable de la estructura de tal manera que se alcance un factor de seguridad mayor al 1.5 garantizando así la seguridad del operario.

8. REFERENCIAS

- [1] UNESCO, «UNESCO.COM,» [En línea]. Available: <https://es.unesco.org/>.
- [2] F. J. V. Jimenez, «biblioteca.utb,» 2008. [En línea]. Available: <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0067439.pdf>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [3] E. B. J. Noe, «tesis.ipn,» 08 2008. [En línea]. Available: <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/426/1/esquivelbasurto.pdf>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [4] M. F. D. L. Colina, «oa.upm.es,» 2015. [En línea]. Available: http://oa.upm.es/39243/1/Miguel_Florez_Colina.pdf. [Último acceso: 13 05 2021].
- [5] M. A. V. Castaño, 12 2018. [En línea]. Available: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/9839/T621.87%20V985.pdf;jsessionid=E99FA204DFE9E6523FEC615C3BCC0A16?sequence=1>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [6] J. E. A. Oña, «repositorio.uisek.edu.ec,» 08 2018. [En línea]. Available: repositorio.uisek.edu.ec. [Último acceso: 13 05 2021].
- [7] F. P. V. CUaical, 2011. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/1428/1/Tesis%20125%20-%20Vargas%20Cuaical%20Fernando%20Pa%C3%BA1.pdf>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [8] L. C. O. Diaz, «bigdigital.epn.edu.ec,» 07 2007. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/466/1/CD-0846.pdf>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [9] Solid-Bi, «solid-bi,es,» [En línea]. Available: <https://solid-bi.es/solidworks/>. [Último acceso: 14 05 2021].
- [10] Wendy, «<http://www.mobilejibcranes.com/>,» 2021. [En línea]. Available: <http://www.mobilejibcranes.com/polipasto-solidworks.html>. [Último acceso: 14 05 2021].

- [11] D. S. S.A., «<https://www.ecured.cu/>,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.ecured.cu/SolidWork>. [Último acceso: 14 05 2021].
- [12] AUTODESK, «AUTODESK INVENTOR,» [En línea]. Available: <https://www.autodesk.com/products/inventor/features>. [Último acceso: 29 Julio 2021].
- [13] F. PIEDRA, «FOCUSPIEDRA.COM,» 21 Abril 2017. [En línea]. Available: <https://www.focuspieadra.com/grua-de-bandera-de-brazo-manual-donati-gba-gbp/>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [14] HERSEN, «HERSEN.COM,» [En línea]. Available: <https://hersen.com/wp-content/uploads/2019/02/Grua-brazo-y-columna-3-copia.jpg>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [15] UMACON, «UMACON.COM,» 19 Junio 2016. [En línea]. Available: <http://www.umacon.com/noticia.php/es/que-es-un-polipasto/185#:~:text=Un%20polipasto%20es%20una%20m%C3%A1quina,de%20la%20corriente%20el%C3%A9ctrica%20domestica..> [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [16] Reporteroindustrial, «Reporteroindustrial.com,» [En línea]. Available: <https://www.reporteroindustrial.com/documenta/imagenes/135700/NER010L-g.jpg>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [17] S. Espericueta, «Slideshare,» 13 Diciembre 2013. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/SarahiEspericuetaGamez/motorreductores-y-motores-de-dc>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [18] E. C. d. M. S. d. C.V., «EnergiaControlada,» [En línea]. Available: <https://www.energiaccontrolada.com/faq/Que-es-un-motorreductor>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [19] S. M. s.a.s, «Trolley Eléctricos Para Polipastos Pawell,» [En línea]. Available: <https://smartmotion.com.co/trolley-electricos-carros-para-polipastos/>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [20] G. BREMEK, «bremeksac,» [En línea]. Available: <https://bremeksac.com/producto/tecles/trolley/trolleys-electricos/trolley-electrico-0-5-t-10-t/>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].

- [21] Tecniyale, «tecniyale,» 2021. [En línea]. Available: <http://www.tecniyale.com/paginas/sistema-electrico-por-cable-plano>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [22] Tecniyale, «tecniyale.com,» 2021. [En línea]. Available: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/87685faf.pdf>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [23] Tecniyale, «tecniyale.com,» 2021. [En línea]. Available: <http://www.tecniyale.com/paginas/botoneras>. [Último acceso: 12 05 2021].
- [24] Vahle, «vahle.es,» 2021. [En línea]. Available: <https://vahle.es/productos/vfestoon.html>. [Último acceso: 13 15 2021].
- [25] Progruas, «pro-grua-blogspot.com,» 2021. [En línea]. Available: <http://pro-grua.blogspot.com/2010/05/sistemas-de-electrificacion.html>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [26] Verticale, «grupoverticale.es,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.grupoverticale.es/finales-de-carrera/777-pf33610100.html>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [27] Transelec, «transelec.com.ar,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.transelec.com.ar/soporte/18434/que-es-un-guardamotor-y-su-diferencia-con-el-rele-termico/>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [28] Automatismoindustrial, «El contactor.,» [En línea]. Available: <https://automatismoindustrial.com/curso-carnet-instalador-baja-tension/d-automatizacion/1-2-control-de-potencia-aparamenta-electrica/contactores/>. [Último acceso: 13 05 2021].
- [29] AICRANE, «Grúas Plumas De Brazos Giratorios,» [En línea]. Available: <https://weihuagruapluma.cl/grua-de-brazo-giratorio/>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [30] J. Junqueta, «Personales.unican,» [En línea]. Available: https://personales.unican.es/junqueraj/JavierJunquera_files/Fisica-1/10.movimiento-de-rotacion.pdf. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [31] S. Euclides, «MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE MONTAJE Y DESMONTAJE DE TORRE GRÚA,» 2017. [En línea]. Available:

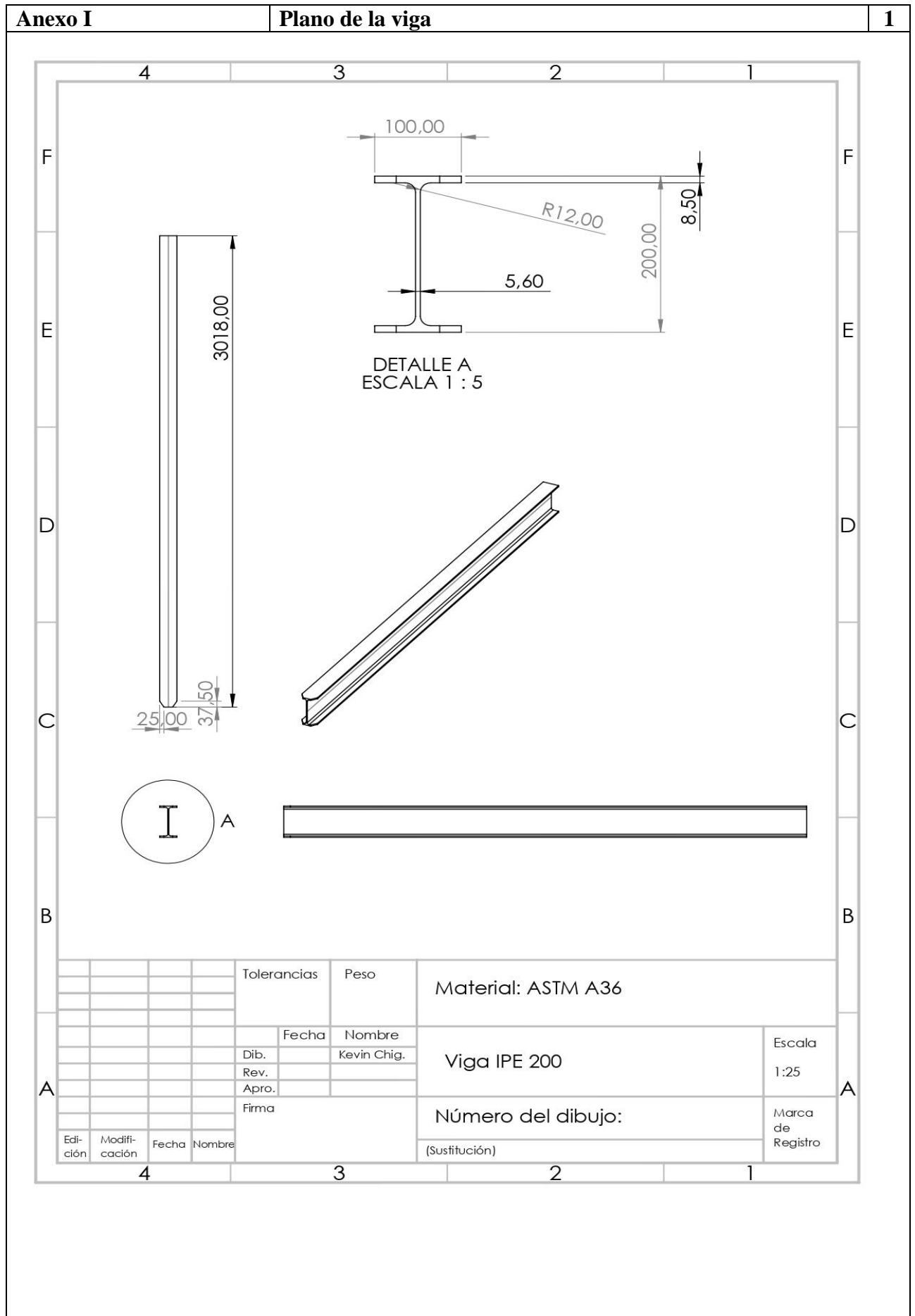
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5704/MCtiquse.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].

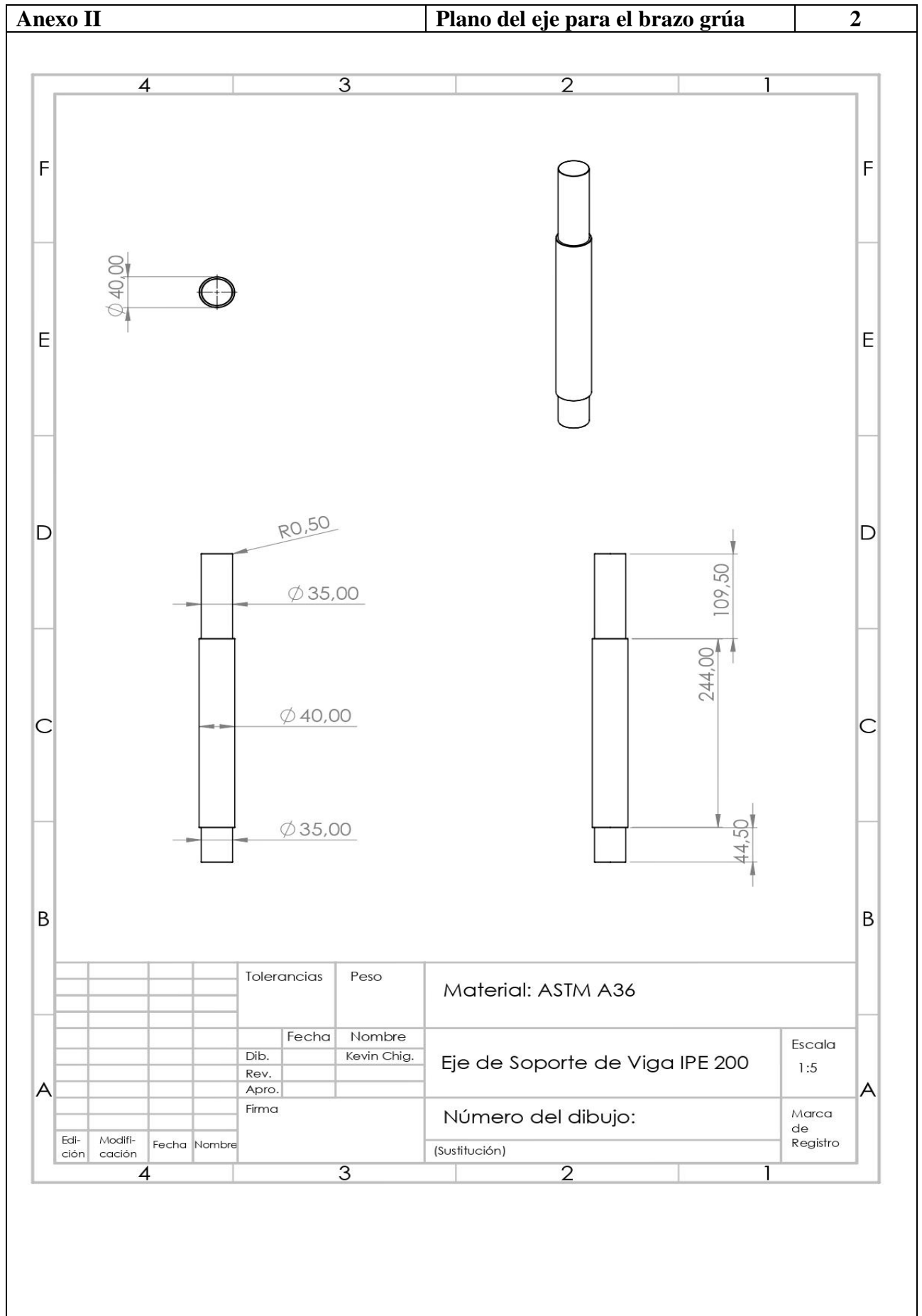
- [32] T. Nord, «tuv-nord.com,» [En línea]. Available: <https://www.tuv-nord.com/ar/es/servicios-industriales/certificacion-de-equipos-y-elementos-de-izaje/#:~:text=El%20t%C3%A9rmino%20E2%80%9CElementos%20de%20Izaje,tanto%20operativo%20como%20de%20seguridad..> [Último acceso: 14 05 2021].
- [33] C. L. Canarias, «gruasymaniobrasperu.com,» 11 10 2020. [En línea]. Available: <https://gruasymaniobrasperu.com/>. [Último acceso: 14 05 2021].
- [34] KONECRANES, Manual de usuario-polipasto, Copyright © (2010), 2010.
- [35] I. 45001, «Norma ISO 45001: ¿Qué diferencias existen entre los peligros y riesgos?,» [En línea]. Available: <https://www.isotools.org/2018/07/26/norma-iso-45001-diferencias-entre-peligros-y-riesgos/>. [Último acceso: 14 Mayo 2021].
- [36] dipacmanta, «dipacmanta.com,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.dipacmanta.com/vigas-ipe> . [Último acceso: 24 06 2021].
- [37] dipacmanta, «dipacmanta.com/vigasIP,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.dipacmanta.com/vigas-ipe> . [Último acceso: 24 06 2021].
- [38] Alfo, «alfo.com.mx,» 2021. [En línea]. Available: <https://alfo.com.mx/cables-de-acero-para-perforadoras/> . [Último acceso: 24 06 2021].
- [39] activsistemelectric, «tecnologia-tecnica.com.ar,» [En línea]. Available: <https://www.tecnologia-tecnica.com.ar/activsistemelectric/actividad10siselectric.htm>. [Último acceso: 23 julio 2021].
- [40] E. Hellmut, «pdfcofee.com,» [En línea]. Available: <https://pdfcofee.com/aparatos-de-elevacion-y-transporte-tomo-2-hellmut-ernst-pdf-free.html>. [Último acceso: 23 julio 2021].
- [41] H. S.A., «es.slideshare.net,» [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/AlcidesPaz/catalogo-hierrobeco>. [Último acceso: 23 julio 2021].

