



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador | Sede
Ambato

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Tema:

**DISPOSITIVO DE MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS PARA ESTIBADORES
DEL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO**

**Proyecto de investigación previo a obtener el título de
Licenciatura de Diseño de Productos**

Línea de investigación:

SALUD Y GRUPOS VULNERABLES, ARTE, DISEÑO, LENGUAJE,
LITERATURA Y ORALIDAD

Autor:

JUAN SEBASTIAN ALTAMIRANO TORO

Director

ING. MG. SANTIAGO JAVIER SANTAMARÍA BEDÓN

Ambato – Ecuador

Julio-2021

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO
HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

**DISPOSITIVO DE MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS PARA ESTIBADORES
DEL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO**

Línea de Investigación:

SALUD Y GRUPOS VULNERABLES, ARTES, DISEÑO, LENGUAJES, LITERATURA Y
ORALIDAD

Autor:

JUAN SEBASTIAN ALTAMIRANO TORO

Concepcion del Carmen Bedón Vaca, Arq.

f. 

CALIFICADOR

Michele Paulina Quispe Morales, Mg.

f. 

CALIFICADOR

Santiago Javier Santamaría Bedón, Ing. Mg.

f. 

CALIFICADOR

Santiago Javier Acurio Maldonado, Ing. Mg.

f. 

DIRECTOR ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Hugo Rogelio Altamirano Villaroel, Dr.

f. 

SECRETARIO GENERAL PUCESA

Ambato – Ecuador

Julio-2021

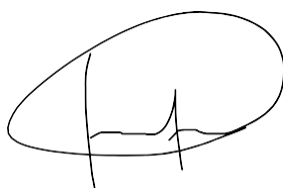
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: **JUAN SEBASTIAN ALTAMIRANO TORO**, con **CC. 180533537-7**, autor del trabajo de graduación intitulado: “**DISPOSITIVO DE MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS PARA ESTIBADORES DEL MERCADO MAYORISTA DE AMBATO**”, previa a la obtención del título profesional de **LICENCIATURA EN DISEÑO DE PRODUCTOS**, en la escuela de **DISEÑO INDUSTRIAL**.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, julio 2020



JUAN SEBASTIAN ALTAMIRANO TORO

CC. 180533537-7

AGRADECIMIENTO

Primero que todo quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Mg. Ing. Santiago Santamaría el cual cumplió el papel de tutor de manera ética y gratificante, quien con su amplio conocimiento, confianza y apoyo diario supo guiarme en cada etapa de este gran reto para así lograr cumplir y alcanzar los resultados que tanto soñaba.

De igual manera quiero agradecer mis padres por ser siempre mi apoyo y motor de vida y saber brindarme siempre todos los recursos necesarios para poder cumplir con mi formación académica y de vida. Gracias por el amor que me brindan cada día, los abrazos que me hacen saber que nunca estuve solo y las palabras de aliento que siempre están presentes y más en las situaciones difíciles que he atravesado. Sinceramente soy consciente que no hubiese podido llegar a donde estoy ahora de no haber sido por ustedes, los Amo.

Y, por último y no menos importante quiero agradecer a Dios por no desampararme en todo este proceso, por escucharme cada noche y al día siguiente brindarme la fuerza necesaria para poder derivar todos los retos y pruebas con sabiduría, sin duda tu mano siempre estuvo a lo largo de este gran reto.

¡Muchas gracias a todos!

RESUMEN

El sobreesfuerzo causado por la manipulación manual de cargas, asociado con posturas inadecuadas o forzadas, es un factor predisponente para las lesiones músculo-esqueléticas y la mecánica corporal. La principal sintomatología que presentan los estibadores son dolor, incomodidad, entumecimiento e incluso inmovilidad en la zona afectada misma que interfiere significativamente en el ámbito social, económico, familiar y laboral. Es la principal causa en cuanto a la problemática de origen laboral debido a la no prevención y promoción de los Trastornos Músculo Esqueléticos (TME) a más del desconocimiento por parte de los trabajadores en cuanto a la correcta adopción e higiene postural. El objetivo general del proyecto a realizar se basa en diseñar un dispositivo para facilitar la manipulación manual de cargas en estibadores del Mercado Mayorista de Ambato. La investigación tiene un enfoque cualitativo, un diseño de investigación-acción y un alcance descriptivo. Se aplicarán como técnicas la entrevista semiestructurada, encuesta cualitativa y la observación. Como metodología específica se aplica la de Pahl & Beitz, la cual, está descrita por cuatro fases las cuales son: Aclaración de la tarea, Diseño Conceptual, Diseño de Encarnación y Diseño de detalle. En cuanto a los resultados obtenidos se analizaron diversos dispositivos que han reducido significativamente los esfuerzos al contribuir a la prevención de zonas afectadas, además, de conocer las inclinaciones, movimientos y posturas exageradas que realizan los estibadores al trabajar, con esto se busca realizar un prototipo que a nivel del hombro facilite el transporte de carga al distribuir el peso en la zona lumbar para evitar movimientos anormales y prevenir afecciones.

Palabras claves: **dispositivo; manipulación manual de cargas; estibadores; exoesqueleto; sobreesfuerzo.**

ABSTRACT

Overexertion caused by manual handling of loads, associated with inadequate or forced postures, is a predisposing factor for musculoskeletal injuries and body mechanics. The main symptoms presented by stevedores are pain, discomfort, numbness and even immobility in the affected area, significantly interfering in the social, economic, family and work environment. Being the main cause in terms of the problem of labor origin due to the non-prevention and promotion of MSD, as well as the lack of knowledge on the part of the workers regarding the correct adoption and postural hygiene. The general objective of the project to be carried out is based on designing a device to facilitate the manual handling of loads in stevedores in the Ambato Wholesale Market. The research has a qualitative focus, an action research design, and a descriptive scope. The semi-structured interview, qualitative survey and observation will be applied as techniques. As a specific methodology, that of Pahl & Beitz is applied, which is described by four phases which are: Clarification of the task, Conceptual Design, Incarnation Design and Detail Design. Regarding the results obtained, various devices were analyzed that have significantly reduced efforts, contributing to the prevention of affected areas, in addition to knowing the inclinations, movements and exaggerated postures that stevedores perform when working, with this we seek to make a prototype that shoulder level facilitate load carrying by distributing weight in the lumbar area to avoid abnormal movements and prevent affections.

Keywords: **device; manual handling of loads; stevedores; exoskeleton; overexertion.**

ÍNDICE

PRELIMINARES

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA.....	7
1.1 La biomecánica en la manipulación manual de carga	7
1.2 Técnicas de manipulación de cargas	11
1.3 Desarrollo de Dispositivos para la manipulación manual de cargas	18
CAPÍTULO II DISEÑO METODOLÓGICO.....	27
2.1 Enfoque, alcance y diseño de investigación	27
2.2 Recolección, procesamiento y análisis de la información.....	29
2.3 Propuesta de investigación	36
CAPÍTULO III VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	54
3.1 Validación de arquitectura del producto y materiales mediante el Análisis de Elementos Finitos.....	54
3.2 Validación del prototipo a través del usuario.....	60
3.3 Validación del prototipo a través de un experto	61
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	66
BIBLIOGRAFÍA	67
ANEXOS	72

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Comportamiento de los discos.....	8
FIGURA 1.2 Biomecánica del hombro.....	9
FIGURA 1.3 Técnicas de manipulación de cargas correctas	12
FIGURA 1.4 Peso teórico en función a la teoría de manipulación de carga.....	15
FIGURA 1.5 Diagrama de decisiones.....	17
FIGURA 1.6. Dispositivo BNDR	19
FIGURA 1.7. Exoesqueleto pasivo 2 GDL.....	21
FIGURA 1.8 Exoesqueleto de miembros inferiores de uso militar.....	22
FIGURA 1.9 Dispositivo de aumento al levantamiento personal en el cuerpo .	23
FIGURA 1.10 Dispositivo de ekso bionics	24
FIGURA 1.11 Dispositivo de exoesqueleto semimotorizado de las extremidades inferiores.....	25
FIGURA 1.12 Exoskeleton system for load carrying.....	26
FIGURA 2.13 Factores de riesgos ergonómicos	34
FIGURA 2.14 Características de dispositivos.....	36
FIGURA 2.15 Ilustración de las especificaciones del producto	41
FIGURA 2.16 Bocetos pensantes	42
FIGURA 2.17 Bocetos de exploración y de ideación.....	43
FUENTE: elaboración propia.....	43
FIGURA 2.18 Definición de encarnación.....	44
FIGURA 2.19 Concepto d del dispositivo de manipulación manual de cargas.	47
FIGURA 2.20 Prototipo virtual del dispositivo y su modo de uso.....	48
FIGURA 2.21 Prototipo virtual del dispositivo de manipulación de carga	49
FIGURA 2.22 Planos de ensamble del dispositivo	52
FIGURA 2.23 Planos de dimensiones generales	53
FIGURA 3.24 Tensión de Von Mises	56
FIGURA 3.25 Coeficiente de seguridad	57
FIGURA 3.26 Desplazamiento del componente aleta	58
FIGURA 3.27 Primera deformación principal del componente aleta	59
FIGURA 3.28 Modelo de estudio.....	62
FIGURA 3.29 Prototipo virtual del dispositivo de manipulación manual de cargas	63

INDICE DE TABLA

TABLA 1.1 Técnicas de manipulación de cargas	13
TABLA 2.2 Muestra de 20 estibadores del Mercado Mayorista de Ambato	30
TABLA 2.3 Características de cargas	32
TABLA 2.4 Datos del especialista	33
TABLA 2.5 Descripción del producto.....	37
TABLA 2.6 Necesidades de los usuarios	38
TABLA 2.7 Jerarquía de las necesidades de los usuarios	39
TABLA 2.8 Matriz de especificaciones del dispositivo de manipulación de cargas fundamentados en sus necesidades	40
TABLA 2.9 Matriz de selección de conceptos	45
TABLA 2.10 Matriz de evaluación de conceptos	45
TABLA 2.11 Especificaciones de los componentes principales.....	50
TABLA 3.12 Fuerza y pares de reacción en restricciones.....	54
TABLA 3.13 Condiciones de funcionamiento de la fuerza:1	55
TABLA 3.14 Resumen de resultados de análisis de elementos finitos	55
TABLA 3.15 Especificaciones del dispositivo	59

INTRODUCCIÓN

La Conferencia Internacional del Trabajo constituida por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en el 2002, definió a los Trastornos Músculo-Esqueléticos (TME) como la causa principal de las dolencias a nivel corporal debido a las labores de sobre carga y sobre esfuerzo como son: cargas con un peso excesivo, adopción de posturas inadecuadas e incluso una mala higiene postural en el trabajo. Debido a esto se toma en cuenta que los TME se presentan comúnmente en los trabajos de carga realizados de manera repetitiva y forzosa, por esta situación se incrementan estas afectaciones, lo cual, después de un tiempo desembocan en molestos dolores recurrentes y por ende a la limitación funcional de la zona afectada que ocasiona dificultad o incluso el impedimento total al efectuar las labores.

Asimismo, los TME se presentan como uno de los principales problemas de salud en cuanto a las labores de carga, debido a la sintomatología que expone cada parte corporal afectada de manera grave esto es al esfuerzo que conlleva realizar el trabajo, esto afecta tanto al individuo como a la actividad laboral. Así mismo esta problemática logra acarrear consigo diferentes tipos de lesiones en la columna vertebral misma que afecta cada región que con el pasar del tiempo hernias discales debido al sobreesfuerzo (Tecnopreven, 2016).

Se define a carga física como: “conjunto de acciones físicas las cuales están obligados a efectuar el trabajador durante el horario de trabajo; en donde se evidencia posturas estáticas; actividades efectuadas mediante cargas, sobre esfuerzo y desplazamientos” (Estrella, 2017, p. 45-47).

Por otro lado, según NIOSH (2019), propone que es importante el uso de un dispositivo como solución positiva para erradicar los riesgos laborales. Por esta razón es fundamental la utilización de las fajas de protección lumbar, las cuales contribuyen a disminuir el riesgo de deterioro de los músculos esqueléticos al momento de realizar actividades de manipulación de carga.

Según estudios elaborados por Mariscal (2017), en 1963, por Zaroodny del Laboratorio de Estados Unidos se efectuó una publicación sobre los insumos

ortopédicos, los cuales, facilitaron el levantamiento de carga en los militares, estos insumos poseían baterías, diversos sistemas, algunos interfaces que contribuían a la mecánica de locomoción.

Ñique (2017), realizó un estudio con la finalidad de relacionar el conocimiento de los estibadores con los riesgos ergonómicos en trabajadores de una Courier de Trujillo durante Marzo - Abril del 2015. Participaron del estudio 20 trabajadores, utilizaron un cuestionario para analizar el nivel de conocimiento y el riesgo ergonómico el método REBA. La investigadora afirma que un 55% de los participantes alcanzaron conocimientos en el nivel medio y su nivel de riesgo fue de 35% para el mismo. Concluye, que existe relación significativa y positiva entre el nivel de conocimiento y el riesgo ergonómico. La autora recomienda que la constante capacitación sobre la correcta forma de manipular cargas manuales es relevante para la prevenir los TME en los trabajadores.

Según datos de la OMS (2015), expone que cada vez se va en aumento el número de accidentes y enfermedades laborales, estas cifras siguen en crecimiento a causa de las grandes industrias en desarrollo. Además, se recalca que el riesgo de padecer una enfermedad de origen laboral se ha vuelto un riesgo común en los trabajadores.

Asimismo, Vásquez (2016), afirma que, el sector de carga pesada manual constituye un porcentaje del cinco al quince dentro del ámbito económico español, debido a que este país presenta la mayor incidencia en cuanto a riesgos de origen laboral a nivel mundial. Por esta razón diversos estudios publicados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) muestran que, durante estos diez años, las lesiones por manipulación de carga aumentaron de manera significativa. Hasta que en el 2009 llegó a un 37,5% de afectados.

En varios países desarrollados como EE. UU., los problemas en la columna vertebral específicamente la lumbalgia es una de las primeras causas de incapacidad y compensación laboral. En cambio, en las regiones del occidente la lumbalgia presenta una gran incidencia, la cual, influirá en la incapacidad

laboral de los individuos al menos una vez en su vida (Casado, Queraltó, & Fernandez, 2008).

