



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA CON UNA CAPACIDAD DE 500 KG PARA
LA EMPRESA CEDIMED**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor(a)

León Suárez Vecquer Vicente

Tutor(a)

Msc. Sarmiento Ortiz Fabián Alberto

QUITO – ECUADOR
2023

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Yo, **Vecquer Vicente León Suárez**, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre “**Diseño de un elevador de carga con capacidad de 500 Kg para la Empresa Cedimed**”, como requisito para optar al grado de **Ingeniero Industrial** y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI). Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 28 días del mes de febrero del 2023, firmo conforme:

Autor: Vecquer Vicente León Suárez

Firma: 

Número de Cédula: 172424443-7

Dirección: Pichincha, Quito, La Libertad, San Diego

Correo Electrónico: vecquerleonpx@gmail.com

Teléfono: 0999281943

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA CON CAPACIDAD DE 500 KG PARA LA EMPRESA CEDIMED.” presentado por Vecquer Vicente León Suárez, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte los Lectores que se designe.

Quito, 28 de febrero del 2023



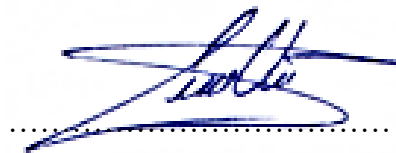
Firmado electrónicamente por:
FABIAN ALBERTO
SARMIENTO ORTIZ

Ing. Fabián Alberto Sarmiento Ortiz Msc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor

Quito, 28 de febrero del 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Vicente León Suárez', is written over a horizontal dotted line.

Vecquer Vicente León Suárez

CI: 172424443-7

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA CON CAPACIDAD DE 500 KG PARA LA EMPRESA CEDIMED, Previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 28 de febrero del 2023

Firmado digitalmente por BLANCA
LILIANA TOPÓN VISARREA
DN: CN=BLANCA LILIANA
TOPÓN VISARREA,
SERIALNUMBER=050922094919,
OU=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE
INFORMACION, O=SECURITY
DATA S.A. 2, C=EC
Razón: Estoy aprobando este
documento
Ubicación: Tesis Vecquer León
Fecha: 2023.03.06 07:46:30-05'00'

.....

Msc. Blanca Liliana Topón Visarrea

PRESIDENTE TRIBUNAL

PABLO
ELICIO RON
VALENZUELA

Firmado digitalmente por PABLO ELICIO
RON VALENZUELA
DN: CN=PABLO ELICIO RON
VALENZUELA, SERIALNUMBER=
130922122620, OU=ENTIDAD DE
CERTIFICACION DE INFORMACION, O
=SECURITY DATA S.A. 2, C=EC
Razón: Soy el autor de este documento
Ubicación:
Fecha: 2023.03.03 07:55:05-05'00'
Foxit PDF Reader Versión: 12.1.0

.....

Msc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

VOCAL

JUAN JOEL
SEGURA D
ROUVILLE

Firmado digitalmente
por JUAN JOEL SEGURA
D ROUVILLE
Fecha: 2023.03.03
08:02:58 -05'00'

.....

Msc. Juan Joel Segura D Rouville

VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mi madre Patricia quien desde siempre ha creído en mí sabiendo que llegaría a ser un ingeniero, de la misma manera a mi padre Vicente la persona quien me ha enseñado a trabajar para conseguir las cosas con esfuerzo y sacrificio, a mi esposa Nadia y mi hija Elieth quienes han sido mi mayor motivación para cumplir con mi meta, también a mis hermanos y sobrinos quienes siempre han estado a mi lado apoyándome y dándome su cariño.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por sus bendiciones y guiar mi camino dándome sabiduría para poder alcanzar mi meta, agradezco a mis padres quienes han sido mi apoyo y principal ejemplo de vida, a mi esposa e hija por siempre estar conmigo en los buenos y malos momentos, a mis hermanos quienes me han apoyado en todo momento, a los docentes y tutor que han compartido su conocimiento para poder formarme académicamente, a la empresa Cedimed donde he podido aprender y desarrollar mis conocimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DE LECTORES	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	5
JUSTIFICACIÓN	7
OBJETIVOS	9
Objetivo General.....	9
Objetivos Específicos.....	9
CAPÍTULO II.....	10

INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	10
Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa	10
Visión de la Empresa	11
Misión de la Empresa.....	11
Política de Calidad de la Empresa	11
Operatividad que Realiza la Empresa	12
Evaluación Ergonómica	16
Evaluación Mediante LCE (Lista de Comprobación Ergonómica)	16
Evaluación Mediante la Ecuación de NIOSH.....	20
Aplicación del método	28
Evaluación Mediante Tablas de Snook y Cirello.....	30
Aplicación del método	32
Evaluación Mediante la Guía Técnica del INSHT	35
Aplicación del método	42
Evaluación en la Salud de los Trabajadores	43
Resumen de Resultados Obtenidos	45
Área de estudio	46
Modelo Operativo	47
Desarrollo del Modelo Operativo	47
Identificar la Alternativa	47

Definir Parámetros de Diseño	48
Cálculos Para el Diseño	48
Simulación de Esfuerzos.....	48
Elaborar Planos de Diseño	48
Automatización.....	48
CAPÍTULO III.....	49
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	49
Primera Fase Casa de la calidad.....	49
Interpretación	52
Segunda Fase Matriz despliegue de partes	54
Tercera Fase Planeación de Procesos	55
Cuarta Fase Parámetros de Diseño	57
Parámetros de Diseño en la Empresa.....	58
Descripción del Elevador y Principio de Funcionamiento	58
DISEÑO.....	60
Consideraciones de Diseño	60
Características del Material.....	60
Selección del Material.....	61
Propiedades del Material Seleccionado	61
Diseño Mecánico	62

Calculo Estructural Para la Cabina	63
Dimensionamiento de la Viga para Cabina	63
Factor de Seguridad	66
Esfuerzo Permisible	67
Módulo de Sección	68
Comprobación del factor de seguridad	68
Dimensionamiento de las Columnas en la Cabina.....	69
Factor de Longitud Efectiva.....	69
Longitud Efectiva.....	70
Rango de Comportamiento	71
Esfuerzo de Euler	71
Esfuerzo Critico	72
Carga Nominal	72
Factor de resistencia por pandeo.....	72
Diseño de Viga del Soporte Principal.....	73
Dimensionamiento de la Viga de Soporte Principal	74
Cálculo de Momento en Viga de Soporte	75
Módulo de Sección en Viga de Soporte.....	76
Calculo de la Columna Para Soporte Principal.....	77
Diseño de la Placa Base	79

Diseño de los Pernos de Anclaje.....	83
Diseño del Amortiguador.....	85
Cálculo Potencia del Motor Polipasto.....	87
Automatización.....	89
PLC (Controlador Lógico Programable)	89
Resultados Esperados.....	91
Resultados de la Evaluación Ergonómica.....	93
Cronograma de Actividades.....	96
Análisis de costos.....	97
CAPÍTULO IV.....	105
CONCLUSIONESS Y RECOMENDACIONES	105
Conclusiones.....	105
Recomendaciones	107
Bibliografía.....	108
Anexos	112
Diagrama de Control y Planos	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Detalle de Peso y Volumen</i>	15
Tabla 2 <i>Personal Evaluado del Área de Bodega</i>	16
Tabla 3 <i>Lista de Comprobación Ergonómica</i>	18
Tabla 4 <i>Frecuencia de Levantamiento</i>	26
Tabla 5 <i>Factor de Agarre</i>	27
Tabla 6 <i>Características de la Evaluación</i>	29
Tabla 7 <i>Valoración de Índices de Riesgo</i>	30
Tabla 8 <i>Datos para la Evaluación Snook y Cirello</i>	32
Tabla 9 <i>Tabla para Transporte Snook y Cirello</i>	33
Tabla 10 <i>Resultado de la evaluación Snook y Cirello</i>	34
Tabla 11 <i>Peso recomendado para cargas</i>	36
Tabla 12 <i>Factor de corrección</i>	38
Tabla 13 <i>Factores de Corrección Según el Giro</i>	39
Tabla 14 <i>Factor de Corrección en el Agarre</i>	40
Tabla 15 <i>Frecuencia de Manipulación</i>	40
Tabla 16 <i>Distancia y Peso Transportado.</i>	41
Tabla 17 <i>Variables para la Aplicación</i>	42
Tabla 18 <i>Evaluación a la Salud de los Trabajadores</i>	44
Tabla 19 <i>Resumen de Resultados Obtenidos</i>	45
Tabla 20 <i>Parámetros Tomados en la Empresa</i>	58
Tabla 21 <i>Características del Acero A36</i>	61

Tabla 22	<i>Propiedades del Acero A36</i>	62
Tabla 23	<i>Factor de Resistencia</i>	73
Tabla 24	<i>Elementos de Carga de la Viga Principal</i>	74
Tabla 25	<i>Parámetros de Diseño por Fatiga</i>	84
Tabla 26	<i>Descripción de Variables</i>	90
Tabla 27	<i>Especificaciones Técnicas del Elevador de Carga</i>	91
Tabla 28	<i>Datos para la evaluación con la Implementación</i>	93
Tabla 29	<i>Datos para la evaluación</i>	94
Tabla 30	<i>Cronograma de Actividades Para la Implementación</i>	96
Tabla 31	<i>Análisis de Precios Unitarios de la Placa Base</i>	97
Tabla 32	<i>Análisis de Precios Unitarios de la Estructura</i>	98
Tabla 33	<i>Análisis de Precios Unitarios de la Plancha Perforada</i>	99
Tabla 34	<i>Análisis de Precios Unitarios de la Plancha Antideslizante</i>	100
Tabla 35	<i>Análisis de Precios Unitarios Plancha Lisa</i>	101
Tabla 36	<i>Análisis de Precios Unitarios en Pintura de la Estructura</i>	102
Tabla 37	<i>Análisis de Precios Unitarios del Motor Polipasto</i>	103
Tabla 38	<i>Presupuesto Total a Requerir Para la Implementación</i>	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Problemas con la Salud en el Trabajo</i>	2
Figura 2	<i>Enfermedades Profesionales por Rango de Edad</i>	3
Figura 3	<i>Ubicación Geográfica de CEDIMED</i>	5
Figura 4	<i>Organigrama Funcional de la Empresa</i>	10
Figura 5	<i>Incremento de Importaciones por Año</i>	12
Figura 6	<i>Manipulación Incorrecta en el Estibaje</i>	14
Figura 7	<i>Promedio de Bultos Ingresados al Año</i>	14
Figura 8	<i>Peso y Cantidad de Bultos Levantados por Trabajador</i>	15
Figura 9	<i>Resultados en la Evaluación LCE</i>	20
Figura 10	<i>Factor de Distancia Horizontal</i>	23
Figura 11	<i>Factor de Asimetría</i>	25
Figura 12	<i>Estibaje de los Productos</i>	29
Figura 13	<i>Resultado Obtenido en la Evaluación</i>	34
Figura 14	<i>Peso Teórico Recomendado</i>	37
Figura 15	<i>Giro del Tronco</i>	38
Figura 16	<i>Modelo Operativo del Diseño</i>	47
Figura 17	<i>QFD o Casa de la Calidad</i>	51
Figura 18	<i>Análisis Competitivo de QFD</i>	53
Figura 19	<i>Análisis Técnico de QFD</i>	54
Figura 20	<i>QFD Despliegue de partes</i>	55
Figura 21	<i>QFD Planeación de Procesos</i>	56

Figura 22	<i>QFD Parámetros de Diseño</i>	57
Figura 23	<i>Partes del Elevador</i>	59
Figura 24	<i>Área Propuesta Para el Piso de la Cabina</i>	62
Figura 25	<i>Dimensionamiento de la Viga con Carga Distribuida</i>	64
Figura 26	<i>Diagrama de Cortante y Momento de la Viga</i>	66
Figura 27	<i>Factor de Longitud Efectiva</i>	70
Figura 28	<i>Dimensionamiento de la Viga con Carga Puntual</i>	74
Figura 29	<i>Diagrama de Cortante y Momento de la Viga</i>	76
Figura 30	<i>Recomendación Técnica Para la Placa Base</i>	79
Figura 31	<i>Factor de Coeficiente de Wahl</i>	86
Figura 32	<i>Programación LEADDER Elevador</i>	90
Figura 33	<i>Simulación del Proceso con la Implementación del Elevador</i>	92

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y PRODUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

**TEMA: DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA CON UNA CAPACIDAD DE 500 KG
PARA LA EMPRESA CEDIMED**

AUTOR(A): Vecquer Vicente León Suárez

TUTOR (A): Ing. Fabián Alberto Sarmiento Ortíz Msc.

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto a desarrollarse en la empresa CEDIMED dedicada a la importación y distribución de medicamentos, tiene como objetivo el diseño de un elevador de carga, con el fin de dar solución y prevenir el levantamiento y transporte manual de los productos por parte de los trabajadores de la empresa. Partiendo de la situación actual donde se determinará mediante el análisis de datos que el número de importaciones ha incrementado por la alta demanda de productos, por ende, la empresa amplió su infraestructura implementando una bodega en un tercer piso, lo que ha obligado a que los tres trabajadores del área de bodega tengan que transportar de forma manual un promedio de 100 cajas con un peso de 18 kg cada una hacia esa bodega. Mediante metodologías de evaluación ergonómica se determinará el índice de riesgo al que están expuestos los trabajadores producto del levantamiento y transporte manual de carga, razón por la cual se propone una solución que facilite el transporte y principalmente prevenir que se generen lesiones o trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores, para el diseño se parte de las necesidades y requerimientos de la empresa mediante la aplicación del benchmarking con la metodología QFD o Casa de la Calidad se identificará las características técnicas de un elevador, que parte de una estructura de acero con un sistema de transmisión de cadena, utilizando un motor eléctrico automatizado mediante un controlador lógico programable; posteriormente se realizará un diseño mecánico mediante cálculos matemáticos que permitirán seleccionar los materiales que cumplan los requerimientos y sean capaces de resistir el peso máximo o capacidad de 500 kg, para luego realizar planos para su construcción, con materiales en acero A36 que sean de fácil adquisición. Finalmente se tendrá el diseño de un elevador de carga que facilitará el transporte mejorando el proceso operativo en la recepción de los productos, evitando que se produzcan riesgos ergonómicos y cuidando la salud de los trabajadores.

DESCRIPTORES: (Elevador, Ergonómico, Lesiones, Levantamiento, Trastornos)

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACION Y
COMUNICACIÓN
CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
THEME: FREIGHT ELEVATOR DESING WITH CAPACITY OF 500 KG FOR THE
“CEDIMED” COMPANY

AUTHOR: Vecquer Vicente León Suárez

TUTOR: Ing. Fabián Alberto Sarmiento Ortiz Msc.

ABSTRACT

The project developed by the "CEDIMED company," dedicated to importing and distributing medicines, aims to design a freight elevator to provide a solution and prevent the company's workers' lifting and manual transport of products. Starting from the current situation where it will be determined through data analysis that the number of imports has increased due to the high demand for products; therefore, the company has expanded its infrastructure by implementing a warehouse on the third floor, which has forced the three workers in the warehouse area to manually transport an average of 100 boxes weighing 18 kg each to the warehouse. Through ergonomic evaluation methodologies, the risk index to which workers are exposed as a result of manual lifting and transporting of loads will be determined, which is why it aims to facilitate transportation and mainly to prevent injuries or musculoskeletal disorders in workers; the design is based on the needs and requirements of the company through the application of benchmarking with the QFD methodology or Quality Function Deployment, the technical characteristics of an elevator will be identified, which is based on a steel structure with a chain transmission system, using an electric motor automated by a programmable logic controller; Afterwards, a mechanical design will be made through mathematical calculations that will allow selecting the materials that meet the requirements and can withstand the maximum weight or capacity of 500 kg, and then make plans for its construction, with A36 steel materials that are easy to acquire. Finally, we will design a loading elevator that will facilitate transportation, improve the operative process in the reception of products, avoid ergonomic risks, and protect workers' health.

KEYWORDS: (elevator, ergonomic, injuries, lifting, disorder)

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

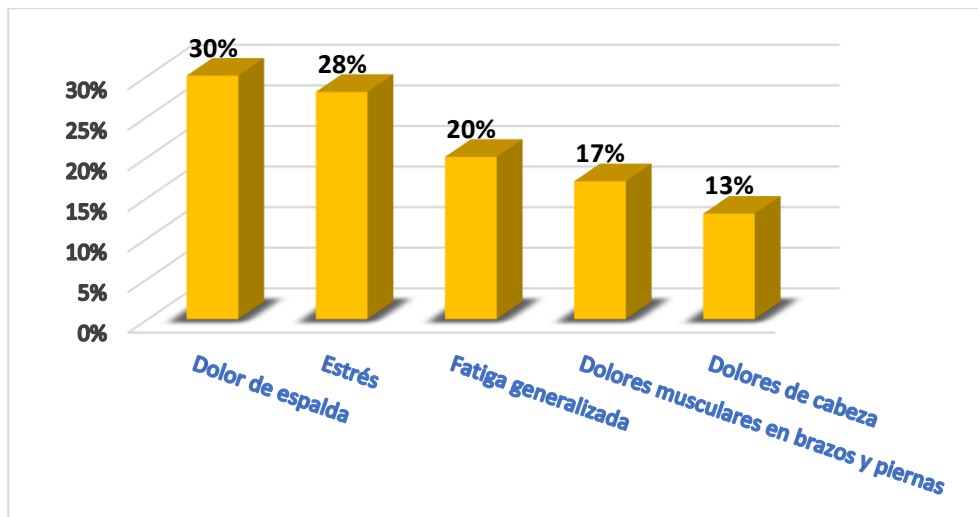
Desde épocas primitivas ya se utilizaban diferentes dispositivos que permitían la elevación de objetos mediante la utilización de materiales muy resistentes lo que se denominó transponte vertical, esto facilitó las construcciones en elevación. La industrialización y los avances tecnológicos permitieron el desarrollo en el mundo ya que las máquinas de elevación se han convertido en algo cotidiano; se encuentran en complejos residenciales, oficinas, lugares públicos y en las industrias, donde se requiere el uso de maquinaria y el transporte de materiales mediante la fuerza del hombre.

Los diferentes tipos de riesgos siempre han existido y más aún desde que el mundo se industrializó, lo que ha ocasionado diferentes afectaciones a los trabajadores relacionados con su salud por el levantamiento incorrecto de cargas en la que interviene el cuerpo humano directa o indirectamente originando que existan trastornos musculoesqueléticos (TME). La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que uno de los estresores ergonómicos más importantes es la lumbalgia y estima que el 37% de las mismas son de origen ocupacional (Goswami et al., 2016)

Existen a nivel mundial diferentes tipos de afectaciones en la salud de los trabajadores, entre las principales que se presentan detalladas a continuación en la figura.

Figura 1

Problemas con la Salud en el Trabajo

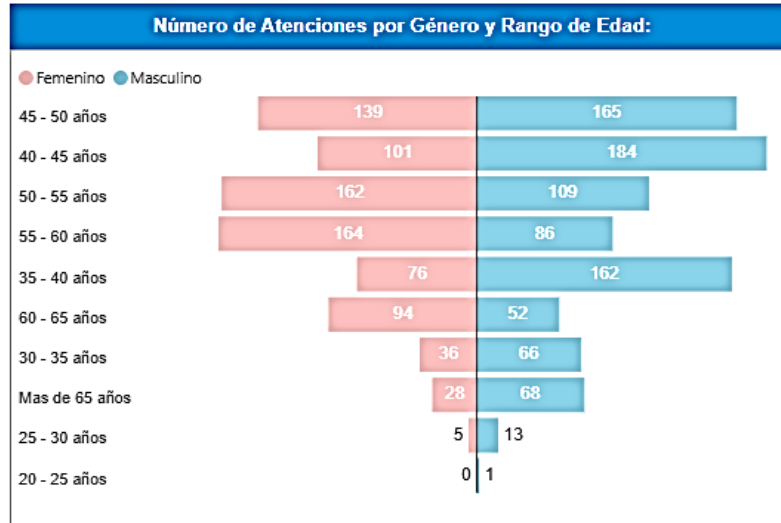


Nota: En la figura se aprecia los valores porcentuales de afectación en los principales problemas en la salud del trabajo. Tomado de. (*cargas.pdf*, s. f.)

La población trabajadora del Ecuador está expuesta a diferentes componentes psicológicos en su entorno laboral, principalmente por el deterioro de la salud y el bienestar en las personas llegando a provocar invalidez temporal o permanente. De acuerdo a datos obtenidos en el IESS Seguro General de Riesgos de Trabajo, en las enfermedades profesionales presentadas entre hombre y mujeres actualmente en el país se tiene los siguientes datos presentados en la siguiente figura.

Figura 2

Enfermedades Profesionales por Rango de Edad



Nota: En la imagen se puede observar el número de personas atendidas por enfermedades profesionales según el Seguro General de Riesgos de Trabajo. Tomado de. (Microsoft Power BI, s. f.)

En nuestro país la atención a estos problemas se ve reflejado negativamente ya que este tema tiene poco interés y únicamente se ha dado estudios en ergonomía de manera generalizada; así, los riesgos laborales que se producen por trabajos de esfuerzo permanente y pesado, provocan molestias y complicaciones que no se presentan inmediatamente, sino a largo plazo. (Guilcapi, 2021, pág. 2)

De acuerdo a otro autor expresa que:

La ergonomía y la higiene industrial desarrollan un papel muy significativo en la economía de una compañía, aunque muchas entidades lo ven como un gasto extra, no es así, los programas de seguridad y salud ocupacional simbolizan una inversión para la

empresa, ya que ayudan a prevenir accidentes y todos los costos que estos pueden ocasionar indirecta o directamente. (Rosales, 2020, pág. 5)

En la ciudad de Quito, existen diferentes tipos de industrias dedicadas a la importación de medicamentos entre las que se encuentra la empresa Cedimed, en la cual se ven reflejados los problemas ergonómicos, debido al poco interés que ha presentado referente a prevención de riesgos, por lo que no existen estudios relacionados en salud ocupacional, específicamente en prevención y cuidado al realizar levantamiento manual de cargas, debido a que los trabajadores del área de bodega quienes son los principales involucrados en realizar tareas de estibar, transportar y almacenar cajas con un peso aproximado de 18 kg. Por el tipo de edificación y distribución que tiene la empresa los trabajadores inclusive han tenido que subir escaleras hasta un tercer piso con las cajas de forma manual, lo que provoca la existencia de dolores lumbares en las personas y estaría representando un riesgo directo en su salud, induciendo la existencia de trastornos musculo esqueléticos, que con el paso del tiempo se verán reflejados en lesiones graves que podrían incapacitar permanentemente a los trabajadores.

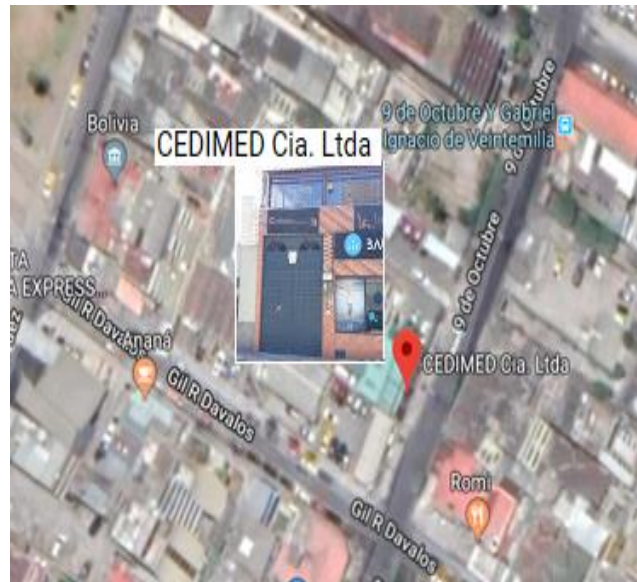
ANTECEDENTES

Cedimed Cia. Ltda. Fue fundada en el año 1992 como una empresa familiar, su inicio se dio como una cadena de farmacias las mismas prestaban servicio al IESS (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social) siendo los más importantes proveedores de medicamentos a los pacientes. Con el pasar del tiempo se dieron a conocer por diferentes laboratorios internacionales de gran renombre como son Korea United Pharm, Green Cross Corporation y Laboratorios ASPEN; de esta manera empezaron a importar medicamentos de especialidad lo que llego a ser su fuerte dentro del mercado local farmacéutico.

La empresa Cedimed Cia. Ltda. Actualmente se encuentra situada en el centro norte de la ciudad de Quito distrito metropolitano, provincia de Pichincha, parroquia de Santa Clara entre las calles 9 de octubre y Gil Ramírez Dávalos.

Figura 3

Ubicación Geográfica de CEDIMED



Nota: En la imagen se aprecia las principales calles aledañas a la empresa Cedimed Cia. Ltda. Tomado de Google Maps, 2022.

La empresa cuenta con área útil de trabajo, $323m^2$ y una población laboral de once trabajadores entre hombres y mujeres, sus principales procesos operativos son; almacenamiento, impresión y distribución de los medicamentos, ya que estos una vez que llegan son estibados y transportados a las diferentes bodegas, para posteriormente imprimir lotes, leyendas y enviar a los diferentes destinos, una de las bodegas se encuentra ubicada en un tercer piso donde el acceso es únicamente por las escaleras con la que cuenta la edificación de la empresa, esto representa un problema debido a que los trabajadores realizan el estibaje y transporte de cajas manualmente al no existir un procedimiento o mecanismo que facilite el transporte hacia esa bodega.

La Constitución de la República del Ecuador en su artículo 326 señala que. El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios: 5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar (Política Nacional de Salud en el Trabajo, 2019, pág. 22)

De acuerdo al código de trabajo Hernandez (2016) expresa que:

En el Artículo 417. Límite máximo del transporte manual. –Queda prohibido el transporte manual, en los puertos, muelles, fábricas, talleres y en general, en todo lugar de trabajo, de sacos, fardos o bultos de cualquier naturaleza cuyo peso de carga sea superior a 175 libras. (pág. 29)

Al implementar un elevador de carga se facilitaría el transporte evitando que los trabajadores transporten las cajas manualmente hacia la bodega y de esta manera mitigar los trastornos musculoesqueléticos ocasionados por el levantamiento manual de cargas.

JUSTIFICACIÓN

En la mayoría de empresas farmacéuticas, el tema de prevención de riesgos en seguridad y salud ocupacional es de poco interés, por falta de conocimiento en normas y reglamentos, no cuentan con estudios técnicos que permitan implementar métodos de evaluación en la salud de los trabajadores, principalmente en el impacto que produce el levantamiento y manipulación de cargas. Cedimed en sus principales actividades tiene el estibaje, transporte y almacenamiento de cajas de medicamentos, la cual la realizan los trabajadores de forma manual. Por tal motivo se sugiere el diseño de un elevador de carga que facilite el acceso hacia una de las bodegas evitando el transporte manual por parte de los trabajadores haciendo su trabajo más fácil y teniendo un entorno laboral más seguro.