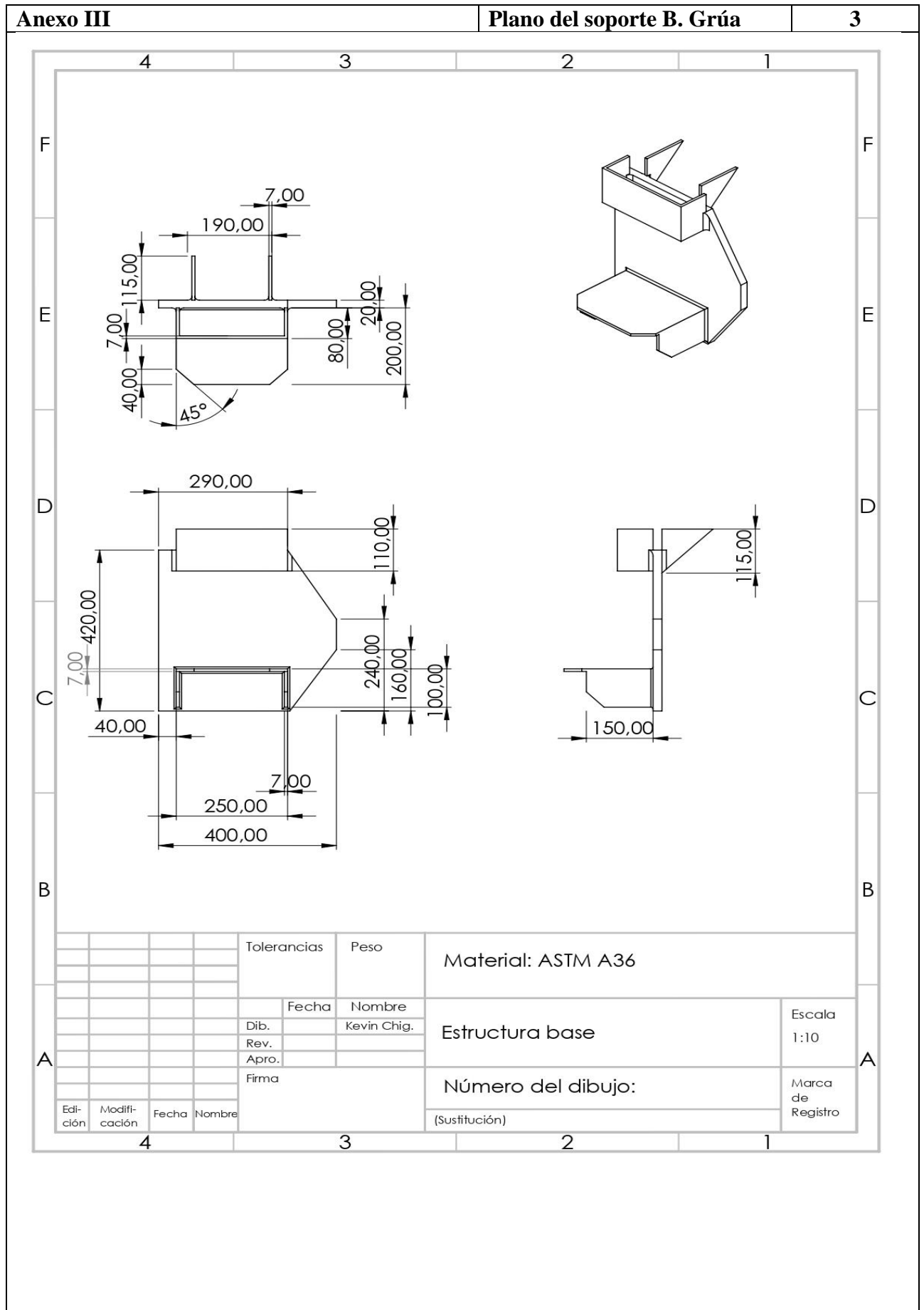
- [42] U. 20460-5-523, «infootec.net,» [En línea]. Available: <https://www.infootec.net/calculo-la-seccion-cable/>. [Último acceso: 23 julio 2021].
- [43] N. estadounidense, «clr.es/blog/es,» [En línea]. Available: <https://clr.es/blog/es/que-es-factor-de-servicio-calcularlo/>. [Último acceso: 23 julio 2021].
- [44] Viakon, «docplayer.es,» [En línea]. Available: <https://docplayer.es/11060389-Tablas-de-ampacidad-www-viakon-com.html>. [Último acceso: 23 julio 2021].
- [45] ChinaGlobalMall, «ChinaGLobalMall.com,» [En línea]. Available: <https://www.chinaglobalmall.com/products/568515867574>. [Último acceso: 16 08 2021].
- [46] F. Book, «legrand.com.br,» [En línea]. Available: <http://www.legrand.com.br/ebook/catalogo-legrand/files/assets/basic-html/page19.html>. [Último acceso: 16 08 2021].
- [47] Adajusa, «cdn.maonomano.com,» 11 2015. [En línea]. Available: <https://cdn.manomano.com/files/pdf/12403190.pdf>. [Último acceso: 16 08 2021].
- [48] M. Gerin, «stevenengineering.com,» [En línea]. Available: https://stevenengineering.com/Tech_Support/PDFs/45MULIT960N120N.pdf. [Último acceso: 16 08 2021].
- [49] B. Ls, «vmc.es,» [En línea]. Available: https://www.vmc.es/es/system/files/archivos/dt_bkn_eng.pdf. [Último acceso: 16 08 2021].
- [50] ElectroCable, «electrocable.com,» [En línea]. Available: <https://www.electrocable.com/uploads/catficha/ficha-tecnica-thhn-unilay-12.pdf>. [Último acceso: 16 08 2021].
- [51] ElectroCable, «electrocable.com,» [En línea]. Available: <https://www.electrocable.com/uploads/catficha/ficha-tecnica-thhn-unilay-14.pdf>. [Último acceso: 16 08 2021].
- [52] Zuendo, «zuendo.com,» 13 06 2017. [En línea]. Available: https://www.zuendo.com/smartblog/21_usos-del-variador-inversor-frecuencia.html. [Último acceso: 13 15 2021].