La Lumbalgia es actualmente un problema de creciente magnitud, debido a que su frecuencia interfiere en la salud de todos los trabajadores a nivel mundial. Asimismo, Reinoso (2013), menciona que en el Ecuador el criterio de lesiones en cuanto a la columna lumbar es ocasionadas debido a la no promoción y prevención de la misma, de igual manera a las malas condiciones laborales que los trabajadores son sometidos, y estas provocan dolencias insoportables hasta llegar a la incapacidad y ausentismo laboral.

Según, Lopez, Martinez, & Macorra (2019), los TME son varias de las complicaciones más frecuentes en el ámbito de la salud relacionados al trabajo en países tanto desarrollados como subdesarrollados. Esto ocasiona problemas en cuanto a la calidad de vida de los individuos. Por esta razón es necesario la prevención y promoción de esta.

El presente trabajo se basará en la observación de las diferentes actividades de manipulación de cargas en el Mercado Mayorista de Ambato, para que de esta manera se logre conocer la realidad en la que se enfrentan los estibadores y a la vez conocer los factores de riesgo que contribuyen a esta problemática.

De acuerdo a lo antes mencionado, para Vigil (2007), el estibaje es considerado como una actividad que se basa en la carga y descarga de bultos pesados, desde la antigüedad fue realizado de manera manual y física, en la actualidad ya se cuenta con la ayuda de diversas maquinas, sin embargo, en mercados como el Mayorista de Ambato, esta actividad se realiza de manera manual.

En algunos casos según Gil, Guitierres, Collantes, Caceres, & Beas (2016), la afectación de la mecánica corporal causada por el levantamiento de cargas pesadas o por la mala higiene postural se evidenciarán a largo plazo.

El sobreesfuerzo causado durante la manipulación de cargas y asociado al mantenimiento de posiciones incómodas o forzadas es el principal factor para la aparición de lesiones musculoesqueléticas, especialmente, a nivel lumbar.

Es importante recalcar que un estibador es considerado como “Individuo que trabaja en la carga y descarga de bultos pesados” (RAE , 2019).

Según Ruiz (2017), los estibadores realizan actividades de sobreesfuerzo, las cuales superan el peso tolerable y ocasionan diversas lesiones a nivel lumbar. Las condiciones de trabajo a los que están expuestos los estibadores son: un horario de 12 horas de trabajo, jornada en la noche durante toda la semana, sin excluir feriados; la actividad física es fuerte e intensa debido a las cargas que soportan, llevan cargas de incluso 50 kg si lo establecido y recomendado es hasta los 25 kg. Además, no llevan ninguna protección corporal.

Es por esto que, se identificará en qué condiciones de trabajo se encuentra la población en estudio. Consecuentemente, en el Mercado Mayorista de Ambato se determinó, a través de un comunicado personal, que los estibadores son la fuerza laboral para el transporte de mercadería, la cual, es transportada mediante carretillas, triciclos e incluso emplean su cuerpo como herramienta de levantamiento de carga, ocasiona que el trabajo de estibador sea una actividad de poco rédito económico, (M. Fiallos, Comunicación personal, 3 septiembre 2020).

En este sentido, los estibadores del mercado mayorista de Ambato, debido a sobreesfuerzos que por ende requiere de posturas forzadas, movimientos repetitivos, movilización y la manipulación de cargas, mismos que no son tomados en cuenta por parte de la administración de dicho mercado, es importante recalcar que esto se deriva por la inobservancia del personal encargado de este tipo de oficios.

Las condiciones idóneas por tomar en cuenta para evitar los daños ocasionados por la manipulación de carga son: posturas apropiadas para cada carga y su manejo, agarre del objeto con diversas maniobras de muñeca, elevación de cargas suaves, espaciados y ambiente favorable (Sainz, 2019).

Por lo mencionado anteriormente, se define como problema de investigación la siguiente pregunta: ¿Cómo facilitar las acciones de manipulación manual de

cargas a los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato a través del diseño de un dispositivo?

Se define como idea a defender que el diseño de un dispositivo facilitará las acciones de manipulación manual de carga a los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato. Este proyecto define como objetivo general el diseñar un dispositivo para facilitar la manipulación manual de cargas en estibadores del Mercado Mayorista de Ambato. Como objetivos específicos se delimitan los siguientes:

1. Identificar las características de dispositivos similares para la especificación del principio de funcionamiento y los aspectos ingenieriles.
2. Analizar las posturas y acciones más comunes que realizan los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato al momento de la manipulación manual de cargas para la definición de los requerimientos funcionales y ergonómicos.
3. Proponer el prototipo virtual del dispositivo de manipulación manual de cargas destinado a estibadores del Mercado Mayorista de Ambato para la evaluación del funcionamiento.

La presente investigación tiene un enfoque cualitativo, donde se establecerá las relaciones que agravan el estado de salud en los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato, así mismo se diseñará un dispositivo para la manipulación manual de cargas y de esta manera obtener un alcance descriptivo con el cual se buscará las acciones realizadas por los estibadores al momento de la manipulación de carga, el diseño de la investigación es de investigación-acción por que se logrará obtener y comprender la problemática que los estibadores presentan al momento de interactuar con las cargas, se establece como estrategia de indagación las siguientes fases: observar, pensar y actuar.

Para el presente proyecto de investigación se aplicarán cuatro técnicas para así poder analizar las posturas y acciones más comunes que realizan los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato, por lo tanto, se tendrá en cuenta la elaboración de un cuestionario dirigida a los estibadores, una ficha de observación, una ficha de evaluación y una entrevista dirigida a la población determinada de la investigación.

Para los autores Pahl & Beitz (2007), la metodología se divide en cuatro fases: En primera instancia se analizará el problema que se desea resolver, al obtener información de este seguidamente para a creación del diseño, lo que conllevará a la creación de esquemas y bocetos, para posteriormente la encarnación del diseño definitivo, como última instancia se detalla el prototipo todas sus partes individuales, materiales, ensamblaje.

Los estibadores son más propensos a sufrir TME, dado que sus movimientos son repetitivos y rápidos, por lo cual, el trabajador tiende a adoptar posturas erróneas, no solo por los vicios posturales y de movimiento, sino por el estrés presente en los músculos.

De la misma manera, se dice que hoy en día la seguridad laboral es fundamental para los diferentes mercados, en este caso lo sería para el Mercado Mayorista de Ambato, los estibadores transportan mercadería pesada donde crea un sobreesfuerzo al momento del desplazamiento de los distintos productos.

Surge entonces la necesidad de una alta calidad de atención para los estibadores y así se asegura la salud de la población, un desarrollo sustentable social y por ende progreso económico de ahí la necesidad impostergable de un desarrollo de dispositivo para facilitar la manipulación manual de cargas, y así los estibadores logren ejercer una labor con las posturas adecuadas y prevenir las lesiones lumbares.

La presente investigación generará líneas de acción tendientes a ayudar en la prevención de enfermedades laborales que afectan directa o indirectamente a la salud y el bienestar de los estibadores, por ende, es necesario desarrollar un dispositivo para realizar actividades de manipulación de cargas en distintas áreas.

CAPITULO I ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1 La biomecánica en la manipulación manual de carga

Es importante acotar que Mas (2015), afirma que, es difícil evaluar si al momento de levantar una carga la postura adoptada provoca una sobrecarga en el aparato locomotor. Por esta razón la biomecánica contribuye con esta evaluación en donde establece una analogía entre el esquema corporal y una máquina compuesta de palancas y poleas.

Entonces se relaciona a una articulación de hueso largo con un punto de apoyo de una palanca, la cual, es accionada por un músculo el cual brinda la fuerza deseada para poder cargar el peso tanto de las extremidades como de la carga. Con esta analogía se aplican diversas pautas para que de esta manera se comprenda si existen sobrecargas articulares al momento de generar un sobreesfuerzo.

Por lo ante expuesto, se expresa que mediante esta disciplina científica se determina en los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato que existen sobrecargas que ocasionan la aplicación de sobreesfuerzos.

Estos son causados por la manipulación manual de cargas que provocan diversas lesiones en la zona lumbar y cervical de la columna vertebral, esta comprende siete vértebras cervicales, doce dorsales, cinco lumbares, cinco sacras y tres a cinco coxígeas debido a la fusión de las mismas, es importante comprender como cada una actúan al ser sometidas a diversos esfuerzos, cada vertebra presenta un disco con núcleo gelatinoso propenso a degenerarse (Figura 1.1), tiene como característica principal brindar acolchonamiento entre cada vertebra al momento que existe una presión sobre la columna, las vértebras lumbares son las que se encuentran en la parte inferior de la columna es por esto que son las que más daños presentan respectivamente las dos últimas lumbares si la presión es repetitiva (Azcuénaga, 2010).

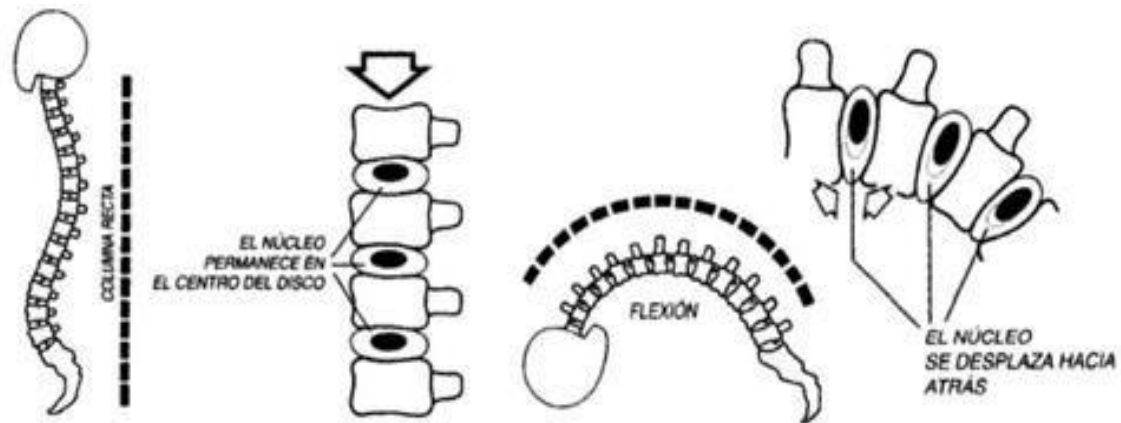


Figura 1.1 Comportamiento de los discos

Fuente: tomado a partir de Azcuénaga (2010).

Además, de las afectaciones provocadas en las zonas lumbares por la mala manipulación de cargas, también, existen afecciones en la biomecánica del hombro debido a que es la articulación con más movimientos del cuerpo humano y también, la que presenta mayor inestabilidad, el daño más común que presenta el hombro debido a su estructura y su campo de movimiento es la del manguito rotador; esta lesión se da por fases, inicialmente al músculo supraespinoso debido a que la fuerza de todas las articulaciones y músculos del hombro caen sobre él al momento de efectuar diversos movimientos (Suárez & Osorio, 2013).

La biomecánica del hombro está constituida por tres huesos, los cuales, son el húmero, escapula y clavícula, además, presenta cuatro articulaciones conocidas como esterno-clavicular, gleno-humeral, escapulo – torácica y acromio-clavicular (Figura 1.2).

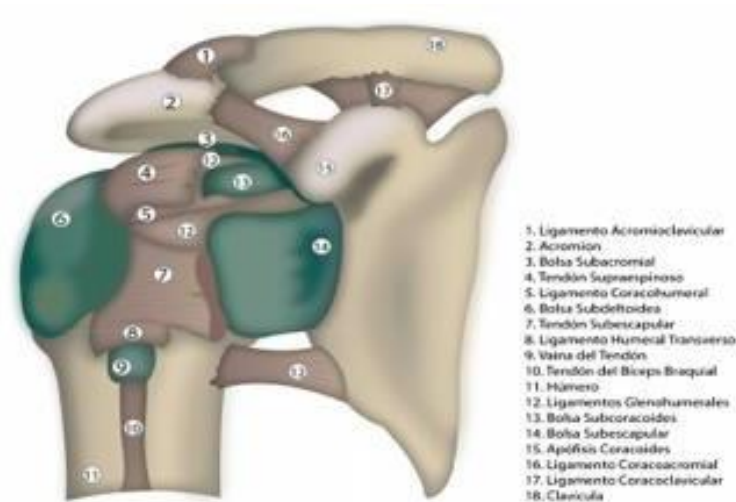


Figura 2.2 Biomecánica del hombro

Fuente: tomado a partir de Suárez & Osorio (2013).

Por otro lado, la manipulación manual de cargas (MMC) se define como una actividad en donde intervenga uno o varios trabajadores que, al hacer uso de sus cualidades físicas, levanten, sujeten y transporten una carga; y que por las características o condiciones inadecuadas en realizar dicha actividad, se constituye un riesgo que afecta al estado de salud de los trabajadores y en particular provocan lesiones a nivel dorso-lumbar (Ruiz, Manipulación Manual de Cargas Guía Técnica del INSST, 2017).

Si una carga genera un esfuerzo mecánico excesivo, provoca lesiones en el aparato locomotor, los cuales, inciden las posiciones forzadas los movimientos repetitivos y la manipulación manual de carga, por lo tanto, el objetivo que persigue la biomecánica se basa en solucionar las situaciones y problemas que se dan debido a las diferentes actividades las cuales realiza el ser humano a diario.

El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional de Estado Unidos (NIOSH, 2019), presenta varios estudios epidemiológicos que se basan en los factores de riesgo relacionados a los TME. Estos trastornos se desarrollan en varias partes del cuerpo en donde existen articulaciones, es decir, las partes del cuerpo que soportan movimientos repetitivos, fuerzas exageradas, posiciones repetitivas y forzadas y la mezcla de todo lo expuesto recientemente.

De manera que Punnett & Wegman (2014), en cuanto a la incidencia de estas lesiones afirma que, los factores que influyen en los TME, implican diversos daños en otras estructuras corporales dando como resultado problemas asociados con los mismos. Por esta razón, al modificar estos factores de sobrecarga contribuye a la reducción en cuanto a la aparición de complicaciones a nivel vertebral y se erradica la aparición de los diversos síntomas de los TME.

En relación con lo antes desarrollado Estrada (2018), afirma que la biomecánica analiza los movimientos de los individuos basado en la física mecánica, el cual busca relacionar entre los distintos comportamientos y movimientos las magnitudes y explicaciones los mismos.

Se puede decir que la biomecánica ha contribuido de manera significativa al estudio de los movimientos corporales y se basa en diversos campos de conocimientos, los cuales, son métodos que definen y limitan la acción de la biomecánica.