El presente estudio es de gran **importancia** porque de esta manera se reducirá los efectos de los trastornos musculoesqueléticos producidos en los trabajadores de la empresa CEDIMED debido al levantamiento manual de carga, afectando directamente a las personas deteriorando su salud y retrasando el desarrollo productivo dentro de la empresa.

El diseño de un elevador de carga tendrá un **impacto** positivo dentro de la empresa, que permitirá reducir los riesgos potenciales por el levantamiento manual de carga y a la vez facilitará el transporte, mejorando el entorno laboral y preservando la salud de los trabajadores; se aplicarán conocimientos teóricos – prácticos basados en bibliografías de estudios anteriores para el desarrollo de la propuesta, el mismo que no ocasionará afectaciones en el medio ambiente.

El diseño será de gran **utilidad** ya que de esta manera se evitará el levantamiento manual de carga y se podrá transportar cajas de medicamentos facilitando el trabajo de las personas que realizan esta actividad, evitando que se produzcan riesgos ergonómicos.

Los principales **beneficiarios** serán los trabajadores quienes realizan las tareas de estibaje y transporte de cargas pesadas, seguido de la empresa la misma que podrá brindar un mejor entorno de trabajo y podrá mejorar sus procesos operativos dentro de las bodegas.

La investigación es **factible** debido a que la empresa Cedimed ha brindado apertura para realizar el diseño de un elevador de carga, además de facilitar los recursos necesarios para la ejecución del mismo, priorizando la salud de sus colaboradores disminuyendo los trastornos musculoesqueléticos dentro de uno de sus principales procesos operativos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un elevador de carga con una capacidad de 500 kg, mediante la aplicación de metodologías técnicas; para cumplir los parámetros nominales requeridos para el diseño en la empresa Cedimed.

Objetivos Específicos

- Identificar los diferentes factores de riesgo a los que están expuestos los trabajadores, debido a la manipulación manual de carga, mediante la aplicación de metodologías de evaluación ergonómicas.
- Conocer los parámetros técnicos necesarios para el diseño del elevador de carga de 500 kg, mediante la aplicación de la metodología “La Casa de la Calidad”, garantizando el cumplimiento de los requerimientos exigidos en el proceso operativo de la empresa.
- Diseñar un elevador que cumpla con la capacidad de carga requerida, mediante la aplicación de métodos matemáticos para el cálculo estructural, programación de automatización y análisis de costos viabilizando su operatividad.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

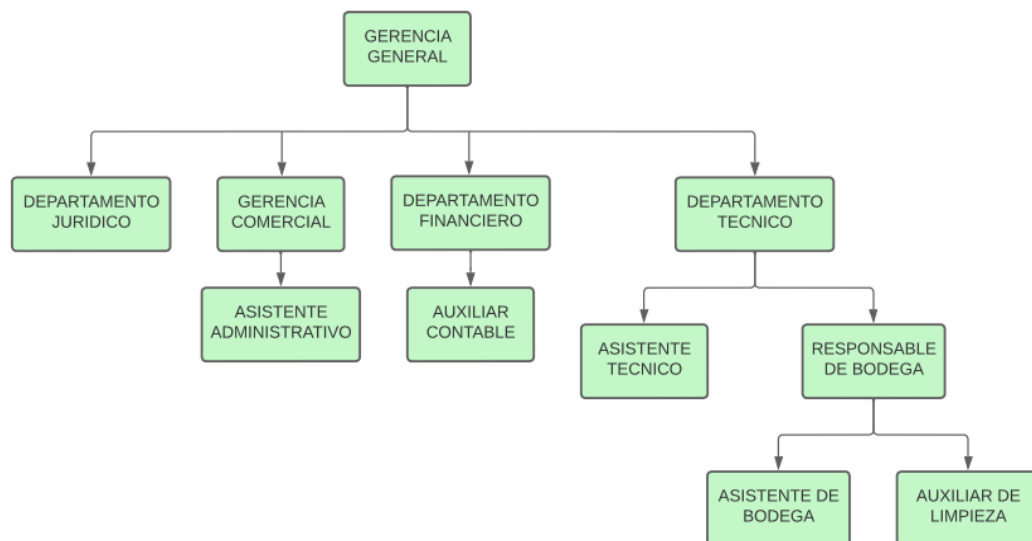
Diagnóstico de la Situación Actual de la Empresa

La empresa CEDIMED CIA. LTDA. Se encuentra ubicada en el sector de La Mariscal, centro norte de la ciudad de Quito. Inicio como una cadena de farmacias llamadas “Farmacias Gómez” para luego convertirse en una importadora de medicamentos, es una empresa familiar ahora ya con 30 años en el mercado farmacéutico con medicamentos de especialidad.

La empresa actualmente cuenta con once colaboradores 8 mujeres en la sección administrativa y 3 hombres en el área operativa de bodega.

Figura 4

Organigrama Funcional de la Empresa



Nota: En la figura se representa los departamentos que conforman la empresa.

En la Figura 4 se puede observar el organigrama funcional de la empresa CEDIMED que actualmente permite su desarrollo operativo conformado por todos los departamentos involucrados.

Visión de la Empresa

Ser la empresa ecuatoriana número uno en representar a los grandes laboratorios mundiales y ser empresa líder en la distribución de productos de especialidades farmacéuticas en el país, cumpliendo con todas las especificaciones y requisitos por las entidades de control.

Misión de la Empresa

Somos la distribuidora farmacéutica que representa marcas exclusivas en medicina de especialidad, buscamos ser la empresa número uno en el país para que nuestros productos lleguen a los pacientes en buenas condiciones y cumpliendo la especificación en el transporte de productos y brindar la atención que nuestros clientes necesitan con calidad y calidez.

Política de Calidad de la Empresa

CEDIMED CIA. LTDA. Es una empresa importadora y distribuidora de productos farmacéuticos, que se compromete a mantener un sistema de gestión de calidad que permita:

- Satisfacer las necesidades de nuestros clientes, otorgándoles productos y servicios de calidad que cumplan con sus exigencias, incluyendo los requisitos legales para proporcionar una mejor calidad de vida a los pacientes
- Contar con recursos humanos calificados, capacitados, alineados con los objetivos de la empresa.
- Proporcionar ambientes seguros, condiciones adecuadas de trabajo para el personal y cuidado del medio ambiente.

- Mejorar continuamente la eficacia de los procesos y procedimientos internos.

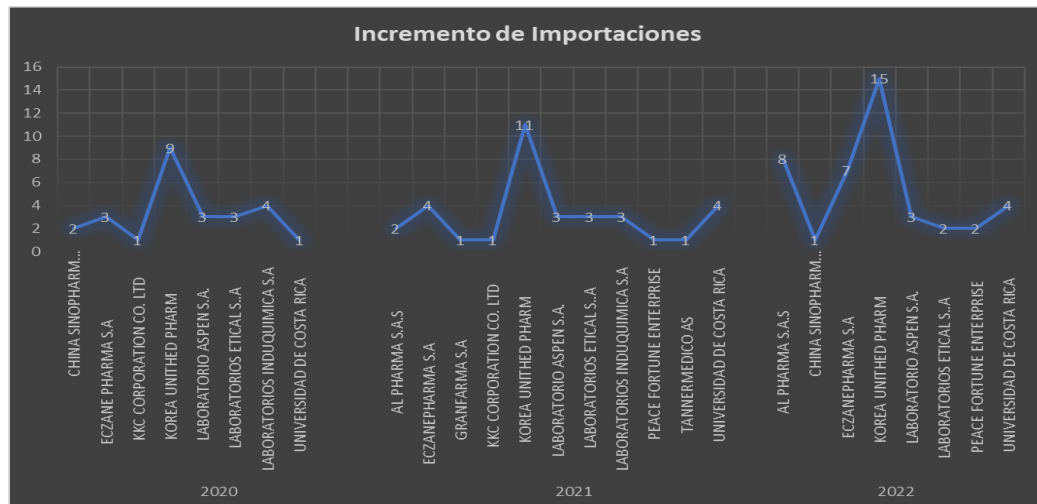
Los miembros que conforman la empresa en todos sus niveles y en todas sus funciones, tienen la responsabilidad de cumplir con la política de calidad y son responsables de su seguridad, salud, protección de las instalaciones y del medio ambiente.

Operatividad que Realiza la Empresa

La empresa provee de medicamentos a la red pública de salud e instituciones privadas a nivel nacional, debido a que la empresa es representante de diferentes laboratorios internacionales como son: Korea United Pharm, Eczane Laboratorios, Universidad de Costa Rica, China Sinopharm, entre otros. Siendo los principales proveedores de la empresa en la adquisición de productos principalmente oncológicos, por tal razón la empresa importa medicamentos varias veces al año.

Figura 5

Incremento de Importaciones por Año



Nota: Se observa en la figura el incremento de importaciones realizadas en los últimos años teniendo un total de 42 ingresos en el 2022 siendo el más alto.

Con el pasar del tiempo la demanda de productos farmacéuticos de especialidad ha incrementado, debido a los requerimientos de la subasta inversa corporativa ganada y catalogada por las entidades de salud pública. Esto ha obligado a que la empresa incluya más productos e importe en mayor cantidad, razón por la cual ha tenido que ampliar su infraestructura, principalmente en el área de bodegas las mismas que tienen certificación (BPADT) Buenas Prácticas de Almacenamiento Distribución y Transporte. Diferentes laboratorios y empresas farmacéuticas nacionales como son laboratorios Qualipharm, Etical, Filpharm, Salud Express entre otros, dichas empresas requieren los servicios logísticos que dispone la empresa. A la vez cuenta con un área de acondicionamiento donde se codifican los productos con P.V.P, fechas de elaboración y vencimiento, entre otras leyendas exigidas por los entes de control.

Toda la parte operativa se realiza en las bodegas las mismas que se ubican en la planta baja y planta alta respectivamente identificadas. La empresa maneja un sistema de almacenamiento “caótico” debido a la variedad y volúmenes de productos por lo que los trabajadores una vez que llega el transporte con los productos importados, estiban al sitio destinado como recepción hacia el área de cuarentena donde se verifica y libera el producto para posteriormente almacenar en cada una de las bodegas.

Adicionalmente se implementó una bodega ubicada en un tercer piso; esto ha obligado a estibar y transportar manualmente cajas de medicamentos hacia esa bodega, lo que estaría representando un riesgo en la salud de los trabajadores al realizar dichas actividades debido a que no existe algún tipo de ayuda mecánica que facilite el transporte y manipulación de los medicamentos.

Figura 6

Manipulación Incorrecta en el Estibaje



Nota. En la imagen se ve representado a un trabajador realizando levantamiento manual de carga de forma incorrecta.

Figura 7

Promedio de Bultos Ingresados al Año



Nota. Se puede identificar en la figura que solo de un tipo de medicamento han ingresado aproximadamente 350 bultos en lo que va del año 2022.

Por tal razón se toma como referencia el medicamento Fluorouracilo siendo este el producto más ingresado en el año, con un peso bruto de 18 kg y un volumen por bulto de 162,792 centímetros cúbicos.

Tabla 1

Detalle de Peso y Volumen

Año	Producto	Cantidad de bultos	Promedio de Peso Kg	Promedio Volumen cm3
		141,67	267,59	2562,47
2022	FLUOROURACILO LIQUIDO PARENTERAL 50MG/ML	108,13	262,61	2514,75
		100,20	283,90	2718,63
Total general		350,00	270,45	2589,87

Nota. Se detalla la cantidad pesos y volúmenes para los tres últimos años del producto más ingresado.

De acuerdo a los valores obtenidos en la Tabla 1 se observa que en las tres importaciones realizadas en el año 2022 han ingresado 350 cajas, toda esta cantidad es estibada y transportada por los 3 trabajadores del área de bodega, esta actividad la realizan de forma manual lo que estaría representando un riesgo en su salud.

Figura 8

Peso y Cantidad de Bultos Levantados por Trabajador



Nota. En la Figura 8 se detalla la cantidad de bultos y el peso que cada trabajador ha manipulado en las importaciones ingresadas en el año 2022

Por lo tanto, se realizarán evaluaciones al personal de bodega en la empresa Cedimed, para identificar factores e índices de riesgo mediante la aplicación de diferentes metodologías técnicas ergonómicas, referentes al levantamiento y transporte manual de carga.

Evaluación Ergonómica

Se realizó evaluaciones ergonómicas en los trabajadores de la empresa Cedimed para conocer el nivel de riesgo, mediante las metodologías de: LCE (Lista de Comprobación Ergonómica), Ecuación de NIOSH, Tablas de Snook y Ciriello, Guía Técnica del GINSHT.

Tabla 2

Personal Evaluado del Área de Bodega

Trabajador	Área	Puesto de trabajo	Edad	Sexo	Tiempo de trabajo	Tipo de Riesgo
1	Bodega	Jefe de bodega	27	M	6 Años	* Manipulación
2		Bodeguero	30	M	5 Años	manual de cargas
3		Auxiliar de bodega	25	M	2 Años	* Posturas forzadas

Nota. Se muestra en la tabla las tres personas a evaluar, quienes conforman el área de bodega y realizan levantamiento manual de carga.

Evaluación Mediante LCE (Lista de Comprobación Ergonómica)

La lista de comprobación de riesgos ergonómicos es una herramienta que tiene como objetivo principal contribuir a una aplicación sistemática de los principios ergonómicos. Fue desarrollada con el propósito de ofrecer soluciones prácticas y de bajo costo a los problemas ergonómicos, particularmente para la pequeña y mediana empresa. Pretende

mejorar las condiciones de trabajo de una manera sencilla, a través de la mejora de la seguridad, la salud y la eficiencia. (Colmenares, 2017, pág. 106)

La Lista de Comprobación Ergonómica, es básicamente una lista de preguntas de los factores y características más importantes que se analizaron en la empresa Cedimed, consta de 128 ítems de los cuales solo se tomaron los 21 primeros correspondientes a manipulación y almacenamiento de los materiales.

Tabla 3*Lista de Comprobación Ergonómica*

Manipulación manual de los materiales		
N°	Preguntas	Valoración
1	Vías de transporte despejadas y señaladas.	
2	Mantener los pasillos y corredores con una anchura suficiente para permitir un transporte de doble sentido.	
3	Que la superficie de las vías de transporte sea uniforme, antideslizante y libre de obstáculos.	
4	Proporcionar rampas con una pequeña inclinación, del 5 al 8 %, en lugar de pequeñas escaleras o diferencias de altura bruscas en el lugar de trabajo.	
5	Mejorar la disposición del área de trabajo de forma que sea mínima la necesidad de mover materiales.	
6	Utilizar carros, carretillas u otros mecanismos provistos de ruedas, o rodillos, cuando mueva materiales.	
7	Emplear carros auxiliares móviles para evitar cargas y descargas innecesarias.	
8	Usar estantes a varias alturas, o estanterías, próximos al área de trabajo, para minimizar el transporte manual de materiales.	
9	Usar ayudas mecánicas para levantar, depositar y mover los materiales pesados.	
10	Reducir la manipulación manual de materiales usando cintas transportadoras, grúas y otros medios mecánicos de transporte.	
11	En lugar de transportar cargas pesadas, repartir el peso en paquetes menores y más ligeros, en contenedores o en bandejas.	
12	Proporcionar asas, agarres o buenos puntos de sujeción a todos los paquetes y cajas.	
13	Eliminar o reducir las diferencias de altura cuando se muevan a mano los materiales.	
14	Alimentar y retirar horizontalmente los materiales pesados, empujándolos o tirando de ellos, en lugar de alzándolos y depositándolos.	
15	Cuando se manipulen cargas, eliminar las tareas que requieran el inclinarse o girarse.	
16	Mantener los objetos pegados al cuerpo, mientras se transportan.	
17	Levantar y depositar los materiales despacio, por delante del cuerpo, sin realizar giros ni inclinaciones profundas.	
18	Cuando se transporte una carga más allá de una corta distancia, extender la carga simétricamente sobre ambos hombros para proporcionar equilibrio y reducir el esfuerzo.	
19	Combinar el levantamiento de cargas pesadas con tareas físicamente más ligeras para evitar lesiones y fatiga, y aumentar la eficiencia.	
20	Proporcionar contenedores para los desechos, convenientemente situados.	
21	Marcar las vías de evacuación y mantenerlas libres de obstáculos.	

Nota. Se muestra en la tabla las preguntas tomadas de la lista de comprobación ergonómica de manipulación manual de carga. Tomado de (Colmenares, 2017)

En la aplicación de la Lista de Comprobación Ergonómica se evidencio que existen productos que requieren mayor esfuerzo de levantamiento y que obliga a los trabajadores a recorrer distancias mayores con los materiales, por lo tanto, no existe una buena distribución de los puestos de trabajo. La utilización de coches se limita debido al tipo de infraestructura que tiene la empresa y los trabajadores requieren más esfuerzo al mover los materiales realizando varios viajes innecesarios y operaciones de manipulación de cargas, dicha actividad conlleva mucho tiempo, al no contar con ayudas mecánicas el flujo de trabajo se ve afectado disminuyendo la productividad y afectando directamente a la salud.

De la misma manera se verifico que las cajas no cuentan con buenos puntos de sujeción y el peso levantado causa fatiga dado que el peso no es repartido en paquetes menores, causando un trabajo no agradable al igual que el trabajador debe inclinarse o girar el tronco; también se evidencio en la aplicación de la Lista de Comprobación Ergonómica que los trabajadores de la empresa no están capacitados para realizar actividades de levantamiento y transporte de cargas, lo que indica existe un alto riesgo de sufrir lesiones y trastornos musculoesqueléticos requiriendo inmediatamente la implementación de una ayuda mecánica para mermar los riesgos ergonómicos.

Con toda esta información se procedió a calcular los índices porcentuales mostrados en la siguiente figura.

Figura 9

Resultados en la Evaluación LCE



Nota. Se muestra en la figura los porcentajes en cada uno de los ítems de valoración.

Como resultado en las preguntas aplicadas propuestas de la Lista de Comprobación Ergonómica con 9 preguntas que requiere acciones prioritarias muy urgente representando el 43% del total. Seguido de 7 preguntas que proponen acciones prioritarias con un valor representativo de 33%. Obteniendo valores representativos e importantes para la toma de decisiones.

Evaluación Mediante la Ecuación de NIOSH

La ecuación de NIOSH es aplicada en el estudio ergonómico realizado en la empresa, Cedimed con el fin de conocer el índice de levantamiento en la realización de tareas simples que conlleve levantamiento manual de carga y de esta manera poder identificar el nivel de riesgo de dicha actividad.

De acuerdo a Simanca (2017) expresa que:

La ecuación de NIOSH es el resultado de la aplicación de la ecuación, es el Peso Máximo Recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que se define como el peso máximo que es recomendable levantar en las condiciones del puesto para evitar el riesgo de lumbalgias o problemas de espalda. (pág. 51)

El peso límite recomendado mediante la siguiente fórmula de acuerdo a la ecuación de Niosh. Según Castellano & Pincay (2020) se expresa de la siguiente manera:

$$\mathbf{RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM}$$

Donde:

RWL: es límite de peso recomendado

LC: es la constante de la carga

HM: es el factor de distancia horizontal

VM: es el factor de altura o distancia vertical

DM: es el factor de desplazamiento vertical

AM: es el factor de asimetría,

FM: es el factor de frecuencia

CM: es el factor de agarre.

Constante de Carga (LC) localización estándar de levantamiento en la ecuación, son factores multiplicadores que toman el valor 1 en el caso de tratarse de un levantamiento en condiciones óptimas, y valores cercanos a 0 cuanto mayor sea la desviación de las condiciones del levantamiento respecto de las ideales; RWL toma el valor de LC (23 kg) en condiciones óptimas, que no requieran de movimientos forzados

creando un levantamiento ocasional, con un buen agarre y levantándola menos de 25 cm. Valor de peso a ser levantado sin complicaciones por el 75% de las mujeres y el 90% de los hombres. (pág. 29)

En el análisis se determinará si la tarea es simple o múltiple y si debe existir un control importante en el destino del levantamiento.

Para el control significativo, la colocación de la carga debe ser precisa en el destino al momento de realizar el levantamiento, en los siguientes casos donde el trabajador:

- Modifica la sujeción cerca del destino.
- Carga y mantiene momentáneamente la carga en el destino.
- Debe guiar la carga cuidadosamente en el destino.

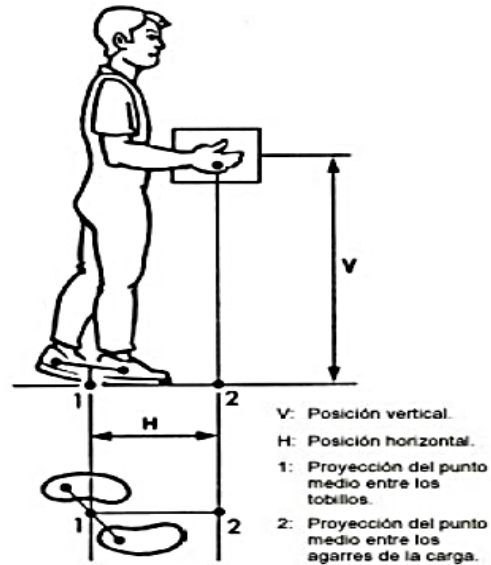
Una vez analizada la tarea y el control significativo de la carga se procede a realizar la toma de datos, donde (Castellano & Pincay, 2020) describen que:

El **peso** del objeto manipulado en kilogramos incluido su posible contenedor.

Las **Distancias Horizontal (H) y Vertical (V)** existente entre el punto de agarre y la proyección sobre el suelo del punto medio de la línea que une los tobillos. V debe medirse tanto en el origen del levantamiento como en el destino del mismo independientemente de que exista o no control significativo de la carga.

Figura 10

Factor de Distancia Horizontal.



Nota. Se observa en la figura la manera de tomar la distancia horizontal y vertical

Tomado de (Yáñez, 2019)

En ciertos casos en que H no pueda medirse, se puede conseguir un valor aproximado con las siguientes ecuaciones:

$$\text{Si } V > 25 \text{ cm: } H=20+W/2$$

$$\text{Si } V < 25 \text{ cm: } H=25+W/2$$

W: anchura de la carga en el plano sagital

V: altura de las manos respecto al suelo

De la misma manera, tomando como referencia la distancia horizontal en condiciones ideales de 25 cm el factor HM se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Si } H \leq 25 \text{ cm; HM} = 1$$

$$\text{Si } H > 63 \text{ cm; HM} = 0$$

Factor de altura (VM) posición en la que se manipulan las cargas representando un incremento del riesgo si es necesario tomarlas desde posiciones muy elevadas, o demasiado bajas obligando a flexionar al tronco. Considerando una altura óptima de 75 cm, el factor VM se determina con la siguiente ecuación.

$$\text{VM} = (1 - 0,003 * |V - 75|)$$

$$\text{Si } V > 175 \text{ cm; VM} = 0$$

Deslazamiento vertical (DM) diferencia de altura asociadas a las posiciones de la carga en el origen y el destino del levantamiento, medidas en cm.

$$\text{D} = |V1 - V2|$$

Por lo tanto (DM) se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{DM} = 0,82 + 4,5 / \text{D}$$

$$\text{Si } D < 25\text{cm; DM} = 1$$

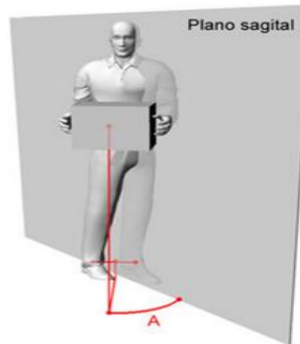
$$\text{Si } D > 175 \text{ cm; DM} = 0$$

Factor de asimetría (AM) movimiento asimétrico que se define como un movimiento que comienza o termina fuera del plano sagital del trabajador, lo que significa torcer el tronco. Este movimiento debe evitarse como sea posible; los ángulos

asimétricos se determinan dibujando una línea asimétrica a través de un punto de proyección del centro, entre los tobillos y el punto de sujeción en el suelo.

Figura 11

Factor de Asimetría.



Nota. Se observa en la figura la posición de desplazamiento sagital. Tomado de (Yáñez, 2019)

Se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$AM = 1 - (0,0032A)$$

Donde A es el ángulo de giro en grados, medidos desde el origen hasta el destino si la posición debe mantenerse como consecuencia de la tarea.

Factor de Frecuencia (FM) Se debe determinar el número de veces por minuto que el trabajador levanta la carga en cada tarea. Para ello se observará al trabajador durante 15 minutos de desempeño de la tarea obteniendo el número medio de levantamientos por minuto. Si existen diferencias superiores a dos levantamientos por minuto en la misma tarea entre diferentes sesiones de trabajo debería considerarse la división en tareas diferentes.

Tabla 4*Frecuencia de Levantamiento*

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.

Nota. En la tabla se muestran los valores de frecuencia a diferente número de levantamientos. Tomado de (Ruiz, 2011)

Duración del Levantamiento y Tiempos de Recuperación (DM) Se debe establecer el tiempo total empleado en los levantamientos y el tiempo de recuperación tras un periodo de levantamiento. Se considera que el tiempo de recuperación es un periodo en el que se realiza una actividad ligera diferente al propio levantamiento. Definidas mediante el siguiente criterio:

Tareas de corta duración. aquellas en las que el tiempo de actividad dura una hora o menos seguidas de un tiempo de recuperación de al menos 120 % del tiempo de trabajo.

- Tareas de duración moderada: son aquellas que duran entre una y dos horas y disponen de un tiempo de recuperación del 30% del tiempo de trabajo.
- Tareas de larga duración: son aquellas que la duración esta entre 2 y 8 horas con tiempos de descanso normales.

Factor de agarre (CM) clasifica según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga. (Yáñez, 2019)

Tabla 5

Factor de Agarre

Tipo de agarre	Factor de agarre	
	V<75	V>75
Bueno	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Malo	0,90	0,90

Nota. En la tabla se encuentran los valores para los diferentes tipos de agarre.

- Bueno: contenedores de diseño optimo como cajas, cajones entre otros; que incluyen manijas o agujeros para las manos permitiendo una correcta sujeción de las mismas.
- Regular: contenedores que aún no cuentan con un diseño apropiado y dificultan la sujeción al no reunir los requisitos para poder considerarle bueno.
- Malo: diseño no óptimo de la carga.