Anexos

Planos estructurales



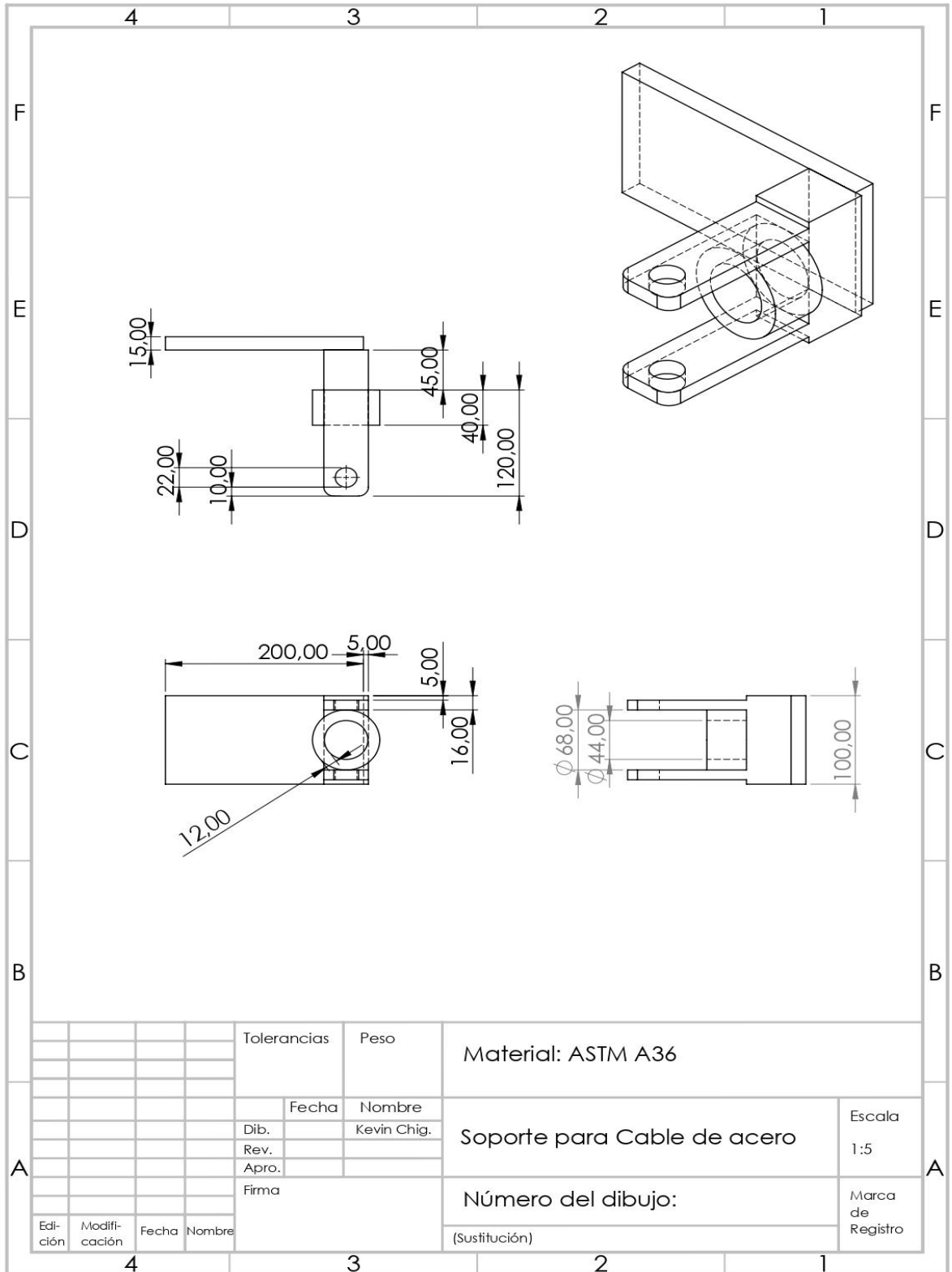


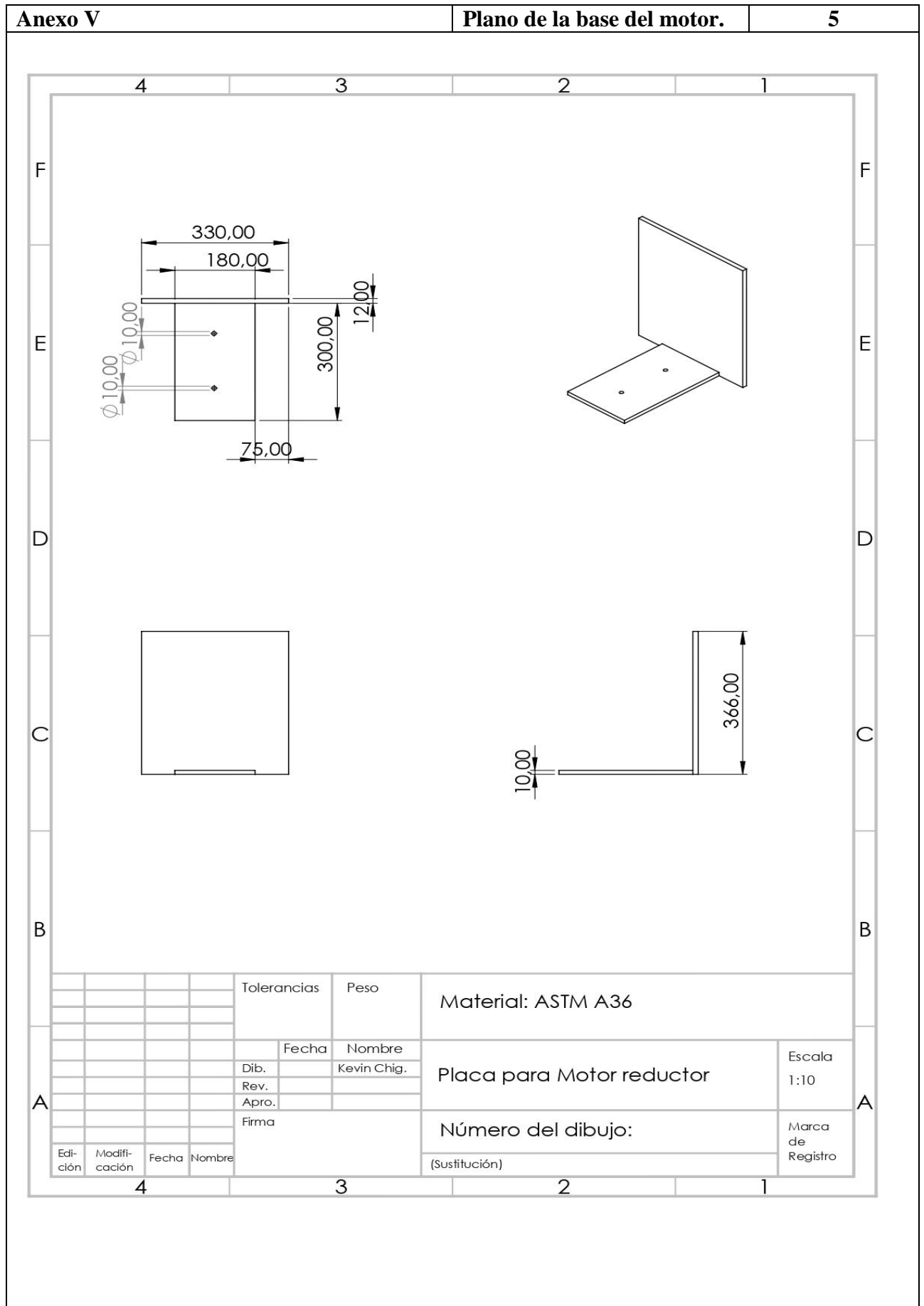


Anexo IV

Plano de soporte para cable de acero

4

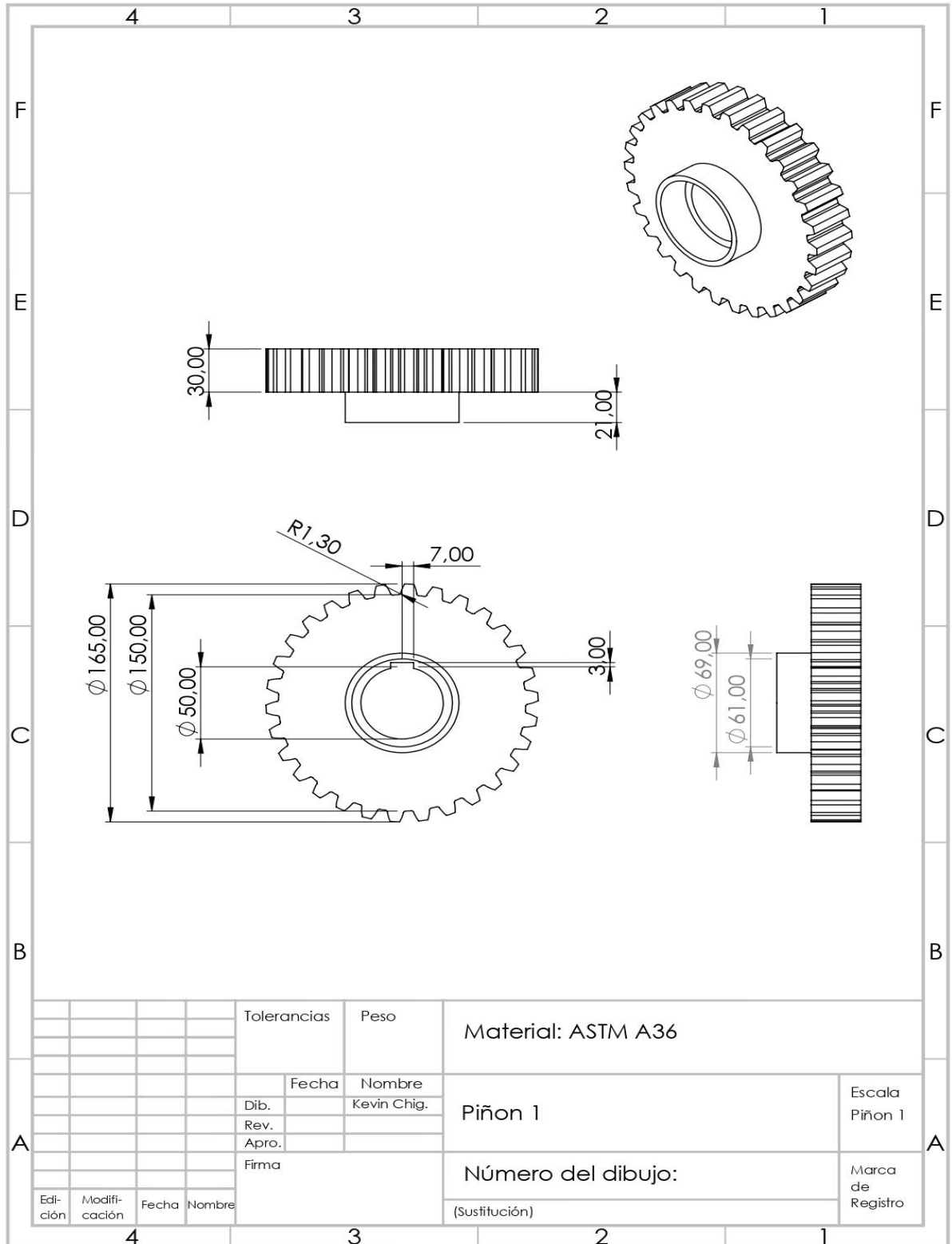




Anexo VI

Plano del Engranaje 1

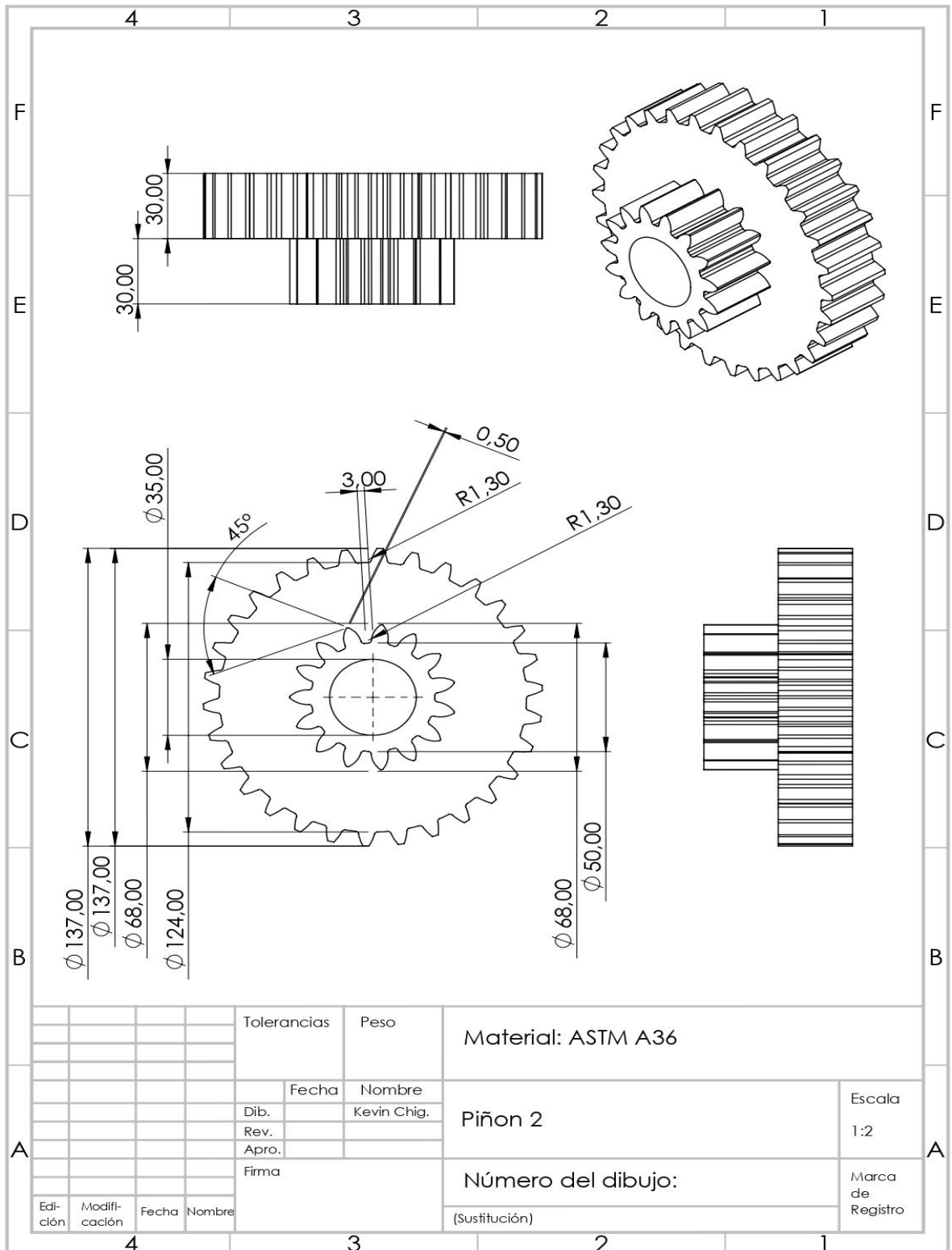
6-1



Anexo VII

Plano del Engranaje 2

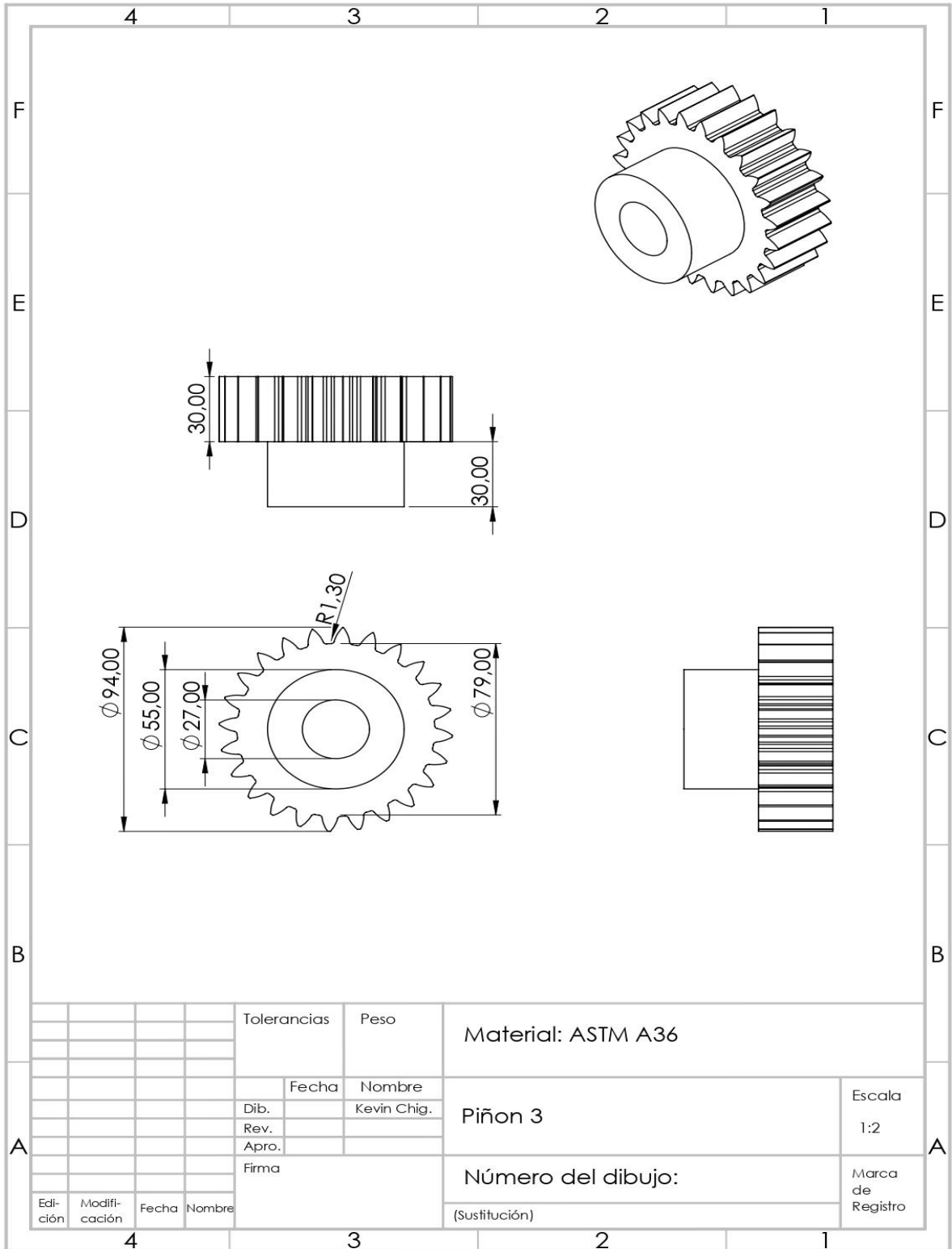
7-1

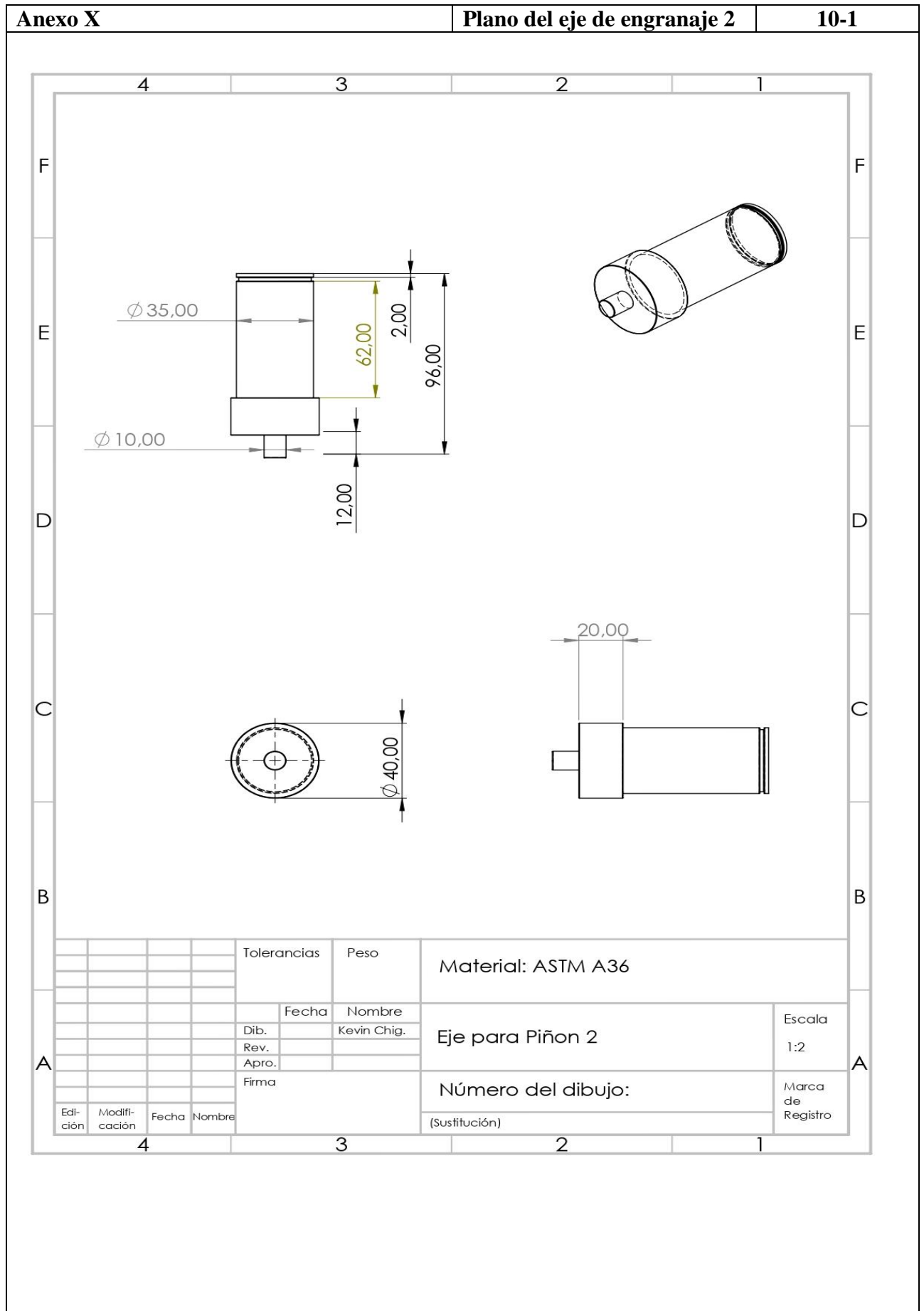


Anexo VIII

Plano del Engranaje 3 M.

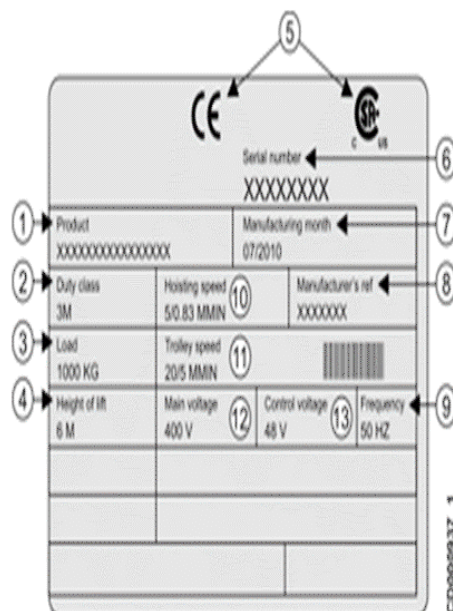
8-1





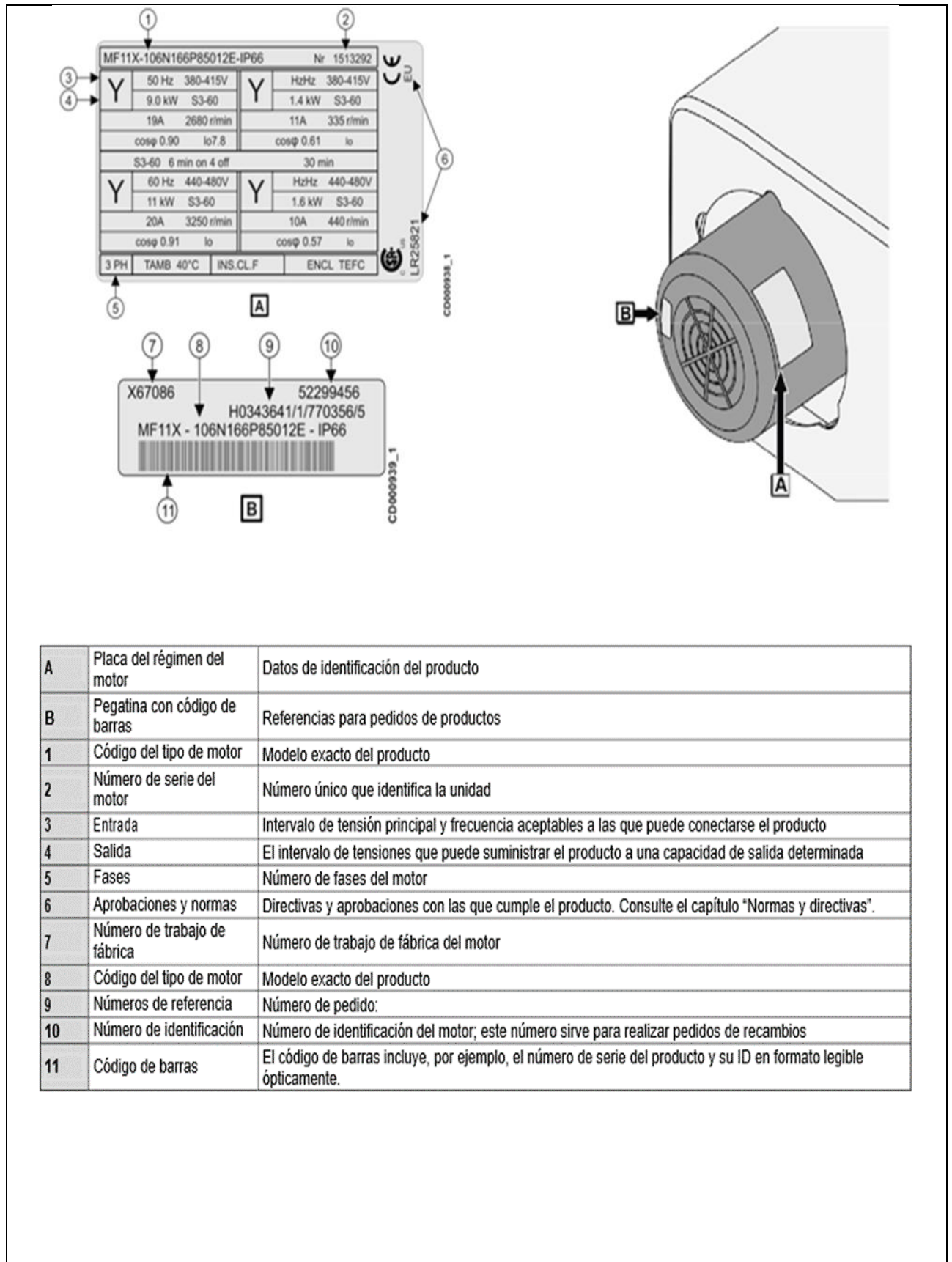
Anexo XI Dimensionamiento y especificaciones técnicas del Trolley y tecla de 1 Tonelada