Los campos de conocimiento que intervienen dentro de la mecánica son varios, los cuales, se enfocan en el estudio de la estructura, función, dinámica y cinemática de los seres vivos y la naturaleza humana.

Mediante la biomecánica se evalúa la carga manual en el trabajo a partir de análisis de los elementos que involucran requerimientos físicos, así como elementos del cuerpo en relación con el movimiento humano; de igual manera, califica con la composición de movimientos y esfuerzos que estén asociados a la actividad mediante el uso de métodos como lista de chequeos, la cual, se evalúa los movimientos repetitivos, indica las posturas adoptadas y se analiza la manipulación de carga, también, se usa métodos basados en registros de indicadores fisiológicos directos y el método psicofísico este se basa en las respuestas subjetivas del trabajador o la persona que manipula la carga. Los movimientos empleados dentro de la biomecánica son: flexión, extensión abducción y aducción (Castillo & Orozco, 2010).

1.2 Técnicas de manipulación de cargas

Para comprender un poco sobre las técnicas de manipulación de cargas es necesario definirla para así darle sentido a la investigación en curso, por ello se atribuye a toda tarea considerada como frecuente dentro de muchos sectores laborales, lo que conlleva a la fatiga física y a su vez en la aparición de lesiones como se ha señalado con anterioridad, dando paso a pequeños traumatismos que al momento son tomados sin importancia. Las lesiones más comunes e importantes son contusiones y fracturas musculoesqueléticas a nivel de extremidades superiores y zona lumbar. Es importante recalcar en cuanto a las contusiones que son producidas por problemas circulatorios a causa del peso excesivo colocado en diversas secciones del cuerpo.

En cuanto a las técnicas de manipulación correctas (Figura 1.3), se encuentran el levantamiento, el cual abarca diversos aspectos como la planificación en, la cual, es recomendable el empleo de ayudas mecánicas en el caso de ser posible, además se sigue indicaciones de embalaje, puntos de agarre y zonas peligrosas, si el peso de la carga excede los límites establecidos se deberá ser levantada con ayudas mecánicas o en solicitar ayuda, otro aspecto a considerar es la colocación de los pies, aquí se toma en cuenta que estos tienen que estar equilibrados al momento del levantamiento de la carga, es decir, uno más adelante que el otro y conseguir estabilidad, en cuanto al adoptar la postura de levantamiento el usuario mantendrá la espalda en línea recta y el mentón metido, el agarre firme expresa que al levantar la carga esta se sujetara con las dos manos y pegada al cuerpo, al momento del levantamiento de la carga se realiza con extensión de miembros inferiores al mantener el tronco erguido sin realizar movimientos bruscos o rápidos y evitar los giros, la carga debe estar pegada al cuerpo en toda la acción de levantamiento a nivel de la cintura (Solanas, 2009).



Figura 3.3 Técnicas de manipulación de cargas correctas

Fuente: tomado a partir de Solanas (2009).

Además, se toma en consideración diversos factores al momento de evaluar el riesgo en cuanto a la manipulación como es la técnica apropiada, el cual se basa en el comportamiento biomecánico en cuanto a la posición de miembros superiores y tronco al momento de efectuar la actividad, asimismo, con la posición de miembros inferiores.

En relación a esto Monnington, Pinder & Quarrie (2012), mencionan que, la consecuencia en cuanto a la posición de los miembros inferiores en la realización de las diversas técnicas se da debido al resultado de la interacción que existe entre el individuo con el entorno. En las técnicas basadas en la manipulación se presentan varias combinaciones de métodos que se relacionan a una mayor o menor carga biomecánica mismas que afectan la salud músculo esquelética de los individuos.


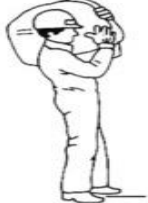



Asimismo, Rodríguez & García (2015), pudieron evidenciar que las variables que intervienen en la evaluación de los problemas de los TME asociado a MMC propuestas en el método EC2 (ErgocargaConstrucción-EC2), se basan en el método NIOSH, el cual incluyen cuatro factores de riesgos, que son: técnica de manipulación combinada, postura de manipulación combinada, factor de esfuerzo percibido y factor de dificultad de manipulación.

Para la elaboración de la ecuación NIOSH se tomó en cuenta tres criterios que son: el biomecánico que se encarga de delimitar el estrés en las zonas lumbares

y sacras de la columna vertebral, el segundo criterio es el fisiológico en donde delimita el estrés metabólico y el agotamiento debido a actividades reiteradas y el tercer criterio corresponde al aspecto psicofísico este se basa en delimitar la carga según la percepción que posee el usuario sobre la misma (Solanas, 2009).

De la misma forma, se determinó en dicha investigación realizar pruebas que se evidencien las técnicas de manipulación de carga como: mirar hacia delante, con el tronco erguido y simétrico, para estandarizar cada técnica; a continuación, se presenta la tabla 1.1 en donde se observa las técnicas de manipulación manual de cargas:

Tabla 1.1 Técnicas de Manipulación de Cargas.

Técnica	Descripción grafica	Descripción
Técnica a nivel del tronco		Sujeción de material con flexión de 90 grados, de codo con brazo paralelo al tronco.
Técnica sobre el nivel del hombro		Sujeción de material a nivel del hombro.
Técnica asimétrica con una mano		Sujeción de material con una mano proximal al hombro.
Técnica a nivel de la cadera		Sujeción del material con brazos flexionados a nivel de la cadera y piernas en flexión.
Técnica asimétrica		Material levantado con una mano debajo y otra por la lateral retirada del cuerpo.

Fuente: tomado a partir de INSHT (2003).

En relación a lo antes redactado, se concluye que los resultados arrojados sobre la evaluación de las técnicas de manipulación de carga, fueron ejecutadas mediante una prueba de laboratorio y así se plasmaron dentro de una hoja de campo, de manera individual una por una de las seis etapas expuestas que se resumen en: preparación de prueba, ubicación de electrodos, ubicación de marcadores reflectantes, revisión de calibración y funcionamiento de sistema y exploración de percepción de esfuerzo (Rodríguez & Garcia, 2015).

En esta investigación, cuyo principal objetivo fue determinar los diversos factores de ponderación del riesgo de Técnica de manipulación combinada (cinco técnicas), se analizó sus diferencias en condición dinámico-asimétrica, en donde fue considerada la carga biomecánica en cuanto los segmentos de las extremidades superiores y columna, al identificar que las técnicas que involucran mayor carga biomecánica son la "Simétrica sobre Hombro" y "Asimétrica".

En cuanto a la técnica "Simétrica a nivel de caderas" se basa en generar una carga física intermedia, debido a que la "Simétrica a nivel de tronco" y la de "Una mano" son similares y menos exigentes.

De igual forma, el método INSHT (Mas D. , 2015), se considera adecuado al momento de evaluar actividades aptas a provocar lesiones dorso-lumbares, orientado a la evaluación de manipulaciones realizadas en bipedestación. Asimismo, expone ciertas indicaciones sobre el levantamiento realizado en sedestación las cuales ayudan al evaluar a orientarse acerca del riesgo que trae al levantamiento en esa postura, es esta inadecuada.

El riesgo es una particularidad permanente al manejo manual de cargas. Por esta razón, ningún efecto aparentemente aceptado podrá evitarlo de manera completa y tampoco logrará garantizar en su totalidad la seguridad del puesto mientras exista MMC. Sólo será posible disminuirlo de manera leve, al depender el caso, peso y condiciones del levantamiento (Mas D. , 2015).

El método INSHT habla sobre implantar una cantidad recomendable para el peso máximo al momento de manipular, además, se considera cual será la posición

de la carga con respecto al trabajador (Solanas, 2009). Para esto se crean las condiciones apropiadas de la manipulación evaluada, las cuales se refieren al peso real de carga, la protección deseada, la ergonomía y las diferentes características del trabajador para así obtener un nuevo valor de peso máximo recomendado, es decir, el peso aceptable.

De esta forma la figura 1.4, permite establecer el valor del Peso Teórico en función a la manipulación de la carga, si esta se realiza en más de una zona se considerará la más desfavorable, es decir, con un peso teórico menor. En cambio, si la manipulación se dé entre una zona y otra se considerará un peso teórico medio entre los indicados para cada zona.



Figura 4.4 Peso teórico en función a la teoría de manipulación de carga.

Fuente: tomado a partir de Mas D (2015)

Los Pesos Teóricos analizados en la figura 1.4 son acertados, para prevenir lesiones alrededor de las tres cuartas partes de la población. Para lograr proteger al 95% de los individuos estos pesos teóricos se disminuirán aproximadamente la mitad (factor de corrección = 0,6), en donde se verá aumentado el carácter preventivo del estudio. Por otro lado, si procede a evaluar el riesgo para un trabajador de características excepcionales, entrenado para la manipulación de cargas, los límites máximos de peso teórico aumentarían significativamente

(factor de corrección = 1,6). Lo expuesto últimamente se empleará con cuidado debido a que los resultados obtenidos podrían exponer gravemente al resto de trabajadores con menor preparación.

El empleador tiene una obligación legal hacia los trabajadores el cual se basa en proporcionarles diversas medidas de control, seguridad y la supervisión encaminada a proteger la salud de estos, en cuanto a la manipulación manual de cargas se analizará cuáles son los riesgos existentes, crear diversos protocolos que garanticen un trabajo seguro, crear brigadas de prevención y promoción sobre los TME y dar cumplimiento a la normativa vigente sobre las medidas de manipulación correcta.

Una vez evaluados las consecuencias fue posible determinar diferentes puntos para mitigar los riesgos por ello serán definidos a continuación:

Reducción del riesgo: Para minimizar los riesgos o la adaptación es necesario definirla de la siguiente manera:

Tarea: se toma en cuenta la adaptación de posturas inadecuadas como son: extensión de tronco, giros bruscos de espalda, flexión de rodillas y espalda. A continuación, en la Figura 1.5, se podrá apreciar un diagrama el cual permite realizarse una serie de preguntas mismas que dependerán de una correcta valoración en la reducción de riesgos:

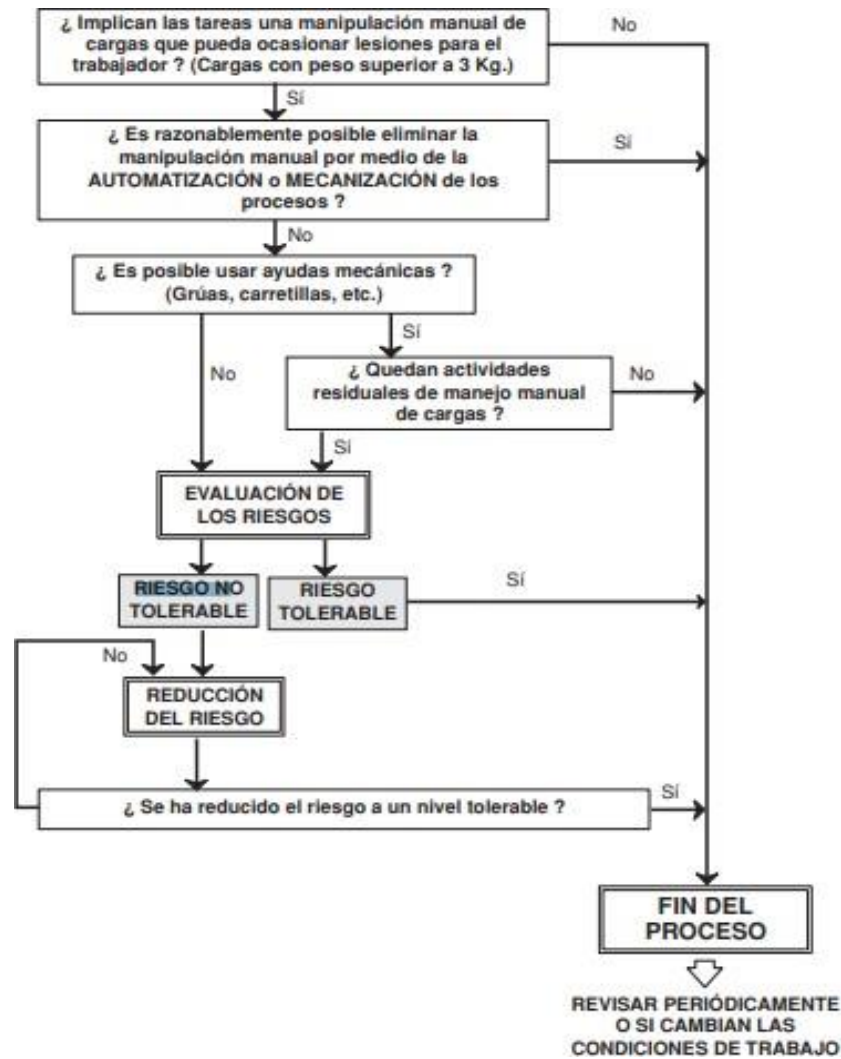


Figura 5.5 Diagrama de decisiones.

Fuente: tomado a partir de INSHT (2003)

Por esta razón un buen lugar para colocar objetos pesados y que van a ser transportados con frecuencia, es a una altura entre la mitad del muslo y los hombros, al colocar los objetos livianos tanto abajo como arriba de esta zona, además, es importante mantener un buen agarre para no presentar riesgos (Becker, 2009).

Se tomará en cuenta las siguientes características se incluirán en las agarraderas apropiadas, en cuanto a los objetos grandes poseerán dos agarraderas, con una localización simétrica en cuanto al centro de gravedad y con dimensiones correctas (Becker, 2009).

ISO 11228-2:2007(E)

La ISO publicó en el 2007 la parte II de las normas que se relacionan a la manipulación de cargas, esta norma ISO 11228-2 provee los límites recomendados para las actividades de impulsar y jalar objetos, mediante el uso de toda la estructura corporal. Para considerar estas actividades, establece las restricciones siguientes:

- Esfuerzos al emplear toda la estructura corporal.
- Actividades efectuadas por una sola persona.
- Aplicación de fuerzas al emplear ambas manos.
- Fuerzas empleada para trasladar o detener un objeto.
- Fuerzas ligeras y controladas.
- Fuerzas empleadas sin ningún tipo de ayuda.
- Fuerzas empleadas en objetos ubicados delante del operador.
- Fuerzas empleadas desde una posición de bipedestación.