Índice de levantamiento simple (IL) parámetro utilizado para evaluar la tarea de levantamiento de cargas que se define como el cociente entre el peso real de la carga que se manipula y el peso recomendado (RWL). El índice de levantamiento es un término que proporciona una estimación relativa del nivel de esfuerzo físico asociado con una tarea de levantamiento, suponiendo que el riesgo de lesión aumenta a medida que aumenta este índice. Calculado mediante la siguiente ecuación:

$$\text{IL} = \text{Peso real} / \text{RWL}$$

- $\text{IL} < 1$ Riesgo limitado: los trabajadores que realicen la tarea no suponen un riesgo.
- $1 < \text{IL} < 3$ incremento moderado del riesgo: causa a sufrir dolencias o lesiones al realizar la tarea; la misa deberá rediseñarse o asignar trabajadores seleccionados sometidos a control.
- $\text{IL} > 3$ incremento acusado del riesgo: tarea inaceptable del punto de vista ergonómico debe ser modificada.

Aplicación del método

Se aplico a un trabajador del área de bodega, que realiza la actividad de estibar las cajas de los productos desde el transporte al pallet en el área de recepción de mercadería, donde se obtuvieron los siguientes datos mostrados a continuación en la tabla.

Figura 12

Estibaje de los Productos



Nota. En la imagen se observa un trabajador realizando la descarga de los productos antes de ser transportados.

Tabla 6

Características de la Evaluación

Evaluación en el área de recepción				
Peso de la carga: 18 Kg				
Tarea: Corta duración				
Control Significativo: Hay control en el destino				
Población: Mayor Protección				
Variable	Origen		Destino	
	Dato	Valor	Dato	Valor
Constante de carga (LC)	-	23 kg	-	23 kg
Distancia Horizontal (HM)	34 cm	0,46	34 cm	0,46
Distancia Vertical (VM)	101 cm	0,92	35 cm	0,85
Desplazamiento vertical (DM)	100 cm	0,88	20 cm	0,88
Factor de Asimetría (AM)	0°	1	70°	0,78
Factor de frecuencia (FM)	1-2 horas - 4 elevaciones/min	0,84	1-2 horas - 4 elevaciones/min	0,84
Factor de Agarre (CM)	Malo	0,90	Malo	0,90

Nota. Se muestra el resumen de datos en la evaluación en la empresa Cedimed. Tomado de (Castellano & Pincay, 2020)

$$RWL = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM$$

$$RWL \text{ ORIGEN} = 23 * 0,46 * 0,92 * 0,88 * 1 * 0,84 * 0,90 = 6,47 \text{ Kg}$$

$$RWL \text{ DESTINO} = 23 * 0,46 * 0,85 * 0,88 * 0,78 * 0,84 * 0,90 = 4,66 \text{ Kg}$$

$$IL = \text{Peso de la carga} / \text{Limite de Peso Recomendado}$$

$$IL = 3,86$$

Tabla 7

Valoración de Índices de Riesgo

Nivel de riesgo	Riesgo limitado	Incremento moderado del riesgo	Incremento acusado del riesgo
Índice de riesgo	IL < 1	IL > 1 hasta 3	IL > 3
Descripción	Nosupone un riesgo	Carga elevada probable sobre esfuerzo	Riesgo alto a sufrir una lesión dorsolumbar

Nota. Se observa en la tabla la valoración de los índices de riesgo en límite de peso recomendado.

Como resultado en la evaluación mediante la ecuación de Niosh, se obtuvo un peso máximo recomendado de 4,66 kg y un índice de riesgo o IL de 3,86 indicando que existe un riesgo alto en los trabajadores, estando expuestos a sufrir lesiones dorsolumbares por el sobreesfuerzo en el cumplimiento de la tarea; las tareas deben ser modificadas y proporcionarles ayudas mecánicas con el fin de evitar que exista levantamiento manual de carga.

Evaluación Mediante Tablas de Snook y Cirello

En la evaluación ergonómica para el transporte manual de cargas, se ha seleccionado la metodología Tablas de Snook y Cirello, la misma que permite identificar el peso máximo aceptable de la carga y estimar los elementos que intervienen en el resultado de levantamiento y transporte.

Está constituido por los siguientes elementos: a) transporte manual de la carga, b) la carga es transportada a mano, c) peso medio de la carga, d) la frecuencia, e) agarre inadecuado, f) la carga se manipula alejada del cuerpo, g) distancia vertical desde el suelo hasta las manos, h) distancia de recorrido.

Con la ayuda de estas tablas, es posible determinar el peso máximo permisible que una persona puede cargar bajo determinadas condiciones, donde se consideraran las siguientes variables.

De acuerdo a lo que explica (Cruz Martinez, 2021)

- Frecuencia de transporte: se contempla el rango desde un transporte cada 8 horas hasta uno cada 6 segundos.
- Distancia de transporte de la carga: se consideran tres valores. 2,1; 4,3 y 8,5 metros.
- Altura vertical a la que se transporta la carga: se contemplan dos posibilidades, la altura de los codos (111 cm en hombres y 105 cm en mujeres) o la altura de los nudillos del trabajador (79 y 72 cm respectivamente) como se observa en la siguiente figura.
- Sexo del trabajador: existen tablas para hombres y para mujeres.
- Porcentaje de la población que es capaz de transportar la carga: se tienen los percentiles 90, 75, 50, 25 y 10.

Según estos autores, una tarea se considera aceptable cuando es capaz de realizarla al menos el 90% de la población trabajadora. Si la pueden realizar entre el 90% y el 75% la tarea debe ser mejorada, aunque ciertos trabajadores entrenados podrían llevarla a cabo sin riesgo

significativo para su salud. Las tareas que pueden ser realizadas por menos del 75% de los trabajadores se consideran de riesgo y deben ser rediseñadas. (pág. 50)

De acuerdo a los reultados obtenidos, se evaluan de la siguiente manera:

Si es > 90 % es una Tarea aceptable

Entre 90% y 75% Tarea mejorable

Si es < 75% Tarea de riesgos

Aplicación del método

El estudio ergonómico aplicado en la empresa mediante de Tablas de Snook y Cirello, en los trabajadores del área de bodega, quienes realizan la actividad de transportar las cajas al área de cuarentena, que se encuentra a una distancia de 8 m. desde el área de recepción. El porcentaje a proteger es de 90% debido a que los trabajadores son de diferente contextura y no cuentan con un buen entrenamiento en manipulación manual de carga, de esta manera haciendo uso de la tabla se determinara el peso máximo recomendado para ser transportado en la actividad anteriormente mencionada.

Tabla 8

Datos para la Evaluación Snook y Cirello

Sexo	Hombre
Edad (Años)	23
Antigüedad en el puesto (Años)	2
Tiempo que ocupa el puesto por jornada (Horas)	2
Duración de la jornada laboral (Horas)	8
Peso medio de la carga (Kg)	18
% de la población a proteger	90
Frecuencia (Transportes/minuto)	2
Distancia vertical desde el suelo hasta las manos (cm)	111
Distancia recorrida (m)	8

Nota. En la tabla 8 se especifica las características principales para la evaluación en el transporte manual de carga.

Tabla 9

Tabla para Transporte Snook y Cirello

		Peso máximo aceptable para transporte (kg)																							
Altura	Porcentaje	Transporte cada 2,1 m						Transporte cada 4,3 m						Transporte cada 8,5 m											
		Un transporte cada						Un transporte cada						Un transporte cada											
		6s	12s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr	6s	12s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr	6s	12s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr			
Hombres																									
	90	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20			
	75	14	19	23	23	26	29	34	13	16	21	21	23	26	30	13	15	18	18	20	23	27			
111	50	19	25	30	30	33	38	44	17	20	27	27	30	34	39	17	19	23	24	26	29	35			
	25	23	30	30	37	41	46	54	20	25	33	33	37	41	48	21	24	29	29	32	36	42			
	10	27	35	43	43	48	54	63	24	29	38	39	43	48	57	24	28	34	34	38	42	50			
	90	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26			
	75	18	23	28	29	32	36	42	16	19	25	25	28	32	37	17	20	24	24	27	30	35			
79	50	23	30	37	37	41	46	54	20	25	32	33	36	41	48	22	26	31	31	35	39	46			
	25	28	37	45	46	51	57	67	25	30	40	40	45	50	59	27	32	38	38	42	48	56			
	10	33	43	53	53	59	66	78	29	35	47	47	52	59	69	32	38	44	45	50	56	65			
Mujeres																									
	90	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16				
	75	13	14	15	15	16	16	21	11	12	15	15	16	21	12	13	14	14	14	14	19				
105	50	15	16	18	18	18	18	25	12	13	18	18	18	24	14	15	16	16	16	16	22				
	25	17	18	20	20	21	21	28	14	15	20	20	21	28	15	17	18	18	19	19	25				
	10	19	20	22	22	23	23	31	16	17	22	22	23	31	17	19	20	20	21	21	28				
	90	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19				
	75	15	17	18	18	19	19	25	11	13	16	16	17	23	14	15	16	16	17	17	23				
72	50	17	19	21	21	22	22	29	13	15	19	19	20	26	16	17	19	19	20	20	26				
	25	20	22	24	24	25	25	33	15	17	22	22	22	30	18	19	21	22	22	22	30				
	10	22	24	27	27	28	28	37	17	19	24	24	25	33	20	21	24	24	25	25	33				

Nota. Tabla de Snook y Cirello para evaluación del transporte manual de carga.

Tabla 10

Resultado de la evaluación Snook y Cirello

Peso de la carga
18,0 Kg
Peso medio de la carga manipulada en el puesto

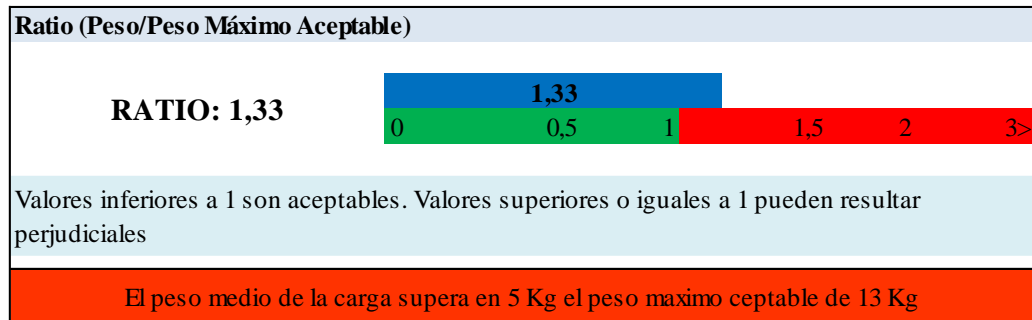
Peso Máximo Aceptable
13 Kg
Peso máximo recomendado de la carga en la tarea de transportar
La carga no permite un agarre aceptable. El peso máximo aceptable se ha reducido un 17%

Nota. Se muestra en la Tabla 10

Resultado de la evaluación Snook y Cirello el resultado del peso de la carga y peso máximo aceptable obtenidos en la evaluación.

Figura 13

Resultado Obtenido en la Evaluación



Nota. Se muestra en la figura el resultado obtenido en la evaluación mediante la metodología Snook y Cirello, indicando que la carga sobre pasa el peso máximo recomendado.

Como resultado en la evaluación en el transporte de cargas mediante la metodología de tablas de Snook y Cirello, tenemos un peso máximo aceptable de 13 Kg para realizar el transporte, y una ratio de 1,33 debido a que el peso máximo supera el aceptable, indicando que existe un alto riesgo y puede resultar perjudicial en la salud de los trabajadores.

Evaluación Mediante la Guía Técnica del INSHT

La guía técnica permite evaluar el grado de exposición a diferentes tipos de riesgos, en levantamiento y transporte manual de cargas, al que los trabajadores están expuestos y puedan generar trastornos dorso lumbares; esta metodología establece si el nivel de riesgo cumple con normas de seguridad y salud, evaluando diferentes factores ergonómicos que dificulten su actividad y por ende las características fisiológicas del trabajador. Obteniendo resultados que permitan tomar decisiones para mejorar los puestos de trabajo.

Según Terán & Ríos (2022) expresan que:

Toda carga que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial riesgo dorsolumbar, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera si se manipula en unas condiciones desfavorables, alejada del cuerpo, con suelos inestables, etc. podría generar un riesgo. De la misma manera, las cargas que pesen más de 25 kg muy probablemente constituyan un riesgo en sí mismas, aunque no existan otras condiciones ergonómicas desfavorables. (pág. 21)

Para aplicar la metodología, se debe realizar el siguiente procedimiento.

De acuerdo a (Manobanda, 2022), indica que.

- a) Determinar la existencia de manipulación de cargas, teniendo en consideración que el peso debe ser mayor a 3 kg.

- b) Tener como primera consideración la posibilidad del rediseño ideal del puesto implementando la automatización, mecanización de procesos o ayudas mecánicas. Siendo este el caso, el método finalizara ahí.
 - c) Finalmente, al constatar un levantamiento de carga mayor a 3 kg y si no es posible un rediseño ideal para su eliminación se procede a realizar la evaluación del riesgo asociado a la manipulación manual de cargas
 - d) Recopilar los diferentes datos de la manipulación manual de cargas como el peso real de la carga en kg y la posición de la carga respecto al cuerpo (peso teórico).
- (pág. 16)

Peso de la carga: El peso de la carga en condiciones ideales de manipulación recomendado es de 25 kg, protegiendo al 85% de la población trabajadora sana. Y si la población en riesgo expuesta la componen mujeres, jóvenes o trabajadores mayores; no se debe manipular cargas superiores a 15 kg protegiendo así al 95 % de la población activa y sana.

Tabla 11

Peso recomendado para cargas

	Peso máximo	Factor corrección	% Población protegida
En general	25 kg	1	85%
Mayor protección	15 kg	0,6	95%
Trabajadores entrenados (situaciones aisladas)	40 kg	1,6	Datos no disponibles

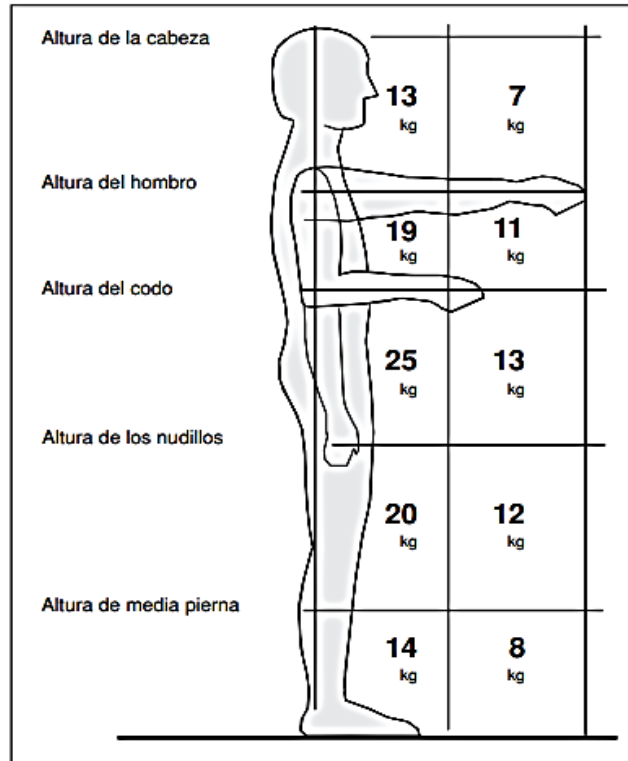
Nota. La tabla muestra los valores de peso recomendados en condiciones ideales.

Posición de la carga respecto al cuerpo: En esta posición intervienen dos variables combinadas: la distancia horizontal (H) y la distancia vertical (V). a mayor H, mayor alejamiento

de las cargas respecto al centro de gravedad del cuerpo del trabajador, aumentando las fuerzas comprensivas que se generan en la columna

Figura 14

Peso Teórico Recomendado



Nota. Se observa en la figura el peso teórico de acuerdo a la zona de manipulación.

Desplazamiento vertical de la carga: El valor ideal es un desplazamiento de 25 cm o menos, que es un desplazamiento aceptable entre altura de hombros y pies de altura promedio. No se deben manipular pesos superiores a 175 cm, que es el límite del alcance de muchas personas. Es mejor evitar moverse fuera de estos límites.

Tabla 12

Factor de corrección

Desplazamiento vertical	Factor corrección
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
Más de 175 cm	0

Nota. En la tabla se encuentran los diferentes factores de corrección para el desplazamiento vertical.

Giros del tronco: Las rotaciones del torso aumentan las fuerzas de compresión en la parte inferior de la espalda. La torsión del cuerpo se puede estimar determinando el ángulo formado por la línea que conecta los talones con la línea de los hombros

Figura 15

Giro del Tronco



Nota. De acuerdo a la figura se determina el ángulo de giro con respecto a los talones.

Tabla 13

Factores de Corrección Según el Giro

Giro del tronco	Factor corrección
Poco girado (hasta 30°)	0,9
Girado (hasta 60°)	0,8
Muy girado (90°)	0,7

Nota. Se observa en la tabla los valores de factores de corrección según al giro del tronco.

Agarres de la carga: El riesgo aumenta al no contar con una sujeción adecuada sobre todo si la carga es redonda, liza, resbaladiza o no cuenta con agarres adecuados; presentándose los siguientes tipos:

- **Agarre bueno:** Si la carga tiene asas u otros agarres del tipo, que tienen forma y tamaño para proporcionar un agarre cómodo con toda la mano, manteniendo la muñeca en una posición neutra sin desviación o desventaja.
- **Agarre regular:** Si la carga tiene agarres o aberturas no aceptables, de modo que no permitan sostener cómodamente, como en la sección anterior. También incluye carga sin asas que se puedan sujetar doblando el brazo 90° alrededor de la carga.
- **Agarre malo:** Cuando no cumple con los requisitos descritos anteriormente.

Si el agarre no es adecuado, el peso teórico recomendado debe reducirse multiplicando el siguiente factor.

Tabla 14*Factor de Corrección en el Agarre*

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0,95
Agarre malo	0,9

Nota. En la tabla se puede observar los valores de factor de corrección para los tres tipos de agarre.

Frecuencia de manipulación: A menudo, la manipulación de cargas puede provocar fatiga física y una mayor probabilidad de accidentes.

Si las cargas se manipulan con frecuencia, el tiempo restante debe ser utilizado para actividades menos extenuantes que no utilicen los mismos músculos para permitir la recuperación física del trabajador.

Tabla 15*Frecuencia de Manipulación*

Frecuencia de manipulación	Duración de la manipulación		
	< 1 h/día	> 1 h y < 2 h	> 2 h y ≤ 8 h
	Factor de corrección		
1 vez cada 5 minutos	1	0,95	0,85
1 vez/minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces/minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces/minuto	0,52	0,30	0,00
12 veces/minuto	0,37	0,00	0,00
> 15 veces/minuto	0,00	0,00	0,00

Nota. Se observa en la tabla los factores de corrección según la frecuencia de manipulación.

Transporte de la carga: Los límites de carga acumulados diarios en turno de 8 horas, dependiendo del transporte no debe exceder los límites dados en la siguiente tabla.

Tabla 16

Distancia y Peso Transportado.

Distancia de transporte (metros)	kg/día transportados (máximo)
Hasta 10 m	10.000 kg
Más de 10 m	6.000 kg

Nota. Se observa en la tabla el factor de corrección de acuerdo a la distancia y peso máximo a transportar.

La ecuación aplicable de acuerdo al INSHT es:

$$\text{Peso aceptable} = \text{Peso teórico} * \text{FP} * \text{FD} * \text{FG} * \text{FA} * \text{FF}$$

Donde:

FP = Factor de población protegida

FD = Factor de distancia vertical

FG = Factor de giro

FA = Factor de agarre

FF = Factor de frecuencia

Para calcular el peso total transportado diario se multiplica, el peso real por la frecuencia de transporte y el tiempo de trabajo de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$PTTD = \text{Peso real} * \text{Frecuencia} * \text{Tiempo de trabajo}$$

Aplicación del método

En la empresa Cedimed una vez que se han estibado las cajas con medicamentos, deben ser transportados manualmente hacia la bodega ubicada en el tercer piso, dicha actividad la realizan los trabajadores del área de bodega. En el estudio aplicado de acuerdo a la Guía Técnica del INSHT se obtuvieron los siguientes datos.

Tabla 17

Variables para la Aplicación

Variable	Detalle	Valor
Peso real de la carga	Peso bruto de las cajas	18 kg
Peso teorico recomendado	A la altura de los nudillos	25 kg
Factor de poblacion protegida	95% (mayor protección)	0,6
Factor de Despazamiento vertical	Hasta 175 cm	0,84
Factor de Giro del tronco	Poco girado (sin giro)	1
Factor de agarre	Agarre regular	0,95
Factor de Frecuencia de manipulación	>2 y ≤8 h / 1 cada 5 minutos	0,85

Nota. Se muestra en la tabla las variables aplicables para la evaluación según el método establecido.

$$\text{Peso aceptable} = \text{Peso teórico} * FP * FD * FG * FA * FF$$

$$\text{Peso aceptable} = 25\text{kg} * 0,6 * 0,84 * 1 * 0,95 * 0,85$$

$$\text{Peso aceptable} = 10,17 \text{ kg}$$

Peso Real vs Peso Aceptable

$$18 \text{ kg} \geq 10,17 \text{ kg}$$

Peso Real vs Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real \leq Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias
Peso Real \geq Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

De la misma manera se calculó la actividad en el transporte, los trabajadores manipulan las cargas a una distancia mayor de 12,5 metros con un peso de 18 kg cada uno, el tiempo de transporte es igual a 2.5 horas o 150 minutos con una frecuencia de 1 levantamiento cada 5 minutos dando un total de 30 levantamientos.

$$\text{PTTD} = \text{Peso real} * \text{Frecuencia} * \text{Tiempo de trabajo}$$

$$\text{PTTD} = 18 * 0,292 * 150$$

$$\text{PTTD} = 788 \text{ kg por cada trabajador}$$

$$\text{Distancia de transporte} = 12,5 \text{ m}$$

El peso real supera el aceptable en 7,83 kg con un peso transportado diario PTTD igual a 788 kg, lo que no supera el límite máximo de 6000 kg/día, para una distancia mayor a 10 metros como se muestra en la Tabla 16, desde el ámbito preventivo si estaría representando un posible riesgo ya que la guía menciona que no se debe transportar carga a una distancia mayor a un metro.

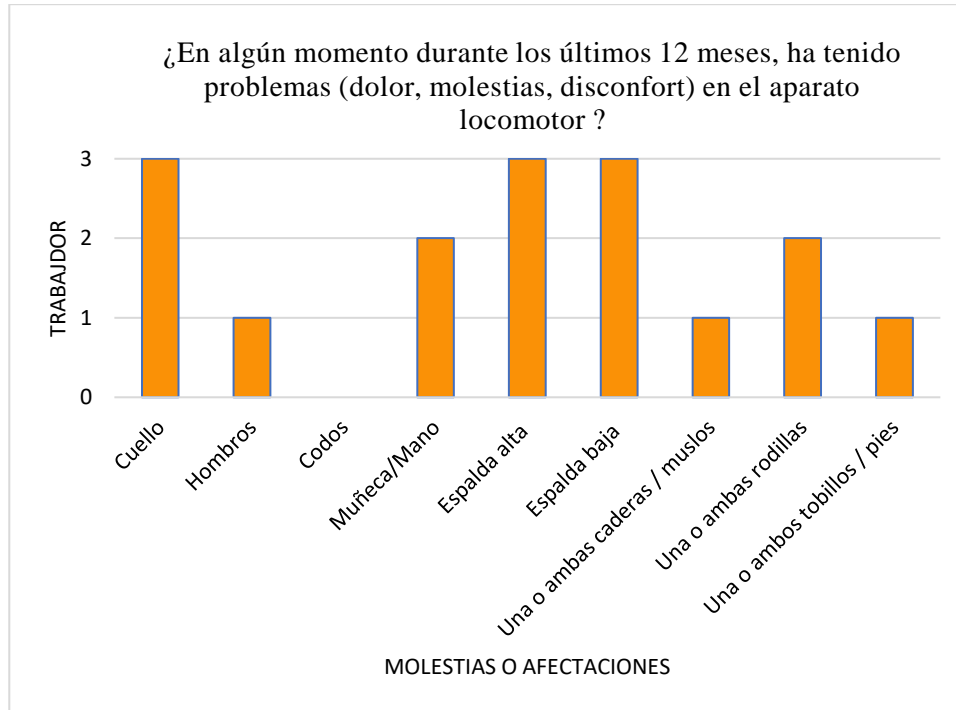
Evaluación en la Salud de los Trabajadores

Mediante un conversatorio con los trabajadores de la empresa, se conoció que han presentado molestias o dolores causados por las actividades de su trabajo, especialmente en tareas que requieran transporte y manipulación de cargas, debido a que realizan estas actividades continuamente, se aplicó una pregunta del al cuestionario nórdico; la misma que fue “¿en algún

momento durante los últimos 12 meses, ha tenido problemas (dolor, molestias, disconfort) en el aparato locomotor ?” presentándose los siguientes resultados.

Tabla 18

Evaluación a la Salud de los Trabajadores



Nota. Se observa en la figura las principales afectaciones que han presentado los trabajadores de la empresa.

Obteniendo como resultado en los tres trabajadores evaluados que han presentado molestias principalmente en: cuello, espalda alta, espalda baja. Siendo las más importantes indicando que posiblemente se estén presentando trastornos musculo esqueléticos, los que pueden tener un aumento progresivo afectando a su salud.

“Además, pueden llegar a producir enfermedades crónicas y que en algunos casos llegan a ser incapacitantes para el desarrollo del trabajo, generando consecuencias negativas en

su economía, vida social y familiar, mellando su autoestima e incrementando su estrés.”

(Universidad Politecnica de Cataluña, 2020)

Dichos indicadores no se han podido constatar, pues expresan los trabajadores que no han tenido un diagnóstico específico, para conocer si existen lesiones dorsolumbares o luxaciones lo que pueden estar representando una enfermedad profesional.

Resumen de Resultados Obtenidos

De acuerdo con la aplicación de metodologías de evaluación ergonómicas que se aplicaron a los trabajadores del área de bodega de la empresa Cedimed, se pudo determinar principalmente que en la empresa no existe algún tipo de ayuda mecánica que facilite el levantamiento manual de carga, debido a la disposición de las áreas de trabajo, los trabajadores deben estibar y transportar grandes distancias las cajas de medicamento que tienen un peso bruto de 18 kg lo que estaría representando un problema ergonómico.