Anexo XI **Datos de identificación del polipasto** **11-1**

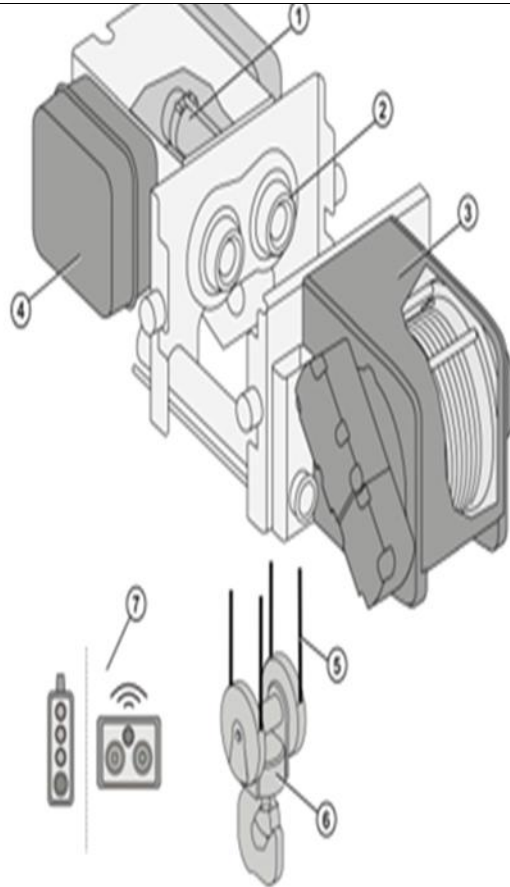


1	Producto	Modelo exacto del producto
2	Clase de servicio	Grupo de servicio definido en función del uso previsto del producto
3	Carga	Carga máxima que puede izarse con el producto
4	Altura de elevación	Altura máxima de elevación del gancho
5	Aprobaciones y normas	Directivas y aprobaciones con las que cumple el producto. Consulte el capítulo "Normas y directivas".
6	Número de serie	Un número único que identifica el producto
7	Mes de fabricación	Mes/año de fabricación
8	Referencia del fabricante	Número de trabajo de fábrica
9	Frecuencia	Frecuencia de suministro para la que está diseñado el producto
10	Velocidad de elevación	Velocidad alta/baja de elevación
11	Velocidad del carro	Velocidad de desplazamiento alta/baja del carro
12	Tensión principal	Tensión de suministro para la que está diseñado el producto
13	Tensión de control	Tensión del circuito de control

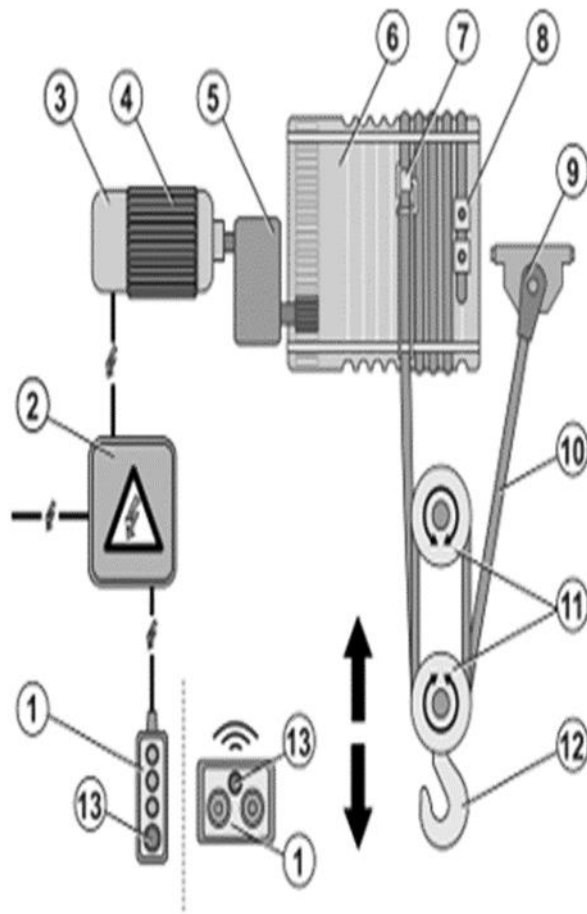
Figure XI. Figura 1. Datos de identificación del polipasto.



A	Placa del régimen del motor	Datos de identificación del producto
B	Pegatina con código de barras	Referencias para pedidos de productos
1	Código del tipo de motor	Modelo exacto del producto
2	Número de serie del motor	Número único que identifica la unidad
3	Entrada	Intervalo de tensión principal y frecuencia aceptables a las que puede conectarse el producto
4	Salida	El intervalo de tensiones que puede suministrar el producto a una capacidad de salida determinada
5	Fases	Número de fases del motor
6	Aprobaciones y normas	Directivas y aprobaciones con las que cumple el producto. Consulte el capítulo "Normas y directivas".
7	Número de trabajo de fábrica	Número de trabajo de fábrica del motor
8	Código del tipo de motor	Modelo exacto del producto
9	Números de referencia	Número de pedido:
10	Número de identificación	Número de identificación del motor; este número sirve para realizar pedidos de recambios
11	Código de barras	El código de barras incluye, por ejemplo, el número de serie del producto y su ID en formato legible ópticamente.



Pos.	Pieza	Descripción
1	Maquinaria de desplazamiento	Compuesta por motor de traslación, engranaje y freno.
2	Carro	Compuesto por estructura del carro y ruedas de traslación.
3	Maquinaria de elevación	Compuesta por estructura de elevación, motor elevador, engranaje, freno y tambor del cable.
4	Cuadro eléctrico	Sistema de control eléctrico.
5	Cable	Compuesto por alambres de metal dispuestos en forma de hélice.
6	Bloque de gancho	Compuesto por forjado del gancho y poleas.
7	Controlador	El sistema de control funciona mediante el colgador/radiocontrol.



Pos.	Pieza	Pos.	Pieza
1	Colgador o radiocontrol	8	Abrazadera del tambor de cable
2	Panel eléctrico	9	Anclaje del cable
3	Freno	10	Cable de acero
4	Motor	11	Poleas
5	Engranaje de elevación	12	Bloque de gancho
6	Tambor	13	Botón de parada de emergencia
7	Guía del cable		

Tabla XI.1. Dimensiones de ganchos según su capacidad [34].

Load(T)	T B	A	B	C	D	E	G
0.3,0.5	T B	27	18	25	17	32	25
1	T B	36	25	30	24	42	32
2	T B	46	29	39	30	49	40
3	T B	56	36	49	34	59	45
5	T B	67	43	57	44	60	45
7.5	T B	82	55	80	50	90	70
10	T B	82	55	80	48	90	70
16	T B	110	70	95	60	95	65
20,26	T B	142	95	155	98	150	115
30	T B	125	90	115	85	110	80
35	T B	150	100	140	90	130	100

Tabla XI.2. Medidas de la cadena según su capacidad [34].

Molde	Capacity (Ton)	D (mm)	A (mm)	B (mm)	P (mm)	Carga útil	Carga segura	Carga máxima
0,3-01	0.3	6	8	20	19	1250	2400	4800
0,5-01	0.5							
01-01	1	7,1	8,9	23,6	21,0	1600	3150	6300
02-02	2							
03-03	3							
02-01	2	10,0	12,5	33,2	30,0	3150	6300	12500
03-02	3							
2,5-01	2.5	11,2	14,0	37,2	34,0	4000	8000	16000
05-02	5							
7,5-03	7.5							
10-04	10							
16-06	16							
20-08	20							
26-10	26							
30-12	30							
35-16	35							

Tabla XI.3. Selección del Trolley con catálogo de KONECRANES [34].

Ítem	Referencia	Descripción	Especificación	Cantidad
1	52776908	Amortiguador de goma	Ø18mm – 20 kg	4
1	52776909	Amortiguador de goma	Ø24mm -500kg	4
1	52776910	Amortiguador de goma	Ø28mm -1000kg	4
1	52776911	Amortiguador de goma	Ø35mm -2000kg	4
1	52776912	Amortiguador de goma	Ø45mm -3000kg	4
1	52776913	Amortiguador de goma	Ø48mm -5000kg	4
1	52776914	Amortiguador de goma	Ø50mm -6300kg a 20000kg	4
2	52292623	Cadena de maniobra	Galva 5*23 &7*18	1
2	52316995	Cadena de maniobra	Acero inoxidable 5*23&7*18	1
3	52723907	Volante de manipulación	Ø115mm – 1000kg a 2000kg	1
3	52723910	Volante de manipulación	Ø160mm -3000kg a 5000kg	1
3	52861174	Volante de manipulación	Ø160mm – 7500kg a 20000kg	1

Tabla XI.4. Selección y dimensiones del Trolley [34].

Capacidad de carga	Hierro Rodamiento L	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	M	N
(kg)	(mm)	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	19	15	50
250	50-202	284	16	32	74	60	13	170	80	194	24	21	55
500	50-200	303	19	32	79	62	19	185	85	210	24	20	55
	188-310	411	19	32	79	62	19	185	85	210	28	22	62
1000	65-202	326	22	39	92	82	22	225	101	249	28	22	62
	188-310	425	22	39	92	82	22	225	101	249	36	28	76
2000	88-202	340	26	42	104	98	24	272	124	296	36	28	76
	188-310	448	26	42	104	98	24	272	124	296	44	28	96
3000	100-202	356	28	49	131	146	27	322	145	346	44	35	96
	188-310	464	28	49	131	146	27	322	145	346	48	35	108
5000	100-202	375	34	60	144	161	36	362	158	386	50	43	108
	188-310	484	34	60	144	161	36	362	158	386	50	43	130
6300	114-202	394	43	68	170	175	39	411	185	436	50	43	130
	188-310	502	43	68	170	175	39	411	185	436	50	43	130
7500	124-202	394	43	68	170	175	39	411	185	436	50	45	130
	188-310	502	43	68	170	175	39	411	185	436	50	45	134
10000	124-202	400	46	70	176	187	40	442	200	466	50	50	134
	188-310	506	46	70	176	187	40	442	200	466	50	50	134
12500	124-202	408	48	70	176	185	41	442	200	466	50	50	134
	188-310	514	48	70	176	185	41	442	200	466	50	64	134
16000	136-202	472	75	92	176	283	54	555	272	579	50	64	168
	188-310	578	75	92	226	283	54	555	272	579	50	64	168
20001750	136-202	472	75	88	226	277	54	555	272	579	50	68	175
	188-310	578	75	88	226	277	54	555	272	579	50	68	175

Anexo XIII		Modelo del Trolley seleccionado								13-1
Tipo	Capacidad	Unidad (mm)								
		H	la	B	D	E	K	L	N	cadena a
HHB01SK-01	1	400	595	320	300	-	049	31	24	Ø8.0
HHB02SK-02	2	600	595	320	300	245	049	35	30	Ø 8.0
HHBD03SK-01	3	630	785	395	465	295	059	42	35	Ø 11.2
HHBD05SK-02	5	880	785	395	465	360	060	45	43	Ø 11.2



ELECTRIC CHAIN HOIST INSPECTION CERTIFICATE

MODEL: MHT01-01 RATED CAPACITY: 1T NO.: MKC061912002
 LIFTING HEIGHT: 6M LIFITNG SPEED: 6.8m/min RATED CURRENT: 8.2/4.1A
 MOTOR POWER: 1.5KW RATED VOLTAGE: 220/440 V INSULATION GRADE: F
 FREQUENCY: 60Hz TEST BASIS: JB/T5317-2007 TEST DATE: 03.12.2019

ITEM NO.	TEST ITEMS	STANDARD VALUE	MEASURED VALUE	EVALUATION
1	Rated load test	1T	1T	Qualified
2	Static loading test	The 1.5 times of rated load	1.5T	Qualified
3	Dynamic loading test	The 1.25 times of rated load	1.25T	Qualified
4	Test to prevent exceeding	up/down limit switch automatically stop	Yes	Qualified
5	Brake amount falling test	Hoisting speed falling within 1% per minute	0.06%	Qualified
6	Voltage decrease test	90% of rated voltage Normal	198/396V	Qualified
7	Withstanding Voltage Test	2x (rated voltage) +1000V	1600/1880V	Qualified
8	Motor axial movement test	0.6-1.6 mm	1.2mm	Qualified
9	Working efficiency test	> 55%	95%	Qualified
10	Input power	1.5KW	1.5KW	Qualified
11	Lifting current	8.2/4.1A	8.2/4.1A	Qualified
12	Lifting speed test	6.8m/min ±10%	6.8m/min	Qualified
13	Chain test	Working load(kg) 1500 Design load(kn) 31.7 Breaking load (kn) 63.1	1500(kg) 31.7(KN) 63.1 (min.KN)	Qualified
14	Hook test	Working load (kg) 1000 Design load (kg) 1350	1250kg 1687kg	Qualified

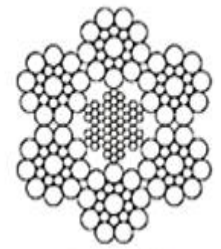
Test conclusions: the electric chain hoist is in conformity with the requirements of JB/T5317-2007 《electric chain hoist technical conditions》, proved to be qualified for delivery.



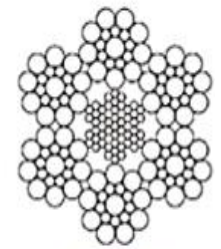
Anexo XIV

Tabla para seleccionar el cable de acero

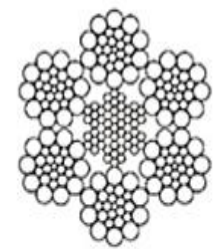
BOA



6x17 s AA








6x19 s AA












6x26 ws AA

Ø Nom (pulg.)	Ø Nom (mm)	Carga de rotura mínima garantizada			Peso lineal (kg/m)
		(kN)	(1000 lb)	(tm)	
5/16"	8	47	10,6	4,8	0,26
	9	59	13,2	6,0	0,33
3/8"	9,5	66	14,8	6,7	0,37
	10	73	16,3	7,4	0,41
7/16"	11	88	19,8	9,0	0,50
1/2"	13	124	27,8	12,6	0,69
9/16"	14	143	32,2	14,6	0,81
5/8"	16	186	41,9	19,0	1,05
	18	236	53,1	24,1	1,33
3/4"	19	263	59,1	26,8	1,48
	20	291	65,5	29,7	1,64
7/8"	22	353	79,4	36,0	1,99
	24	420	94,4	42,8	2,37
1"	26	493	110,9	50,3	2,78
	28	572	128,5	58,3	3,22
1 1/8"	29	613	137,8	62,5	3,46
	30	656	147,5	66,9	3,70
1 1/4"	32	746	167,8	76,1	4,21
	34	842	189,4	85,9	4,75
1 3/8"	35	893	200,8	91,1	5,04
	36	944	212,3	96,3	5,33
1 1/2"	38	1052	236,6	107,3	5,94
	40	1166	262,1	118,9	6,58
	42	1286	289,0	131,1	7,25
	44	1400	314,8	142,8	7,96
1 3/4"	45	1465	329,4	149,4	8,32
	46	1531	344,1	156,1	8,70
1 7/8"	48	1648	370,4	168,0	9,76
	50	1788	401,9	182,3	10,63
2"	51	1859	418,0	189,6	11,06
	52	1829	411,2	186,5	11,49
	54	1972	443,3	201,1	12,39
	56	2121	476,9	216,3	13,23
2 1/4"	57	2198	494,1	224,1	13,81
2 3/8"	61	2366	532,0	241,3	15,82
2 1/2"	65	2687	604,1	274,0	17,96

Anexo XV Construcción, montaje del brazo grúa

Anexo XV	Construcción, montaje	15-1
Figura XV.1. Base del brazo grúa.		La plancha que va soldada directamente a la columna tiene 220x210 mm y de espesor 30 mm
Figura XV.2. Torneado del eje para la viga.		El eje principal tiene 100 cm de largo y con un diámetro de 40 mm de acero, fue mecanizado en torno, se lo corto a 40 cm de largo y 35 mm de diámetro en la parte de las chumaceras.
Figura XV.3. Soldadura del eje a la viga.		El eje maquinado una vez terminado se procedió a soldarlo con relleno de suelda y un cordón E7018 a la viga.
Figura XV.4. Cordón de soldadura.		El cordón de soldadura a simple vista se observa que es resistente.
Figura XV.5. Viga montada en base.		Se colocó dos chumaceras, una de pared y una de piso; estas servirán de guía para el eje y la viga las cuales conforman un solo cuerpo, sujetos con pernos y rodajas de presión.