Es importante mencionar que sin esta normativa no se tendría en cuenta ciertos puntos específicos que proporcionan a la investigación y al diseño del dispositivo de levantamiento de carga manual ya, existen actividades que se desempeñan en la carga manual como lo es las fuerza que se ejerce con ambas manos y si la persona está en una inclinación que no lo favorece, la fuerza que se aplica sin un apoyo externo, desde una postura de pie, esto proporciona una idea y desarrollo del dispositivo, son aspectos importantes que aporta la normativa que se tomara en cuenta para escoger los materiales que favorezcan a la persona que ejerce el levantamiento de carga.

1.3 Desarrollo de Dispositivos para la manipulación manual de cargas

De acuerdo con el contexto antes mencionado nace el concepto de desarrollo exoesqueletos para la manipulación manual de carga. El exoesqueleto es una estructura de función manual para ser utilizada sobre el cuerpo humano como una prenda de vestir que coincide con la forma y las funciones de la persona. Brinda la característica de apoyo y es utilizado para asistir los movimientos y/o incrementar las capacidades del cuerpo humano (Lopez C. , 2017). A continuación, se mencionarán una serie de dispositivos para la MMC donde se identificarán sus características, funcionamiento y procesos efectuados.

- **Dispositivo BNDR**

En este sentido se puede nombrar el dispositivo BNDR de Brent L. Ulrey, et al (2013). Es un dispositivo que cuelga de un cinturón si el individuo está de pie y hace contacto con el pecho y las piernas durante la flexión del torso o las caderas. Además, los soportes de torsión conectan el segmento superior con cada segmento inferior. El BNDR fue creado en un modelo flexible y rígido como en el resorte y se fijó en 0,22 Nm/ 0,16ft-ib / por lado. Este dispositivo se ajusta al cuerpo con un cinturón en la cadera como se observa en la figura 1.6.

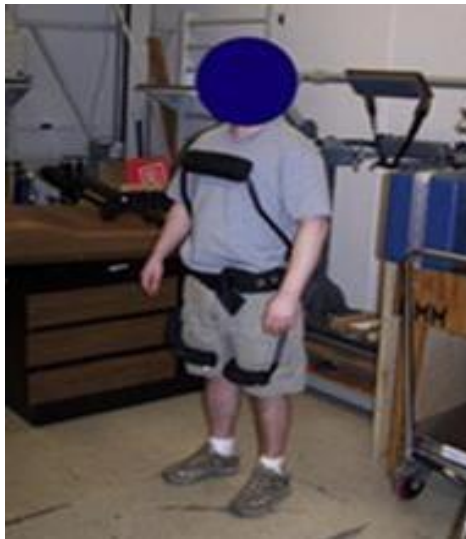


Figura 1.6. Dispositivo BNDR

Fuente: tomado a partir de Lopez C (2017).

Al observar la figura expuesta que el dispositivo trata de evitar las posibles lesiones en la zona lumbar, es decir a trabajadores que deban flexionar repetidamente la espalda al momento de la manipulación manual de cargas. Se realizaron estudios de laboratorio a 18 personas voluntarias (once hombres y siete mujeres) el cual fue aprobado por la Universidad de California, en los cuales, los resultados de poder a priori del diseño de medidas repetidas fueron aplicadas a ocho de ellos. Se realizó la fase agachada de cada ensayo, en la postura encorvada con y sin el dispositivo BNDR, se le tomaron las variables antropométricas, el procesamiento de datos fue realizado en un programa Matlab personalizado.

Los resultados de estudio de este dispositivo son efectivos y se reduce significativamente la carga impuesta sobre los tejidos de la columna, el esfuerzo de los músculos de la espalda, el abdomen, rodilla y tobillo a pesar de que se incrementa el esfuerzo que se emplea en el tibial anterior.

Sin embargo, los resultados muestran que en algunos sujetos a los que se les aplicó el estudio de laboratorio, los niveles de fuerza de comprensión estaban por encima del límite de seguridad recomendado por NIOSH (3.4 kN) y los niveles cortantes, también, estaban por encima de los niveles de lesiones, lo que se concluye que para su mayor efectividad se ajustado para cada persona como, por ejemplo, en rigidez y tamaño. Por otra parte, la ergonomía ha adquirido gran importancia en los últimos años en el ámbito laboral, lo cual, ha provocado que se desarrollen dispositivos para reducir lesiones en los trabajadores.

- **Exoesqueleto pasivo de 2 GDL**

Este exoesqueleto es para para miembros superiores con 6 kg de peso, tiene como función el transporte de cargas y la prevención de los TME de origen laboral debido a que ayuda a corregir la postura, este dispositivo se basa en el mecanismo kickstart ratcher que puede ser acoplado o desacoplado, si esta desacoplado permite una completa movilidad al usuario mientras que si se encuentra acoplado permite al usuario que realice movimientos unidireccionales, cabe recalcar que este mecanismo posee dientes de engrane en la parte lisade los discos para una correcta distribución de los mismos, todo esto es para facilitar que la carga sea soportada por mayor tiempo sin motores (Mendoza A. , 2014).

Posee diversas características como ergonomía en su diseño debido a que presenta un soporte para cada pierna esto es para que la carga sea distribuida en todo el cuerpo, es de uso prolongado y seguro, ligero, fácil de transportar, no presenta dificultad al usuario al momento de ser transportado, entre otras.



Figura 1.7. Exoesqueleto pasivo 2 GDL

Fuente: tomado a partir de Mendoza (2014).

- **Exoesqueleto de miembros inferiores de uso militar**

Este exoesqueleto de carga fue elaborado para los miembros de uso militar. El diseño de un exoesqueleto de apoyo al trabajador de tareas de levantamiento de cargas pesadas por la Universidad Militar de Nueva Granada de Colombia en el año 2016, el cual consta de un asiento que proporciona apoyo tanto para la zona lumbar como para el abdomen, también, presenta un material esponjoso que evita molestias en los puntos de contacto, del asiento salen dos piernas elaboradas con fragmentos de aluminio, los cuales, se encuentran unidos a través de un par de revoluciones con una placa de apoyo para el pie, en su interior se encuentra un resorte de torsión; además, están unidos mediante un amortiguador el cual evitará cambios bruscos en la aceleración de los fragmentos para obtener un movimiento más suave. Este mecanismo logrará que, el consumo de energía por el portador sea mínimo (Plaza, Aperador & Cifuentes, 2016).

Los métodos usados, se emplearon con la intención de diseñar un sistema de soporte, durante el proceso de diseño se abordó a través de la optimización y la mejora de las características físicas y funcionales para que el prototipo proporcione la protección y el apoyo esperado. Para los resultados el sistema de detección fue usado para establecer la intensidad del usuario, el dispositivo es portátil y autónomo en su parte mecánica. Este exoesqueleto pasivo para miembros inferiores posee una naturaleza antropomórfica ligado al cuerpo humano para trabajar en conjunto con los movimientos del usuario sin alterarlos y contribuir a la prevención de lesiones en la columna vertebral y espalda baja.

El diseño de este dispositivo consiste en dos brazos con muelles que funcionan paralelamente con las extremidades inferiores específicamente las piernas con esto se buscó brindar tanto fuerza como autonomía a la marcha, los resortes de los brazos fueron diseñados en el contacto con la piel para poder transportar el peso de la carga al suelo y disminuir la fuerza provocada en la pierna de apoyo (Plaza, Aperador & Cifuentes, 2016).



Figura 1.8 Exoesqueleto de miembros inferiores de uso militar.

Fuente: tomado a partir de Plaza, Aperador & Cifuentes (2016).

- **Abdoli-E M**

Además, fue posible apreciar un dispositivo de manipulación manual de cargas el cual opera de manera asistencial personal, según los estudios de Abdoli-E, Agnew & Stevenson (2016). El cual consta de un peto que se ajusta al pecho, hombros y zona inferior de las rodillas que están unidas con una cinta flexible las

cuales transfieren las fuerzas que se realizan en la zona lumbar a la parte superior del tronco e inferior de la rodilla.

En el estudio participaron nueve sujetos masculinos, utilizaron tres unidades *Fastrak* para llevar un registro de posiciones y rotaciones de los segmentos, se comparó la electromiografía, normalidad e integrada del músculo del tronco del erector de la columna torácica izquierdo y derecho, los oblicuos externos y el recto abdominal; también, las variables cinemáticas del ángulo lumbar máximo, el ángulo máximo de la pelvis, la aceleración máxima del tronco y la aceleración máxima de la carga en levantamiento simétrico para cargas diferentes (5 kg, 15 kg, 25 kg) y tres estilos diferentes (encorvado, cuclillas, libre) con y sin dispositivo.

En los hallazgos el dispositivo PLAD redujo significativamente el esfuerzo muscular requerido de los erectores de la columna lumbar y torácica sin diferencias significativas en el nivel de actividad de los músculos abdominales, de igual manera, las medidas simples confirmaron que no hay diferencias en la técnica de levantamiento que causaría una reducción de actividad electromiografía integrada, además, en la investigación no se encontraron cinemáticas importantes si se usó el dispositivo.

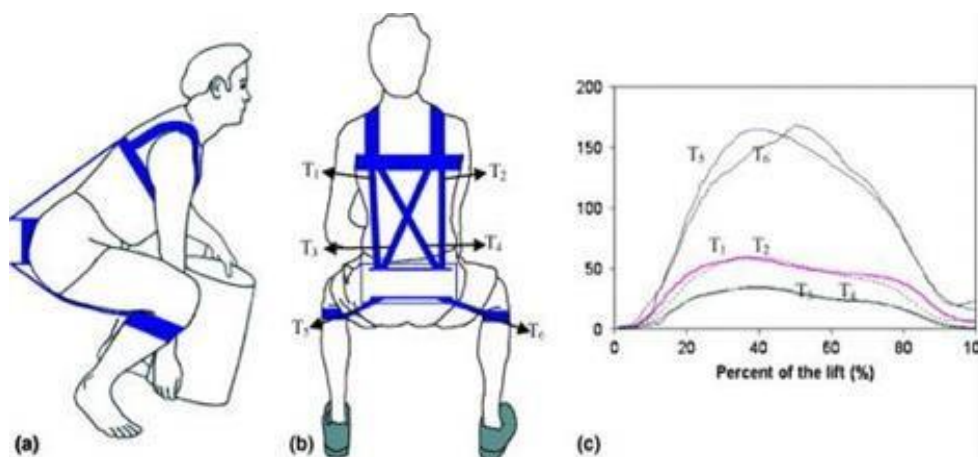


Figura 1.9 Dispositivo de Aumento al Levantamiento personal en el cuerpo

Fuente: tomado a partir de Abdoli-E , Agnew & Stevenson (2016).

- **Ekso Bionics**

Es un tipo de exoesqueletos motorizados para extremidades inferiores el cual es usado con la finalidad de manipular sobrecargas en la parte anterior del usuario, en este sentido se observa que este dispositivo a pesar de sus características no permite una manipulación de cargas de manera sencilla debido a que no existe una correcta distribución de las cargas, lo cual, provoca dificultades en adquirir un completo equilibrio para el usuario, de la misma forma le brinda al estibador la libertad para realizar movimientos en la cadera como son los de rotación, flexión y extensión. En cuanto a la línea de soporte de carga esta es elaborada de cualquier material flexible y resistentes a la tracción.

Este exoesqueleto presenta un tronco que se acopla a la parte superior del cuerpo, además, cuenta con dos soportes en las piernas que se apoyan en el suelo al momento de la bipedestación, estos soportes presentan una articulación de rodilla que a través de acoplamientos son conectados con la tibia y muslo dando paso a los movimientos de flexión y extensión de miembros inferiores (Harding, Amundson, Burns, & Angold, 2016).

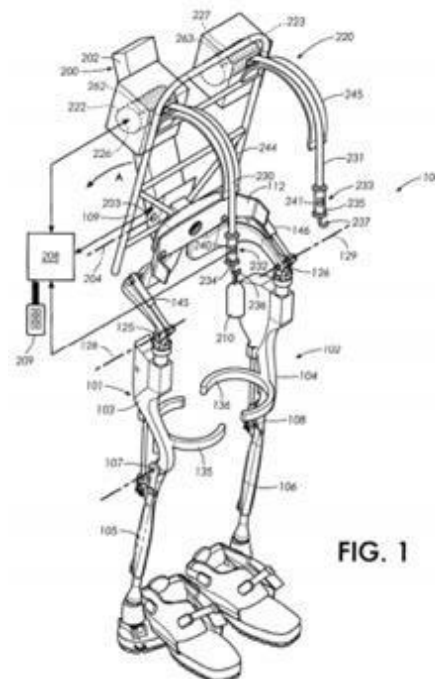


Figura 1.10 Dispositivo de Ekso Bionics

Fuente: tomado a partir de Harding, Amundson, Burns & Angold (2016).

Exoesqueleto semimotorizado de las extremidades inferiores

Este tipo de dispositivo se emplea en la manipulación de cargas pesadas y voluminosas al momento de ser transportadas por superficies lisas y escaleras, su característica principal es la de configurarse a las extremidades inferiores del usuario, presenta un exoesqueleto conectable, un grupo motor que proporciona potencia, y dos soportes conectables para los miembros inferiores, cada uno de estos soportes poseen dos barras articuladas, una para el muslo y otra para la pantorrilla (Rusdon, Harding & Kazerooni, 2014).

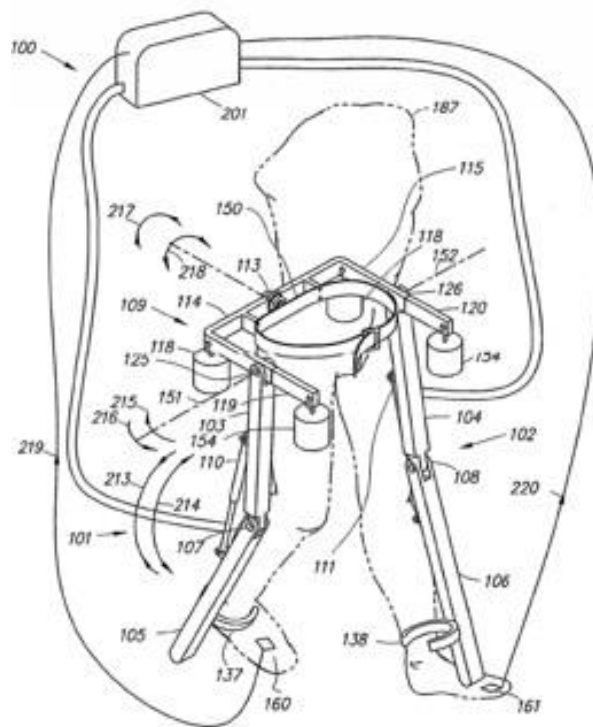


Figura 1.11 Dispositivo de Exoesqueleto semimotorizado de las extremidades inferiores

Fuente: tomado a partir de Rusdon, Harding & Kazerooni (2014).