Tabla 19

Resumen de Resultados Obtenidos

Metodología	Peso Real	Peso aceptable	Riesgo	Descripción
Lista de comprobacion Ergonomica (LCE)	N/A	N/A	Critico	Acciones prioritarias urgentes
Ecuación de NIOSH	18 kg	4,66 kg	Acusado	Riesgo a sufrir una lesion dorso lumbar
Tablas de SNOOK Y CIRELLOO	18 kg	13 kg	Moderado	Peso de carga supera el aceptable
Guía Técnica del INSHT	18 kg	10,17 kg	No tolerable	Acciones correctivas urgentes

Nota. Se presenta en la tabla los valores obtenidos en cada una de las evaluaciones ergonómicas aplicadas.

El resultado de la valoración a cada una de las 21 preguntas de la lista de comprobación ergonómica, correspondientes a manipulación y almacenamiento manual de materiales, donde se obtuvo como resultado que existe un 43 % de las respuestas que requieren de acciones prioritarias muy urgentes, lo que hace referencia a que se debe utilizar ayudas mecánicas y a la vez mejorar las áreas de trabajo con el fin de minimizar la manipulación de cargas y posturas forzadas.

En la evaluación mediante la aplicación de las metodologías: Ecuación de NIOSH, Tablas de Snook y Cirello, guía técnica del INSHT; se obtuvo como resultado para el levantamiento y transporte manual de carga, un promedio de 10,33 kg de peso máximo aceptable siendo menor al peso levantado actualmente que es de 18 kg, lo que podría ser perjudicial para la salud de quienes realizan la actividad de transporte manual de carga. Evidenciado por lo expuesto por los trabajadores, donde ya se han representado afectaciones en su salud como molestias o dolores en su espalda, y estos a su vez no han sido tomados en cuenta tampoco evaluados adecuadamente por el personal de salud competente.

Área de estudio

Dominio: Automatización y Redes

Línea de investigación: Diseño e implementación de sistemas electromecánicos, eléctricos/electrónicos, para satisfacer necesidades del sector productivo y de servicios mediante herramientas automatizadas.

Área: Bodega y Logística

Aspecto: Diseño de un elevador de carga con capacidad de 500 kg

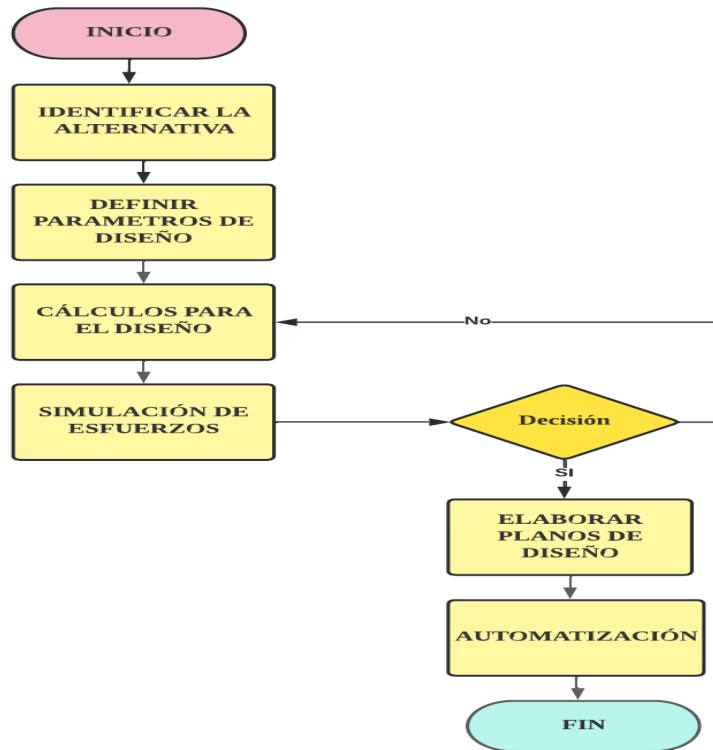
Objeto de estudio: Cedimed Cia. Ltda.

Periodo de análisis: noviembre 2021 – noviembre 2022

Modelo Operativo

Figura 16

Modelo Operativo del Diseño



Nota. Se muestra en la figura el proceso a desarrollar para llevar a cabo el diseño.

Desarrollo del Modelo Operativo

Para el desarrollo del modelo operativo se detallará o interpretará cada uno de los pasos a seguir en el diagrama de flujo en la Figura 16, los mismos que se presentan a continuación:

Identificar la Alternativa

Mediante la utilización de la matriz QFD o casa de la calidad se identificará los QUE, basándose en los requerimientos del cliente o voz del usuario, y los COMO traducidos en requerimientos técnicos y exigencias del usuario o también llamado voz del ingeniero, hasta

llegar a la cuarta matriz donde se tendrá la mejor opción y características entre los tipos de elevadores.

Definir Parámetros de Diseño

De acuerdo a los datos propuestos en un conversatorio con autoridades de la empresa CEDIMED y los datos obtenidos en la casa de la calidad, se obtendrá los principales parámetros y características para la realización del diseño.

Cálculos Para el Diseño

Mediante los parámetros establecidos se desarrolla los cálculos para los componentes específicos para el diseño del elevador de carga.

Simulación de Esfuerzos

Una vez realizado los cálculos para el diseño, se procede a realizar una simulación con la utilización de un software de diseño mecánico.

Elaborar Planos de Diseño

Con la utilización de un software de diseño mecánico se realizará los planos de cada elemento, que permitan desarrollar el diseño del elevador de carga.

Automatización

Se desarrollará la diagramación del sistema de control eléctrico, y de esta manera realizar la operación automática con el fin de asegurar el funcionamiento del elevador.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Se empezará con la aplicación de la casa de la calidad o (QFD) con el fin de encontrar una alternativa de diseño de elevador de carga, que facilite el transporte de los productos farmacéuticos que maneja la empresa.

El QFD Quality Function Deployment (el despliegue de la función de la calidad) permite traducir los requerimientos y deseos del cliente los (QUE) y poderlos traducir en requerimientos técnicos de ingeniería los (COMO) mediante un proceso ordenado en cada fase del producto a ser diseñado determinando características de diseño, parámetros, componentes y proceso de producción.

La casa de la calidad o matriz QFD consta de cuatro etapas las mismas que se derivan de la matriz principal, donde los “COMO” de la primera matriz pasan a ser los “QUE” de la segunda y así sucesivamente hasta obtener las cuatro matrices que permitirán obtener los criterios necesarios para el diseño.

Primera Fase Casa de la calidad

Mediante un conversatorio realizado con las autoridades de la empresa CEDIMED conformado por gerencia general, Gerente de Operaciones, y la representante técnica. Se conformo el equipo interdisciplinario, donde se dialogó y de esta manera se establecieron los principales requerimientos para el diseño de un elevador de acuerdo a las necesidades de la empresa. Mismos que se detallan a continuación.

- Transporte de carga de trabajo
- Elevación rápida

- Alcance de nivel de trabajo
- Que ocupe poco espacio físico
- Que sea estable
- Que sea resistente
- Económico
- Fácil operación
- Seguro
- Fácil mantenimiento

De esta manera se pudo obtener la llamada “voz del cliente” y así establecer los “QUE” de la matriz QFD o casa de la calidad.

Interpretación

Una vez definidos los requerimientos del cliente los “QUE”, se compararon con las características técnicas traducidas a los “COMO”.

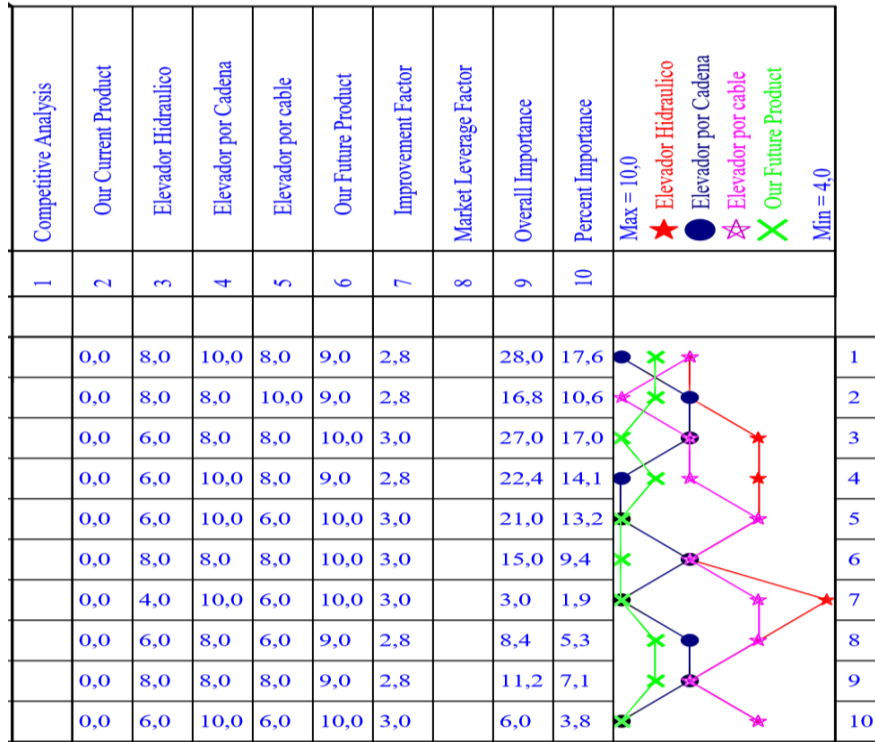
Estos requerimientos se relacionan de acuerdo a la ponderación, se establecen los objetivos y se determina en peso o importancia de los requerimientos los mismos que servirán para definir los componentes. En la matriz principal de la casa de la calidad se analizaron 3 propuestas de elevadores las cuales son:

- Elevador hidráulico
- Elevador por cadena
- Elevador por cable

Estas alternativas para el diseño fueron evaluadas de acuerdo a los requerimientos del cliente, de esta manera se representa una evaluación competitiva de las propuestas y de acuerdo a su importancia, se obtiene que el elevador por cadena es la mejor alternativa debido al mayor peso que tiene en la evaluación competitiva del cliente.

Figura 18

Análisis Competitivo de QFD

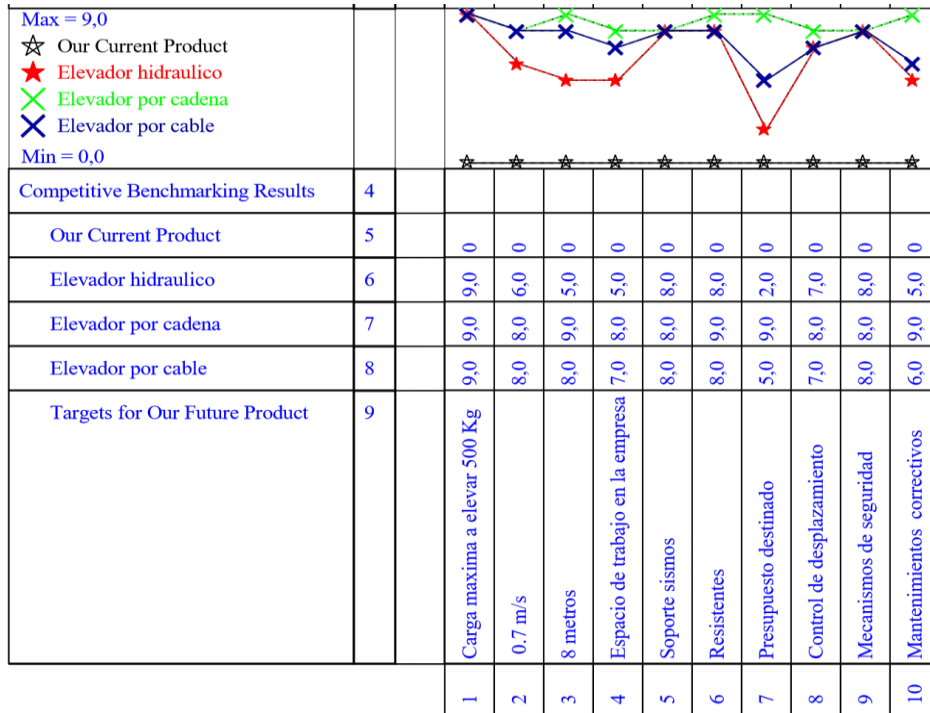


Nota. Evaluación de alternativas, donde se obtiene que la mejor es elevador por cadena.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la evaluación técnica competitiva, según su relación de importancia se determina que el elevador por cadena es la mejor opción técnica para el diseño.

Figura 19

Análisis Técnico de QFD



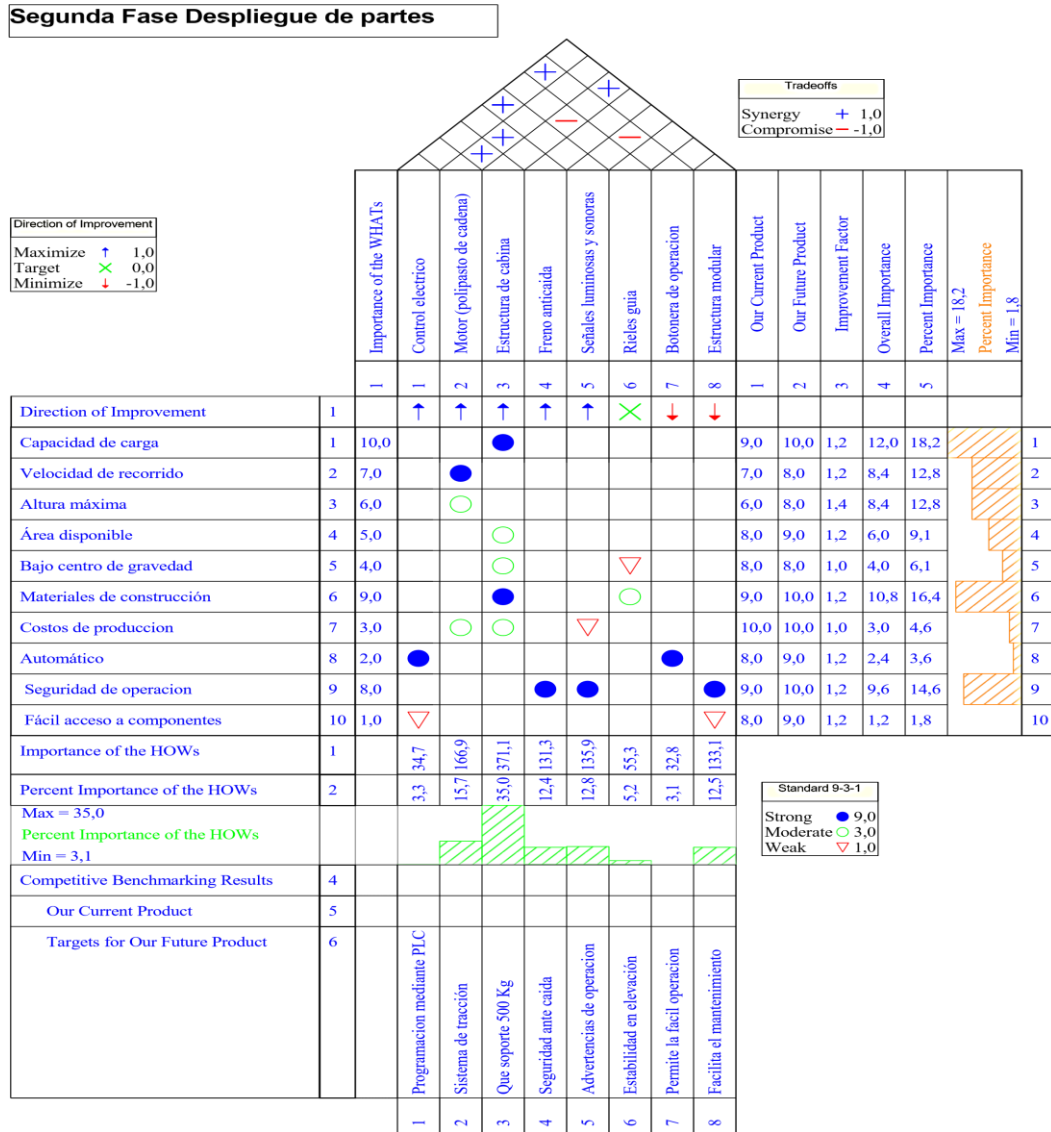
Nota. Evaluación competitiva técnica, donde se confirma que la mejor alternativa es el elevador por cadena.

Segunda Fase Matriz despliegue de partes

En la segunda matriz QFD se obtiene el despliegue de las principales partes para el diseño del elevador, a la vez se detallan las características técnicas que deben cumplir.

Figura 20

QFD Despliegue de partes



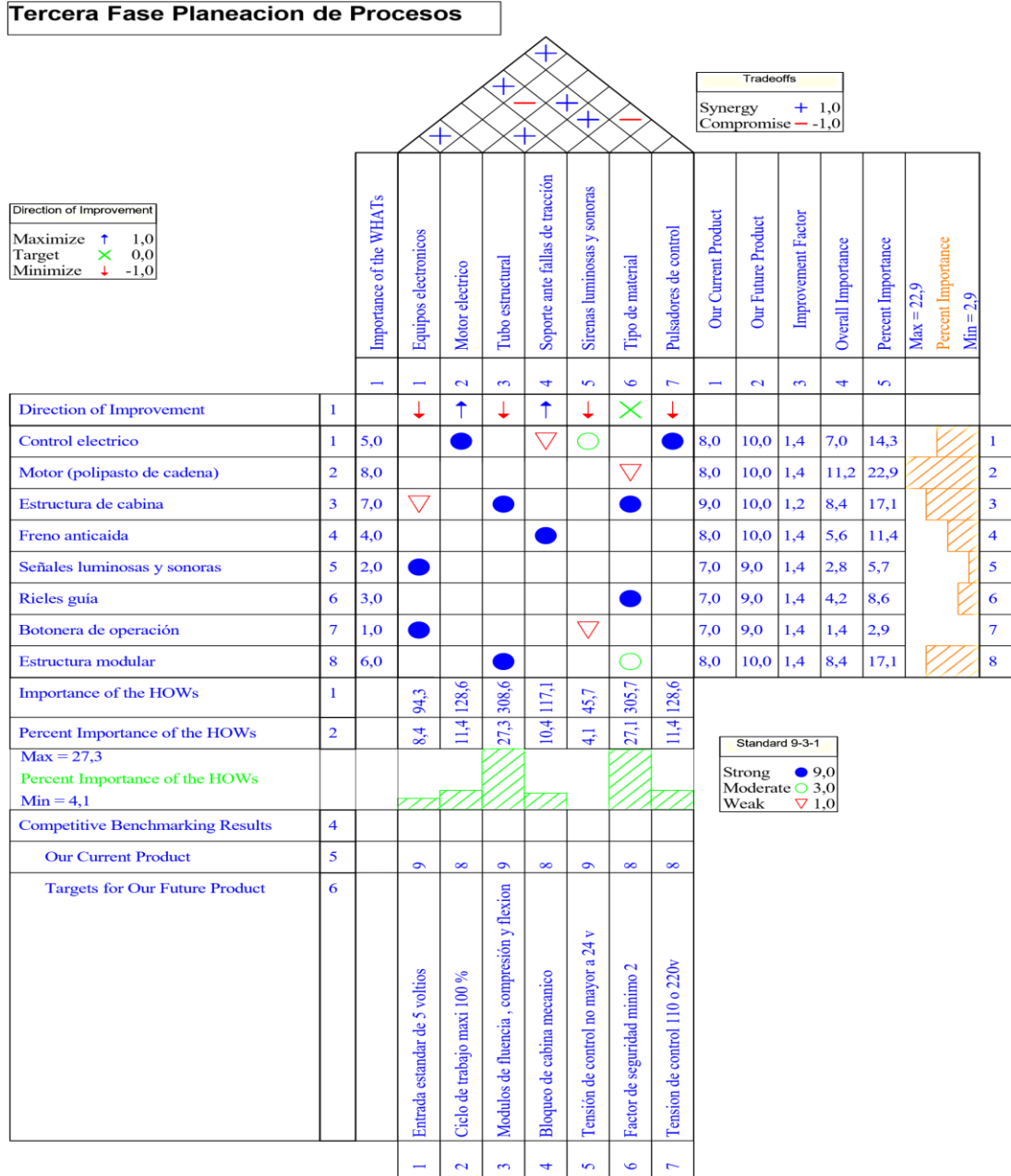
Nota. En la matriz se identifican las partes que debe tener el elevador.

Tercera Fase Planeación de Procesos

La tercera matriz permite detallar las operaciones clave del proceso que debe cumplir el elevador de carga.

Figura 21

QFD Planeación de Procesos



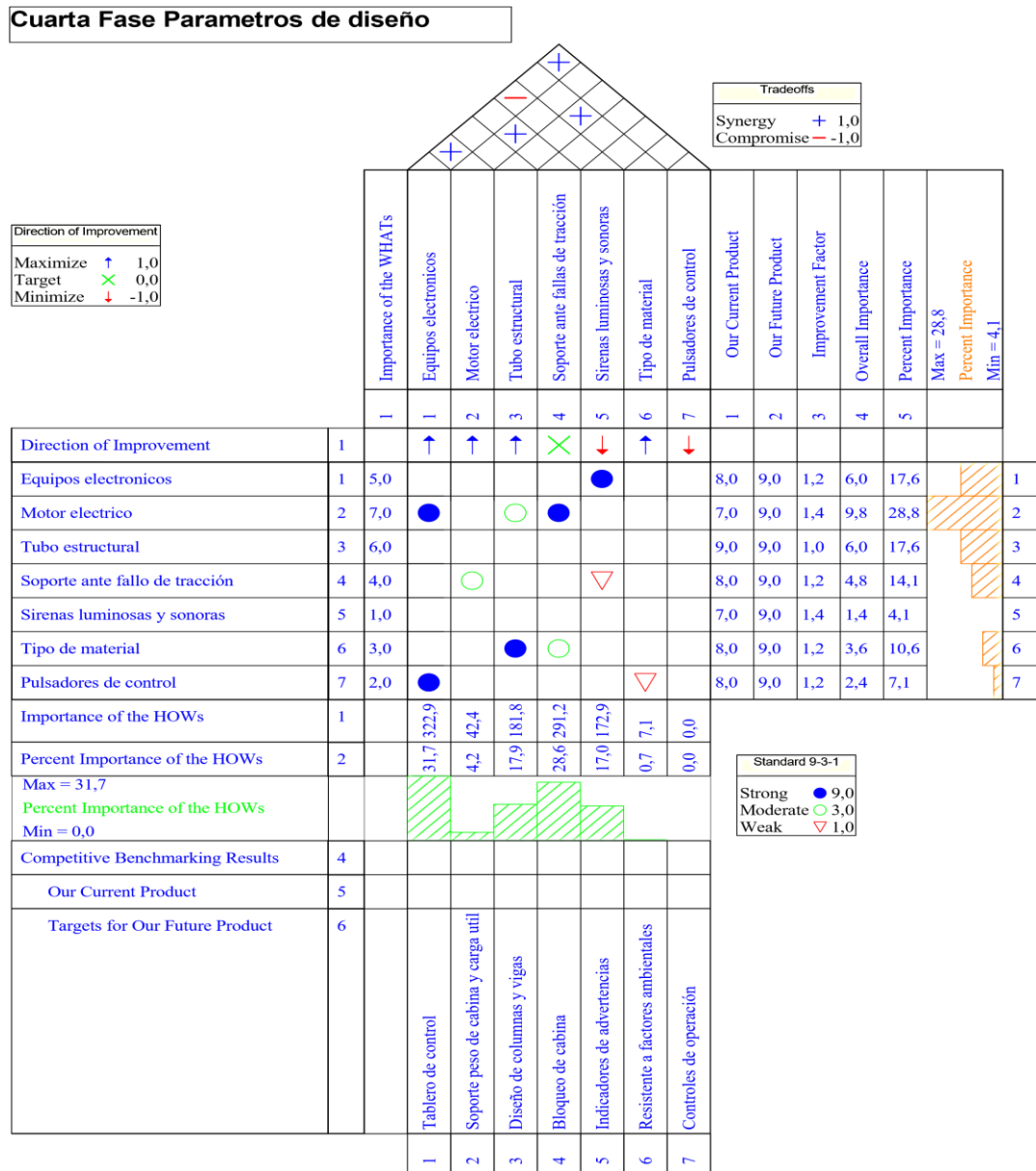
Nota. En la matriz se detallan las características físicas que tendrá el diseño.

Cuarta Fase Parámetros de Diseño

La cuarta matriz permite determinar ciertos parámetros a considerar para el diseño del elevador.

Figura 22

QFD Parámetros de Diseño



Nota. En la matriz se detallan las características técnicas para el desarrollo del diseño.

Parámetros de Diseño en la Empresa

Adicional de los parámetros encontrados mediante la aplicación de la casa de la calidad, se recolecto información importante en la empresa CEDIMED con el fin de conocer los parámetros necesarios para el diseño del elevador de carga, donde se obtuvo lo siguiente:

Tabla 20

Parámetros Tomados en la Empresa

Parametro	Medida	Unidad
Área o espacio físico	4,32	m ²
Altura vertical	7,32	m
Área de cabina estimada	1,43	m ²
Altura de cabina estimada	1,90	m
Promedio bultos ingresados	25	Uni.
Volumen bulto	143,64	cm ³
Peso promedio	18	Kg

Nota. En la tabla se detalla parámetros específicos tomados en la empresa CEDIMED.

En la Tabla 20 se muestran los parámetros tomados en la empresa donde se especifica el promedio de bultos a ingresar en la cabina, el peso y volumen de cada uno, datos que son importantes para el desarrollo del diseño del elevador. De la misma manera se detalla el espacio físico con que cuenta la empresa y de esta manera se tiene una estimación para el dimensionamiento de la cabina.