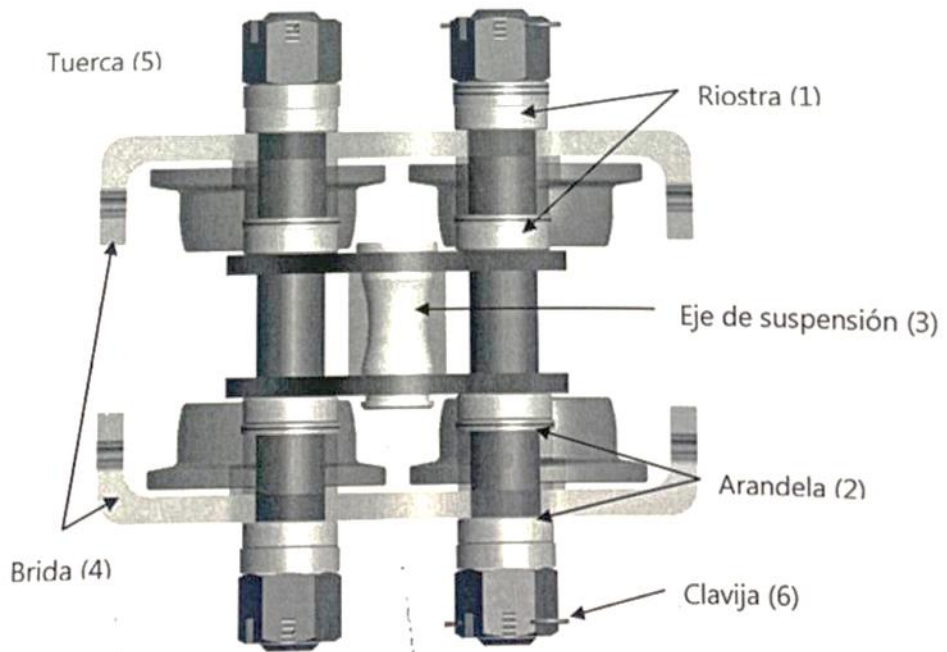
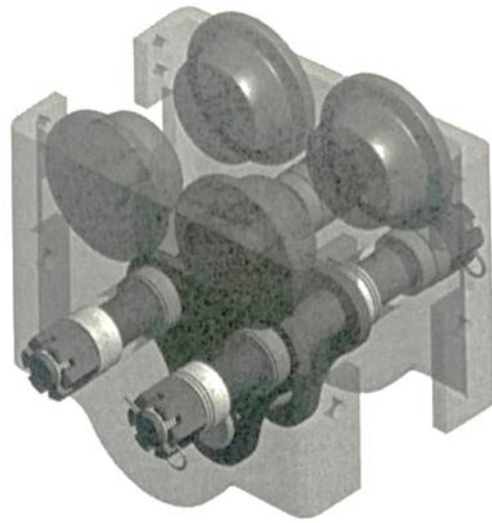
<p>Figura XV.6. Instalación del cable de acero.</p>		<p>Posee 4 amarraderas de acero empernadas con tuercas las cuales impedirán que el cable ceda provocando que la viga pueda desequilibrarse.</p>
<p>Figura XV.7. Nivelación de la viga.</p>		<p>El apriete depende si la viga se encuentra en equilibrio.</p>
<p>Figura XV.8. Nivelación de la viga.</p>		<p>La viga se moviliza durante toda su trayectoria sin dificultad.</p>
<p>Figura XV.9. Instalación de Rieles C-Track.</p>		<p>Se debe tomar en cuenta las dimensiones del Trolley o carro para que los cables circulen sin dificultad por la Riel C-Track. Son dos Riel C-Track.</p>
<p>Figura XV.10. Rieles de C-Track a escuadra.</p>		<p>Los rieles de soporte de acero se los colocó a escuadra.</p>

<p>Figura XV.11. Instalación de carros en los cables planos.</p>		<p>Los cables eléctricos que son tipo de cable plano que contienen 16 cables cada uno y van colocados a una distancia adecuada para cuando ocurra el arrastre de cable no queden tensionados.</p>
<p>Figura XV.12. Instalación del sistema de electrificación.</p>		<p>Los carros arrastra cable se los coloca en los rieles del C-Track seguidamente uno de otro.</p>
<p>Figura XV.13. Trolley montado en viga.</p>		<p>Para levantarlo es necesario quitar las arandelas de la parte hueca y colocarlas en la parte en donde va el seguro ya que las perforaciones no permiten ajustar correctamente.</p>
<p>Figura XV.14. Montaje de tecle en carro.</p>		<p>Para montar el tecla se debió quitar el perno del gancho y colocarlo en la unión entre el carro y el tecla.</p>
<p>Figura XV.15. Motor en la base.</p>		<p>Consta de una plancha de 452x366 mm con un grosor de 12 mm, con una plancha que servirá como portador del eje.</p>

Anexo XVI

Ajuste de bridas

Ajuste del carro

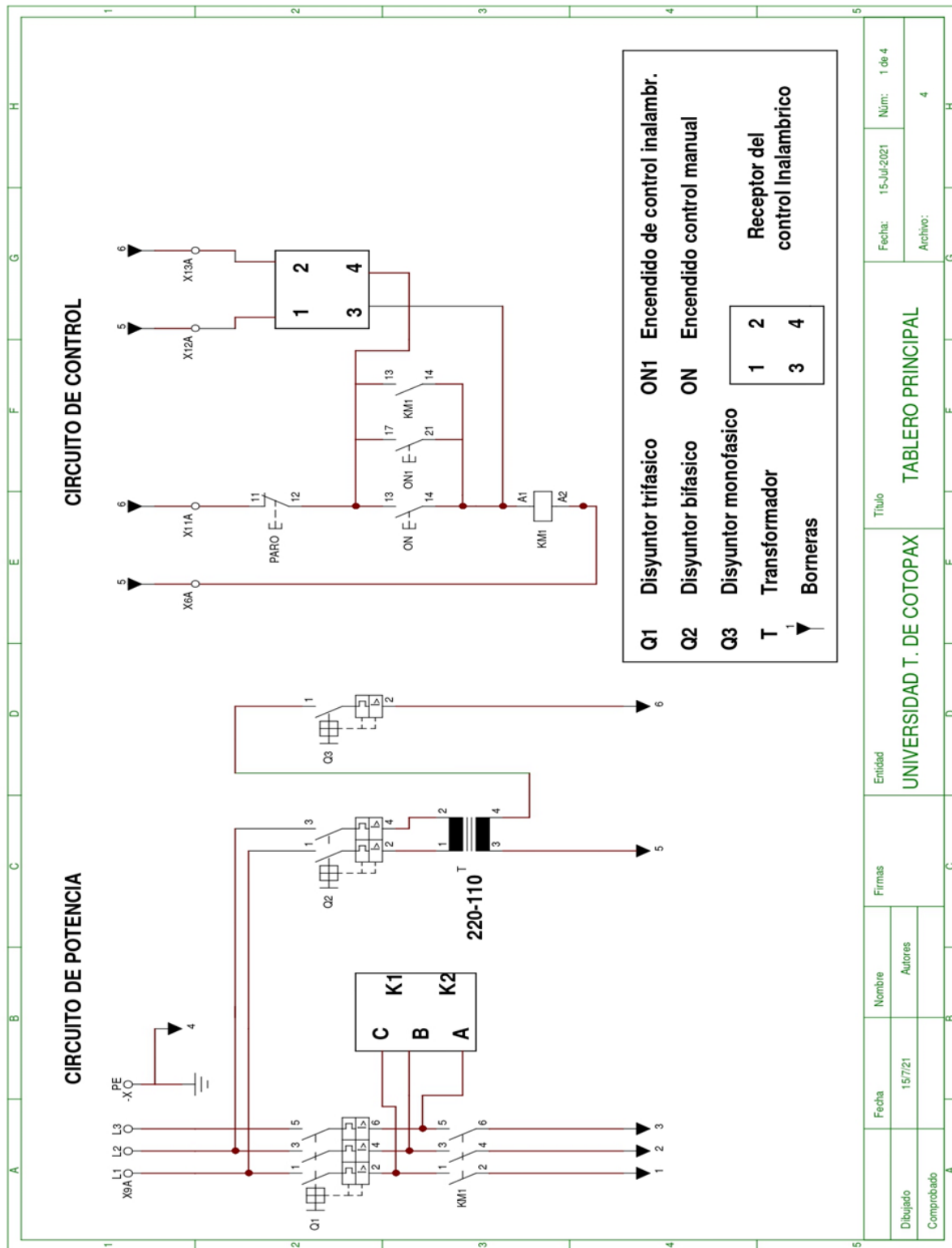


Anexo XVIII Planos eléctricos

Anexo XVIII

Diagrama de conexiones del tablero

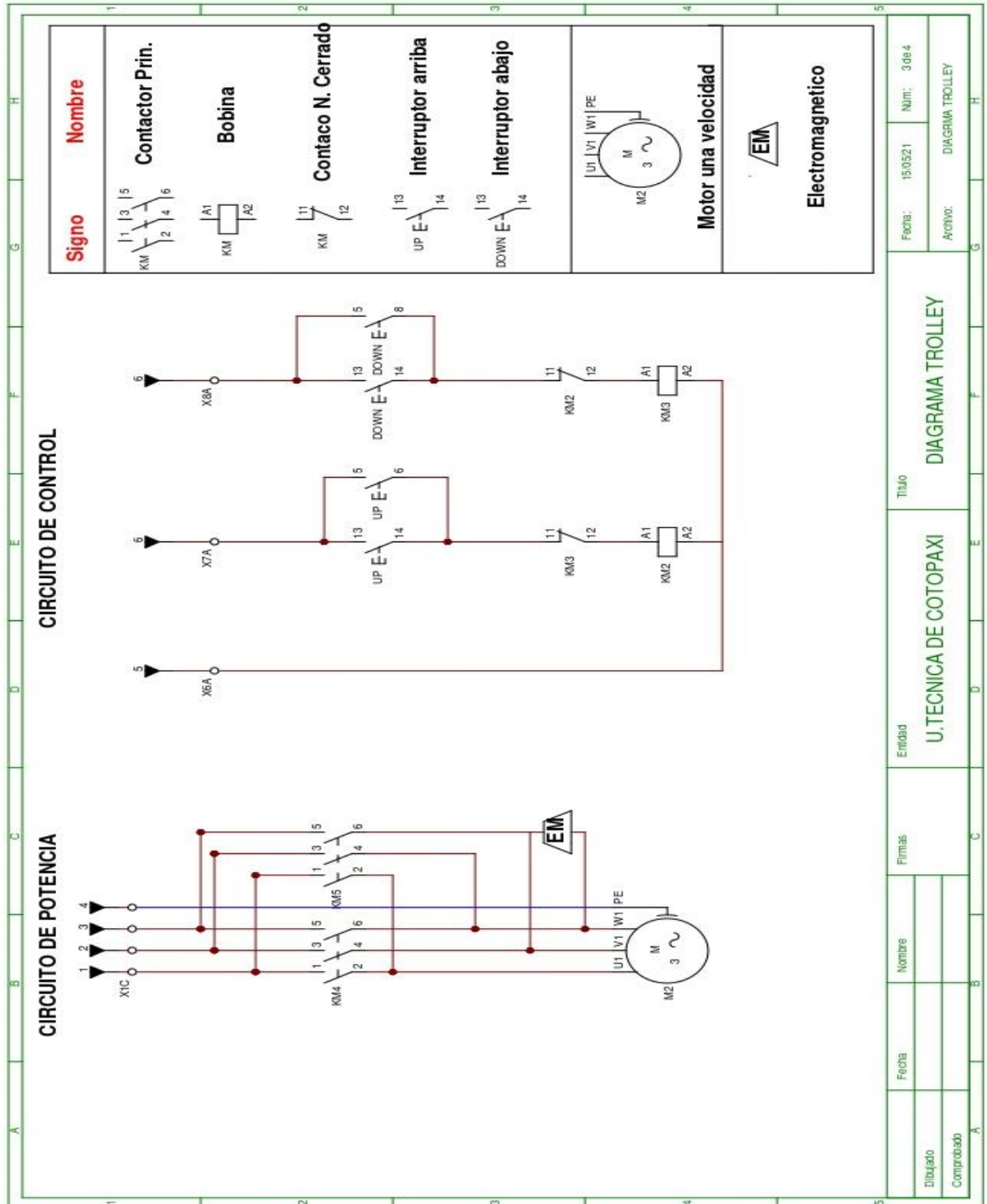
Figura XVIII.1. Diagrama del tablero principal



Anexo XVIII

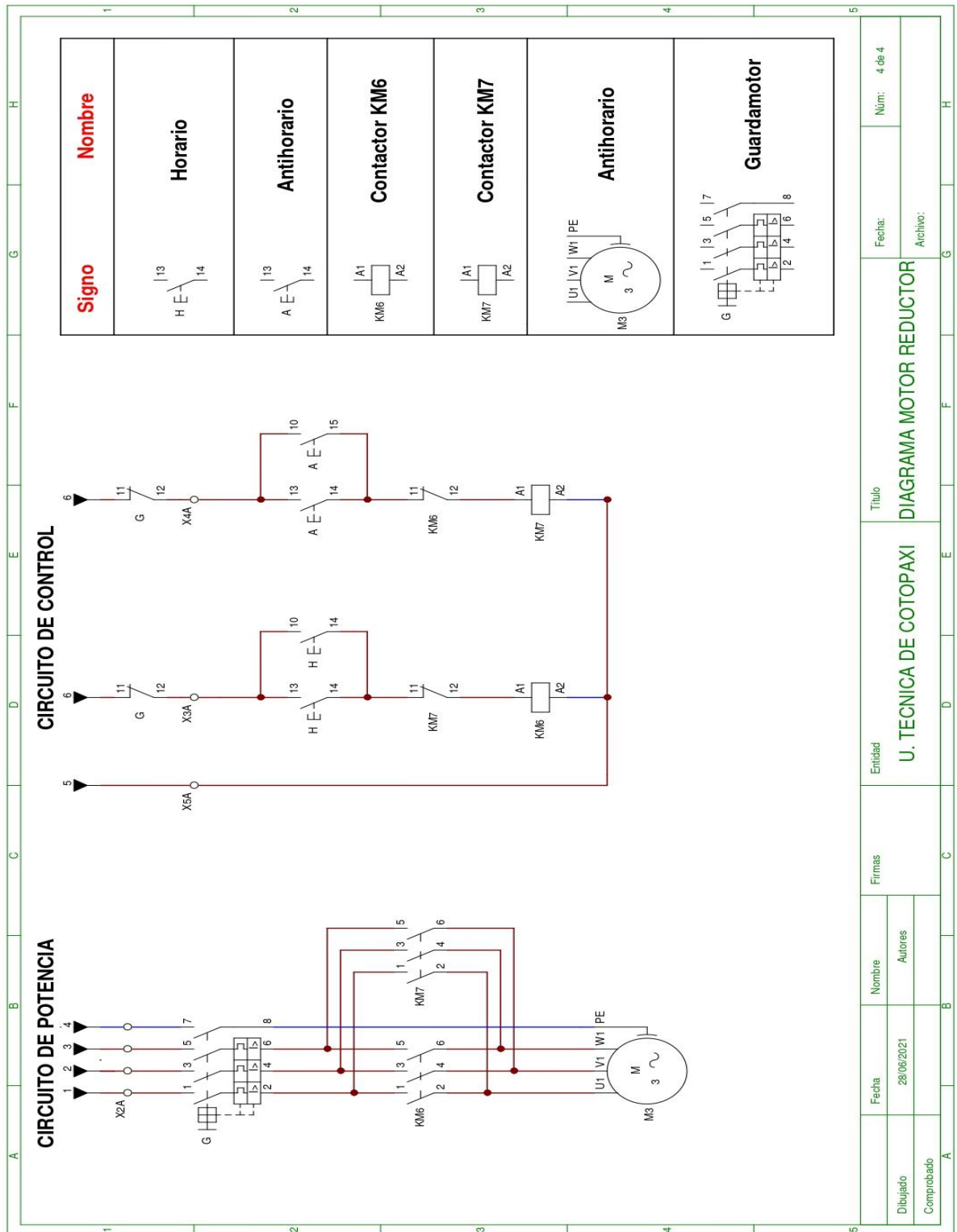
Diagrama de conexiones del Trolley

Figura XVIII.2. Diagrama de conexiones del Trolley



Anexo XIX

Diagrama de conexiones del motor-reductor



Anexo XXI Análisis estructural de la viga

Tabla XXI.1. Coeficiente de compensación y choque según el tipo de grúa [40].

Nº	Tipo de puente grúa	Grupo	Grupo	Tiempo de funcionamiento	Tipo de la carga	Choques
1	Puentes grúa con movimiento de traslación a mano	I	I	poco	pequeña	normal.
2	Puentes gruas con movimiento de traslación eléctrico para patios de almacenamiento.	I-II	II	mucho poco poco	pequeña grande pequeña	normal fuertes fuertes
3	Puentes grúa de poca carga para talleres y almacenes	II-III	III	mucho mucho poco	grande pequeña grande	normal fuertes fuertes
4	Puentes grúa como los anteriores pero con carga grande.	II	IV	mucho	grande	fuertes
5	Puentes grúa para locomotoras.	II	Grupo		Coeficiente de compensación ψ	
6	Puentes grúa para astilleros.	II-III	I II III IV	1,2 1,4 1,6 1,9		
Puentes grúas especiales para Siderúrgicas						
7	Puentes grúa para talleres de Fundición.	II-III	Velocidad de translación m/seg.		Coeficiente choque	
8	Puentes grúa para talleres de laminación.	II-IV	Unión de los carriles normales		Unión de los carriles soldados o sin ellas	
9	Puentes grúa para Hornos de Acero.	III-IV	$\leq 1,0$	$\leq 1,5$	1,1	
10	Puentes grúa para Hornos de Fosa.	III-IV	$> 1,0$	$> 1,5$	1,2	

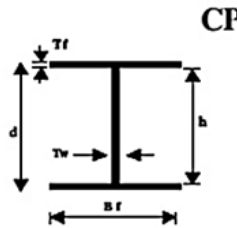
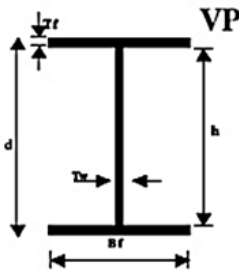
Tabla XXI.2. Características de perfiles IP [41].