Exoskeleton System for Load Carrying

Por otro lado, mediante un análisis en distintas investigaciones se pudo encontrar el siguiente dispositivo:

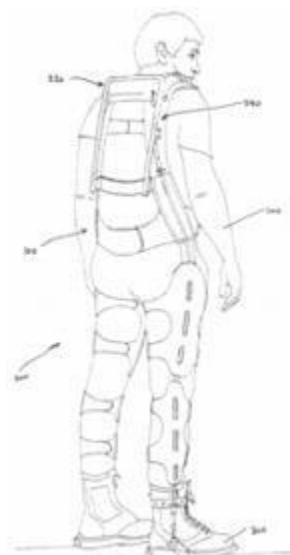


Figura 1.12 Exoskeleton System for Load Carrying

Fuente: tomado a partir de Wayne (2016) .

Consecuentemente, este exoesqueleto pasivo cumple con una función de carro de carga el cual se encarga de transportar carga aplicada, además, cuenta con un mecanismo Bowden el cual trata sobre un cable empleado para tirar la carga directamente al suelo, y así disminuir el peso de la carga sobre el usuario, presentan las piernas de este dispositivo una barra de muslo que se conecta directamente con la rodilla, las secciones de rodilla presentan acolchamientos y ruedas, además, de una varilla inferior que va desde la rodilla hasta el arco del zapato del individuo al evitar la hiperextensión de la rodilla (Wayne, 2016). Dentro de su composición se encuentra un material de baja fricción recubierto con fibra de carbono, lo cual, le proporciona una baja densidad.

En base a todos estos dispositivos se pudo analizar las diversas características que poseen cada uno de ellos con en el caso de BNDR presenta un mecanismo de resorte que proporciona rigidez y flexibilidad en el momento específico, todo esto fue realizado para brindar soporte a la zona lumbar de la columna vertebral, además, presenta un soporte a manera de cinturón en dicha zona para los movimientos de flexión de columna al momento de levantar cargas pesadas, diversos estudios comprobaron que su mecanismo contribuye a la prevención de los TME de origen laboral. Asimismo, el exoesqueleto Abdoli-E M posee un sistema de peto que se ajusta al pecho, hombros y rodillas, estas zonas están unidas por medio de una cinta flexible que ayudan a distribuir la fuerza realizada

la zona lumbar hacia todas las partes que ajusta el peto, se realizaron diversos estudios en, los cuales, evidenciaron que el esfuerzo muscular se disminuyó de manera significativa.

Los materiales más apropiados para la elaboración de un dispositivo manual de cargas son la fibra de carbono y las aleaciones de aluminio, esto se por qué dos de los dispositivos analizados anteriormente como es el Exoskeleton System for Load Carrying y el Exoesqueleto de miembros inferiores de uso militar poseían estos materiales en su estructura y al momento de ser evaluados demostraron que su composición es adecuada para ser empleada en la elaboración de dispositivos que se relacionen con actividades de manipulación de carga manual debido a que poseen baja densidad.

Además, se pudo analizar que el Exoesqueleto pasivo de 2 GDL se basa en un mecanismo conocido como kickstart ratcher el cual se acopla o desacopla, además, posee dientes de engranaje para facilitar el soporte de la carga por un lapso prolongado de tiempo sin el empleo de sistemas mecánicos o motores.

Cada dispositivo analizado contribuyó con diversas ideas para la elaboración del dispositivo de manipulación manual de cargas, se tomará en cuenta algunos de los materiales utilizados, varias partes de sus diseños, la manera en cómo fueron evaluados y las características más relevantes de sus componentes.

CAPÍTULO II DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque, alcance y diseño de investigación

En cuanto al objetivo que persigue la investigación cualitativa se basa en brindar una metodología de investigación que permita analizar el complicado mundo de la experiencia vivida desde la perspectiva de los individuos que la experimentan (Mendoza T. , 2014). Las diferentes particularidades enfocadas hacia los estudios cualitativos son definidos como investigaciones basadas en las personas, que adoptan las experiencias de los sujetos evaluadas de modo formal.

Según lo expuesto en el párrafo anterior, este proyecto tiene un enfoque cualitativo debido a que se analizará y se describirá la posturas y acciones más comunes que realizan los estibadores en la manipulación manual de cargas. Este enfoque modela un proceso inductivo contextualizado en un ambiente real, esto se da ya que se podrá interactuar con los participantes del Mercado Mayorista de Ambato y con sus datos, donde se buscará respuestas a las incógnitas que se centran en la experiencia. Finalmente, este estudio cualitativo consistirá en comprender los problemas de los estibadores para postular soluciones a través requerimientos técnicos.

La investigación tiene un alcance descriptivo, debido a que busca especificar las características de las acciones que realizan los estibadores al momento de la manipulación manual de cargas; al mismo tiempo que se exteriorizará las características y propiedades funcionales, formales y ergonómicas del dispositivo.

Por otro lado, este proyecto tiene un diseño de investigación-acción, debido a que comprenderá la problemática que tienen los estibadores al momento de interactuar con las cargas manuales, para posteriormente resolver dicho problema a través del prototipo del dispositivo. Este diseño establece como estrategia de indagación las siguientes fases: observar, pensar y actuar.

Para dar cumplimiento al tercer objetivo del proyecto de investigación, se aplicará el método de Pahl y Beitz, en el cual se ve el producto como sistemas técnicos que transforman energía, material e información, además, sustenta la propuesta de trabajo a través de funciones y sub-funciones que están determinados por principios físicos y características geométricas y materiales del sistema para que surja el principio de solución (Pahl & Beitz, 2007). Este método facilita el desarrollo del producto a partir de la identificación del problema y al pasar por etapas de especificación de necesidades y requerimientos hasta la elaboración de propuestas a través de bocetos para que finalmente se seleccione el adecuado para realizar el prototipo.

2.2 Recolección, procesamiento y análisis de la información

Para el desarrollo del epígrafe de recolección, procesamiento, y análisis de la información, es necesario definir la población y la muestra de investigación. En cuanto a la población se define tres unidades de análisis, la primera serán los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato, la segunda las cargas con las cuales interactúan la primera unidad de análisis y la tercera un especialista con conocimientos sobre ergonomía del trabajo.

En este sentido, la población del presente proyecto de investigación será finita, pues se cuenta con un número reducido de sujetos de estudios que cumplirán a cabalidad los criterios de inclusión y exclusión que más adelante se detallan.

Para la selección de la población de la primera unidad de análisis se considera el siguiente criterio de inclusión y exclusión:

- Estibadores que realizan manipulación manual de cargas, estos puestos requieren de mayor esfuerzo físico debido a los pesos excesivos. Se excluye a los estibadores que realizan sus actividades con ayuda de coches y triciclos.

El número total de estibadores en el Mercado Mayorista que cumplen los criterios anteriormente mencionados llegan a un aproximado de 450, datos que fueron proporcionados por la administración del Mercado Mayorista de Ambato, (M. Fiallos, Comunicación personal, 3 septiembre 2020). Basado en este número se aplica un muestreo no probabilístico por conveniencia, este método admite elegir los casos accesibles en un intervalo de tiempo (Morphol, 2017), se estable la disponibilidad de las personas que forman parte de la muestra y que cumplen los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Estibadores que trabajan más de las ocho horas diarias.
- Estibadores encargados de las acciones de carga, descarga y traslado manual.
- Estibadores que asisten los días de ferias realizados los domingos y lunes, de 03H00 a 12H00.
- Tiempos de trabajo no menor a los cinco años.

- Naves de trabajo que manipulan sacos de papas, arroz, cebolla, zanahoria, maíz, azúcar, cajas de tomate, melloco.
- Turno fijo de mañana

Por lo tanto, una vez aplicados los criterios inclusivos y exclusivos anteriormente señalados, se tiene como muestra a 20 estibadores, los cuales, se especifican en la tabla 2.2 con la siguiente información: nombres, edad, años de experiencia y la descripción de las personas (contextura, estatura y peso).

Tabla 1.2 Muestra de 20 Estibadores del Mercado Mayorista de Ambato

Nº	Nombre	Edad	Años de experiencia	Descripción física de la persona
1	Cayo Vega Fabián Roberto	42	13	Contextura: robusto, Estatura: 1600 mm Peso: 72,3 kg.
2	Vega Baltazaca Edison Walter	29	5	Contextura: delgado, Estatura: 1700 mm Peso: 76,4 kg.
3	Pastuña Chugchilan Fidel	39	6	Contextura: delgada, Estatura: 1630 mm Peso: 74,3 kg.
4	Leon Guapi Baltazar	47	10	Contextura: obesa, Estatura: 1700 mm Peso: 92,3 kg.
5	Licta Gavilanes José Manuel	61	12	Contextura: robusta, Estatura: 1580 mm Peso: 65,1 kg.
6	Mena Millingalle Víctor	29	6	Contextura: delgada, Estatura: 1550 mm Peso: 64,3 kg.
7	Tenesaca Lema Juan Carlos	40	10	Contextura: robusta, Estatura: 1550 mm Peso: 67,6 kg.
8	Toaquiza Ricardo	57	20	Contextura: robusta, Estatura: 1720 mm Peso: 72,3 kg.
9	Vega Millingalli Juan Fabián	36	14	Contextura: robusta, Estatura: 1750 mm Peso: 82,3 kg.
10	Pilatasig Millingalle Jaime	54	18	Contextura: obeso, Estatura: 1580 mm Peso: 65,3 kg.
11	Vega Guanina Edgar	25	6	Contextura: obeso, Estatura: 1550 mm Peso: 72,3 kg.
12	Dias Quindigalle Jorge Ramiro	43	15	Contextura: delgado, Estatura: 1650 mm Peso: 54,6 kg.
13	Sayay Delgado Jorge Ramiro	28	8	Contextura: delgado, Estatura: 1750 mm

				Peso: 54,5 kg.
14	Sinchiguano Sanchez Byron David	47	19	Contextura: robusto, Estatura: 1640 mm Peso: 72,3 kg.
15	Pallo Iza Alberto	43	18	Contextura: robusta, Estatura: 1630 mm Peso: 72,3 kg.
16	Sisa Punina José Alberto	50	24	Contextura: robusta, Estatura: 1760 mm Peso:76,1kg.
17	Chusin Toaquiza Manuel	46	19	Contextura: robusto, Estatura: 1640 mm Peso: 73 kg.
18	Tigasi Cayo José Mariano	55	23	Contextura: obeso, Estatura: 1650 mm Peso 83,5 kg.
19	Chusin Pallo Salvador	61	25	Contextura: delgado, Estatura: 1710 mm Peso: 69,5 kg
20	Pallo Vega Juan	23	5	Contextura: robusto, Estatura: 1650 mm Peso: 72,1 kg

Fuente: Elaboración propia

Para la recolección de los datos cualitativos se aplicará las siguientes técnicas: encuesta cualitativa, la observación y la entrevista semiestructurada.

La encuesta cualitativa estará dirigida hacia los 20 estibadores, con el objetivo de identificar en que posturas y el tiempo que mantienen la misma al momento de llevar la carga y los pesos, ellos son los que con mayor frecuencia transportan los sacos. Como instrumento se aplicará un cuestionario conformado por 10 apartados (Anexo 1).

Cabe recalcar que dicho instrumento está basado en el manual del método ERGOPAR V2.0 (Es un procedimiento de ergonomía participativa para la prevención de riesgo ergonómico de origen laboral), del cual se suprimió algunos apartados que eran evidentes en la muestra y se conservó los que tienen relación con las posturas.

La técnica de observación va dirigida nuevamente a los 20 estibadores del Mercado Mayorista de Ambato, la cual, tendrá como objetivo evaluar los datos ergonómicos para identificar si existe el riesgo. Asimismo, este instrumento se basa en la Manipulación Manual De Cargas (INSHT, 2017) (Anexo 2), el cual

consta de 16 preguntas las cuales se suprimieron seis y se tomaron en cuenta diez de ellas que ayudan para la evaluación de dichos trabajadores.

Para la segunda unidad de análisis, se define como población a todas las cargas con las que trabajan la muestra de la primera unidad de análisis. En la tabla 2.3 se presentan las siguientes características de las cargas:

Tabla 2.2 Características de Cargas

Nombre de la carga	Peso	Dimensiones
Azúcar	50 kg	780 mm*620 mm
Arroz	45 kg	780 mm*620 mm
Papas	50 kg	880mm*580mm
Cebolla colorada	45,5 Kg	860mm*460mm
Zanahoria	27,3 kg	500mm*400mm
Granos tiernos como arveja, frejol entre otros	50 kg	900mm*600mm
Granos secos	50 Kg	780mm*620 mm
Maíz	45,5 kg	900mm*580mm
Meloco	45,5 Kg	880mm*580mm
Tomate riñón	20 Kg	250mm*400mm*300mm

Fuente: Elaboración Propia.

De igual manera, se aplica la observación a las cargas para identificar sus características y la interacción del estibador con las mismas, el peso que presentan al momento de que se realiza el trabajo, las dimensiones del producto, la manipulación manual de carga y las dificultades que por lo general presentan las personas que lo realizan (Anexo 3)

Para la definición de la población de la tercera unidad de análisis, se considera los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Profesional de diseño industrial.

- Profesional en la seguridad e higiene de trabajo.
- Conocimiento ergonomía de trabajo.
- Título de Cuarto nivel en diseño industrial.

Una vez aplicado estos criterios de inclusión y exclusión se definen, como tercera población al Mg. Ing. Adrián Paredes, cuya característica se describe en la Tabla 2.4.

Tabla 2.3 Datos del Especialista

Nombre	Mg, Ing. Adrián Paredes
Título	Ing. Diseño industrial Mg. Prevención en riesgos laborales: Seguridad en lesiones de trabajo especialización de ergonomía aplicada
Estudios	PUCESA Universidad Politécnica de Cataluña (UPC)
Cargo actual	Profesional senior en prevención de riesgos laborales (EasyTeache Global)
Conocimientos	Seguridad industrial Higiene industrial Ergonomía aplicada Psicosociología laboral Sistema de gestión laboral del trabajo

Fuente: Elaboración Propia

La entrevista semiestructurada está dirigida al Mg. Ing. Adrián Paredes, con el objetivo de determinar las características del dispositivo de manipulación manual de cargas. Desde el punto de vista de un experto, se tomaron en cuenta los siguientes criterios tales como:

- Conocimiento en diseño industrial, mismos que son importantes para la funcionalidad y conceptualización de un producto.
- Proceso de diseño de un dispositivo
- Seguridad del trabajo.