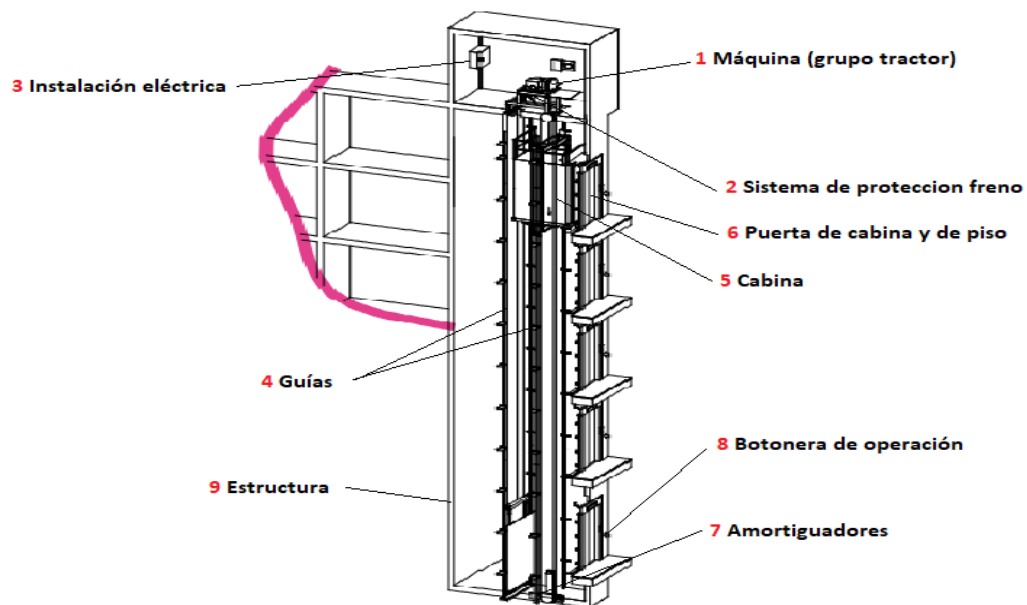
Descripción del Elevador y Principio de Funcionamiento

La ejecución del diseño consiste en idealizar y estructurar las posibles soluciones del servicio, basándose en las funciones que debe realizar; por lo tanto, en el proceso del diseño se debe enfocar hacia las condiciones, necesidades y especificaciones que debe cumplir el producto a fin de satisfacer también al cliente. (Barahona et al, 2019)

El principal funcionamiento del elevador es el transporte vertical de cajas de medicamentos hacia la una de las bodegas ubicada en el tercer piso de acuerdo a los flujos de entrada y salida de los productos, con la operación de los controles por trabajadores del área de bodega.

Figura 23

Partes del Elevador



Nota. En la figura se detalla las partes principales que conforman el elevador. Tomado de (2.b.2.2.Manual_tecnico_ascensores.pdf, 2018.)

El diseño del elevador de carga para operar bajo ciertas condiciones de trabajo se realiza a partir de una estructura de acero que utilizará un motor eléctrico con su sistema de transmisión por cadena y con un mecanismo de freno que asegura la cabina en caso de fallas. Este sistema va colocado en la parte superior de la unidad de cabina.

El sistema de guías permite el desplazamiento para que el transporte sea seguro entre pisos al igual cuenta con seguridad en las puertas para que estas no se abran cuando la cabina este

en movimiento. Su funcionamiento es controlado mediante una botonera situada en un punto específico para el control de operación.

DISEÑO

Consideraciones de Diseño

Debido al proceso operativo de la empresa existen limitaciones para el diseño inicial de la estructura, en las que se encuentra principalmente el espacio físico por lo que el elevador de carga no debe interferir en las actividades diarias. De la misma manera el diseño debe tener la estética necesaria que se acople al edificio principal de la empresa.

Se utilizará materiales de carácter estandarizado a nivel nacional seleccionados mediante catálogos de acuerdo al diseño mecánico; se tomará en cuenta la forma y posición de los perfiles que permita una distribución uniforme de la carga. La vida útil se establecerá de acuerdo a las propiedades de los materiales seleccionados.

Características del Material

El acero como material estructural, tiene propiedades que pueden cambiarse debido a las propiedades de carbono y añadiendo otros materiales, que son sustanciales en sus efectos principalmente en las propiedades del acero como pueden ser soldabilidad, resistencia a la corrosión y resistencia a la fractura, etc.”

Los aceros tienen agrupaciones que varían según las principales clasificaciones de la ASTM (American Society for Testing and Materials) en los que tenemos los diferentes tipos de acero como son:

- Acero (A36): Aceros de propósito general.
- Acero (A529): Aceros de estructurales al carbono.

- Aceros (A441 y A572): Aceros estructurales de alta resistencia, baja aleación.
- Acero (A242 y A588): Aceros estructurales de alta resistencia, baja aleación y resistente a la corrosión atmosférica.

Selección del Material

Se selecciono inicialmente el material Acero (A36) debido a su fácil adquisición en el mercado local en el país, sus propiedades físicas y mecánicas que facilitan la elaboración del diseño.

Tabla 21

Características del Acero A36

Designación ASTM	Tipo de acero	Formas	Usos recomendados	Esfuerzo minimo de fluencia Fy ³ , Klb/plg ²	Resistencia especificada mínima a la tencion Fu ^b , Klb/plg ²
A36	Al carbono	Perfiles, barras y placas	Puentes, edificios y otras aplicaciones atornilladas, soldadas o remachadas	42	50 - 80

Nota. En la tabla se observa las principales propiedades para el acero A36.

Propiedades del Material Seleccionado

Se determino el material inicial seleccionado del catálogo de la empresa IPAC, el que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 22

Propiedades del Acero A36

Nombre	Símbolo	Valor	Unidades
Radio de giro	r	1,95	cm
Área	A	3,74	cm ²
Modulo de resistencia	W	5,66	cm ³
Momento de inercia	I	14,25	cm ⁴
Elasticidad	E	206,9	Gpa
Esfuerzo a la fluencia	F_y	248,2	Mpa

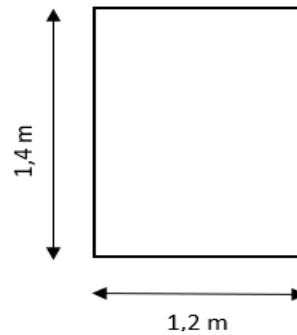
Nota. En la tabla se observa las propiedades del tubo cuadrado en acero A36.

Diseño Mecánico

Se propuso inicialmente el cálculo de la cabina del elevador donde se determinó el área inicial.

Figura 24

Área Propuesta Para el Piso de la Cabina



Nota. Se representa en la figura un dimensionamiento inicial que se propone para el diseño de la cabina

$$\text{Área} = 1,68 \text{ m}^2$$

Calculo Estructural Para la Cabina

Se tomo los 500 kg de peso establecidos como parámetro inicial en el diseño, para posteriormente dimensionar la viga principal y secundaria de la cabina para de poder realizar el cálculo estructural que nos permita seleccionar los materiales a utilizar en la estructura de la cabina.

$$W = m * g \quad \text{Ec. (1)}$$

Donde:

$$W = \text{Carga}$$

$$m = \text{Masa}$$

$$g = \text{Gravedad}$$

$$W = 500 \text{ Kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 4905 \text{ N}$$

$$W = \frac{4905 \text{ N}}{1,40 \text{ m}} = 3503,57 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Dimensionamiento de la Viga para Cabina

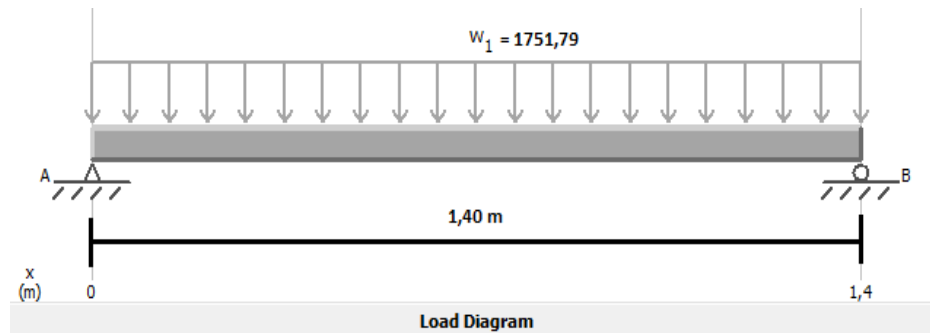
Con el valor de la carga distribuida para el dimensionamiento de la viga. En el diseño se tendrá 2 vigas y se obtiene el valor de:

$$w = \frac{3503,57 \text{ N/m}}{2}$$

$$w = 1751,79 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Figura 25

Dimensionamiento de la Viga con Carga Distribuida



Nota. Se observa en la figura el diagrama de viga secundaria con carga uniformemente distribuida.

$$+\uparrow \sum Fy = 0$$

$$RA + RB - \left(1751,79 \frac{N}{m} * 1,40 m\right) = 0$$

$$+\uparrow \sum MA = 0$$

$$RB(1,40 m) - \left(1751,79 \frac{N}{m} * 1,40 m\right)(0,70 m) = 0$$

$$RB = 1226,25 N$$

Remplazamos RB para calcular RA

$$RA = \left(1751,79 \frac{N}{m} * 1,40 m\right) - RB$$

$$RA = \left(1751,79 \frac{N}{m} * 1,40 m\right) - 1226,25 N$$

$$RA = 1226,25 N$$

Cálculo de momento. Para el cálculo del momento en la viga simple con carga uniformemente distribuida. Se utiliza la siguiente formula.

$$M = \frac{w * L^2}{8} \quad \text{Ec. (2)}$$

Donde:

M = Momento

w = carga distribuida

L = Longitud

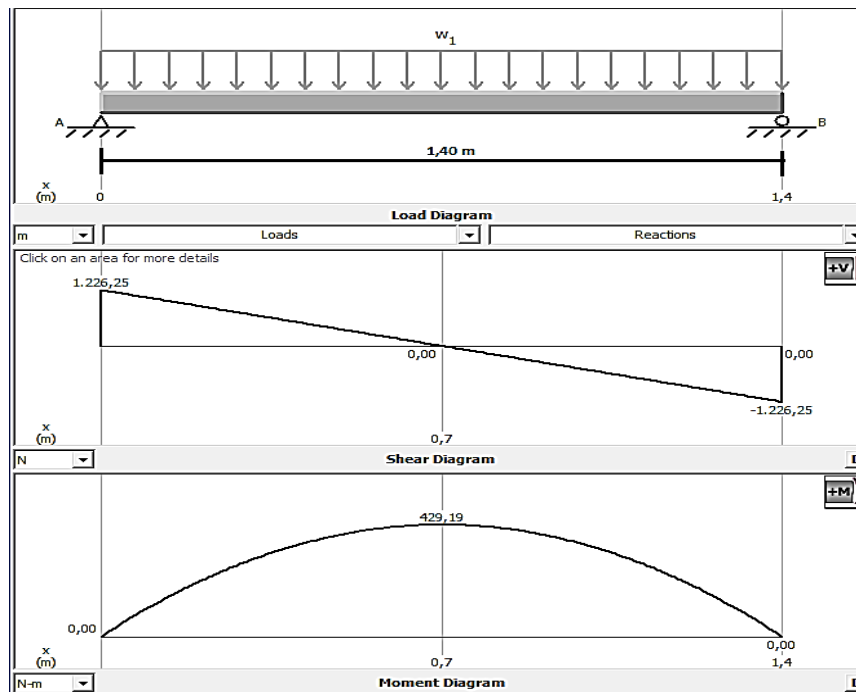
$$M = \frac{1751,785 \frac{N}{m} * (1,40m)^2}{8}$$

$$M = 429,18 Nm$$

Se verifica mediante el software de simulación MDSolid 2014 versión 4.1 que se ha obtenido el mismo valor calculado para el momento en la viga.

Figura 26

Diagrama de Cortante y Momento de la Viga



Nota. En la figura se puede observar el valor obtenido mediante el software de simulación.

Factor de Seguridad

Parte de la filosofía de diseño, se refiere a asuntos como la naturaleza de la aplicación, el ambiente, la naturaleza de las cargas sobre el componente que se va a diseñar, el análisis de esfuerzos, las propiedades del material y el grado de confianza en los datos que se emplean en el proceso de diseño. Todas estas consideraciones afectan la decisión acerca de qué valor del factor de diseño es el adecuado. (Calvache, 2020)

Segun Mott (2018) Explica los factores de diseño N de acuerdo a:

N = 1.25 a 2.0. El diseño de estructuras bajo cargas estáticas, para las que haya un alto grado de confianza en todos los datos del diseño.

N = 2.0 a 2.5. Diseño de elementos de máquina bajo cargas dinámicas con una confianza promedio en todos los datos de diseño.

N = 2.5 a 4.0. Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquina bajo cargas dinámicas con incertidumbre acerca de las cargas, propiedades de los materiales, análisis de esfuerzos o el ambiente.

N = 4.0 o más. Diseño de estructuras estáticas o elementos de máquinas bajo cargas dinámicas, con incertidumbre en cuanto a alguna combinación de cargas, propiedades del material, análisis de esfuerzos o el ambiente. El deseo de dar una seguridad adicional a componentes críticos puede justificar también el empleo de estos valores. (pág. 185)

Por lo tanto, según la recomendación se toma el valor de 2 como factor de seguridad para el diseño.

Esfuerzo Permissible

$$F_S = \frac{\varphi_y}{\sigma_{Per}} \quad \text{Ec. (3)}$$

Donde:

$F_S =$ Factor de seguridad

$\varphi_y =$ Resistencia a la fluencia

$\sigma_{Per} =$ Esfuerzo permisible

Por lo tanto, despejando σ_{Per} de la ecuación 3 se tiene:

$$\sigma_{Per} = \frac{\varphi_y}{F_s}$$

$$\sigma_{Per} = \frac{248 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_{Per} = 124 \text{ MPa}$$

Módulo de Sección

$$S_x = \frac{M_{max} * F_s}{\sigma_{Per}} \quad \text{Ec. (4)}$$

Donde:

S_x = Modulo de sección

M_{max} = momento máximo

F_s = Factor de seguridad

σ_{Per} = Esfuerzo permisible

$$S_x = \frac{429,18 \text{ Nm} * 2}{124 \text{ MPa}}$$

$$S_x = 6,92 \text{ cm}^3$$

Por lo tanto, se verifica en la tabla del catálogo DIPAC 2019 y se selecciona el tubo cuadrado 50x50x3 mm, el mismo que cumple con las especificaciones para la construcción de la cabina.

Comprobación del factor de seguridad

Con el material seleccionado se realizará la comprobación del factor de seguridad verificando el valor propuesto anteriormente. Tomando la Ec. 4 se despeja *F_s* por lo tanto.

$$F_s = \frac{S_x * \sigma_{per}}{M_{max}} \quad \text{Ec. (5)}$$

$$F_s = \frac{7,8x10^{-6}m^3 * 124x10^6 \frac{N}{m^2}}{429,18 Nm}$$

$$F_s = 2,25$$

De acuerdo al resultado obtenido se comprueba que el valor para factor de seguridad es el adecuado para el diseño.

Dimensionamiento de las Columnas en la Cabina

Para realizar el cálculo estructural del dimensionamiento de la columna, se tiene las propiedades del material seleccionado en la viga.

El peso total que soportara la cabina, dividido para el numero de columnas

L = Longitud (74,80 plg)

P = carga total (1226 KN)

de columnas = 4

Pu = Carga parcial (0,275 Klb)

Material = tubo cuadrado 50 x 50 x 3 mm

Radio de giro = 0,748 plg

Área = 0,838 plg²

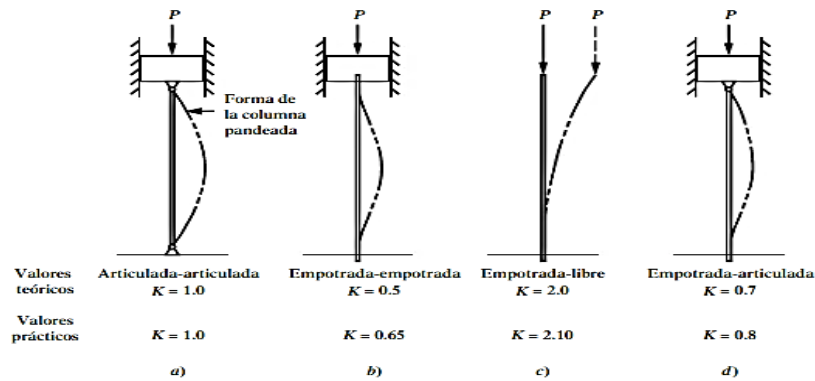
Factor de Longitud Efectiva

Los primeros valores que se asignan a K son teóricos y se basan en la forma de la columna pandeada. Los segundos valores tienen en cuenta la fijación esperada de

los extremos de las columnas en casos reales y estructuras prácticas. (Acevedo & Mota, 2011)

Figura 27

Factor de Longitud Efectiva



Nota. Se muestran los diferentes factores de longitud efectiva K para columnas con ciertas restricciones de fijación.

Por consiguiente, se toma el valor de $K=0,5$ por lo que se tiene una columna doblemente empotrada.

Longitud Efectiva

$$L_e = K * L \quad \text{Ec. (6)}$$

Donde:

$L_e =$ Longitud efectiva

$K =$ Factor de longitud efectiva

$L =$ longitud

$$L_e = 0,5 * 74,803 Plg$$

$$L_e = 37,401 Plg$$

Rango de Comportamiento

Comportamiento elástico: Ec. (7)

$$\lambda_c \leq 1,5 \text{ ó } \frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} / F_{cr} = (0,628 \frac{F_y}{F_e}) F_y$$

Comportamiento inelástico: Ec. (8)

$$\lambda_c > 1,5 \text{ ó } \frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} / F_{cr} = 0,877 F_e$$

Entonces:

$$\frac{KL}{r} = \frac{37,40 Plg}{0,748 Plg} = 50 Plg$$

Por lo tanto:

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4,71 \sqrt{\frac{29000}{36}} = 133,68 \text{ Ksi}$$

Como $\frac{KL}{r} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$, se encuentra en el rango inelástico.

Esfuerzo de Euler

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad \text{Ec. (9)}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 29000 \text{ Ksi}}{(50 Plg)^2}$$

$$F_e = 114,487 \text{ Ksi}$$

Esfuerzo Critico

Para el esfuerzo critico de pandeo F_{cr} , se toma la Ec. (7)

$$F_{cr} = (0,628 \frac{F_y}{F_e}) F_y$$

$$F_{cr} = \left(0,628 \frac{36 \text{ Ksi}}{114,487 \text{ Ksi}} \right) 36 \text{ Ksi}$$

$$F_{cr} = 31,100 \text{ Ksi}$$

Carga Nominal

$$P_n = A_g * F_{cr} \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde:

$P_n = \text{Carga nominal}$

$A_g = \text{Area de la seccion transversal}$

$F_{cr} = \text{Esfuerzo critico de pandeo}$

$$P_n = 0,838 P l g^2 * 29,65 \text{ Ksi}$$

$$P_n = 26,061 \text{ Klb}$$

Factor de resistencia por pandeo

$$P_d = \phi * P_n \quad \text{Ec. (11)}$$

Donde:

$P_d = \text{Carga de tension de diseño}$

$\phi = \text{Factor de reduccion de resistencia}$

En la norma AISC, se indica un valor de resistencia que disminuirá el valor de carga nominal de esta manera se disminuye la probabilidad de falla.

Tabla 23

Factor de Resistencia

Factor de resistencia ϕ	Estado límite
0.90	Flujo plástico en la sección total.
0.75	Fractura (fractura en la sección neta, ruptura por cortante y tensión, fractura de tornillos, fracturas de soldaduras, etc.).
0.85	Pandeo de columnas aisladas.
0.90	Flexión y cortante (vigas).
0.90	Miembros sujetos a compresión axial y flexión (miembros flexocomprimidos ó columnas).

Nota. Los valores representados en la tabla permiten determinar el factor de resistencia aplicable en diferentes condiciones.

$$Pd = 0,85 * Pn$$

$$Pd = 0,85 * 26,061 Klb$$

$$Pd = 22,151 Klb$$

Una vez calculado los valores de Pd y Pu se compara la ecuación de diseño donde:

$$Pd \geq Pu$$

$$22,151 \geq 0,275$$

Por lo tanto, el diseño cumple con los requerimientos para la columna de la cabina.

Diseño de Viga del Soporte Principal

Se tiene como dato que la cabina tendra una carga viva de 500 Kg como peso util que debe levantar el elevador, por consiguiente tambien se toma en cuenta la carga muerta conformada por todos los elementos de manposteria de la cabina. El peso de estos elementos no debe superar el 50% del peso util de la estructura en su construccion.

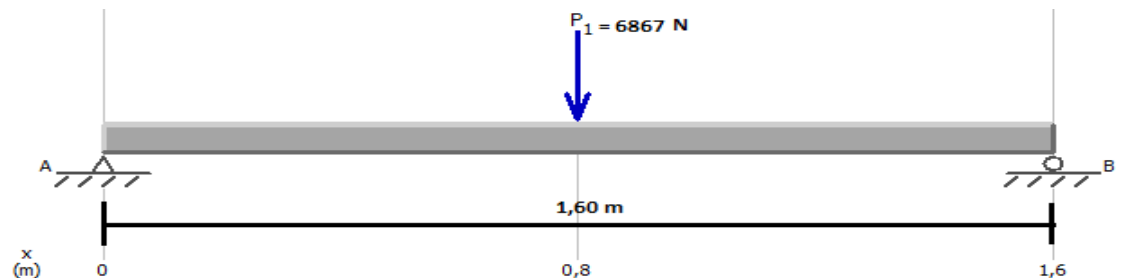
Tabla 24*Elementos de Carga de la Viga Principal*

Elemento	Descripción	Peso unitario Kg/m	Longitud m	Peso total Kg
Viga Piso	Tubo cuadrado 40x40x3 mm	3,30	10	33
Vigas Techo	Tubo cuadrado 40x40x3 mm	3,30	5,2	17,26
Calumnas	Tubo cuadrado 40x40x3 mm	3,30	7,6	25,08
Soporte paredes	Tubo cuadrado 30x30x2 mm	1,68	6,6	11,08
Paredes	Plancha perforada	4,4	5,32	23,4
Techo	Plancha laminada en frio	4,67	1,68 m ²	7,84
Piso	Plancha antideslizante	5,36	1,68 m ²	6,46
Motor polipasto	Accesorios / motor	50	1	50
Otros	Soldaduras	25,88	1	25,88
Total				200

Nota. En la tabla se indica el dimensionamiento de los elementos de carga para la viga de soporte principal.

Dimensionamiento de la Viga de Soporte Principal

Para el dimensionamiento de la viga de soporte principal se tiene, la carga viva 500 kg más la carga muerta 200 kg dando un total de 700 kg. Valor de carga puntual que se utilizará para el dimensionamiento estructural y selección del material.

Figura 28*Dimensionamiento de la Viga con Carga Puntual*

Nota. En la figura se observa la viga con carga puntual, del peso total de carga.

Se realiza el cálculo de las reacciones en la viga de acuerdo a los siguientes valores.

$$+\uparrow \sum Fy = 0$$

$$RA + RB - (6867 N) = 0$$

$$+\uparrow \sum MA = 0$$

$$RB(1,60 m) - (6867 N)(0,80 m) = 0$$

$$RB = 3433,5 N$$

Se reemplaza RB para calcular RA.

$$RA = (6867 N) - 3433,5 N$$

$$RA = 3433,5 N$$

Cálculo de Momento en Viga de Soporte

$$M = \frac{P * L}{4} \quad \text{Ec. (62)}$$

Donde:

M = Momento

P = Peso

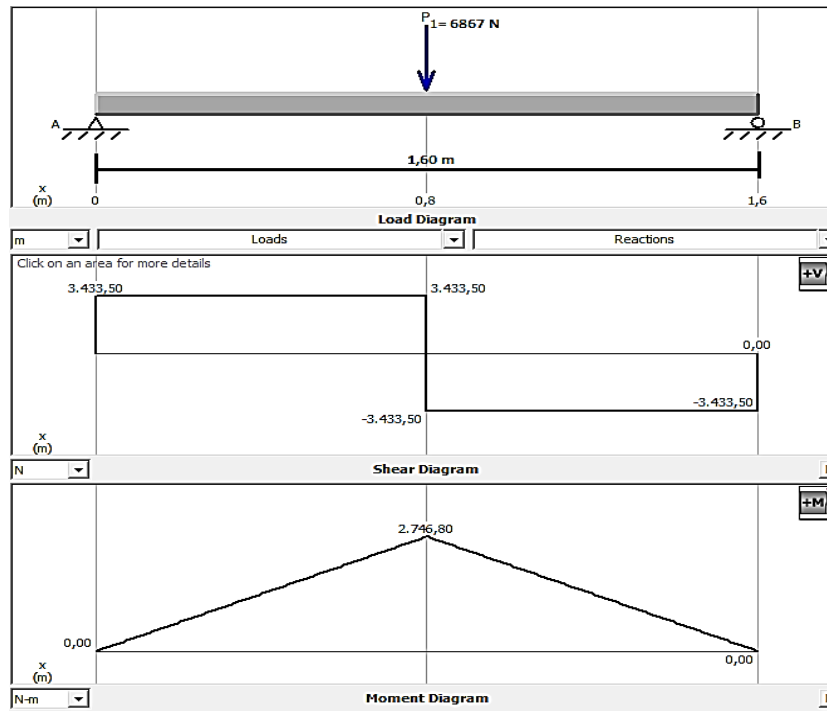
L = Longitud

$$M = \frac{6867 N * 1,60 m}{8}$$

$$M = 2746,8 Nm$$

Figura 29

Diagrama de Cortante y Momento de la Viga



Nota. Mediante la simulación de se obtiene los resultados gráficos, igual que lo calculado para determinar el momento máximo.

Módulo de Sección en Viga de Soporte

Se conoce el valor de esfuerzo máximo y factor de seguridad en la Ec. (3) que se utilizara para el cálculo y de esta manera obtener el módulo de selección del material.

$$S_x = \frac{M_{max} * F_s}{\sigma_{Per}} \quad \text{Ec. (73)}$$

$$S_x = \frac{2746,8 \text{ Nm} * 2}{124 \text{ MPa}}$$

$$S_x = 44,30 \text{ cm}^3$$

Con el resultado obtenido en el modulo de selección se verifica en la tabla del catalogo DIPAC el perfil seleccionado tubo cuadrado 100 x 100 x 4 mm.

Calculo de la Columna Para Soporte Principal

Una vez determinados los datos para el cálculo de la columna en el soporte principal se tiene:

L = Longitud (326,77 plg)

P = carga total (6,867 KN)

de columnas = 4

Pu = Carga parcial (1,716 Klb)

Material = tubo cuadrado 100 x 100 x 4 mm

Radio de giro = 1,33 plg

Área = 2,31 plg²

Con estos datos se procede a realizar el cálculo, remplazando la Ec. (6) a la Ec. (11)

$$L_e = K * L \quad \text{Ec. (14)}$$

$$L_e = 0,5 * 326,77 \text{ Plg}$$

$$L_e = 163,38 \text{ Plg}$$

Comportamiento elástico: Ec. (85)

$$\lambda_c \leq 1,5 \text{ ó } \frac{KL}{r} \leq 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} / F_{cr} = (0,628 \frac{F_y}{F_e}) F_y$$

Comportamiento inelástico: Ec. (16)

$$\lambda_c > 1,5 \text{ ó } \frac{KL}{r} > 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} / F_{cr} = 0,877F_e$$

Entonces:

$$\frac{KL}{r} = \frac{163,38 Plg}{1,33 Plg} = 122,84 Plg$$

Por lo tanto:

$$4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4,71 \sqrt{\frac{29000}{36}} = 133,68$$

Como $\frac{KL}{r} < 4,71 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$, se encuentra en el rango inelástico.