HIERROBECO, C.A. CATALOGO DE PRODUCTOS
PERFILES ELECTROSOLDADOS



PROPIEDADES PARA EL DISEÑO

Serie Estándar



Tf = Espesor de las alas.
 d = Altura total del perfil
 h = Altura interior del perfil
 Tw = Espesor del alma.
 bf = Ancho del perfil o del ala

Fy = 2530 kgf/cm²

Fu = 4080 kgf/cm²

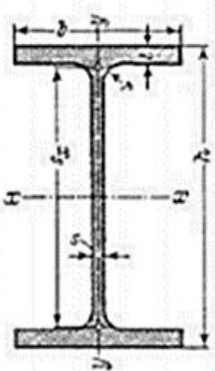
Designación	Dimensiones			Sección Total								Torsión		
	Alma	Alas		Area	Eje X-X			Eje Y-Y				J	Cw	
mm x kgf/m	t w	bf	tf	A	Ix	Sx	rx	Zx	Iy	Sy	ry	Zy	cm ⁴	cm ⁶
Vp 120 x 9.70	3.0	100	4.5	12.3	335	55.7	5.21	61.2	75	15.0	2.47	22.7	0.700	2500
Vp 140 x 12.4	3.0	100	6.0	15.8	592	84.5	6.11	92.7	100	20.0	2.51	30.3	1.52	4490
Vp 160 x 16.4	6.0	100	6.0	20.9	874	109	6.47	125	100	20.0	2.19	31.3	2.52	5930
Vp 180 x 17.7	4.5	125	6.0	22.6	1310	146	7.43	162	195	31.3	2.94	47.7	2.29	14800
Vp 200 x 24.1	4.5	125	9.0	30.7	2280	228	8.62	252	293	46.9	3.09	71.2	6.44	26700

Anexo XXI

Análisis estructural de la viga

Tabla XXI.3. Vigas IPE con su momento resistente y módulo elástico de acero [40].

2.2.1.5. Vigas I de ala mediana y caras paralelas — Serie IPE *) — (laminadas en caliente) según DIN 1025 hoja 5, Edición marzo 1965



F = Sección
 G = Peso
 U = Superficie exterior por m de longitud
 J = Momento de Inercia
 W = Momento resistente
 $i = \sqrt{\frac{J}{F}}$ = radio de giro
 S_x = Momento estático de media sección I
 $s_x = \frac{J_x}{S_x}$ = separación entre los centros de tracción y compresión

Datos sobre largos, ejemplos de designación, ejemplos de pedido, y tolerancias admisibles, ver cap. 2.9.
 Material: Preferentemente calidades de acero según DIN 17 109

Abreviatura IPE	Dimensiones en mm para					F cm ²	G kg/m	U m ² /m	Referido al eje de flexión							
	h	b	z	t	r				x-x			y-y			S _x	s _x
									J _x cm ⁴	W _x cm ³	i _x cm	J _y cm ⁴	W _y cm ³	i _y cm	cm ³	cm
80	80	46	3,8	5,2	5	7,64	6,00	0,328	80,1	20,0	3,24	8,49	3,09	1,05	11,8	6,90
100	100	55	4,1	5,7	7	10,3	8,10	0,400	171	34,2	4,07	15,9	5,79	1,24	19,7	8,68
120	120	64	4,4	6,3	7	13,2	10,4	0,475	318	53,0	4,90	27,7	8,65	1,45	30,4	10,5
140	140	73	4,7	6,9	7	16,4	12,9	0,551	541	77,3	5,74	44,9	12,3	1,65	44,2	12,3
160	160	82	5,0	7,4	9	20,1	15,8	0,623	869	109	6,58	68,3	16,7	1,84	61,9	14,0
180	180	91	5,3	8,0	9	23,9	18,8	0,698	1320	146	7,42	101	22,2	2,05	83,2	15,8
200	200	100	5,6	8,5	12	28,5	22,4	0,768	1940	194	8,26	142	28,5	2,24	110	17,6
220	220	110	5,9	9,2	12	33,4	26,2	0,848	2770	252	9,11	205	37,3	2,48	143	19,4
240	240	120	6,2	9,8	15	39,1	30,7	0,922	3890	324	9,97	284	47,3	2,69	183	21,2
270	270	135	6,6	10,2	15	45,9	36,1	1,041	5790	429	11,2	420	62,2	3,02	242	23,0
300	300	150	7,1	10,7	15	53,8	42,2	1,159	8360	557	12,5	604	80,5	3,35	314	26,6
330	330	160	7,5	11,5	18	62,6	49,1	1,254	11770	713	13,7	788	98,5	3,55	402	29,3
360	360	170	8,0	12,7	18	72,7	57,1	1,353	16270	904	15,0	1040	123	3,79	510	31,9
400	400	180	8,6	13,5	21	84,5	66,3	1,467	23130	1160	16,5	1320	146	3,95	654	35,4
450	450	190	9,4	14,6	21	98,8	77,6	1,605	33740	1500	18,5	1680	176	4,12	851	39,7
500	500	200	10,2	16,0	21	116	90,7	1,744	48200	1930	20,4	2140	214	4,31	1100	43,9
550	550	210	11,1	17,2	24	134	106	1,877	67120	2440	22,3	2670	254	4,45	1390	48,2
600	600	220	12,0	19,0	24	156	122	2,015	92080	3070	24,3	3390	308	4,66	1760	52,4

Anexo XXII Dimensionamiento del cable para las conexiones eléctricas

Anexo XXII **Cálculo para el diámetro del cable**

Tabla XXII.1 Tipos de instalación de cables no enterrados [42].

Tabla B - Tipos de instalación de cables no enterrados

A1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes - Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes. - Conductores unipolares aislados en molduras. - Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas. - Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas.
A2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.
B1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra - Conductores aislados o cable unipolar en tubo sobre pared de madera o mampostería separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Conductores unipolares aislados en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables unipolares o multiconductores en huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores unipolares aislados en conductos cerrados de sección no circular en huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular empotrados en obra de fábrica con una resistividad térmica no superior a 2K.m/W ^{*)} - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora empotrada en el suelo - Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados - Cables uni o multiconductores en falsos techos o suelos técnicos ^{*)} - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora suspendida - Conductores aislados o cables unipolares en tubos en canalizaciones no ventiladas ^{*)} - Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra ventilados - Cables uni o multiconductores en canales de obra ventilados - Conductores unipolares aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados (rodapiés ranurado)
B2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en obra - Cables multiconductores en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Cables multiconductores en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables multiconductores en canal protectora suspendida - Cables multiconductores dentro de zócalos acanalados(rodapiés ranurado) - Cables multiconductores en canal protectora empotrada en el suelo - Cables multiconductores en conductos perfilados empotrados
C	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores directamente bajo un techo de madera - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas no perforadas - Cables unipolares o multiconductores fijados en el techo o pared de madera o espaciados 0,3 veces el diámetro del cable - Cables uni o multiconductores empotrados directamente en paredes
E	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores separados de la pared una distancia no inferior a 0,3 D ^{*)} - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de rejilla - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de escalera - Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable fiador
F	<ul style="list-style-type: none"> - Se aplica a los mismos sistemas de instalación que el tipo E, cuando la sección del conductor es superior a 25 mm² - Cables unipolares en contacto mutuo separados de la pared una distancia no inferior a D ^{*)}

Ver notas ^{*)} a ^{*)} en la tabla 1.

^{*)} Según la relación entre el diámetro del cable y su alojamiento, puede ser de aplicación el método B2. Dicha relación se indica en la norma UNE 20460-5-523.

Anexo XXII

Cálculo para el diámetro del cable

Tabla XXII.2. Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados. [42].

Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados
Temperatura ambiente 40°C en el aire

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.

A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

Anexo XXII

Cálculo para el diámetro del cable

Tabla XXII.3. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos [42].

Tabla E. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos (Tabla A.52-3 de la norma UNE 20 460-5-523:2004)

Ref.	Disposición de cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores								
		1	2	3	4	6	9	12	16	20
1	Empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores.		
3	Capa única fijada bajo techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60			
4	Capa única en una bandeja perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines) etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,8			

Nota 1. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables cargados por igual.
Nota 2. Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario factor de reducción alguno.
Nota 3. Los mismos factores se aplican para grupos de dos o tres cables unipolares que para cables multiconductores.
Nota 4. Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos, y se aplica el factor correspondiente a las tablas de dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas de tres conductores cargados para los cables de tres conductores.
Nota 5. Si la instalación se compone de "n" conductores unipolares cargados, también pueden considerarse como "n/2" circuitos de dos conductores o "n/3" circuitos de tres conductores cargados.

En la tabla F se indican los factores de reducción por agrupamiento de circuitos en varias capas que multiplicarán al factor de reducción de la tabla E anterior.

Tabla F – Factor de reducción adicional para cables instalados en varias capas

Nº de capas	2	3	4 ó 5	6 a 8	9 o más
Factor	0,8	0,73	0,70	0,68	0,66

Tabla XXII.4. Factor de servicio NEMA estadounidense [43].

Hp	Service Factor					
	Synchronous Speed, Rpm					
	3600	1800	1200	900	720	600
1/20	1.4	1.4	1.4	1.4	---	---
1/12	1.4	1.4	1.4	1.4	---	---
1/8	1.4	1.4	1.4	1.4	---	---
1/6	1.35	1.35	1.35	1.35	---	---
1/4	1.35	1.35	1.35	1.35	---	---
1/3	1.35	1.35	1.35	1.35	---	---
1/2	1.25	1.25	1.25	1.15*	---	---
3/4	1.25	1.25	1.15*	1.15*	---	---
1	1.25	1.15*	1.15*	1.15*	---	---
1-1/2-125	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
150	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*
200	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	1.15*	---
250	1.0	1.15*	1.15*	1.15*	---	---

Anexo XXII **Cálculo para el diámetro del cable**
Tabla XXII.5. Tabla de Ampacidades de Viakon [44].

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHWLS, THW, THWLS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW-LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
0.824	18**	—	—	14	—	—	—
1.31	16**	—	—	18	—	—	—
2.08	14**	15	20	25	—	—	—
3.31	12**	20	25	30	—	—	—
5.26	10**	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
458	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

Anexo XXIII Normas de seguridad para la
movilización de cargas u objetos

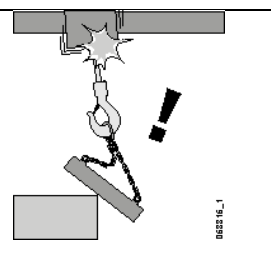
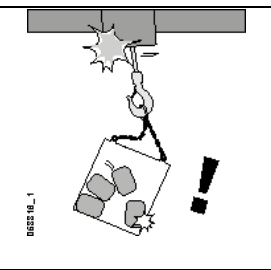
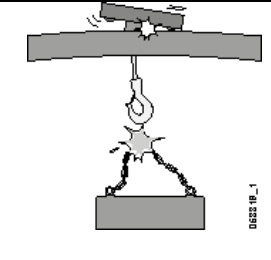
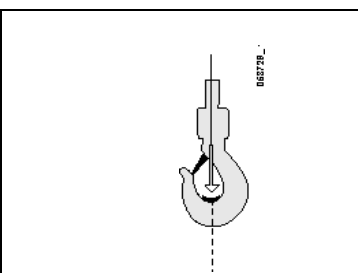
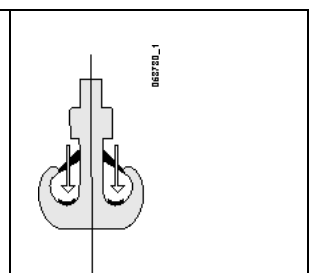
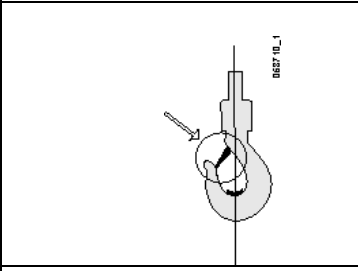
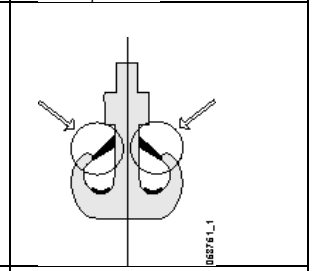
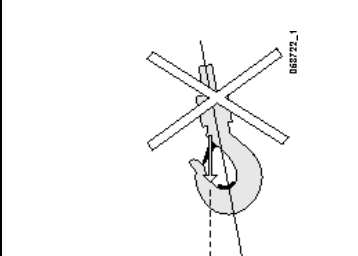
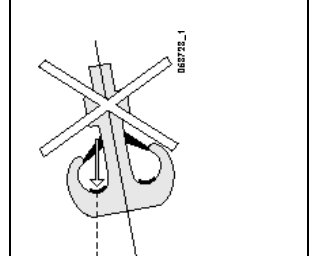
Anexo XXIII		Normas de seguridad de Izaje
Tabla XXIII.1. Carga de impacto [34].		
1	<p>Cambio del equilibrio de carga</p> <p>Un cambio en el equilibrio de la carga puede tirar repentinamente del cable de elevación.</p>	
2	<p>Carga inestable</p> <p>Si la carga es inestable, puede ejercer una fuerza repentina en el cable de elevación.</p> <p>Los contenidos de las cajas de embalajes deberían sujetarse de forma segura de manera que no puedan moverse durante la elevación.</p>	
3	<p>Rápida reducción de la carga</p> <p>Una pérdida repentina de la carga puede hacer que el carro/polipasto salte.</p>	

Tabla XXIII.2. Manejo de la carga [34].

1	<p>Para evitar dañar el gancho, los dispositivos de elevación sólo se deben colocar en la superficie de sujeción de la carga del gancho. Esto es, el punto más bajo del gancho. Las fuerzas en los ganchos dobles deben ser iguales en las dos superficies de sujeción de la carga.</p>		
2	<p>Comprobar que los pasadores de seguridad del gancho están cerrados. Comprobar que el pasador de seguridad no está sujeto a ninguna fuerza por parte de la carga.</p>		
3	<p>El peso de la carga debe estar centrado en la línea central del gancho de manera que la carga no doble el cuello del gancho. Nunca se debe tratar de elevar nada con la punta del gancho.</p>		

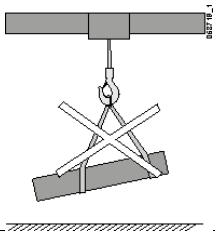
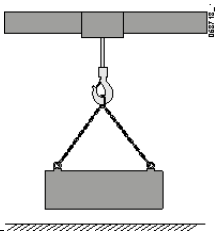
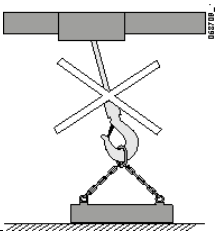
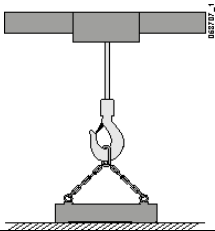
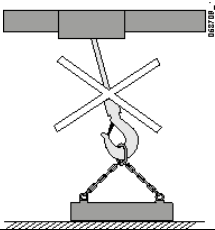
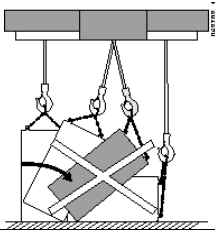
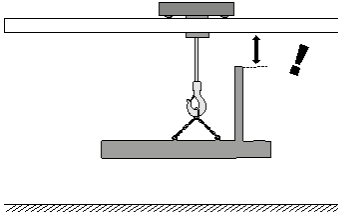
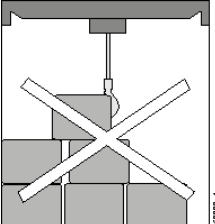
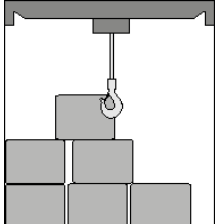
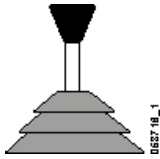
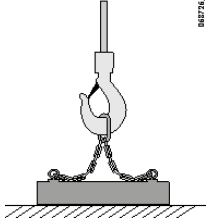
4	Comprobar que la carga está equilibrada y sujeta de forma segura a los puntos de elevación. La carga no debe poder deslizarse, resbalarse o soltarse mientras está suspendida.		
5	El polipasto debe estar colocado directamente sobre (y perpendicular a) la carga de manera que no haya fuerzas que tiren desde los laterales.		
6	No se debe arrastrar la carga por el suelo.		
7	El operador debe asegurar que el equipo o la carga no chocan con nada o no caiga desde el equipo de elevación.		
8	Comprobar que se tiene una visión clara desde la posición del controlador . Retirar cualquier obstáculo visual.		