El instrumento que se aplicará será una guía de preguntas conformada por cinco apartados (Anexo 4).

Una vez aplicados los instrumentos de investigación se obtienen los siguientes resultados, los cuales, se explicarán a continuación:

Se observó, a través de diez preguntas expuestas a los estibadores, que inclinan el tronco, ejercen fuerzas de empuje o tracción elevada, mantienen cargas elevadas a los 600 mm donde se exponen al riesgo laboral al ser peligrosa la superficie de la carga y mantienen posturas inadecuadas al momento de realizar el levantamiento de carga; además, son insuficiente las pausas que realizan dado que el trabajador carece de autonomía para regular su ritmo de trabajo, se pudo conocer cómo se manifiesta en el Anexo 5, que la mayoría de los estibadores carecen de posiciones regulares inestables al ritmo del trabajo que ejercen.

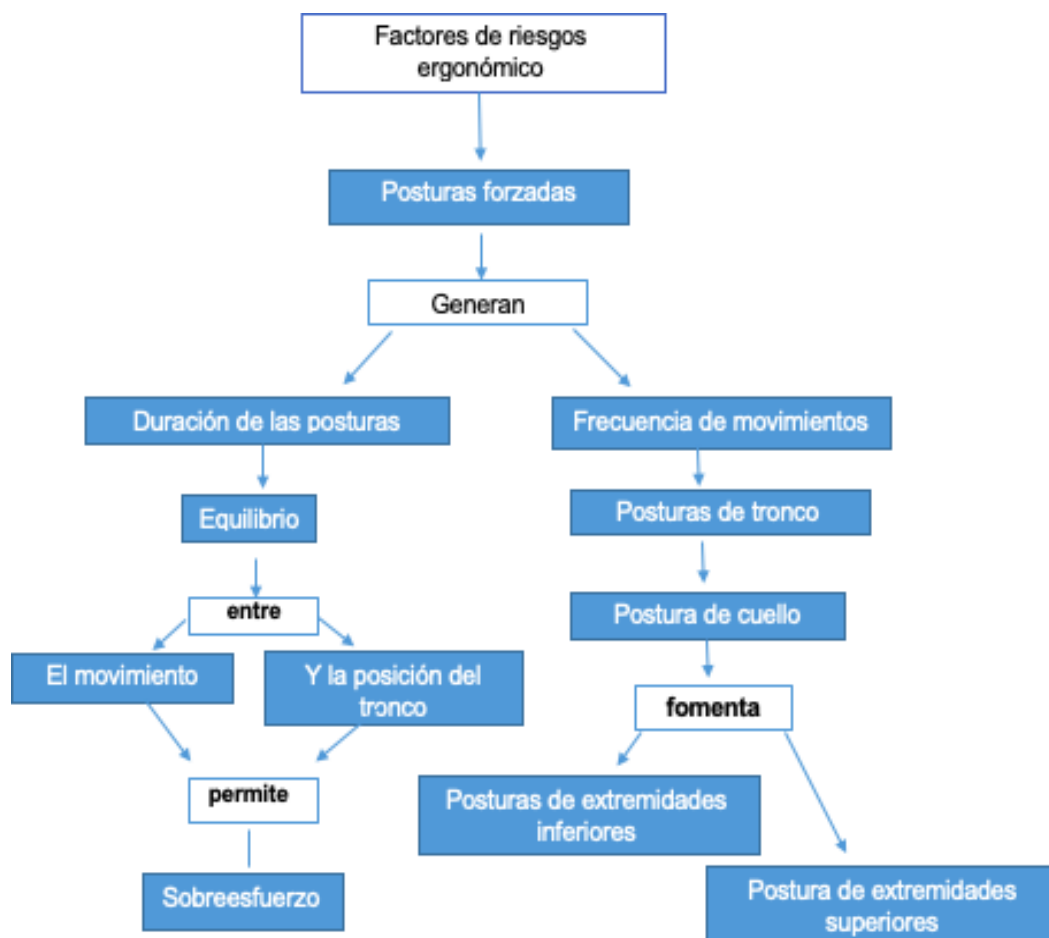


Figura 2.13 Factores de riesgos ergonómicos

Fuente: Elaboración Propia

Se pudo concluir que los estibadores tienen inclinación si levanta cargas de más 50 kg de dimensiones promedio de 600x500 mm y posturas que crean un sobreesfuerzo (Anexo 6), además, de movimientos bruscos. Por ello es necesario la implementación de un dispositivo que sirva de apoyo al trabajo que realizan estas personas, para reducir lesiones y sobreesfuerzos en su área.

Asimismo, se pudo conocer a través de una ficha de observación (Anexo 7) las cargas que manipula el estibador presentan un peso de 20 kg hasta 50 kg con un aproximado en dimensiones de 600 mm de sacos cargados de azúcar, arroz, papas, zanahorias, mellocos, tomate, cebolla, en el cual se llega a la conclusión que se tendrá una reducción de carga o la implementación de un dispositivo que permita ayudar al levantamiento de carga y así reducir las contusiones causadas por el sobre esfuerzo.

La entrevista dirigida al especialista, sirvió para conocer resultados relevantes, con esto se pudo comprender las características que afectan a un estibador si mantienen una mala postura, de igual forma, se conoció la zona afectada si no se tiene prevenciones y ocurre en la zona dorso lumbar: sin embargo, existe la opción de poder diseñar e implementar un dispositivo que sirva como apoyo al estibador y así generar menos fuerzas y tener posturas adecuadas al momento de realizar la labor en su puesto de trabajo (Anexo 8).

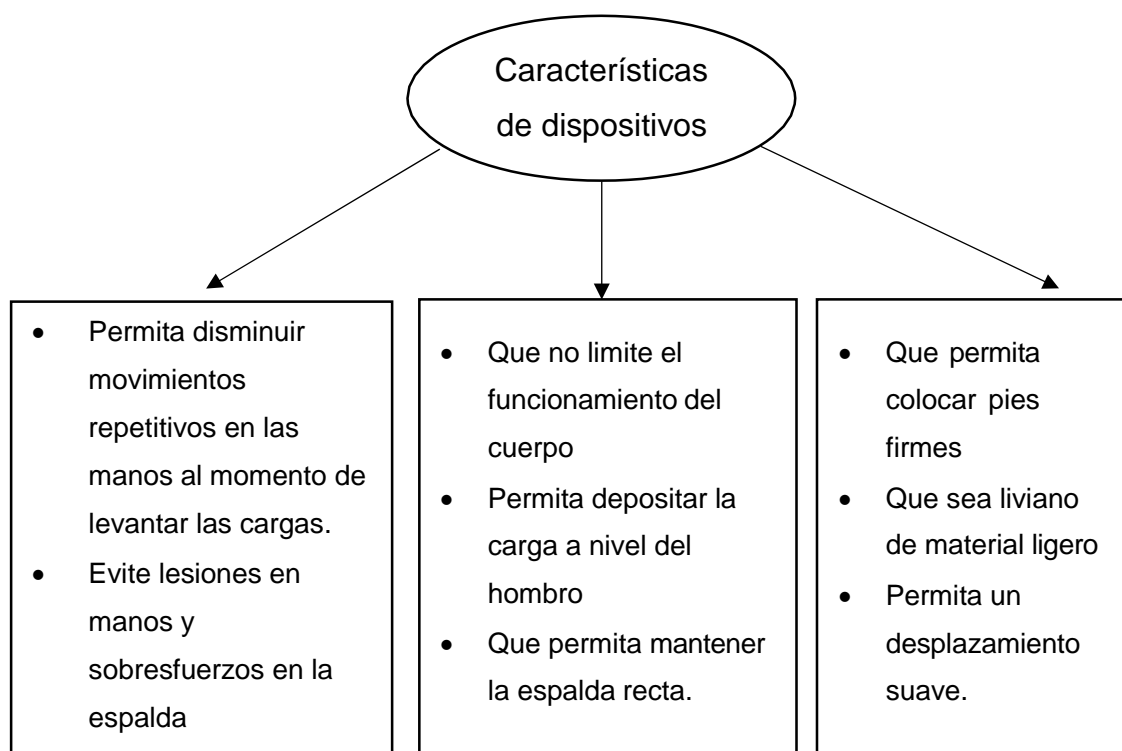


Figura 2.14 Características de Dispositivos.

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Propuesta de investigación

Para el desarrollo de los productos es necesario aplicar una metodología que direcciona los pasos adecuados para el desarrollo del diseño, esta cumple con lo requerido en cuanto a funcionalidad y estructura. Por consiguiente, para la propuesta de diseño del presente proyecto, se aplica la metodología de Pahl & Beitz (2007), la cual, se divide en cuatro fases estas son: aclaración de la tarea, que permitirá entender adecuadamente de que va a tratar el tema y el origen de este; diseño conceptual, que se refiere al desarrollo del tema, al pensar desde las necesidades principales del consumidor de este producto; diseño de encarnación, se basa en la elaboración de un diseño definitivo en donde se definirá la disposición de los conjuntos, componentes, piezas y formas geométricas, dimensiones y materiales. El diseño de detalle comprende la fase final que contemplan los planos constructivos y detalle de piezas.

Por lo tanto, estas fases permiten plasmar desde el análisis del problema y la recopilación de la información, seguido de las especificaciones formales funcionales y ergonómicas del diseño; posteriormente se generan las alternativas de diseño mediante proceso de boceto para ser evaluadas y seleccionar dentro de ellas la propuesta factible. Finalmente se detallan los aspectos estructurales como materiales, uniones, dimensiones, entre otros. Se concluye la propuesta con un prototipo a nivel virtual.

Aclaración de la tarea

Aquí se analizará el problema en donde se recolectará información de este a través de encuestas y asesorías del especialista, una vez ya recopilada la información se realizará la especificación del diseño al seguir los pasos expuestos en la metodología (o programa de requisitos). Esta especificación ya fue elaborada en el epígrafe de recolección, procesamiento y análisis de la información en donde se pudo concretar todos los aspectos necesarios a aplicar en el producto, así como la fecha prevista de finalización.

Asimismo, se identificó los enfoques para el desarrollo y construcción que tiene el dispositivo, al tener en consideración diversos aspectos estructurales, materiales, formas de construcción y dimensiones ergonómicas, los cuales, son adecuados para el uso de este prototipo.

Además, se tomará en consideración las necesidades de los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato debido a que representan el principal problema por el cual se realiza este proyecto de investigación, también, se tomara en cuenta algunas restricciones al momento de diseñar este prototipo, se priorizara las funciones vitales para el mismo, el cual tiene como fin cumplir con la mayoría de las necesidades que presentan los estibadores anteriormente mencionados (Tabla 2.5).

Tabla 2.4 Descripción del producto.

Enfoque	Descripción
Descripción del Producto	Dispositivo que facilitara la manipulación manual de cargas que tenga materiales livianos y a su vez permita una correcta postura de los que lo utilicen.
Propuesta del Valor	Materiales reutilizables
Idea a defender	El diseño de un dispositivo que facilitara las acciones de manipulación de carga a los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato.
Mercado Primario	Estibadores del Mercado Mayorista de Ambato
Mercado secundario	Comerciantes del Mercado Mayorista de Ambato
Suposiciones y restricciones	Pesos que excedan los 150 kg, que sea empleado de manera correcta y para los fines específicos

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos de la entrevista al especialista, cuestionario y fichas de evaluación como de observación hacia el público objetivo son resumidos en una matriz de necesidades de: funcionales, uso, estructurales, formal y materiales, los cuales, nos ayudará en la organización para el desarrollo del proyecto (Tabla 2.6).

Por consiguiente, estas necesidades mencionadas son analizadas y valoradas de manera jerárquica mediante el nivel de importancia que se le atribuyó, en el cual se empleó una calificación de cinco al más importante y de uno al de menor

importancia, dando como resultados aspectos prioritarios, ergonomía estructurada, es decir, qué tipo de medidas son las que se tomará en cuenta para el desarrollo del proyecto, a su vez permitirá un completo análisis de materiales adecuados, su forma de construcción y tiempo aproximado de preparación del mismo.

De esta forma se tomará inicio a una correcta funcionabilidad, posteriormente su forma de uso y finalmente se verá la parte formal o estética del producto (Tabla 2.7).

Tabla 2.5 Necesidades de los usuarios.

Necesidad	Imp.
Necesidades antropométricas y ergonómicas que se ajusten a la mayoría de la población.	5
Evitar daño de vertebras por posiciones inadecuadas.	5
Facilitar la manipulación de las cargas	4
Soporte de cargas a nivel del hombro	5
Funcionalidad y adaptabilidad para transportar la carga	4
Restricción de movimiento anormales	5
Percepción física y visual.	3
Resistencia estructural para cargas	5
Adaptabilidad de componentes externos	2
Estructuras por piezas	3
Fácil limpieza y texturas lisas	4
Manipulación adecuada, la estructura fácil de ser colocada.	3
Estético	1
Resistencia y soporte lumbar, y soporte cervical.	5
Equilibrio estructural, dimensional y estético	4
Materiales resistentes hacia la carga pesada, y a la manipulación continua	3
Materiales livianos para ser colocados en la zona lumbar y cervical.	4
Texturas lisas, engranajes adecuados, peso estructural bajo.	3
Componentes adicionales para mejor uso	3
Costo de producción no elevada	4

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2.6 Jerarquía de las necesidades de los usuarios.

Núm.	Jerarquía de necesidades
	PRIMARIAS
1	Necesidades antropométricas y ergonómicas que se ajusten a la mayoría de la población.
2	Evitar daño de vertebras por posiciones inadecuadas.
3	Facilitar la manipulación de las cargas
4	Funcionalidad y adaptabilidad para transportar la carga
5	Restricción de movimiento anormales
6	Resistencia estructural para cargas
7	Fácil limpieza y texturas lisas
8	Resistencia y soporte lumbar, y soporte cervical.
9	Equilibrio estructural, dimensional y estético
10	Materiales livianos para ser colocados en la zona lumbar y cervical.
11	Costo de producción no elevada
12	Soporte de cargas a nivel del hombro
	SECUNDARIOS
13	Percepción física y visual.
14	Estructuras por piezas
15	Manipulación adecuada, la estructura fácil de ser colocada.
16	Materiales resistentes hacia la carga pesada, y a la manipulación continua
17	Texturas lisas, engranajes adecuados, peso estructural bajo.
18	Componentes adicionales para mejor uso
	TERCIARIAS
19	Adaptabilidad de componentes externos
20	Estético

Fuente: Elaboración Propia

Conforme a la realización de la matriz de relación de las necesidades del usuario y las características técnicas del dispositivo, se analizó todas las especificaciones primordiales que se encuentran dentro del diseño, para que de esta manera tener una idea más concreta y clara que proporcione soluciones tanto factibles como viables (Tabla 2.8).