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} \quad \text{Ec. (17)}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 29000 \text{ Ksi}}{(122,84 Plg)^2}$$

$$F_e = 18,96 \text{ Ksi}$$

$$F_{cr} = \left(0,628^{\frac{F_y}{F_e}}\right) F_y$$

$$F_{cr} = \left(0,628^{\frac{36 \text{ Ksi}}{18,96 \text{ Ksi}}}\right) 36 \text{ Ksi}$$

$$F_{cr} = 14,88 \text{ Ksi}$$

$$P_n = A_g * F_{cr} \quad \text{Ec. (18)}$$

$$P_n = 2,31 Plg^2 * 14,88 Ksi$$

$$P_n = 34,37 Klb$$

$$P_d = \phi * P_n \quad \text{Ec. (19)}$$

$$P_d = 0,85 * 34,37 Klb$$

$$P_d = 29,21 Klb$$

$$P_d \geq P_u$$

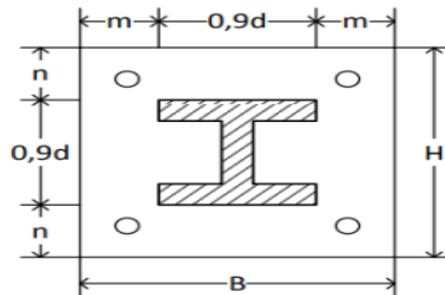
$$29,21 Klb \geq 0,384 Klb$$

Diseño de la Placa Base

Para dimensionar la placa base necesaria para la columna del soporte principal se partirá de la siguiente figura.

Figura 30

Recomendación Técnica Para la Placa Base



Nota. En la figura 30 se presenta el detalle técnico dimensional para el cálculo de la placa base. Tomado de (Barahona et al. 2019)

Donde se asume un valor de tamaño para la placa base la que se presenta en la siguiente ecuación.

$$H = d + (2 * n) \quad \text{Ec. (20)}$$

Donde:

$H =$ Longitud asumida de la placa

$d =$ Lado del perfil seleccionado

$n =$ Longitud aumentada para la longitud de placa

$$H = 10 \text{ cm} + (2 * 6\text{cm})$$

$$H = 22 \text{ cm}$$

$$H = B$$

Área asumida de placa base se calcula de la siguiente manera

$$A = H * B$$

$$A = 22 \text{ cm} * 22 \text{ cm}$$

$$A = 484 \text{ cm}^2$$

Área requerida de la placa base donde se tiene la siguiente ecuación:

$$A_{real} = \frac{P_{total}}{Kc * fc} \quad \text{Ec. (21)}$$

Donde:

$A_{real} =$ Área real requerida de la placa base

$P_{total} =$ Sumatoria de cargas vivas y cargas muertas

$Kc = \text{Factor de diseño para el hormigon}$

$fc = \text{Esfuerzo admisible para el hormigon}$

El factor de diseño recomendado para el hormigón es igual a 0,3 y el esfuerzo admisible es de 240 Kg/cm².

$$A_{real} = \frac{700 \text{ Kg}}{0,3 * 240 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$A_{real} = 9,72 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto: Si el área real es menor que el área asumida el diseño es adecuado.

$$A_{sumida} > A_{real}$$

$$484 \text{ cm}^2 > 9,72 \text{ cm}^2$$

Para el cálculo del espesor de la placa se tiene la siguiente ecuación:

$$e_{placa} = \sqrt{\frac{3 * fc * n^2}{K_y * S_y}} \quad \text{Ec. (22)}$$

Donde:

$e_{placa} = \text{Espesor de la placa}$

$fc = \text{esfuerzo admisible del hormigon}$

$n^2 = \text{Longitud aumentada para el tamaño de placa}$

$K_y = \text{Factor de diseño para el acero}$

$S_y = \text{Resistencia a la fluencia del acero}$

Para el cálculo se requiere conocer el f_c que es igual a:

$$f_c = \frac{P_{total}}{H * B} \quad \text{Ec. (9)}$$

$$f_c = \frac{700 \text{ Kg}}{22 \text{ cm} * 22 \text{ cm}}$$

$$f_c = 1,44 \text{ Kg/cm}^2$$

De la misma manera se requiere conocer el valor de n donde se determina la longitud aumentada de la placa que es igual a:

$$n = \frac{H - (0,9 * d)}{2} \quad \text{Ec. (24)}$$

$$n = \frac{22 \text{ cm} - (0,9 * 10 \text{ cm})}{2}$$

$$n = 6,50 \text{ cm}$$

Se reemplaza Ec. (9) y Ec. (24) en Ec. (22) por lo tanto:

$$e_{placa} = \sqrt{\frac{3 * f_c * n^2}{K_y * S_y}}$$

$$e_{placa} = \sqrt{\frac{3 * 1,44 \text{ Kg/cm}^2 * (6,50)^2 \text{ cm}}{0,75 * 2450 \text{ Kg/cm}^2}}$$

$$e_{placa} = 0,315 \text{ cm}$$

Para el diseño se recomienda una placa de 220 x 220 x 3 mm

Diseño de los Pernos de Anclaje

Para el cálculo de los pernos de anclaje cuando son de diámetro mayor a $\frac{3}{4}$ de pulgada utilizamos la siguiente ecuación:

$$A_p = \frac{P_{total}}{K_p * f_y} \quad \text{Ec. (10)}$$

Donde:

$A_p = \text{Área total del perno}$

$P_{total} = \text{Carga real aplicada}$

$K_p = \text{Factor de diseño para el perno}$

$f_y = \text{Resistencia de fluencia mínima a la tracción del perno}$

Se sabe que la carga real aplicada es 6,867 KN, por lo que cambiamos de unidades, por lo tanto:

$$P_{total} = 6,867 \text{ KN} * \frac{2,2046 \text{ lb}}{9,8066 \text{ N}}$$

$$P_{total} = 1543,75 \text{ lbf}$$

Tabla 25

Parámetros de Diseño por Fatiga

Descripción	Categoría de Tensión	Constante C_f	Umbral F_{TH} kgf/cm ² (MPa)	Punto Probable de Inicio de Fractura
SECCIÓN 8 – MISCELANEOS				
8.1 Metal base en conectores de corte conectados por soldadura de filete o automática.	C	4,4	700 (69)	Al pie de la soldadura en el metal base.
8.2 Corte en garganta de soldaduras de filete continuas o intermitentes longitudinales o transversales.	F	Ver Ec. A-3-2 o A-3-2M	Ver Ec. A-3-2 o A-3-2M	Inicio en la raíz de la soldadura de filete, y se extiende en la soldadura
8.3 Metal base en soldaduras de tapón o de ranura.	E	1,1	315 (31)	En el extremo de la soldadura en el metal base.
8.4 Corte en soldaduras de tapón o ranura.	F	Ver Ec. A-3-2 o A-3-2M	Ver Ec. A-3-2 o A-3-2M	Inicio en la soldadura en la superficie de contacto, extendiéndose en la soldadura
8.5 Pernos de alta resistencia, pernos corrientes, barras de anclaje con hilo y ganchos los que o son pretensionados de acuerdo con la Tabla J3.1 o J3.1M, o son de apriete ajustado hilado con corte, esmerilado o plegado; el rango de tensión en el área de tensión de tracción debido a carga viva más acción de palanca cuando corresponda.	G	0,39	490 (48)	Se inicia en la raíz de los hilos extendiéndose al conector.

Nota. En la tabla se observa el valor de la constante por fatiga para pernos tomado de (ALACERO, 2016)

Se toma el valor de 0.39 de la tabla para constante por fatiga para pernos de alta resistencia.

Se reemplaza en Ec. (25) los valores de peso total, factor de diseño y resistencia a la fluencia del perno.

$$A_p = \frac{1543,75 \text{ lbf}}{0,39 * 130000 \text{ lbf/pl}^2}$$

$$A_p = 0,0304 \text{ plg}^2$$

Una vez calculado el valor de A_p se calcula el diámetro del perno en la siguiente ecuación.

$$D_p = 2 * \sqrt{\frac{A_p}{\pi}} \quad \text{Ec. (26)}$$

$$D_p = 2 * \sqrt{\frac{0,0304 plg^2}{\pi}}$$

$$D_p = 0,196 plg$$

De acuerdo al valor de diámetro obtenido se selecciona el perno con grado SAE 8 de diámetro $\frac{3}{4}$ plg x 10 cm de largo.

Diseño del Amortiguador

El amortiguador está diseñado con el fin de soportar todo el peso de la carga en caso de falla, donde se calcula el diámetro del resorte y del alambre requerido mediante la siguiente ecuación.

$$d_w \geq \sqrt{\frac{8 * F_m * k}{\pi * \tau_p}} * C \quad \text{Ec. (27)}$$

Donde:

$d_w =$ *Diámetro del alambre*

$F_m =$ *Fuerza media ejercida*

$k =$ *Factor de wahl*

$\tau_p =$ *Tensión permisible*

$C =$ *Índice del resorte*

Para calcular la fuerza que actuara en el resorte se tiene la siguiente ecuación.

$$F_m = 3 * C \quad \text{Ec. (28)}$$

$$F_m = 3 * 700 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F_m = 20,601 \text{ KN}$$

Se requiere que para que exista mayor seguridad se utilice 2 resortes, por lo tanto:

$$F_m/2$$

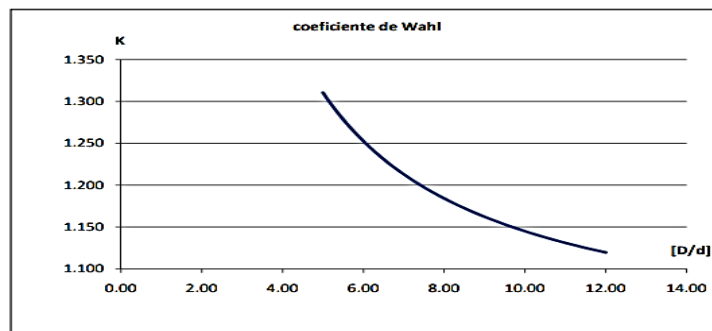
$$\frac{20,612 \text{ KN}}{2} = 10,306 \text{ KN}$$

El material seleccionado para el diseño es el acero 9260 que tiene una resistencia a la tracción de 1758 MPa.

El factor Wahl, es el coeficiente que toma en cuenta la curvatura del alambre y su esfuerzo cortante directo y tiene relación con el índice del resorte C.

Figura 31

Factor de Coeficiente de Wahl



Nota. En la figura se observa el coeficiente de Wahl de acuerdo al valor de C.

Tomamos el valor del índice del resorte C con un valor de 6 por lo tanto le corresponde un valor de K igual a 1,25. Por lo tanto remplazamos en Ec. (27)

$$d_w \geq \sqrt{\frac{8 * 10,306 \text{ KN} * 1,25}{\pi * 1758 \text{ MPa}}} * 6$$

$$d_w \geq 0,034 \text{ m}$$

$$d_w \geq 34 \text{ mm}$$

Para el cálculo del diámetro medio del resorte, se aplica la relación del índice de resorte donde:

$$\frac{D}{d} = 6 \quad \text{Ec. (29)}$$

$$D = 6 * 34 \text{ mm}$$

$$D = 204 \text{ mm}$$

Cálculo Potencia del Motor Polipasto

Para el dimensionamiento de la potencia del motor a requerir en el diseño, se conoce que el peso entre cargas vivas y muertas de la cabina es igual a 700 Kg o 6,867 KN, peso total que debe levantar el motor, mismo que transmite la energía para que este pueda operar.

A continuación, se presenta la siguiente ecuación.

$$P_m = \frac{F * V_n}{\eta} \quad \text{Ec. (11)}$$

Donde:

$P_m = \text{Potencia del motor}$

$F = \text{Fuerza}$

$V_n = \text{Velocidad nominal}$

$\eta = \text{Rendimiento del motor, promedio 85\%}$

$$P_m = \frac{6,867 \text{ KN} * 0,7 \text{ m/s}}{0,85}$$

$$P_m = 5,655 \text{ KW}$$

Una vez obtenido el valor de la potencia KW se transforma el valor a HP, obteniendo:

$$5,65 \text{ KW} * 0,7457 \text{ Hp} = 7,576 \text{ HP}$$

Por lo tanto, se sabe que para levantar el peso requerido se necesita un motor de 7,57 HP.

Con el dato obtenido se procede a calcular la velocidad que se requiere alcanzar que es igual a 0,7 m/s en RPM mediante la ecuación.

$$V_z = \frac{V_L}{r_s} \quad \text{Ec. (31)}$$

Donde:

$V_z = \text{Velocidad angular}$

$V_L = \text{Velocidad lineal}$

$r_s = \text{Relacion de salida}$

$$V_z = \frac{0,7 \text{ m/s}}{02 \text{ m}}$$

$$V_z = 3,5 \text{ rad/seg}$$

$$V_z = 210 \text{ rad/min}$$

Por lo tanto:

$$V_z = RPM * 2\pi * rad \quad \text{Ec. (32)}$$

$$RPM = \frac{V_z}{2\pi * rad}$$

$$RPM = \frac{210 \text{ rad/min}}{2\pi * rad}$$

$$RPM = 33,42$$

Automatización

La programación del elevador se realizará mediante una lógica establecida por software utilizado para controlar de forma flexible todas las señales del sistema de elevación, como paradas de emergencia, finales de carrera, sellos magnéticos entre otros; que permitirá un funcionamiento seguro y versátil, necesario para cambios de velocidad o números de niveles.

PLC (Controlador Lógico Programable)

Es un controlador industrial que mediante un software de programación que utiliza un lenguaje denominado LEADDER (lenguaje de contactos o en escalera) permite automatizar los procesos, ayudando a desarrollar eficazmente los sistemas que componen una máquina. Por lo tanto, se desarrolló la siguiente programación de acuerdo a las variables mostradas en la siguiente tabla.

Tabla 26

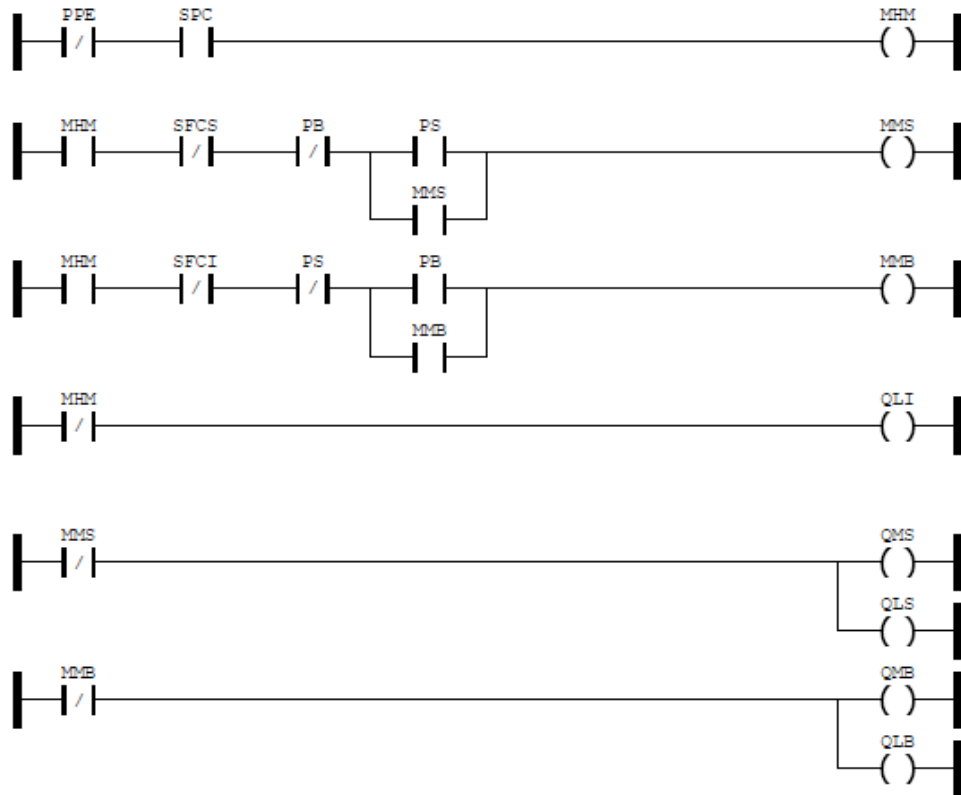
Descripción de Variables

#	NOMBRE	CLASE	TIPO	DOCUMENTACIÓN	PLC
1	PPE	ENTRADA DIGITAL	BOOL	Pulsador de Paro de Emergencia	IO.0
2	SPC	ENTRADA DIGITAL	BOOL	Switch de Puerta Cerrada	IO.1
3	SFCS	ENTRADA DIGITAL	BOOL	Switch de Final de Carrera Superior	IO.2
4	SFCI	ENTRADA DIGITAL	BOOL	Switch de Final de Carrera Inferior	IO.3
5	PS	ENTRADA DIGITAL	BOOL	Pulsador Subir	IO.4
6	PB	ENTRADA DIGITAL	BOOL	Pulsador Bajar	IO.5
7	MHM	SALIDA DIGITAL	BOOL	Marca Habilitar Marcha	-
8	MMS	SALIDA DIGITAL	BOOL	Marca Motor Subir	-
9	MMB	SALIDA DIGITAL	BOOL	Marca Motor Bajar	-
10	QMS	SALIDA DIGITAL	BOOL	Bobina de Motor Subir	Q0.0
11	QMB	SALIDA DIGITAL	BOOL	Bobina de Motor Bajar	Q0.1
12	QLI	SALIDA DIGITAL	BOOL	Bobina de Lámpara Inmovilizado	Q0.2
13	QLS	SALIDA DIGITAL	BOOL	Bobina de Lámpara Subiendo	Q0.3
14	QLB	SALIDA DIGITAL	BOOL	Bobina de Lámpara Bajando	Q0.4

Nota. En la tabla se puede observar los nombres a cada variable para la programación en PLC

Figura 32

Programación LEADDER Elevador



Nota. En la figura se observa la programación para automatizar el elevador, donde se encuentran las entradas y salidas digitales.

Mediante la programación en lenguaje LADDER y la simulación, se garantiza el correcto funcionamiento operativo del elevador; de la misma manera se realizó el diseño de control eléctrico mostrado en anexos.

Resultados Esperados

Mediante el análisis a los requerimientos de la empresa, la mejor alternativa de diseño fue un elevador mediante un sistema tractor por motor eléctrico con polipasto de cadena, accionado por un control automático y una estructura metálica; siendo la mejor opción técnica.

Tabla 27

Especificaciones Técnicas del Elevador de Carga

Especificaciones				
Diseño		Mecánicas	Eléctricas	
Unidad mecánica de accionamiento	Capacidad de carga	500 kg	Motor	7,5 hp
Elementos de mando	Altura vertical	8,30 m	Velocidad	0,7 m/s
Estructura metálica	Dimensiones de cabina	1,20 m*1,40 m*1,90 m	PLC	220 V
	Dimensiones de estructura	1,20 m * 1,60 m * 8,30		
	Resortes Amortiguadores	204 mm		
	Placa base	220 * 220 * 3 mm		
	Pernos de anclaje	SAE 8 de 3/4		

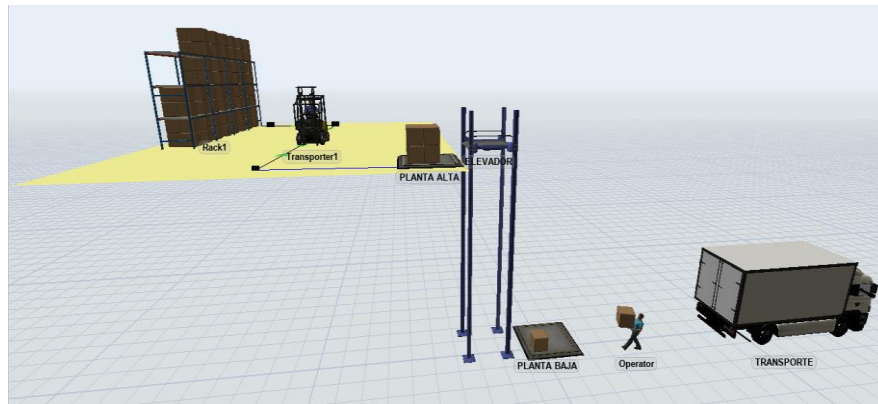
Nota. En la tabla se observa las especificaciones técnicas propuestas para el diseño de un elevador de carga.

Con la implementación de un elevador de carga se espera mejorar el proceso de recepción y almacenamiento de los productos en la empresa CEDIMED. Como se conoce que cada trabajador transporta un promedio de 117 cajas con un peso estimado de 18 kg, se realizó

una simulación con la ayuda del software flexsim, para obtener información que permitan conocer la mejora en el proceso operativo en la recepción de los medicamentos, observando que se reduce la distancia en el transporte manual de carga y a la vez mejora el tiempo de transporte evitando que el trabajador se fatigue y sea más eficiente.

Figura 33

Simulación del Proceso con la Implementación del Elevador



Nota. En la figura se observa la mejora a implementar para el proceso operativo en la recepción de productos.

Por lo tanto, se realizó una evaluación ergonómica para conocer si disminuyó el riesgo en los trabajadores sobre todo en el transporte manual de carga. Al utilizar ayudas mecánicas se reducen los riesgos evitando que se produzcan trastornos musculoesqueléticos o incapacidades producidas por la manipulación de carga.

Resultados de la Evaluación Ergonómica

Tabla 28

Datos para la evaluación con la Implementación

Peso de la carga:	19 Kg	
Frecuencia	3 lev/min	
Tarea:	Corta duracion	
Control Significativo	Hay control en el destino	
Poblacion:	General	
	Origen	Destino
Distancia Horizontal (H)	24 cm	25 cm
Distancia Vertical (V)	90 cm	25 cm
Angulo de de Asimetria (A)	0°	0°
Tipo de Agarre	Bueno	Bueno

Nota. En la tabla se encuentran los datos para la evaluación en el levantamiento manual de carga.

$$\begin{aligned} \text{RWL} &= \text{LC} * \text{HM} * \text{VM} * \text{DM} * \text{AM} * \text{FM} * \text{CM} \\ \text{RWL origen} &= 23 * 1,00 * 0,89 * 1,00 * 1,00 * 0,88 * 1,00 = 18,01\text{Kg} \\ \text{RWL destino} &= 23 * 1,00 * 0,87 * 1,00 * 1,00 * 0,88 * 1,00 = 17,60 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IL} &= \text{Peso de la carga} / \text{Limite de Peso Recomendado} \\ \text{IL} &= 0,78 \end{aligned}$$

IL < 1 Riesgo limitado
1 < IL < 1,6 Riesgo moderado
IL > 1,6 Riesgo acusado

En la evaluación los resultados obtenidos con la metodología ecuación de NIOSH, se puede indicar que disminuyo el tipo de riesgo en los trabajadores ya que no supone un riesgo de lesión en la realización de la tarea una vez que se implemente el sistema de elevación.

De la misma manera se espera obtener una disminución en el riesgo al realizar transporte manual de carga, por lo que se aplicó la evaluación mediante la guía técnica del INSHT.

Tabla 29

Datos para la evaluación

Variable	Detalle	Valor
Peso real de la carga	Peso bruto de las cajas	18 kg
Peso teorico recomendado	Altura de los nudillos	25 kg
Factor de poblacion protegida	85% (en general)	1
Factor de Despazamiento vertical	Hasta 50 cm	0,91
Factor de Giro del tronco	Poco girado (hasta 30°)	0,9
Factor de agarre	Agarre regular	0,95
Factor de Frecuencia de manipulación	>2 y < 8 h / 1 cada 1 minuto	0,75

Nota. En la tabla se observa las variables que serán aplicadas en la evaluación.

$$\text{Peso aceptable} = \text{Peso teórico} * \text{FP} * \text{FD} * \text{FG} * \text{FA} * \text{FF}$$

$$\text{Peso aceptable} = 25\text{kg} * 1 * 0,91 * 0,9 * 0,95 * 0,75$$

$$\text{Peso aceptable} = 14,58 \text{ kg}$$

Peso Real vs Peso Aceptable

$$18 \text{ kg} \geq 14,58 \text{ kg}$$

Peso Real vs Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real \leq Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias
Peso Real \geq Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

Se espera que la distancia de transporte manual de carga reduzca a 2 m, la carga levantada mantiene el peso de 18 kg, el tiempo de transporte es igual a 2 horas o 120 minutos con una frecuencia de 1 levantamiento por minuto, dando un total de 120 levantamientos.

$$\text{PTTD} = \text{Peso real} * \text{Frecuencia} * \text{Tiempo de trabajo}$$

$$\text{PTTD} = 18 * 0,51 * 120$$

$$\text{PTTD} = 1101 \text{ kg por cada trabajador}$$

$$\text{Distancia de transporte} = 2 \text{ m}$$

Cronograma de Actividades

Tabla 30

Cronograma de Actividades Para la Implementación

	Nombre	Duracion	Inicio	Terminado	Predecesores	5 dic 22							12 dic 22							19 dic 22							26 dic 22							2 ene 23						
						D	L	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
1	Inicio de proyecto	0 days	09/12/22 8:00	09/12/22 8:00		♦																																		
2	Reunion para autorizacion inicio del proyecto	1 day	09/12/22 8:00	09/12/22 17:00	1	■																																		
3	Compra de materiales estructurales	2 days	12/12/22 8:00	13/12/22 17:00	2	■																																		
4	Compra de insumos	1 day	13/12/22 8:00	13/12/22 17:00	2;3FF	■																																		
5	Capacitacion SST	1 day	12/12/22 8:00	12/12/22 17:00	3SS	■																																		
6	Cimentacion de piso	5 days	13/12/22 8:00	19/12/22 17:00	5	■																																		
7	Preparacion de perfiles	3 days	13/12/22 8:00	15/12/22 17:00	5	■																																		
8	Obras de albañileria	3 days	20/12/22 8:00	22/12/22 17:00	6	■																																		
9	Montaje de estructura	8 days	16/12/22 8:00	27/12/22 17:00	4;7	■																																		
10	Instalacion de polipasto	1 day	28/12/22 8:00	28/12/22 17:00	8;9	■																																		
11	Instalacion del sistema electrico	1 day	29/12/22 8:00	29/12/22 17:00	10	■																																		
12	Protocolo de pruebas	1 day	30/12/22 8:00	30/12/22 17:00	11	■																																		
13	Fin del proyecto	0 days	30/12/22 17:00	30/12/22 17:00	12	◆																																		

Implementacion Elevador - pagina1

Nota. Se muestra en la tabla el cronograma, donde se detalla las actividades para la implementación de un elevador de carga.