Tabla XXIII.3. Elevación [34].

1	Cerciorarse de que todo esté listo para realizar la elevación.		
---	--	---	---

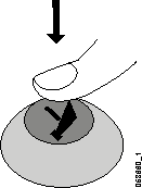
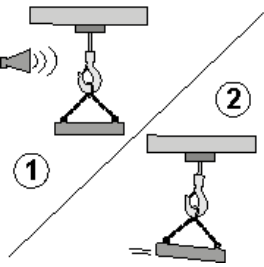
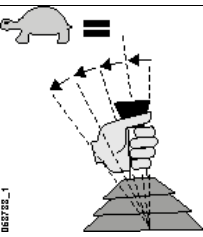
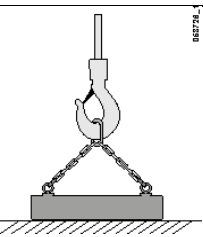
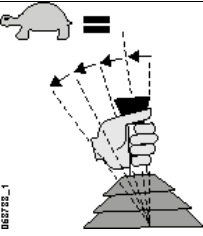
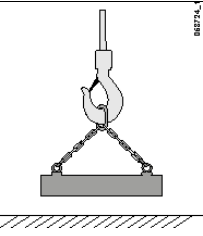
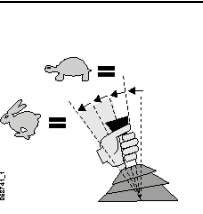
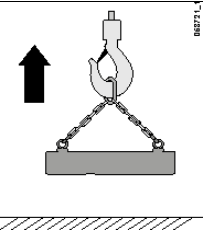
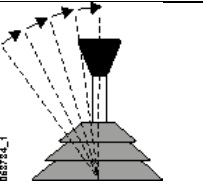
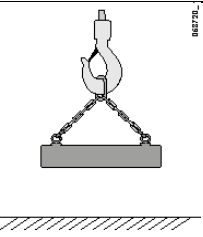
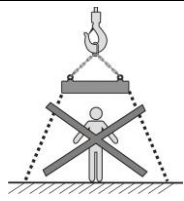
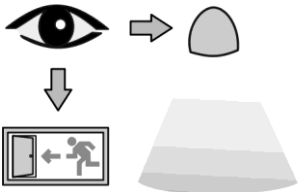
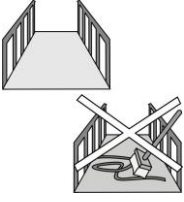
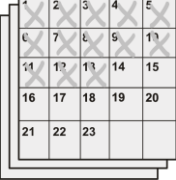
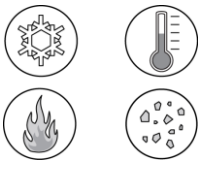
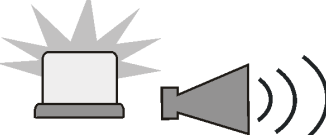



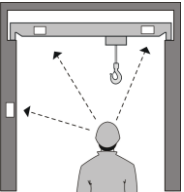
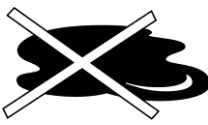
2	Si el equipo cuenta con una sirena, accionar el respectivo botón para avisar a las personas ubicadas en las inmediaciones que se están por mover una carga.		
3	Antes de alzar la carga del suelo, accionar ligeramente el control ARRIBA para coger poco a poco de las cadenas la parte floja o la eslinga.		
4	Seguir accionando el botón pulsador ARRIBA hasta que la carga no toque el suelo.		
5	Accionar el control ARRIBA para elevar la carga a máxima velocidad.		
6	Soltar ligeramente el control ARRIBA tras alcanzar la altura deseada. No alzar la carga más allá de lo necesario para evitar que ésta choque con otros objetos.		

Tabla XXIII.4. Cuestiones generales de seguridad [34].

1	<p>Mantenga condiciones seguras debajo de la carga. Los propietarios HAN DE dejar en claro a todos (incluidos el operador, el personal de servicio y los visitantes), que nadie tiene que exponerse nunca a peligros debajo de la carga. Respetar siempre esta regla.</p>	
---	--	---

<p>2</p>	<p>Asegurar la elevación Los propietarios TIENEN QUE asegurarse de que haya iluminación apropiada, en perfectas condiciones de funcionamiento, en el lugar de operación, de manera que el equipo pueda manejarse siempre de forma segura y eficiente.</p>	 <p style="text-align: right; font-size: small;">CD002059_1</p>
<p>3</p>	<p>Asegurar pasarelas y plataformas de servicio Los propietarios DEBEN asegurarse de que haya pasarelas y plataformas de servicio apropiadas en el equipo y/o herramientas adecuadas en el lugar de trabajo para realizar labores de servicio e inspección del producto. Las pasarelas y plataformas de mantenimiento deben estar en buenas condiciones de seguridad y limpieza.</p>	
<p>4</p>	<p>Asegurar los requisitos relativos a funcionamiento y seguridad Los propietarios DEBEN asegurarse de que el equipo cumpla los requisitos vigentes en materia de seguridad y funcionamiento.</p>	
<p>5</p>	<p>Mantenimiento Los propietarios DEBEN asegurarse de que se lleven a cabo las labores de mantenimiento según los intervalos establecidos por el fabricante.</p>	
<p>6</p>	<p>Asegurar las condiciones de funcionamiento Los propietarios DEBEN asegurarse de que las condiciones en el lugar de trabajo del equipo coincidan con las de funcionamiento para las cuales ha sido diseñado. Por ejemplo, los factores que influyen en las condiciones de trabajo se refieren a uso interno/externo, temperatura, clima, polvo, humedad, materiales peligrosos y riesgos de incendio.</p>	
<p>7</p>	<p>Mantener la grúa en condiciones de seguridad Los propietarios DEBEN asegurarse de que el equipo se mantenga en condiciones de seguridad. Por ejemplo, todos los dispositivos de alarma deben mantenerse en buenas condiciones de funcionamiento.</p>	
<p>8</p>	<p>Seguridad en caso de incendio Los propietarios TIENEN QUE asegurarse que el personal esté preparado en caso de incendio y que los debidos equipos de extinción estén a disposición y sean mantenidos en orden.</p>	
<p>9</p>	<p>Primeros auxilios Los propietarios TIENEN QUE asegurarse que, en cumplimiento de las normas locales, el personal esté preparado en caso de accidentes y que el botiquín esté a disposición y mantenido en orden.</p>	
<p>10</p>	<p>Dispositivos de parada de emergencia Los propietarios DEBEN asegurarse de que ellos mismos y los gruistas conozcan las ubicaciones de los dispositivos de parada de emergencia para poder activarlos en casos de emergencia. Dichos dispositivos nunca han de utilizarse como sucedáneos del uso correcto de los controles de dirección. El uso habitual de dicho botón aumenta el desgaste de los componentes del producto y puede hacer bascular la carga.</p>	

<p>1 1</p>	<p>Asegurarse del buen estado de las señales Los propietarios DEBEN asegurarse de que las señales y advertencias presentes en el equipo estén en buenas condiciones.</p>	
<p>1 2</p>	<p>Mantener la obra limpia La obra ha de mantenerse limpia y ordenada. El aceite derramado tiene que ser inmediatamente eliminado para reducir riesgos de resbalamiento.</p>	

Anexo XXIV Análisis de costos

Anexo XXIV		Análisis de costos	
Materiales Directos			
Cantidad	Detalle	Valor unidad	Valor total
1	Software SolidWorks Versión TRIAL	0	0
1	Teclde de una tonelada marca MIT	1000	1000
1	Trolley 1 tonelada marca MIT	500	500
1	Motor reductor	300	300
8 metros	Riel C-Track	40	320
5	Carros arrastra cables	15	75
1	Carro para botonera	40	40
2	Carros fijos	10	20
12 metros	Cable plano para control 16*16 AWG	7	84
6 metros	Cable plano para potencia 4*12 AWG	8	48
4 metros	Cable para botonera 16*16 AWG	7	32
1	Botonera de 8 pulsadores marca MIT	200	200
8	Anclajes de la riel C- Track	5	40
3 metros	Viga tipo IPE	100	300
1.5 metros	Eje con 40mm de diámetro	20	20
2	Chumacera	12	24
2 m ²	Planchas de acero	60	120
1	Interruptor termo magnético trifásico	60	60
1	Interruptor termo magnético bifásico	45	45
1	Interruptor termo magnético monofásico	30	30
1	Comprobador de fase	60	60
1	Transformador 220- 110	40	40
1	Contactador bobina 110	45	45
1	Control inalámbrico	500	500
		Total	3903 \$

Mano de Obra					
Detalle	Cantidad de personas	N° Horas	Uso energía eléctrica \$ KW/W	Hora \$	Total \$
Diseño	2	360	0,0926	-	33,336
Implementación	2	720	-	5	3600
				Total	3633.336

Indirectos			
Días	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
30	Alimentación	3	90
Cantidad	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
20	borneras	2	40
Cantidad	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
1	Canaleta ranurada	6	6
Cantidad	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
1	Caja	60	60
Cantidad	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
1	Riel Din	2.5	2.5
Cantidad	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
2	Terminales	5	10
Cantidad	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
5	Prisioneros M10	0.45	2.25
Cantidad	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
4	Prisioneros M8	0.35	1.40
Horas	Concepto	Valor unitario \$	Valor total \$
48	Asesoría	10	480
		Total	692.15

Anexo XXV

Tabla de muestras de tiempos del Brazo Grúa

BRAZO GRUA SIN AUTOMATIZADO		
NÚMERO DE MUESTRA	TIEMPO	UNIDAD DE MEDIDA
1	17,90	Minutos
2	16,15	Minutos
3	16,96	Minutos
4	17,45	Minutos
5	16,72	Minutos
6	17,32	Minutos
7	17,65	Minutos
8	17,19	Minutos
9	17,70	Minutos
10	16,94	Minutos
11	16,06	Minutos
12	16,57	Minutos
13	17,08	Minutos
14	16,16	Minutos
15	16,62	Minutos
16	17,20	Minutos
17	17,00	Minutos
18	17,45	Minutos
19	17,90	Minutos
20	17,60	Minutos
21	17,47	Minutos
22	16,14	Minutos
23	16,78	Minutos
24	16,31	Minutos
25	16,90	Minutos
26	16,99	Minutos
27	17,02	Minutos
28	17,40	Minutos
29	16,85	Minutos
30	16,90	Minutos
31	16,71	Minutos
PROMEDIO	17,00	Minutos
PROMEDIO	1020,16	Segundos

BRAZO GRUA AUTOMATIZADO		
NÚMERO DE MUESTRA	TIEMPO	UNIDAD DE MEDIDA
1	11,4	Segundos
2	10,9	Segundos
3	9,2	Segundos
4	10,3	Segundos
5	12,1	Segundos
6	11,3	Segundos
7	9,8	Segundos
8	11,6	Segundos
9	11,2	Segundos
10	11,7	Segundos
11	10,5	Segundos
12	9,7	Segundos
13	10,2	Segundos
14	11,7	Segundos
15	11,5	Segundos
16	11,5	Segundos
17	11,5	Segundos
18	11,4	Segundos
19	11,0	Segundos
20	11,7	Segundos
21	9,8	Segundos
22	11,3	Segundos
23	9,1	Segundos
24	10,1	Segundos
25	11,9	Segundos
26	11,8	Segundos
27	12,0	Segundos
28	9,9	Segundos
29	10,5	Segundos
30	9,5	Segundos
31	9,7	Segundos
PROMEDIO	10,8	Segundos
PROMEDIO	0,18	Minutos



Anexo XXVI Especificaciones técnicas de
componentes eléctricos


Anexo XXVI	Especificaciones técnicas	
Product parameter table instruction	<p>LC1N1201M5N</p> <p>D3N 3P contactor (1NC)-AC-3-<=440V 12A220V coil 50Hz</p>	
<hr/>		
		
<p>The main information</p>		
Product series	EasyPact	
The product name	EasyPact D3N	
The product type	contactor	
The product short name	LCIN	
Contactor application areas	Applied to ac load power factor greater than or equal to 0.95 applied to switch on and off the normal starting squirrel cage motor	
Using the categories	AC-3	
	AC-4	
	AC-1	
J Ying	3P	
Loop contact type	3NC	
Rated operating voltage [Ue] rated operating current [IE]	= 690 V AC 50/60 Hz For power supply loop	
	25 A (<=60°C) AC AC-1 For power loop <=440V12 A (<=60°C) AC AC-3 for power loop <=440V5A (<=60 °C) AC AC-4 for power loop <=440V	
Motor power (kW)	5.5kW on top 415/440 V AC 50/60 HzkW on top 220/230 V AC 50/60 Hz.5kW on top. Top 500 V AC 50/60 H2	
	7.5 kW on top of 660/690 V AC 50/60 H2	
	5.5 kW at top 380/400 V AC 50/60 HAC 50 Hz	
Control loop characteristics	220 VAC 50 Hz	
Control loop voltage height	74 mm	
Degree of g	45 mm	
	30 mm	
The product weight	0.3 kg	
color	Gray RAL 7011	

Figura XXVI.1. Especificaciones técnicas contactor SchneiderLC1N1210 1201 [45].

**S203-C63 - Disyuntor tripolar -CurveC -In: 63A -
Icu: 20KA / 230V y 10KA / 400V - Norma NBR
IEC 60947-2 Fijación carril DIN
2CDS253001R0634 ABB**



DX³ disyuntores modulares

protección de salida

 Entrada superior / salida inferior	 por. 24 - 2																					
DX³ 6000 10 kA																						
Conexión Terminales: de entrada y sal empalme:	●				●				●													
Tipo de curvas	B				C				D													
número de polos	1P	2P	3P	4P	1P	2P	3P	4P	1P	2P	3P	4P										
Calibración Corriente nominal In (A) a 30 ° C	1 hasta	1 hasta	1 hasta	1 hasta	1 hasta	1 hasta	1 hasta	1 hasta	0,5 hasta	0,5 hasta	0,5 hasta	1 hasta										
capacidad de interrupción																						
Icu (A) según el estándar NBR/NM 60898-1	127 / 230V L _N y 230/400 V L _N (230V L _N para F+N)				6000																	
Icu (kA) según la norma NBR IEC 60947-2	230/400 V L _N (tres fases)				-	10	10	10	-	10	10	10	230V L _N (entre F y N) o en 230V trifásico		10	25	25	25	10	25	25	25
Características de funcionamiento																						
Frecuencia nominal	50/60 Hz																					
Tensión nominal	230 / 400 V L _N	230/400 V L _N				230 / 400 V L _N	230/400 V L _N				230/400 V L _N											
clase de protección	IP 20 - IK 02																					
Dimensiones (número de módulos)	1	d	3	4	1	d	3	4	1	d	3	4										
Funciones DX 3																						
Indicación de estado de contacto	Visualización del estado de los contactos marcados en la empuñadura - I-ON en rojo = contactos cerrados y O-OFF en verde = contactos abiertos																					
Titular de la eti	Seguridad reforzada marcando circuitos integrados a productos																					
Temperatura de funcionamiento	De -25 ° C a + 70 ° C																					
Ayudantes comunes (p. 34)	Acepta ayudantes comunes para toda la oferta.																					
Mandos a distancia (p. 34)	Adaptado a toda la oferta																					
bloqueo de bloq	Bloqueo posible en posición abierta o cerrada (accesorios de bloqueo)																					
Estánda	NBR/NM 60898-1 / NBR IEC 60947-2																					

Figura XXVI.2. Especificaciones técnicas interruptor termomagnético Icu/NBR IEC 60947 [46].

Tabla XXVI.1. Especificaciones técnicas guardamotor DZ518-M14 [47].