Tabla 2.7 Matriz de especificaciones del dispositivo de manipulación de cargas fundamentados en sus necesidades

ESPECIFICACIONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
NECESIDADES	Materiales de densidad baja afeciones de aluminio en componentes internos	Transmitir su forma al uso que se destino	Sus componentes externos tienen espuma de alta densidad, por lo general visco elásticas y con efecto memoria.	Texturas forradas con malla transpirable 3D que mantienen la espalda fresca y seca	Componente de distintas piezas que se adaptan a las curvaturas del cuerpo.	Estudios antropométricos y análisis de medidas ergonómicas de la población latinoamericana	Diseño biomimético que favorece una postura sana y protege la curvatura natural de la columna vertebral.	Resistencia a flexiones	Estructuras de apoyo pasivas	Restricción de movimiento de brazos mayor a los 90°	Fijación de las muñecas a través de férulas	Ejercer una presión en las extremidades inferiores para la manipulación de cargas	Diversos grados de asistencia y bloqueo de las regiones del tronco	Uniones de componentes mediante anclajes	Sujeción en la zona lumbar con mecanismo de correas	Bloqueo del movimiento del cuello de forma lateral mayor a 45°	Superficies rectas a nivel de los hombros	Protector de fibra de carbono de la zona cervical superior	Flexibilidad en sus componentes	Estándares de calidad
Necesidades antropométricas y ergonómicas que se ajusten a la mayoría de la población.						*	*			*	*						*	*		*
Evitar daño de vertebras por posiciones inadecuadas.			*		*	*	*											*		
Facilitar la manipulación de las cargas	*		*		*				*		*	*	*							
Soporte de cargas a nivel del hombro										*						*	*			
Funcionalidad y adaptabilidad para transportar la carga	*	*	*		*			*	*				*							
Restricción de movimiento anormales					*		*	*	*			*		*			*			
Percepción física y visual.		*			*															
Resistencia estructural para cargas	*				*			*	*			*	*		*					*
Adaptabilidad de componentes externos					*															
Estructuras por piezas	*				*	*	*										*			
Fácil limpieza y texturas lisas	*		*	*																*
Manipulación adecuada, la estructura fácil de ser colocada.	*	*				*	*													
Estético funcional							*													
Resistencia y soporte lumbar, y soporte cervical.			*		*		*						*					*		*
Equilibrio estructural, dimensional y estético						*				*		*			*			*		
Materiales resistentes hacia la carga pesada, y a la manipulación continua	*																			*
Materiales livianos para ser colocados en la zona lumbar y cervical.			*																	*
Texturas lisas, engranajes adecuados, peso estructural bajo.				*																*
Componentes adicionales para mejor uso							*											*		
Costo de producción no elevada			*	*																

Fuente: elaboración propia

Se pudo concluir mediante esta matriz que las especificaciones que requiere el diseño de este dispositivo se basan en la antropometría y ergonomía, de la misma forma se utilizarán materiales de densidad baja para sus componentes estructurales y para los componentes exteriores se utilizará una espuma de densidad alta, así mismo los diversos bloqueos de las extremidades satisfará a diversas necesidades que requiere el público objetivo, esto nos permitió analizar sus principales soluciones que van a ser tomadas en cuenta a la hora de realizar el diseño del dispositivo.

Diseño Conceptual

Una vez dadas las especificaciones estructurales, se procede a generar y evaluar amplias soluciones que proponen un punto de partida adecuado para el diseño físico, además, de detallar sus componentes estructurales, materiales con conceptos y esquemas gráficos.

En la Figura 2.15 se especifica los componentes y materiales que van a ser utilizados para las propuestas de diseño del producto así mismo las medidas adecuadas y sus diversos componentes que va a integrar este diseño.



Figura 2.15 Ilustración de las especificaciones del producto.

Fuente: Elaboración Propia

Mediante la aclaración de las especificaciones esenciales se procede a la siguiente fase que corresponde al boceto pensante (Figura 2.16), la cual, tiene como función principal brindar diversas ideas para así llegar a posibles soluciones, además, aquí se detalla todos los componentes que va a tener el diseño.



Figura 2.16 Bocetos pensantes.

Fuente: Elaboración Propia

En cuanto a los bocetos de exploración e ideación (Figura 2.17) se toma en cuenta las ideas más esenciales y factibles de los bocetos pensantes, para así poder combinar diversas posibilidades de dispositivos que se va a incluir una exploración de formas, para que de esta manera se logre obtener una idea ya estructurada de los componentes primordiales y funcionales.



Figura 2.17 Bocetos de exploración y de ideación.

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de Encarnación:

Los conceptos elegidos formaran parte del diseño definitivo, este define la disposición de los conjuntos, componentes, piezas y formas geométricas, dimensiones y materiales.

El diseño definitivo no tiene que ser elaborado por completo en todos los detalles. La configuración del producto y la forma de las piezas se desarrollarán hasta el punto en que el diseño del producto pueda probarse frente a todos los requisitos principales de la especificación, preferiblemente como modelo funcional o prototipo.

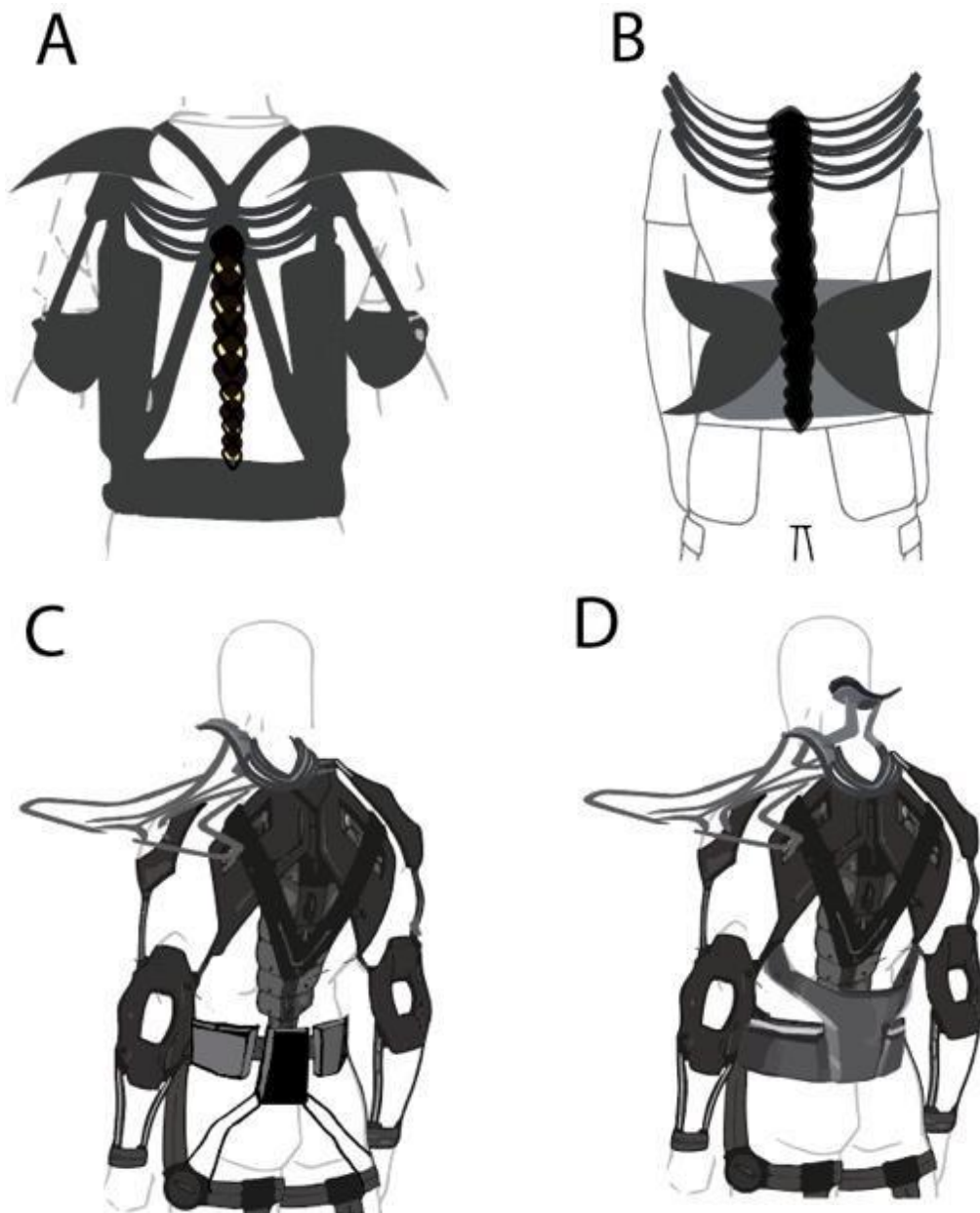


Figura 2.18 Definición de encarnación.

Fuente: Elaboración Propia

Mediante las matrices para la selección de concepto guiadas de la obra de (Ulrich & Eppinger (2013) se espera definir de una mejor manera nuestra propuesta para que satisfaga de una manera significativa las necesidades del usuario.

La matriz que se utilizó en la de filtrado de conceptos donde es una evaluación rápida y que nos permite aproximar alternativas viables. Esta matriz nos indica con una rápida calificación de los conceptos al hacer referencia al uso de código

Funcionalidad y adaptabilidad para transportar la carga	20%	1	0.2	2	0.4	3	0.6
Restricción de movimiento anormales	15%	2	0.3	3	0.45	4	0.6
Resistencia y soporte lumbar, y soporte cervical.	10%	2	0.2	2	0.2	3	0.4
Soporte de cargas a nivel del hombro	25%	2	0.5	2	0.5	3	0.75
Durabilidad	15%	2	0.3	3	0.45	3	0.45
Facilidad de uso	10%	3	0.3	4	0.4	3	0.3
Portabilidad	5%	3	0.15	2	0.1	3.25	0.15
Total, de puntos			1.95		2.5		1
Lugar			3		2		1
¿Continuar?		NO		NO			

Fuente: Elaboración Propia

Se pudo concluir mediante estas matrices de selección de concepto que la propuesta D (Figura 2.19) es la más factible a desarrollar, en la matriz de evaluación de conceptos nos indica mediante una suma ponderada que es la más adecuada a realizar, debido a que nos indica que mediante esta propuesta vamos a resolver en un mayor porcentaje los diferentes criterios sobre este producto.



Figura 2.19 Concepto D del dispositivo de manipulación manual de cargas

Fuente: Elaboración Propia

Para la adquisición de una retroalimentación con el usuario, se aplicó como instrumento una encuesta dirigida hacia un estibador con cinco preguntas, esta fue respondida después de haberle solicitado que se coloque el prototipo con el objetivo de ver la funcionabilidad y adaptabilidad de un modelo de estudio (Anexo 9).

Como resultado de la encuesta se pudo observar que el estibador tuvo ayuda a la hora de manipular la carga y tener un buen soporte lumbar como recomendaciones por parte del estibador es tener un mejor acolchonamiento en la parte de los hombros.

Diseño de detalle

En esta fase final, la forma geométrica, las dimensiones (Anexo 10), las propiedades de la superficie y los materiales del producto y todas sus partes individuales están completamente especificadas y establecidas en los planos de

ensamblaje, dibujos detallados y listas de piezas. De la misma forma se especifica el costo del dispositivo (Anexo 11).

Se elaboró un prototipo 3D (Figura 2.20) que cumple con las especificaciones planteadas en cuanto a formas geométricas y requerimientos que manifestó el usuario en la retroalimentación, mediante este prototipo se cumple con el objetivo tres (Figura 2.21).