Análisis de costos

Para el análisis de costos que tendrá la ejecución del proyecto de un elevador de carga, se realizó un análisis de precios unitarios basado en valores estimados, de costos mediante cotizaciones físicas y en páginas web de proveedores, por tal razón en el análisis se realizara al montaje de estructura de acero, instalación de equipos y contratos externos.

Tabla 31

Análisis de Precios Unitarios de la Placa Base

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
PLACA BASE 101 OBSERVACIONES:			UNIDAD: U		
			Rdto Cuadrilla:	4	horas/u:
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor	1	0,5	0,50	4,000	2,00
SUBTOTAL M					2,00
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
TECNICO	1	6,88	6,88	0,200	1,38
PEON	1	3,85	3,85	4,000	15,40
SOLDADOR	1	4,22	4,22	4,000	16,88
SUBTOTAL N					33,66
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
PLACAS BASE	U	1,000	7,00	7,00	
ELECTRODOS E-7018 1/8	KG	0,172	4,85	0,83	
PERNOS EXPANSIVOS 6"X5/8	U	0,250	2,96	0,74	
DISCO DE CORTE	U	0,010	3,30	0,03	
DISCO DE PULIR	U	0,010	4,19	0,04	
DISCO DE CEPILLAR	U	0,010	13,19	0,13	
DESENGRASANTE	LT	0,010	4,48	0,04	
TIÑER	LT	0,010	16,45	0,16	
SUBTOTAL O					8,99
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					44,65
INDIRECTOS Y UTILIDADES			12,00%	5,36	
OTROS INDIRECTOS				0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					50,00
VALOR OFERTADO					50,00

Tabla 32

Análisis de Precios Unitarios de la Estructura

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURA METAL			UNIDAD: KG		
102					
OBSERVACIONES:			Rdto Cuadrilla:	0,063840654	horas/u:
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor	1	0,5	0,50	0,064	0,03
SUBTOTAL M					0,03
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
TECNICO	1	6,88	6,88	0,032	0,22
PEON	2	3,85	7,70	0,064	0,49
SOLDADOR	2	4,22	8,44	0,064	0,54
SUBTOTAL N					1,25
MATERIALES					
Descripción	Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)
	PERFILES METALICOS	KG	1,05	1,8	1,89
	ELECTRODOS E-7018 1/8	KG	0,072	4,85	0,3492
	GARRUCHAS 3 "	KG	0,25	1,81	0,4525
	DISCO DE CORTE	U	0,050	3,30	0,17
	DISCO DE PULIR	U	0,050	4,19	0,21
	DISCO DE CEPILLAR	U	0,050	13,19	0,66
	DESENGRASANTE	m	0,015	4,48	0,07
SUBTOTAL O					3,79
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5,07
INDIRECTOS Y UTIL INDIRECTOS			12%		0,61
OTROS INDIRECTOS					0
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,68
VALOR OFERTADO					5,68

Tabla 33

Análisis de Precios Unitarios de la Plancha Perforada

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PLANCHA PERFORADA 103 OBSERVACIONES:		UNIDAD: M2			
		Rdto Cuadrilla:	1	horas/u:	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor	1	0,5	0,50	1,000	0,50
SUBTOTAL M					0,50
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
TECNICO	1	6,88	6,88	0,050	0,34
PEON	1	3,85	3,85	1,000	3,85
SOLDADOR	1	4,22	4,22	1,000	4,22
SUBTOTAL N					8,41
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
PLANCHA PERFORADA 12X12X0,9 n	U	1,000	54,00	54,00	
ELECTRODOS E-7018 1/8	KG	0,172	4,85	0,83	
DISCO DE CORTE	U	0,010	3,30	0,03	
DISCO DE PULIR	U	0,010	4,19	0,04	
DISCO DE CEPILLAR	U	0,010	13,19	0,13	
SUBTOTAL O					55,04
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					63,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES			12,00%	7,67	
OTROS INDIRECTOS				0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					71,63
VALOR OFERTADO					71,63

Tabla 34

Análisis de Precios Unitarios de la Plancha Antideslizante

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PLANCHA ANTIDESLIZANTE		UNIDAD: M2			
104					
OBSERVACIONES:		Rdto Cuadrilla:	1	horas/u:	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor	1	0,5	0,50	1,000	0,50
SUBTOTAL M					0,50
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
TECNICO	1	6,88	6,88	0,030	0,21
PEON	1	3,85	3,85	0,600	2,31
SOLDADOR	1	4,22	4,22	0,600	2,53
SUBTOTAL N					5,05
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
PLANCHA ANTIDESLIZANTE 2 mm	U	1,000	65,00	65,00	
ELECTRODOS E-7018 1/8	KG	0,172	4,85	0,83	
DISCO DE CORTE	U	0,010	3,30	0,03	
DISCO DE PULIR	U	0,010	4,19	0,04	
DISCO DE CEPILLAR	U	0,010	13,19	0,13	
SUBTOTAL O					66,04
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					71,59
INDIRECTOS Y UTILIDADES			12,00%	8,59	
OTROS INDIRECTOS				0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					80,18
VALOR OFERTADO					80,18

Tabla 35

Análisis de Precios Unitarios Plancha Lisa

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PLANCHA LISA 105 OBSERVACIONES:		UNIDAD: M2			
		Rdto Cuadrilla:	1	horas/u:	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor	1	0,5	0,50	1,000	0,50
SUBTOTAL M					0,50
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
TECNICO	1	6,88	6,88	0,050	0,34
PEON	1	3,85	3,85	1,000	3,85
SOLDADOR	1	4,22	4,22	1,000	4,22
SUBTOTAL N					8,41
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
PLANCHA LISA 2 mm	U	1,000	45,00	45,00	
ELECTRODOS E-7018 1/8	KG	0,172	4,85	0,83	
DISCO DE CORTE	U	0,010	3,30	0,03	
DISCO DE PULIR	U	0,010	4,19	0,04	
DISCO DE CEPILLAR	U	0,010	13,19	0,13	
SUBTOTAL O					46,04
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					54,96
INDIRECTOS Y UTILIDADES			12,00%	6,59	
OTROS INDIRECTOS				0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					61,55
VALOR OFERTADO					61,55

Tabla 36

Análisis de Precios Unitarios en Pintura de la Estructura

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PLANCHA PERFORADA 105 OBSERVACIONES:		UNIDAD: KG			
		Rdto Cuadrilla:	0,060	horas/u:	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor	1	0,5	0,50	0,060	0,03
SUBTOTAL M					0,03
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
AYUDANTE DE PINT	1	2,50	2,50	0,060	0,15
PINTOR	1	3,50	3,50	0,060	0,21
SUBTOTAL N					0,36
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
PINTURA	LT	0,020	22,80	0,46	
TINNER	LT	0,020	16,45	0,33	
DESENGRASANTE	LT	0,010	4,48	0,04	
ANTICORROSIVO	LT	0,030	27,71	0,83	
SUBTOTAL O					1,66
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2,05
INDIRECTOS Y UTILIDADES			12,00%	0,25	
OTROS INDIRECTOS				0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,30
VALOR OFERTADO					2,30

Tabla 37

Análisis de Precios Unitarios del Motor Polipasto

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

INSTALACION MOTOR POLIPASTO 107		UNIDAD: U			
OBSERVACIONES:		Rdto Cuadrilla:	5,000	horas/u:	
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
Herramienta menor	1	0,5	0,50	5,000	2,50
SUBTOTAL M					2,50
MANO DE OBRA					
Descripción (Categ)	Cantidad (A)	Jornal/Hr (B)	Costo Hora (C=A*B)	Rendimiento (R)	Costo (D=C*R)
TECNICO	1	4,80	4,80	0,250	1,20
AYUDANTE TECNICO	1	2,75	2,75	8,000	22,00
ELECTRISISTA	1	3,00	3,00	5,000	15,00
SUBTOTAL N					38,20
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unit. (B)	Costo (C=A*B)	
MOTOR POLIPASTO 1 TN	LT	1,000	3779,93	3.779,93	
CABLE	LT	1,000	36,10	36,10	
CADENA	LT	1,000	105,32	105,32	
SUBTOTAL O					3.921,35
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.962,05
INDIRECTOS Y UTILIDADES			12,00%	475,45	
OTROS INDIRECTOS				0,00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.437,50
VALOR OFERTADO					4.437,50

Tabla 38*Presupuesto Total a Requerir Para la Implementación*

**PRESUPUESTO
DISEÑO DE UN ELEVADOR DE CARGA CON CAPACIDAD DE 500 KG**

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	COSTO TOTAL
101	COLOCACION DE PLACAS BASE	U	4	\$ 50,00	\$ 200,02
102	FABRICACION Y MONTAJE DE ESTRUCTURA	KG	400	\$ 5,68	\$ 2.273,52
103	PLANCHA PERFORADA 12X12X0,9 mm	M2	5,32	\$ 71,63	\$ 381,07
104	PLANCHA ANTIDESLIZANTE 2 mm	M2	1,68	\$ 80,18	\$ 134,70
105	PLANCHA LISA 2 mm	M2	1,68	\$ 61,55	\$ 103,40
106	PINTURA ANTICORROSIVA	ML	74,54	\$ 2,30	\$ 171,24
107	INSTALACION DE MOTOR POLIPASTO	U	1	\$ 4.437,50	\$ 4.437,50
108	CONTRATOS CIMENTACION Y ALBAÑILERIA	U	1	\$ 450,00	\$ 450,00
SUB TOTAL					\$ 8.151,44
IVA					\$ 9.129,62
TOTAL					\$ 17.281,06

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- En el presente trabajo se aplicó cuatro metodologías para la evaluación de los riesgos ergonómicos: 1. Lista de Comprobación Ergonómica, dando como resultado un índice de riesgo alto para los trabajadores. La aplicación del test indica que se deben realizar acciones inmediatas para la implementación de ayudas mecánicas para disminuir el transporte manual de carga; 2. Ecuación de Niosh, dando como resultado un índice de 3,86 indicando que existe un riesgo alto a sufrir lesiones; en la actividad el trabajador levanta pesos de carga elevado, con posibles sobre esfuerzo; 3. Tablas de Snook y Cirello, al evaluar el ratio o peso máximo a transportar se encontró un valor superior a 1 por lo que el peso levantado supera el aceptable, indicando que el transporte resulta perjudicial para la salud del trabajador; 4. Guía Técnica del INSHT indica que el peso levantado supera el aceptable con un peso total transportado diario o PTTD igual 788 kg a una distancia de 12,5 m donde se evidencia que existe un riesgo no tolerable y es necesario la implementación de acciones correctivas.
- Se concluye que al aplicar la metodología “ la Casa de la Calidad”, se pudo identificar los parámetros técnicos requeridos en el diseño del elevador de carga, mediante la comparación de alternativas se obtuvo un mayor porcentaje de los “Que” en alcance de nivel de trabajo, que sea estable, económico, de fácil operación y mantenimiento; siendo estos los más importantes para seleccionar el elevador de cadena, que es el que mejor se adapta a las necesidades de la empresa;

de la misma manera se realizó el despliegue de partes que permitieron identificar los principales componentes con los que debe contar el elevador (estructura principal, estructura de cabina, motor polipasto, guías de elevación, control eléctrico); por último se desarrolló la planeación del proceso, la misma consistió en: definir la velocidad de operación , establecer el tipo de control eléctrico garantizando su funcionamiento.

- Se concluye que, al realizar el diseño del elevador de carga correspondiente a 500 kg, y en base al procedimiento de cálculo estructural con un factor de seguridad de 2,25 para la selección de los materiales de la estructura obteniendo los siguientes parámetros: elevador mediante cadena de polipasto, estructura principal de dimensiones; alto 8.30 m, ancho 1,60 m, largo 1,60 m, y una cabina de 1,90 m * 1,20 m * 1,40 m. automatizado mediante PLC para el a adecuado funcionamiento, El mismo tiene un costo estimado de \$ 17 000 dólares el cual la empresa plantea estar en condiciones de asumirlo.

Recomendaciones

- Se recomienda la adquisición de herramientas o ayudas mecánicas que faciliten el levantamiento y transporte manual de cargas con el fin de mermar los riesgos ergonómicos actuales en los trabajadores cuidando principalmente la salud de los mismos, mejorando el proceso operativo de recepción, transporte y almacenaje de mercadería.
- Realizar periódicamente estudios ergonómicos futuros para conocer el nivel de riesgo que pudiesen presentar los trabajadores.
- En futuros diseños se pueden utilizar los parámetros técnicos establecidos mediante la metodología la Casa de la Calidad de acuerdo a la mejor alternativa para la construcción de elevadores.
- Utilizar materiales que sean de fácil adquisición en el mercado local y no tan costosos, que cumplan los requerimientos técnicos establecidos para el funcionamiento adecuado.

Bibliografía

Acevedo, Y., & Mota, P. (2011). *ribuni.uni.edu.ni*. ribuni.uni.edu.ni:

<http://ribuni.uni.edu.ni/3433/1/40294.PDF>

ALACERO. (2016). *Especificaciones para construcciones en acero*.

Arpi, S., & Prado, B. (2022). <https://dspace.ups.edu.ec/>.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21948/1/UPS-CT009593.pdf>

Barahona , D., Reisancho, H., Muñoz, H., Bautista, J., & Bustamante , L. (2019). *Proceso y construcción de sistema elevador de carga*. CIDEPRO. <https://doi.org/10.29018/978-9942-792-97-6>

Barreno, L. (2020). <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/3044/1/77216.pdf>

Calvache, D. (Junio de 2020). *vsip.info*. <https://vsip.info/>

Castellano, T., & Pincay, K. (Febrero de 2020). *repositorio.utc.edu.ec*.

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6731/1/T-001518.pdf>

Colmenares, A. (2017). *repository.usta.edu.co*. repository.usta.edu.co:

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/11611/2018julianandrescolmenares.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Cruz Martinez, J. (Marzo de 2021). <https://tauja.ujaen.es/>.

https://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/17731/1/TFM%20Juan_Pedro_Cruz_Martinez_Ergonomia.pdf

Guilcapi, J. (2021). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GESTIÓN*.

[http://repositorio.uti.edu.ec/:](http://repositorio.uti.edu.ec/)

[http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2189/1/GUILCAPI_CHINACHI_JOS%
%c3%89_ANDR%c3%89S.pdf](http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2189/1/GUILCAPI_CHINACHI_JOS%c3%89_ANDR%c3%89S.pdf)

Hernandez , A. (2016). *repositorio.ug.edu.ec*.

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18510/1/TESIS%20HERN%c3%81NDEZ%
20VELASCO%20ALFREDO%20ANDR%c3%89S.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18510/1/TESIS%20HERN%c3%81NDEZ%20VELASCO%20ALFREDO%20ANDR%c3%89S.pdf)

Hernández, E., Gándara, A., Hernández, M., Hernández, A., & Ruiz, E. (2022). *DIAGNÓSTICO*

ERGONÓMICO. [https://www.coursehero.com/file/129679708/Pr%C3%A1ctica-1-
Diagn%C3%B3stico-Ergon%C3%B3mico-Adoc/](https://www.coursehero.com/file/129679708/Pr%C3%A1ctica-1-Diagn%C3%B3stico-Ergon%C3%B3mico-Adoc/)

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2016). *Gob.ec*.

https://sart.iess.gob.ec/DSGRT/norma_interactiva/IESS_Normativa.pdf

Manobanda, D. (2022). <http://dspace.esPOCH.edu.ec/>.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18246>

Mas, D. (2022). *ergonautas.upv.es*. ergonautas.upv.es:

<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

Mott, R. (2018). *MACHINE ELEMENTS IN MECHANICAL DESIGN*. Pearson.

Política Nacional de Salud en el Trabajo. (20 de 05 de 2019). www.salud.gob.ec.

[https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Politica-Nacional-de-Salud-en-el-
Trabajo.pdf](https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Politica-Nacional-de-Salud-en-el-Trabajo.pdf)

Puco, S. (2019). *repositorio.utn.edu.ec*.

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9962/2/04%20IND%20226%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Rosales, E. (2020). *Analisis ergonomico de los puestos de trabajo y su incidencia en posibles enfermedades*. <http://repositorio.uti.edu.ec>:

<http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1900/1/ROSALES%20CA%20c3%91AR%20EDDY%20SANTIAGO.pdf>

Ruiz, L. R. (15 de 12 de 2011). *Insst.es*.

<https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>

Simanca, A. (2017). *repositorio.unicordoba.edu.co*. repositorio.unicordoba.edu.co:

<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/626/PROYECTO%20DE%20GRADO%20FINAL.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Terán, E., & Ríos, K. (Agosto de 2022). <http://repositorio.upagu.edu.pe/>.

<http://repositorio.upagu.edu.pe/bitstream/handle/UPAGU/2536/TESIS.pdf?sequen=>

Tituaña, F., & Santana, W. (Julio de 2015). *dspace.esPOCH.edu.ec*.

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4543>

Umatambo, W. (Junio de 2018). *repositorio.utc.edu.ec*. repositorio.utc.edu.ec:

<http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6085>

Universidad Politecnica de Cataluña. (23 de Noviembre de 2020). *www.prevencionintegral.com*.

<https://www.prevencionintegral.com/actualidad/noticias/2020/10/24/en-opinion-ugt-hay-que-prevenir-en-empresas-primera-causa-baja-laboral-trastornos-musculo>

Velastegui, E. (Septiembre de 2021). *anatomiadigital.org*. anatomiadigital.org:

<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/AnatomiaDigital/>

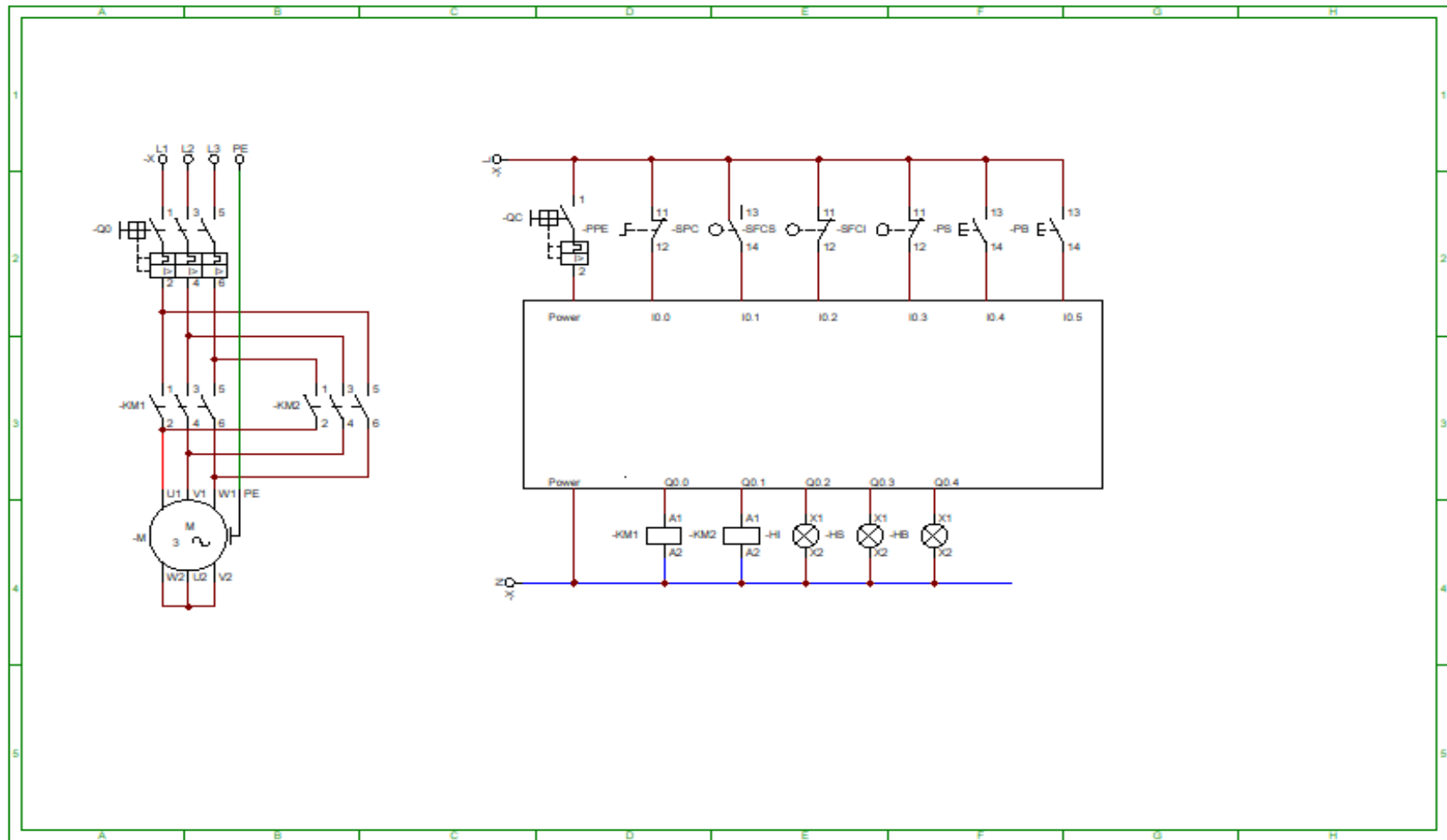
Velasteguí, E. (2021). *Aplicaciones de ergonomía y biomecánica en salud*. REVISTA CONCIENCIA DIGITAL.

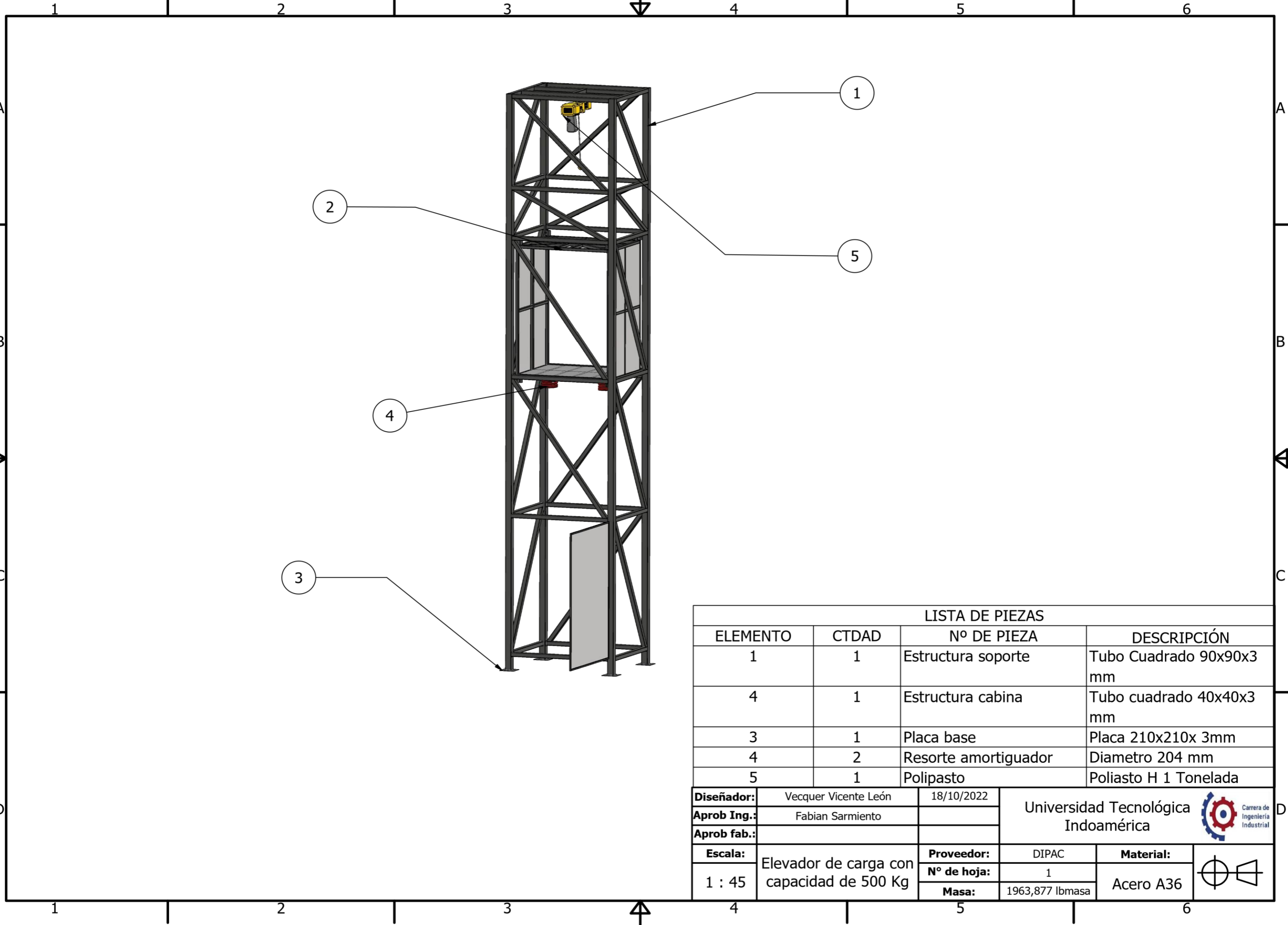
Yáñez, J. (Agosto de 2019). <http://repositorio.puce.edu.ec/>.