Referencia	Código	Rango regulación le (A)	Potencia motor 3 fases AC3 (kW)		Potencia motor 1 fase (kW)	Icu (kA) 400/415 V	Ics/Icu (%)
			230 V	400 V	230 V		
DZ518-M01	9920050026001	0,1 a 0,16				100	100
DZ518-M02	9920050026002	0,16 a 0,25				100	100
DZ518-M03	9920050026003	0,25 a 0,4				100	100
DZ518-M04	9920050026004	0,4 a 0,63				100	100
DZ518-M05	9920050026005	0,63 a 1				100	100
DZ518-M06	9920050026006	1 a 1,6		0,37		100	100
DZ518-M07	9920050026007	1,6 a 2,5	0,37	0,75	0,12	100	100
DZ518-M08	9920050026008	2,5 a 4	0,75	1,5	0,25	100	100
DZ518-M10	9920050026009	4 a 6,3	1,1	2,2	0,37	100	100
DZ518-M14	9920050026010	6 a 10	2,2	4	0,75	100	100
DZ518-M16	9920050026016	9 a 14			1,5	15	50
DZ518-M18	9920050026011	10 a 16	3	5,5	1,5	15	50
DZ518-M20	9920050026012	13 a 18	4	7,5	2,2	15	50
DZ518-M21	9920050026013	17 a 23	5,5	9		15	50
DZ518-M22	9920050026014	20 a 25	5,5	11		10	50
DZ518-M32	9920050026015	24 a 32	7,5	15		10	50
DZ518-ME40	9920DZ518ME40	25 a 40	11	18		35	50
DZ518-ME63	9920DZ518ME63	40 a 63	15	30		35	50
DZ518-ME80	9920DZ518ME80	56 a 80	22	40		15	50

Tabla intensidad de corte (kA)

Corriente nominal (In)	Rango de ajuste	Poder de corte Icu e Ics					
		220/230V		400/415V		690V	
		Icu (kA)	Ics (kA)	Icu (kA)	Ics (kA)	Icu (kA)	Ics (kA)
0,16	0,10-0,16	100	100	100	100	100	100
0,25	0,16-0,25	100	100	100	100	100	100
0,4	0,25-0,4	100	100	100	100	100	100
0,63	0,4-0,63	100	100	100	100	100	100
1	0,63-1	100	100	100	100	100	100
1,65	1-1,6	100	100	100	100	100	100
2,5	1,6-2,5	100	100	100	100	3	2,25
4	2,5-4	100	100	100	100	3	2,25
6,3	4-6,3	100	100	100	100	3	2,25
10	6-10	100	100	100	100	3	2,25
14	9-14	100	100	15	7,5	3	2,25
18	13-18	100	100	15	7,5	3	2,25
23	17-23	50	50	15	6	3	2,25
25	20-25	50	50	15	6	3	2,25
32	24-32	50	50	10	6	3	2,25

protection

circuit-breakers up to 63 A

C60a circuit-breakers

4.5 kA, C curve
AS/NZS 4898



Approval No: N13634

functions

The circuit-breakers combine the following functions:

- protection of circuits against short-circuit currents,
- protection of circuits against overload currents,
- control,
- isolation,

- protection of persons against indirect contact.

- C60a circuit-breakers are used in the domestic sectors where single phase fault levels are less than or equal to 4.5kA.

description

technical data
C60a circuit-breakers

- power circuit
 - voltage rating: 240 V AC
 - number of cycles (O-C): 10 000
 - foolproof terminal design
 - moving barrier prevents incorrect cable insertion
 - cable strand centering guides ensure correct cable positions and strand grouping
 - isolation with positive contact indication
 - bistable din clip, simplifies disassembly

- environment
 - tropicalisation: treatment 2 (relative humidity: 95 % at 55 °C)
 - connection: tunnel terminals for the following cables:
 - up to 25A : 25mm² stranded
 - 32 to 63A : 35mm² stranded

C curve

utilisation
cables feeding conventional loads.

technical data

- power circuit
 - tripping curves: the magnetic trip unit operates between 5 and 10 In
 - breaking capacity
 - according to AS/NZS 4898 Icu ultimate breaking capacity (0-C0 cycle):

rating (A)	voltage (V)	breaking capacity Icu (A)
1...63	240	4500

catalogue numbers



11357

type	rating (A)	catalogue number	width in mod. of 9 mm	quantity per box
C curve C60a				
1P 	6	11354	2	12
	10	11355	2	12
	16	11356	2	12
	20	11357	2	12
	25	11339	2	12
	32	11358	2	12
	40	11359	2	12
	50	11360	2	12
	63	11361	2	12

Figura XXVI.3. Especificaciones técnicas interruptor monofásico UNSPSC Merlín Multi 9 C20 [48].

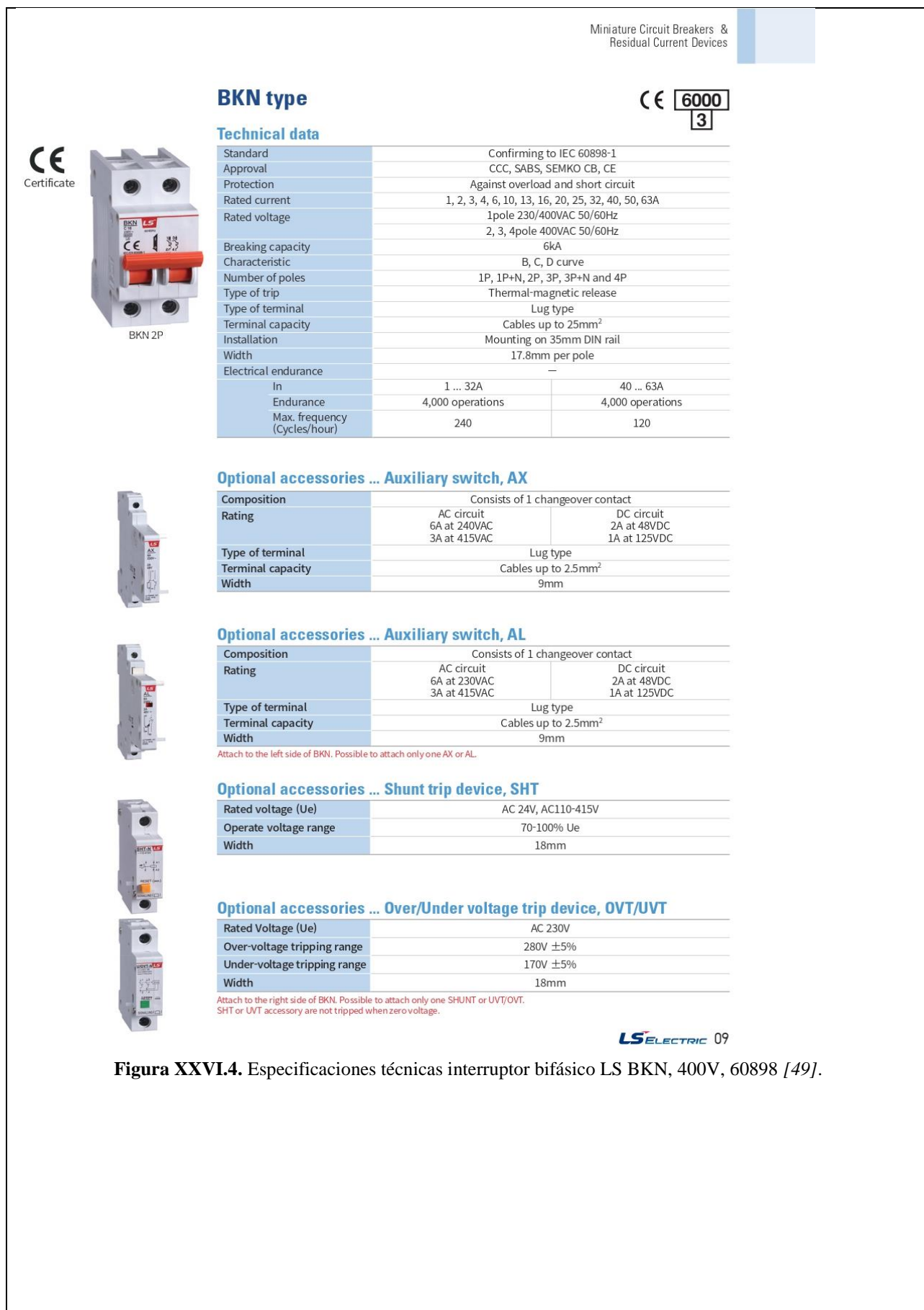

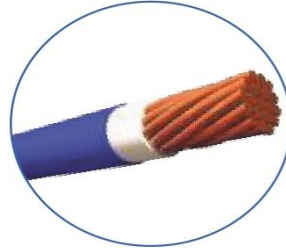


Figura XXVI.4. Especificaciones técnicas interruptor bifásico LS BKN, 400V, 60898 [49].

FICHA TÉCNICA

THHN #12 AWG UNILAY





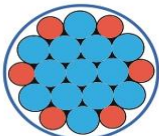
- Minimiza pérdidas conductivas**

No se pierde sección del cable al deschaquetar.
- Ahorro de tiempo**

El recubrimiento y formación permiten mejor (más fácil) deslizamiento en la tubería que los conductores sólidos.
- Ahorro de costos**

Gracias al mayor número de conductores que entran dentro del tubo conduit, comparados con conductores del mismo calibre tipo TVV.
- Fácil instalación**

Contacto perfecto con los terminales de conexión gracias a la forma compacta del conductor.

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Características	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> Voltaje de Servicio: 600 V </div> <div style="text-align: center;"> Temperatura de Trabajo: 90°C </div> <div style="text-align: center;"> * Corriente Máxima: 30 Amperios </div> </div>
Recubrimiento	Aislamiento: Material: PVC 90°C. Espesor promedio: 0,38 mm. Chaqueta Exterior: Material: Nylon. Espesor 1 punto: 0,10 mm.
Material Principal	Cobre de Temple Suave. La materia prima principal con la que se fabrican estos conductores es cobre electrolítico, con un 99,995% de pureza.
Resistencia	Resistividad máxima de hilos: 0,017241 Ω x mm ² /m. Resistencia eléctrica nominal en c.c del conductor a 20°C : 5,35 Ω/km.
Formación de Hilos	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1; text-align: center;">  <p>*Vista frontal del conductor</p> </div> <div style="flex: 2;"> <p>Tipo de Formación: UNILAY. Diámetro Exterior Total: 3,26 mm. Área de Sección Transversal: 3,31 mm².</p> <p>Diámetros:</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> 1 13 Hilos de 0,5mm </div> <div style="margin-right: 10px;"> 2 6 Hilos de 0,4mm </div> <div style="font-size: 2em;">}</div> <div>19 Hilos</div> </div> </div> </div>
Colores	<div style="display: flex; justify-content: center; gap: 10px;"> </div>
Embalaje	Rollos de 10, 25 y 100 metros o cortes específicos según el requerimiento del cliente.
Normativas	NTE INEN 2345 UL 83 ASTM B3 ASTM B787

*Capacidad de corriente para no más de 3 conductores en ducto, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura ambiente de 30°C. Ref NEC (Tabla 310.16).

MATRIZ:
 PARQUE INDUSTRIAL "EL SAUCE", KM. 11 1/2 VIA DAULE. GUAYAQUIL - ECUADOR

TELÉFONOS:
 GUAYAQUIL: (593-4) 370 5460 - QUITO: (593-2) 282 9111 - CUENCA: (593-7) 280 0325

www.electrocable.com


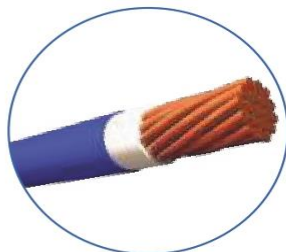


Figura XXVI.5. Especificaciones técnicas cable AWG N° 12 [50].

FICHA TÉCNICA

THHN #14 AWG UNILAY



Minimiza pérdidas conductivas

No se pierde sección del cable al deschaquetar.



Ahorro de tiempo

El recubrimiento y formación permiten mejor (más fácil) deslizamiento en la tubería que los conductores sólidos.



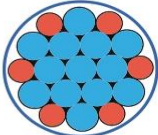
Ahorro de costos

Gracias al mayor número de conductores que entran dentro del tubo conduit, comparados con conductores del mismo calibre tipo TW.



Fácil instalación

Contacto perfecto con los terminales de conexión gracias a la forma compacta del conductor.

PARÁMETRO	ESPECIFICACIÓN
Características	Voltaje de Servicio: 600 V Temperatura de Trabajo: 90°C * Corriente Máxima: 25 Amperios
Recubrimiento	Aislamiento: Material: PVC 90°C. Espesor promedio: 0,38 mm. Chaqueta Exterior: Material: Nylon. Espesor 1 punto: 0,10 mm.
Material Principal	Cobre de Temple Suave. La materia prima principal con la que se fabrican estos conductores es cobre electrolítico, con un 99.995% de pureza.
Resistencia	Resistividad máxima de hilos: 0,017241 $\Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$. Resistencia eléctrica nominal en c.c del conductor a 20°C : 8,46 Ω/km .
Formación de Hilos	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> Tipo de Formación: UNILAY. Diámetro Exterior Total: 2,76 mm. Área de Sección Transversal: 2,08 mm². Diámetros: 1 13 Hilos de 0,4mm } 19 Hilos 2 6 Hilos de 0,30mm </div> </div> <p>*Vista frontal del conductor</p>
Colores	
Embalaje	Rollos de 10, 25 y 100 metros o cortes específicos según el requerimiento del cliente.
Normativas	NTE INEN 2345 UL 83 ASTM B3 ASTM B787

*Capacidad de corriente para no más de 3 conductores en ducto, cable o tierra (directamente enterrados), para temperatura ambiente de 30°C. Ref NEC (Tabla 310.16).

MATRIZ:
 PARQUE INDUSTRIAL "EL SAUCE", KM. 11 1/2 VIA DAULE, GUAYAQUIL - ECUADOR
 TELÉFONOS:
 GUAYAQUIL: (593-4) 370 5460 - QUITO: (593-2) 282 9111 - CUENCA: (593-7) 280 0325
 www.electrocable.com



Figura XXVI.6. Especificaciones técnicas cable AWG N° 14 [51].

Anexo XXVII**Requisitos dimensionales para cordón de soldadura****Tabla XXVII.1.** Tabla de Clasificación de electrodos Norma INEN 1390 [52]

Clasificación	Tipo de recubrimiento	Posiciones del electrodo	Tipo de corriente
SERIE E 60			
E 6010	celulósico, alto en sodio	P,V,S,H	CC:PI
E 6011	celulósico, alto en potasio	P,V,S,H	CC ó CA; PI
E 6012	sódico alto en titanio	P,V,S,H	CC b CA; PD
E 6013	Potásico alto en titanio	P,V,S,H	CC ó CA; ambas p
E 6020	Ato en óxido de hierro	H,P;	CC ó CA; PD
E 6027	polvo de hierro, óxido de hierro	H,P;	CC ó CA; PD
SERIE E 70			
E 7014	polvo de hierro, titanio	P,V,S,H	CC ó CA; ambas p.
E 7015	sódico bajo, en hidrógeno	P,V,S,H	CC; PI
E 7016	potásico bajo, en hidrógeno	P,V,S,H	CC ó CA; PI
E 7018	polvo de hierro, hidrógeno	P,V,S,H	CC ó CA; PI
E 7028	polvo de hierro, bajo en hidrógeno	H,P; P	CC ó CA; PI

Tabla XXVII.2. Tabla de requisitos dimensionales del cordón de soldadura Norma INEN 1390 [52]

Tamaño del cordón soldado (mm)	Convexidad máxima (mm)	Máxima diferencia entre las piernas del cordón soldado (mm)
3,2	1,2	0,8
4,0	1,2	1,2
4,8	1,6	1,6
5,6	1,6	2,0
6,4	1,6	2,4
7,1	1,6	2,8
8,0	2,0	3,2
8,7	2,0	3,6
9,5	2,0	4,0

Anexo XXVIII

Selección del pernos para chumaceras

PERNO DE ACERO CABEZA HEXAGONAL CON TUERCA / SAE GRADO 2

Diametro Nominal:

- de 1/4" a 1/2" Galvanizado
- de 1/4" a 1" Negro.

Clase de rosca:

- Ordinaria (UNC)

D		Hilos por pulgadas		E	H
Diametro		R.G.	R.F.	Distancia entre caras	Altura de la Cabeza
1/4	.250	20	28	7/16	5/32
5/16	.312	18	24	1/2	13/64
3/8	.375	16	24	9/16	15/64
7/16	.437	14	20	5/8	9/32
1/2	.500	13	20	3/4	5/16
9/16	.562	12	18	13/16	23/64
5/8	.625	11	18	15/16	25/64
3/4	.750	10	16	1-1/8	15/32
7/8	.875	9	14	1-5/16	35/64
1	1.000	8	14	1-1/2	39/64
1-1/8	1.125	7	12	1-11/16	11/16
1-1/4	1.250	7	12	1-7/8	25/32
1-1/2	1.500	6	12	2-1/4	1-5/16

Norma Técnica	Diámetro nominal	Material	Dureza Rockell		Carga de Prueba (Mínima)	Resistencia a la tracción (Mínima)
			Min.	Máx.		
SAE J429H (Grado 2)	1/4" a 3/4"	Acero bajo o mediano al carbono	B 80	B 100	55.000 PSI o 38.6 Kg/mm ²	74.000 PSI o 52 kg/mm ²
	Mayor a 3/4"		B 70	B 100	33.000 lbs/pulg ² (psi)	60.000 lbs/pulg ² (psi)