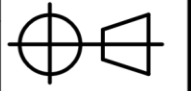
[http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17764/Disertaci%
c3%b3n%20de%20grado%20Jefferson-Y%c3%a1nez.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/17764/Disertaci%c3%b3n%20de%20grado%20Jefferson-Y%c3%a1nez.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

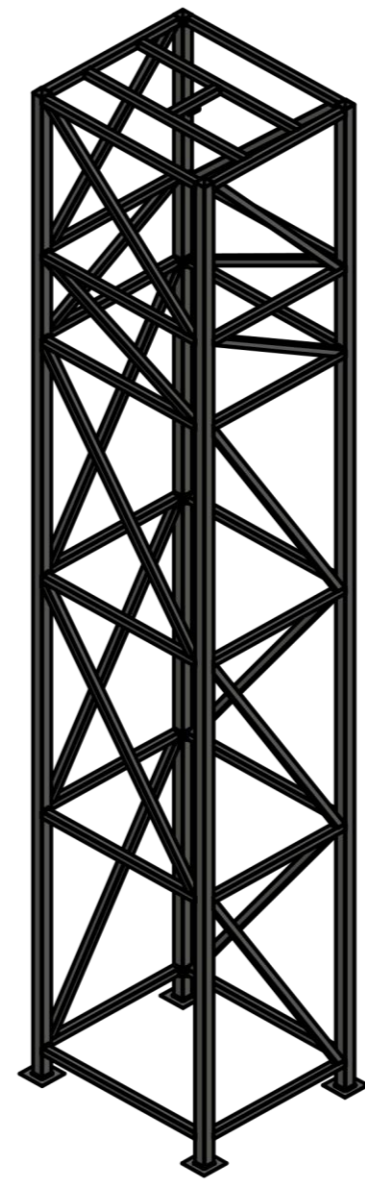
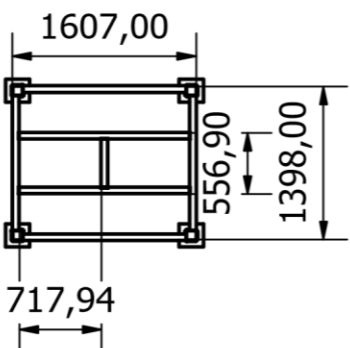
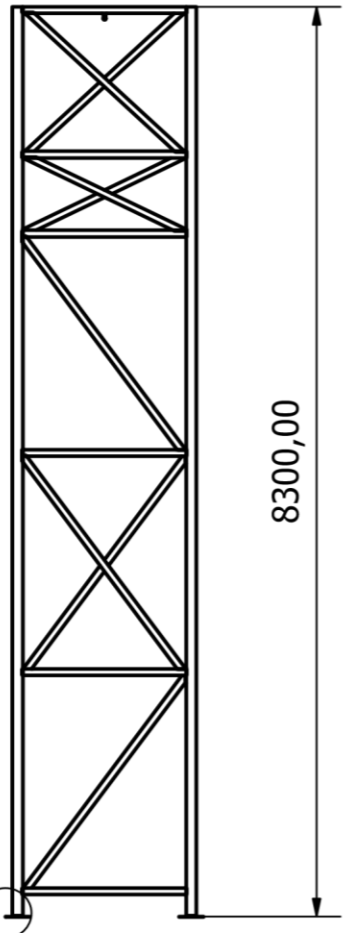
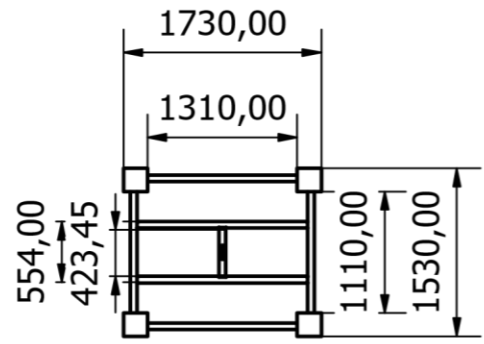
Anexos

Diagrama de Control y Planos




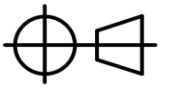


LISTA DE PIEZAS					
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN		
1	1	Estructura soporte	Tubo Cuadrado 90x90x3 mm		
4	1	Estructura cabina	Tubo cuadrado 40x40x3 mm		
3	1	Placa base	Placa 210x210x 3mm		
4	2	Resorte amortiguador	Diametro 204 mm		
5	1	Polipasto	Poliasto H 1 Tonelada		
Diseñador:	Vecquer Vicente León	18/10/2022	Universidad Tecnológica Indoamérica 		
Aprob Ing.:	Fabian Sarmiento				
Aprob fab.:					
Escala:	Elevador de carga con capacidad de 500 Kg	Proveedor:	DIPAC	Material:	
1 : 45		Nº de hoja:	1	Acero A36	
		Masa:	1963,877 lbmasa		

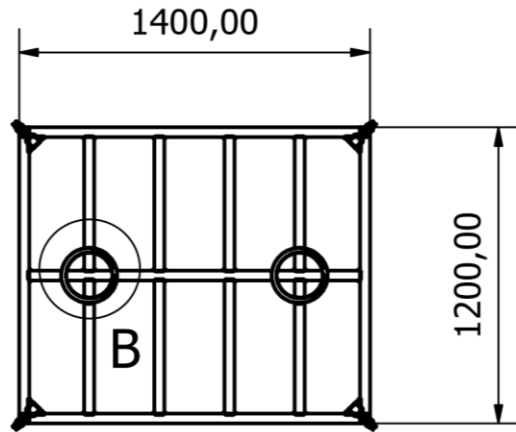
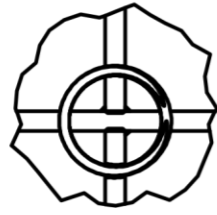


A (1 : 33)

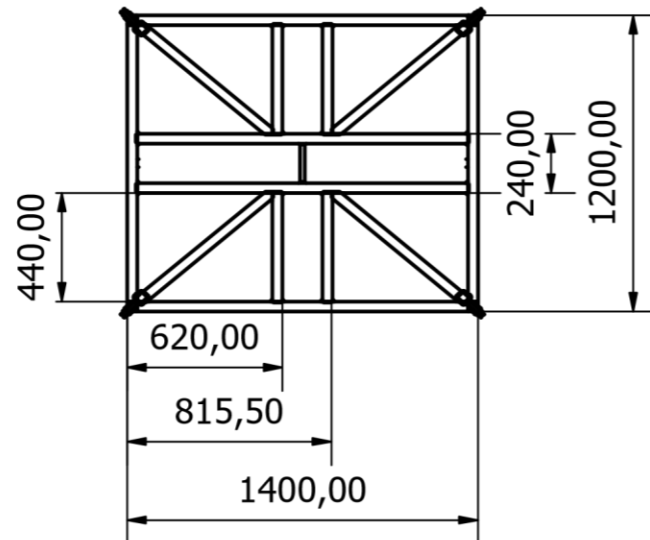
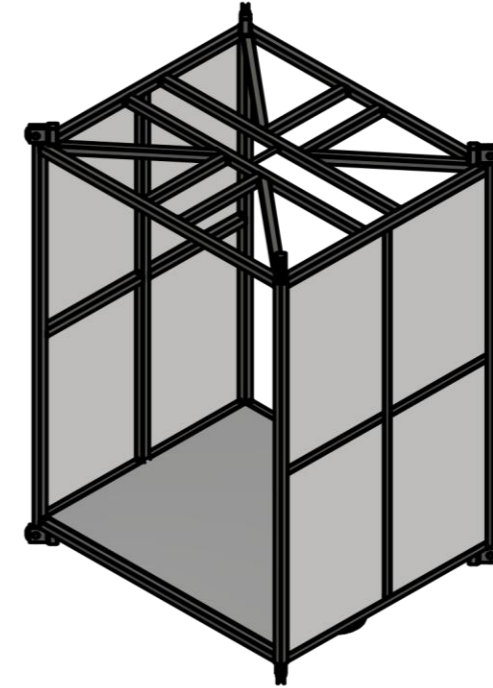
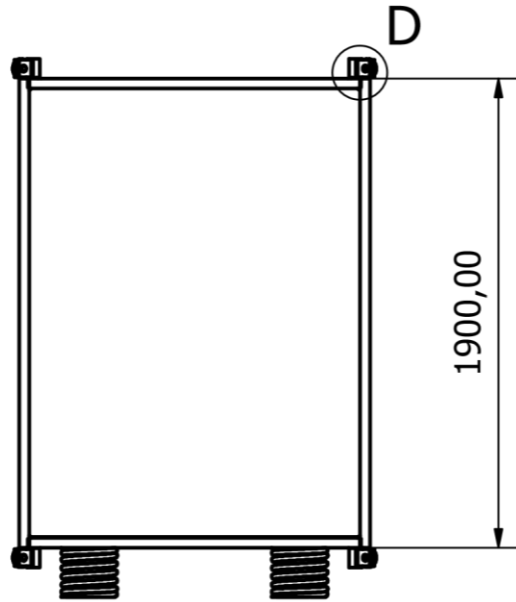
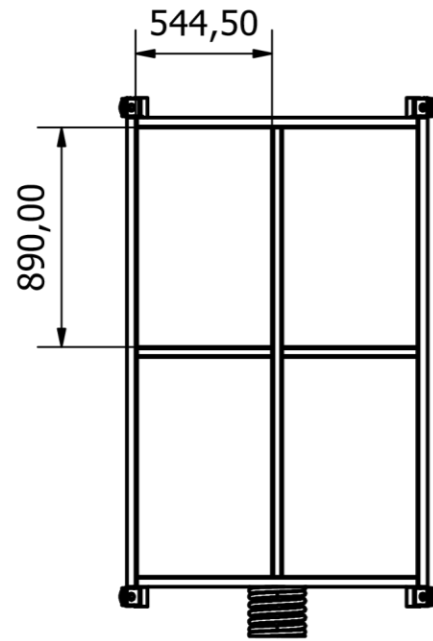



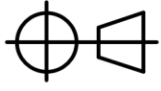
Diseñador:	Vecquer Vicente León	15/10/2022	Universidad Tecnológica Indoamérica 		
Aprob Ing.:	Fabian Sarmiento				
Aprob fab.:					
Escala:	Estructura de soporte	Proveedor:	DIPAC	Material:	
1 : 50		N° de hoja:	2	Acero A36	
		Masa:	1408,560 lbmasa		

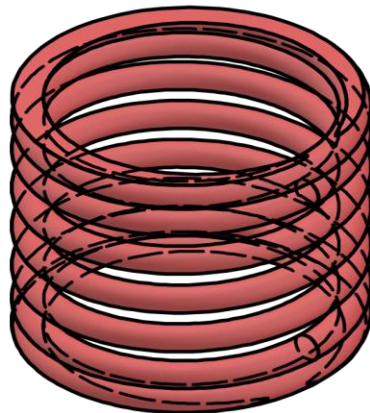
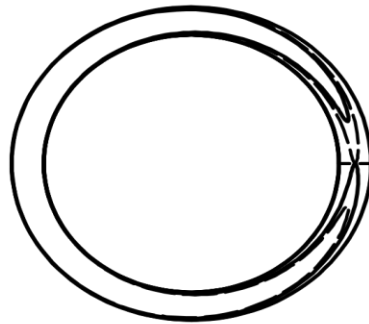
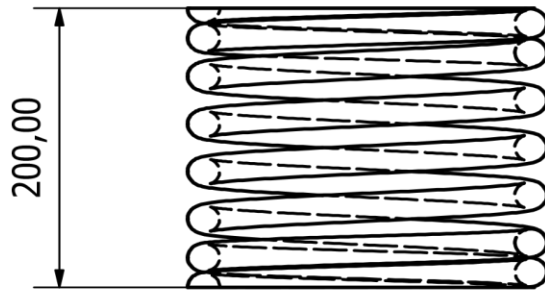
B (1 : 15)



D (1 : 15)



Diseñador:	Vecker León	18/10/2022	Universidad Tecnológica Indoamérica 		
Aprob Ing.:	Fabian Sarmiento				
Aprob fab.:					
Escala:	Estructura cabina	Proveedor:	DIPAC	Material:	 Acero A36
1 : 30		N° de hoja:	3		
		Masa:	478,950 lbmasa		



Diseñador:	Vecquer Vicente León	17/10/2022
Aprob Ing.:	Fabian Sarmiento	
Aprob fab.:		
Escala:	Resorte amortiguador	Proveedor:
1:5		N° de hoja:
		Masa:

Universidad Tecnológica
Indoamérica



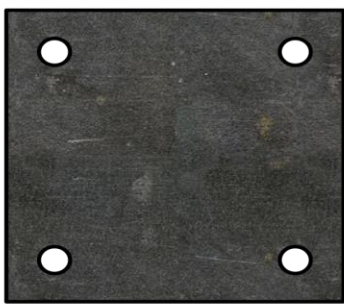
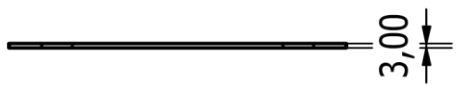
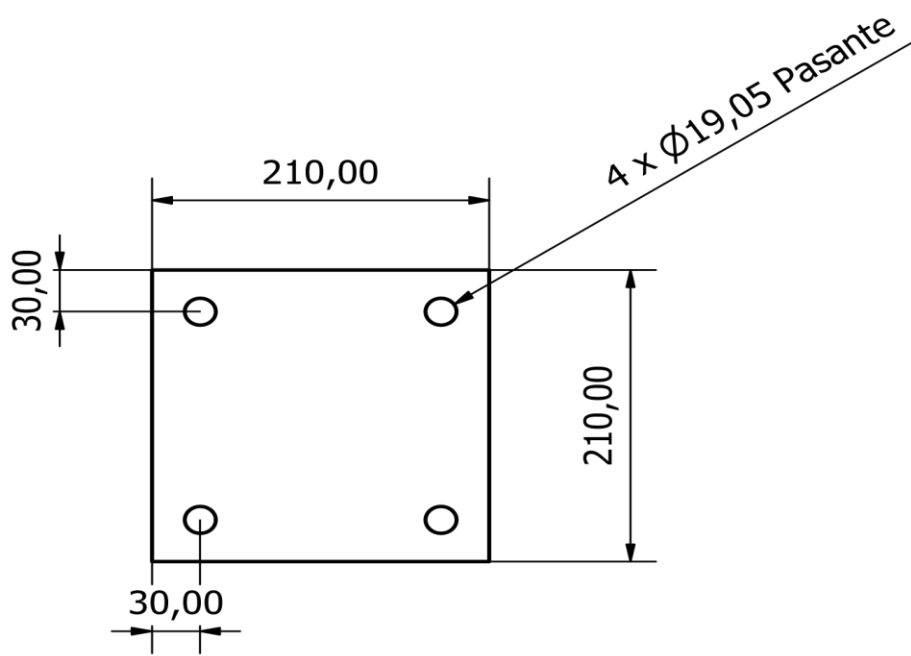
Material:	ANDEC
	4
	24,556 lbmasa

Acero



1 2 3 4 5 6



A A



B B

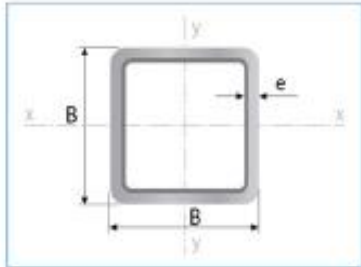
C C

D D

Diseñador:	Vecquer Vicente León	17/10/2022	Universidad Tecnológica Indoamérica  Carrera de Ingeniería Industrial		
Aprob Ing.:	Fabian Sarmiento				
Aprob fab.:					
Escala:	Placa base	Proveedor:	Acerocenter	Material:	
1:5		N° de hoja:	5	Acero	
		Masa:	1,012 kg		

1 2 3 4 5 6

Catálogo de perfiles estructurales



Largo Normal:
6 metros
Recubrimiento:
Negro o Galvanizado
Calidad de Acero:
JIS G 3132, ASTM A 36 y ASTM
A572 Gr 50
Norma de Fabricación:
ASTM A 500/ NTE INEN 2415
Espesores:
Desde 1,40 a 6,00 mm
Observaciones:
Otras dimensiones y largos,
previa consulta

Aplicaciones


- Automotriz y de autopartes: carrocería y remolques.
- Agroganadera: maquinaria e implementos industriales, agrícolas, avícolas y ganaderos.
- Señalización y vialidad: soportes.
- Aparatos de gimnasia y fitness.
- Construcción: columnas.
- Estructuras: galpones y naves industriales, edificios, soporte de techos.

INEN



Designaciones		Área	Peso	Propiedades Estáticas		
				Eje x-x' = y-y'		
B	e	A	P	I	W	i
mm	mm	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm
20	1,40	0,99	0,78	0,56	0,56	0,75
	1,50	1,05	0,83	0,58	0,58	0,75
	1,80	1,23	0,96	0,66	0,66	0,73
	2,00	1,34	1,05	0,70	0,70	0,72
25	1,40	1,27	1,00	1,16	0,93	0,95
	1,50	1,35	1,06	1,22	0,97	0,95
	1,80	1,59	1,25	1,39	1,11	0,94
	2,00	1,74	1,36	1,49	1,19	0,93
30	1,40	1,55	1,22	2,08	1,39	1,16
	1,50	1,65	1,30	2,20	1,47	1,15
	1,80	1,95	1,53	2,53	1,68	1,14
	2,00	2,14	1,68	2,73	1,82	1,13
38	1,40	2,00	1,57	4,41	2,32	1,48
	1,50	2,13	1,67	4,67	2,46	1,48
	1,80	2,52	1,96	5,42	2,85	1,47
	2,00	2,78	2,18	5,89	3,10	1,46
40	1,40	2,11	1,66	5,18	2,59	1,57
	1,50	2,25	1,77	5,49	2,75	1,56
	1,80	2,67	2,09	6,39	3,19	1,55
	2,00	2,94	2,31	6,95	3,47	1,54
	2,50	3,59	2,82	8,23	4,12	1,51
	3,00	4,21	3,30	9,36	4,68	1,49
	4,00	5,35	4,20	11,18	5,59	1,45
50	1,40	2,67	2,10	10,42	4,17	1,97
	1,50	2,85	2,24	11,07	4,43	1,97
	1,80	3,39	2,66	12,95	5,18	1,96
	2,00	3,74	2,93	14,15	5,66	1,95
	2,50	4,59	3,60	16,98	6,78	1,92
	3,00	5,41	4,25	19,50	7,80	1,90
	4,00	6,95	5,45	23,84	9,54	1,85
60	1,50	3,45	2,71	19,52	6,51	2,38
	1,80	4,11	3,22	22,95	7,65	2,36
	2,00	4,54	3,56	25,15	8,38	2,35
	2,50	5,59	4,39	30,36	10,12	2,33
	3,00	6,61	5,19	35,17	11,72	2,31
	4,00	8,55	6,71	43,65	14,55	2,26
70	1,50	4,05	3,18	31,46	8,99	2,79
	1,80	4,83	3,79	37,09	10,60	2,77
	2,00	5,34	4,19	40,73	11,64	2,76
	2,50	6,59	5,17	49,43	14,12	2,74
	3,00	7,81	6,13	57,56	16,45	2,72
	4,00	10,15	7,97	72,22	20,64	2,67
75	1,50	4,35	3,42	38,92	10,38	2,99
	1,80	5,19	4,07	45,95	12,25	2,98
	2,00	5,74	4,50	50,50	13,47	2,97
	2,50	7,09	5,56	61,40	16,37	2,94
	3,00	8,41	6,60	71,65	19,11	2,92
	4,00	10,95	8,59	90,29	24,08	2,87
90	1,80	6,27	4,92	60,71	17,94	3,59
	2,00	6,94	5,45	68,87	19,75	3,58
	2,50	8,59	6,74	108,57	24,13	3,56
	3,00	10,21	8,01	127,32	28,29	3,53
	4,00	13,35	10,48	162,02	36,01	3,48
100	1,80	6,99	5,48	111,62	22,32	4,00
	2,00	7,74	6,07	123,01	24,60	3,99
	2,50	9,59	7,53	150,65	30,13	3,96
	3,00	11,41	8,96	177,08	35,42	3,94
	4,00	14,95	11,73	226,46	45,29	3,89
	5,00	18,36	14,41	271,36	54,27	3,84
	6,00	21,63	16,98	312,00	62,40	3,80
120	2,50	11,58	9,10	264,81	44,13	4,78
	3,00	13,81	10,84	312,38	52,06	4,76
	4,00	18,15	14,25	402,38	67,06	4,71

Cotización Materiales Estructurales




IMPORT ACEROS
Somos importadores y distribuidores directos

COTIZACIÓN DE VENTA No.: 89699

**IMPORT ACEROS INDUSTRIA METALMECANICA
PROCESADORA DE ACERO SCC**
RUC: 179262431001
Dir. Matriz : N77 Antonio Cavillo OE1 346 y Av. OE1 C Juan de Salis
AGENTE DE RETENCION RESOLUCION Nro.1
Contribuyente Especial Nro. : 243E
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD: SI

PSX: 022 486 287
Celulares: 099 788 8777 099 883 3013 099 818 6400
Site Web: www.importaceros.com
Correo Ventas: info@importaceros.com.ec
Correo Facturas: facturacion@importaceros.com.ec



Razón Social: VECQUER LEON	RUC : 1724244437
Dirección Cliente:	
Email :	
Fecha Emisión : 30/11/2022	Teléfono:
Fecha de Vencimiento: 06/12/2022	Condición de Pago: Crédito CL - Corriado
Vendedor: (Ningún empleado del departamento de ventas)	
N° de Oportunidad:	
Comentarios:	

Cantidad	Código Principal	Descripción	Peso Unit(kg)	Peso Total(kg)	Precio Kilo	Precio de Venta	% Desc	Precio Kilo	Precio Total
8,20	1002012086	TUBO CUADRADO LIG 100MM * ESP. 2,00MM (EXT 45 * 45M)	36,83	302,01	1,51	65,75	0,00	65,75	276,75
8,20	1002012080	TUBO CUADRADO LIG 40MM * ESP. 3,00MM (EXT 1,52 * 1,52M)	15,82	130,72	1,34	26,60	0,00	26,60	212,90
1,00	1001016160	TOOL NEGRO ANTIDESQUEZANTE 2,00 P. H. (822) (440 MTRS) (M/9)	47,83	47,83	1,34	53,98	0,00	53,98	53,98
4,00	1004002090	ANGULO NEGRO 30° H. 14 * 14 * 12 MTRS	8,05	32,20	1,14	6,50	0,00	6,50	26,00

Forma de Pago:	Valor:	Peso Total kg:	422,54	SubTotal 12%:	590,33
Otros con utilización del sistema financiero:	903,41	Peso Total QQ:	9,30	IVA 12%:	71,06
SON: SEISCIENTOS SESENTA Y TRES CON 41 / 100				Valor Total:	663,41
Para realizar transferencias a la Cuenta Corriente Banca Pichincha 2100113653 - Banca Bolivariana 5035077053.				Descuento USD:	0,00
Para confirmación de pagos al email: documentos.electronicos@importaceros.com.ec					

Cliente: _____

Vendedor: _____

120

Cotización Motor Polipasto

TODO EN MATERIAL PARA LA INDUSTRIA Y LA CONSTRUCCIÓN



ACERO COMERCIAL ECUATORIANA S.A.
www.acerocomercial.com

PROFORMA No. CTZ-00194088-1

MA TRIZ: Av. De la Prensa 1461 14 y Calle Telégrafo 1
PRX: (593-2) 245 4333/245 4354 FAX: (593-2) 245 4455
SUCURSAL: Guaberto Pérez E1-88 y Av. Napo
TELE: (593) 261 3126/261 3223 FAX: (593-2) 261 2704
e-mail: mfoalco@acerocomercial.com
QUITO ECUADOR
CONTRIBUYENTE ESPECIAL 5388 02 VI-89
RUC: 1790008900001

NOMBRE:	LEON VECQUER	VENDEDOR:	SISALIMA SARANGO DAVID
RUC/CEDULA:	1724244437	FECHA DE EMISIÓN:	23/09/2022
DIRECCIÓN:	CESTARIS Y CARAS QEB-61	FECHA VENCIMIENTO:	09/10/2022
TELÉFONO:	0998261949	FORMA DE PAGO:	
CÓDIGO DE CLIENTE:			

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNI.	MARCA	CANT.	P. UNITARIO	% DTD.	SUBTOTAL
0210280008	TECLE ELEC CADEN N ER2010L ITN 230/SF BAJA VCL S/CADEN- CABLE	uno	KTO	1.00	3,374.97		3,374.97
0230280086	CADENA L CERRI OMP P/TECLE ELECTRICO DE 1 TN	m	KTO	8.00	54.03		752.24
0230280078	CABLE ELECTRICO 15/5P P/BOTONERA DE TROLLEY (CADA METRO)	m	KTO	8.00	32.23		257.64

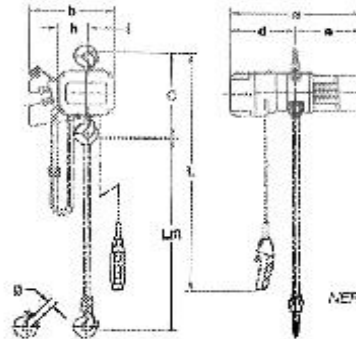
Proforma sujeta a fecha de vencim etc y disponibilidad de stock	Subtotal	4,385.05
	Descuento	
	Subtotal 0%	
	Subtotal 12%	4,385.05
	12% I.V.A.	526.21
TOTAL	4,911.26	

Características Motor Polipasto

KIT0 POLIPASTOS/REDES ELÉCTRICOS DE CADENA



MER010L
(Mostrado con
contenedor de cadena
de las opciones.)



MER010L

VELOCIDAD SENCILLA - ESPECIFICACIONES

Cap.	Código de producto	Elevación estándar (m)	Cable de torsión L (m)	Motor de elevación trifásico 50 Hz				Motor de elevación trifásico 50 Hz			Diámetro de cadena (mm) + Línea de caída de cadena	Peso red (kg)		Peso para un metro adicional de elevación (kg)
				Velocidad de elevación (m/min)	Rendimiento (kW)	Corriente estándar (amps)		Velocidad de elevación (m/min)	Rendimiento (kW)	Corriente estándar (amps)		NER	ER	
						Ø208 - 230V	Ø460V							
125kg	MER007H	3.0	2.5	16.9	0.56	3.4	1.7	14.1	0.56	2.0	4.3 x 1	27	28	0.42
250kg	MER003S			11.0	0.56	3.4	1.7	9.1	0.56	2.0	4.3 x 1	27	28	0.42
250kg	MER003H			16.2	0.9	4.8	2.5	13.4	0.9	2.7	6.0 x 1	35	37	0.51
500kg	MER006L			4.6	0.56	3.4	1.7	3.3	0.56	2.0	6.0 x 1	32	36	0.81
500kg	MER006S			8.8	0.9	4.8	2.5	7.3	0.9	2.7	6.0 x 1	36	37	0.81
5 t	MER040L			4.3	3.0	4.8	2.5	5.3	3.0	3.8	7.7 x 1	49	50	1.33
1 t	MER010G			8.5	1.8	8.5	4.2	7.1	1.8	4.0	7.7 x 1	54	54	1.33
1.5 t	MER015S			4.5	1.8	8.5	4.2	4.5	1.8	4.0	10.2 x 1	72	77	2.3
2 t	MER020C			2.1	0.9	4.5	2.5	1.8	0.9	2.7	7.7 x 2	59	61	2.7
2 t	MER020L			4.3	1.8	8.5	4.2	3.7	1.8	4.0	10.2 x 1	73	79	2.3
2 t	MER020G			8.5	3.5	16.4	7.9	7.0	3.5	7.9	10.2 x 1	91	80	2.3
2.5 t	MER025S			8.7	3.5	16.4	7.9	5.7	3.5	7.9	11.2 x 1	103	102	2.8
3 t	MER030C			5.2	3.5	16.4	7.9	4.4	3.5	7.9	10.2 x 2	106	106	4.7
5 t	MER050L			3.4	3.5	16.4	7.9	2.9	3.5	7.9	11.2 x 2	131	120	5.6

Todos los pesos son aproximados y pueden variar.