Figura 2.20 Prototipo virtual del dispositivo y su modo de uso

Fuente: Elaboración Propia

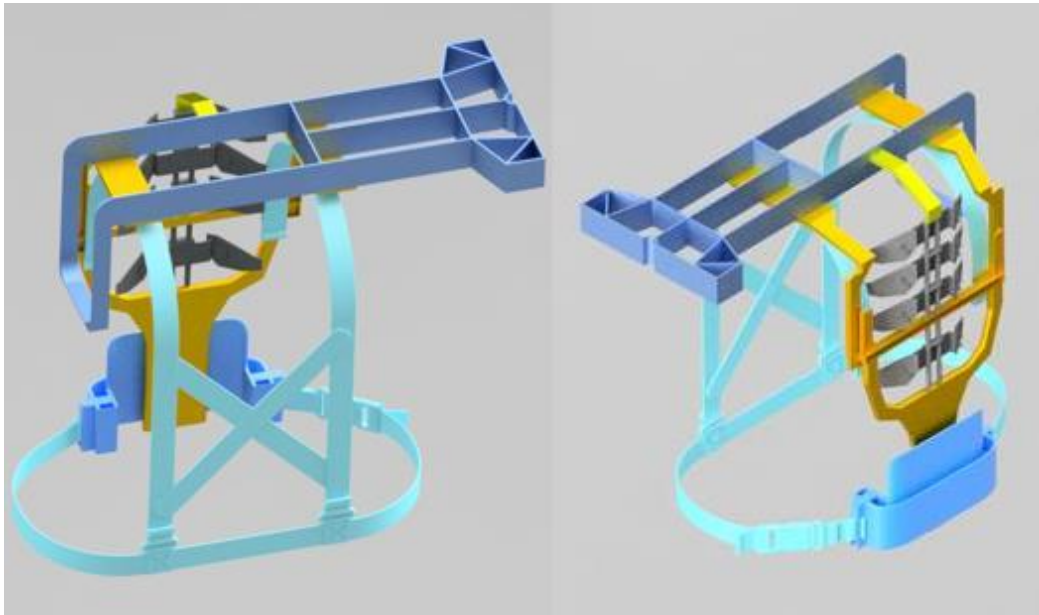


Figura 2.21 Prototipo virtual del dispositivo de manipulación de carga

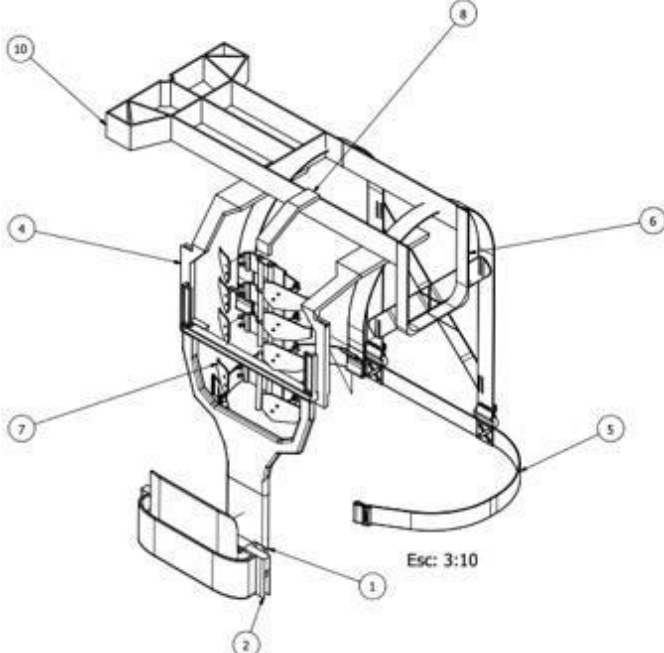

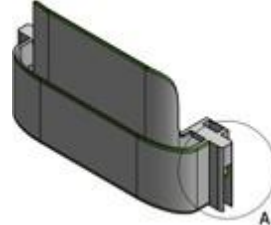

Fuente: Elaboración Propia




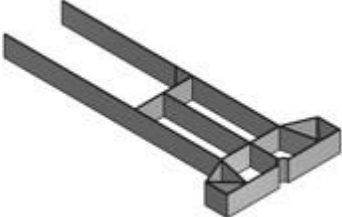
Para la estructura del dispositivo los requerimientos de los materiales a utilizar tienen distintas propiedades entre ellas se necesita que posea densidad baja, por esta razón se ha elegido un aluminio con aleación de cobre conocido como 2xxx, este se caracteriza debido a que presenta un tratamiento llamado T3 el cual brinda una resistencia a la tracción de 427 Mpa.

Los materiales que se requieren para la cubierta de la estructura del soporte lumbar cumplen diversos requerimientos como resistencia mecánica, tenacidad, rigidez y desgaste por esta razón se vio factible la utilización de un termoplástico específicamente la Poliamida (PA), la cual, posee una propiedad mecánica de tensión para fluencia de 527 MPa. Además, para este dispositivo se empleará una espuma viscoelástica de alta densidad, la cual, se caracteriza por un efecto memoria y la eliminación de puntos de presión.

Una vez escogidos los materiales se procedió a realizar los planos de ensamblaje (Figura 2.22) y cotas generales (Figura 2.23), dibujos detallados, listas de piezas (Tabla 2.11) y sus partes individuales.

Tabla 2.11 Especificaciones de los componentes principales

Principales Componentes			
			
Número	Nombre	Especificación	Gráfico
1	Soporte lumbar	Evita la hiperflexión lumbar y a distribuir el peso esta pieza está realizada de un elastómero específicamente el (PA).	
2	Soporte cadera	Proporciona sostén a la cadera que brinda rigidez a la columna vertebral y posee acoples para las correas.	
4	Porta aleta	Soporte la pieza aleta que cuida que la carga no presione los hombros del estibador y a su vez distribuye el peso de la carga.	

5	Correas de 4 puntas	Brinda seguridad al momento de utilizar el dispositivo, se ajusta al soporte de cadera, además, se adapta a hombros y al perímetro abdominal. Cuenta con subcomponentes como es deslizadores y hebillas de plástico.	
6	Soporte brazo	Es la parte continua del componente aleta, la cual, proporciona estabilidad y equilibrio al permitir un contra peso en el brazo opuesto al que lleva la carga.	
7	Vertebras	Evita los movimientos anormales de la columna vertebral al momento de la flexión de tronco que brinda una postura adecuada	
10	Aleta	Soporta el peso de la carga a nivel del hombro y evita el contacto con los miembros superiores del estibador.	

Fuente: Elaboración Propia

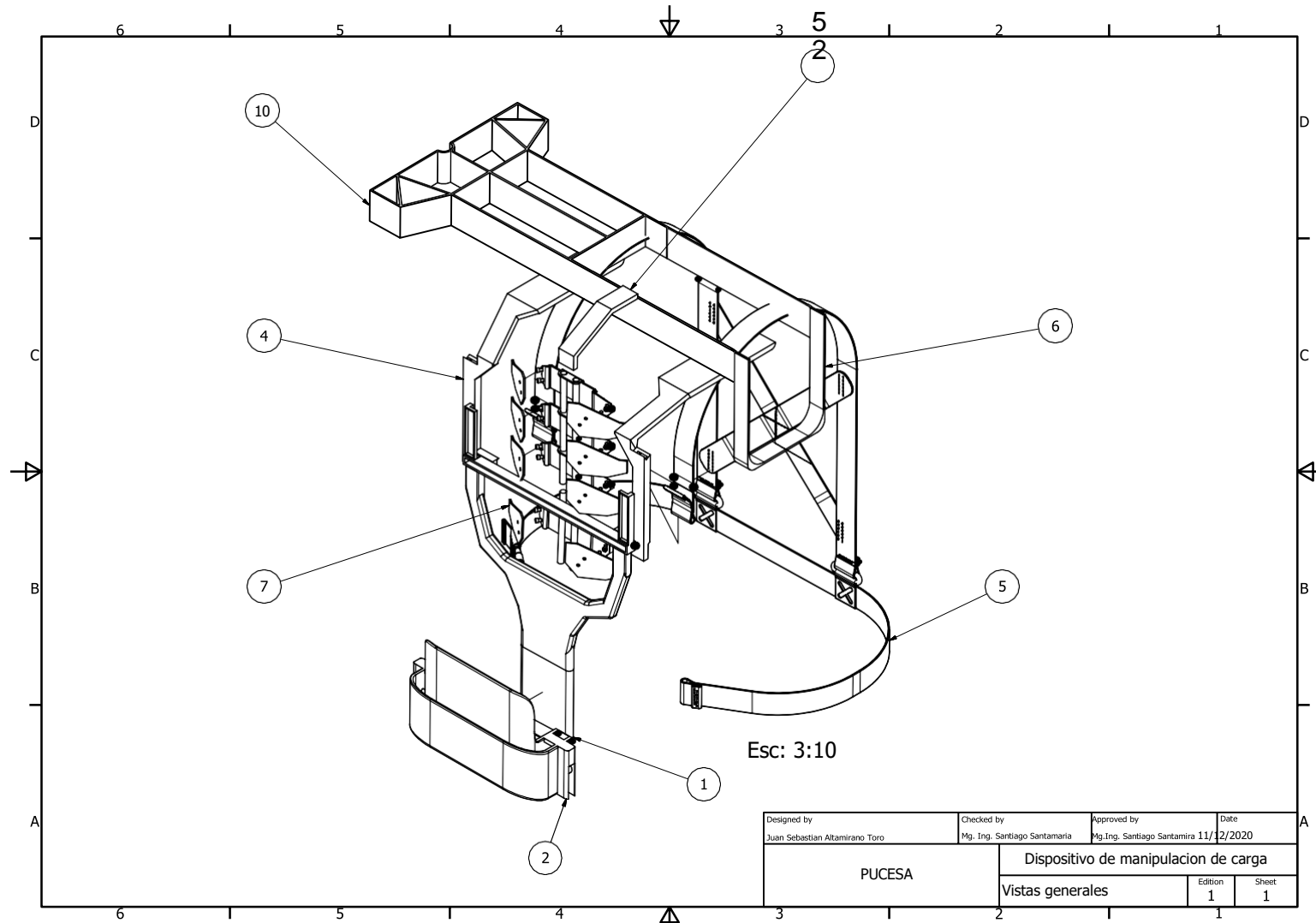


Figura 2.22 Planos de ensamble del dispositivo

Fuente: Elaboración Propia

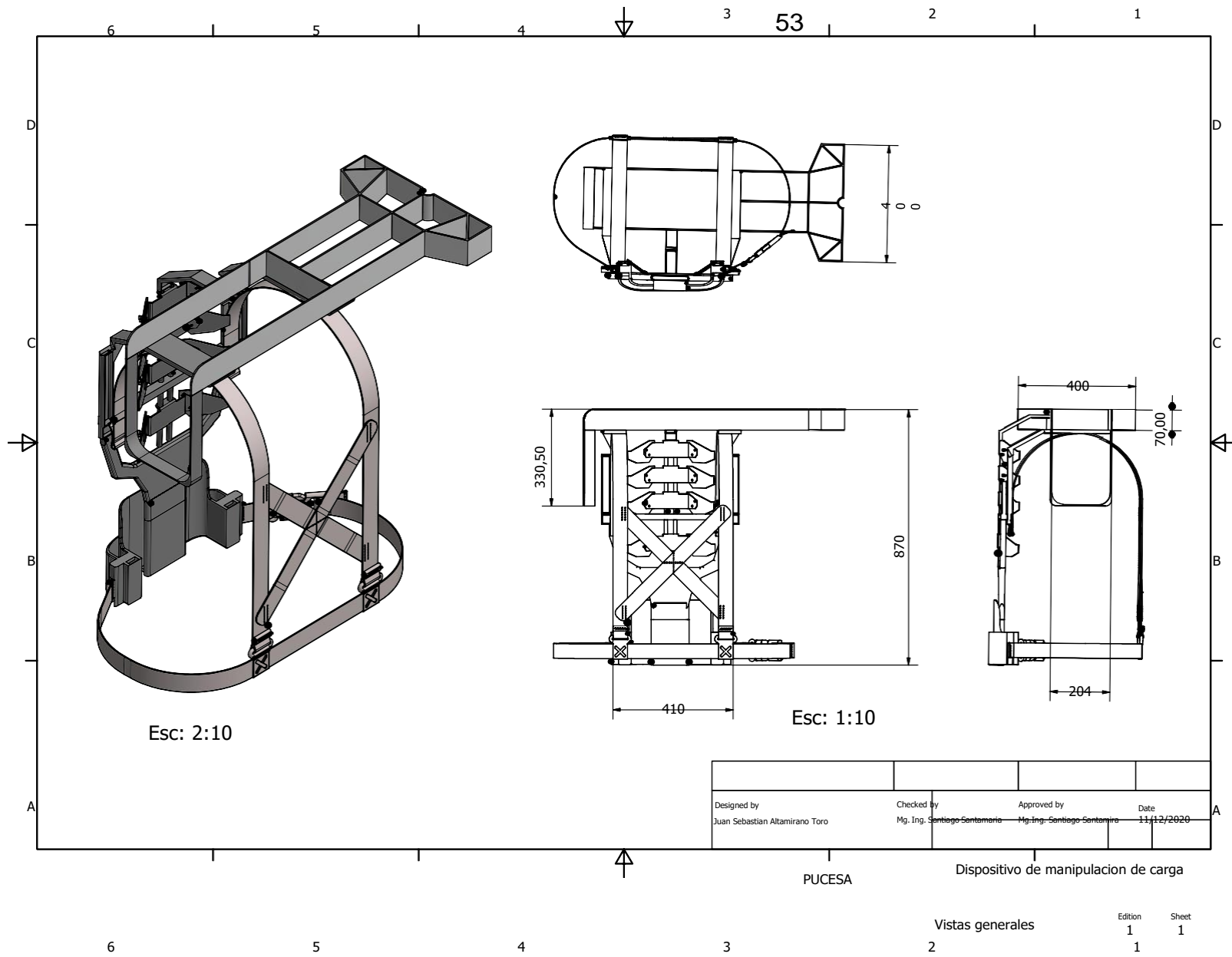


Figura 2.23 Planos de dimensiones generales.

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III VALIDACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Validación de arquitectura del producto y materiales mediante el Análisis de Elementos Finitos.

Para la evaluación del prototipo de este proyecto se realizó un estudio de elementos finitos mediante un software CAD-CAE en el cual se efectúa un análisis de tensión de elementos al componente “aleta”, debido a que ahí se encuentra un mayor esfuerzo de carga. Se calcula el peso, a través del producto de la masa de 50 kg por la gravedad, y al tener como resultado una fuerza de 450 N (Tabla 3.12). Posteriormente el valor obtenido se colocó en el software CAE con las siguientes condiciones del funcionamiento de la fuerza (Tabla 3.13).

En la simulación se pudo comparar el esfuerzo con la deformación del material, de esa forma se observa los resultados en la tabla 3.14. El valor de la Tensión de Von Mises (Figura 3.24), se compara con el límite elástico admisible del material, en este caso es el aluminio 2024-T3, con un valor de 275 MPa. El análisis proyecta que el punto máximo de Tensión de Von Mises tiene un valor de 39,721 MPa. Quiere decir que tanto la geometría como los materiales definidos soportan la carga, al tener un factor de seguridad de 6,9233 su (Figura 3.25).

Tabla 3.12 Fuerza y pares de reacción en restricciones.

Nombre de la restricción	Fuerza de reacción		Pares de reacción	
	Magnitud	Componente (X, Y, Z)	Magnitud	Componente (X, Y, Z)
Restricción fija:1	450 N	0 N	268,678 N m	268,678 N m
		-450 N		0 N m
		0 N		0 N m

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.13 Condiciones de funcionamiento de la Fuerza:1

Tipo de carga	Fuerza
Magnitud	450,000 N
Vector X	0,000 N
Vector Y	450,000 N
Vector Z	0,000 N

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.14 Resumen de resultados de análisis de elementos finitos.

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	986988 mm ³	
Masa	2,66487 kg	
Tensión de Von Mises	0,0136346 MPa	39,721 MPa
Primera tensión principal	-16,7868 MPa	46,586 MPa
Tercera tensión principal	-48,5016 MPa	17,4237 MPa
Desplazamiento	0 mm	3,59869 mm
Coefficiente de seguridad	6,9233 su	15 su
Tensión XX	-21,4542 MPa	20,7832 MPa
Tensión XY	-1,43248 MPa	1,44509 MPa
Tensión XZ	-3,40251 MPa	2,76864 MPa
Tensión YY	-17,2716 MPa	18,0959 MPa
Tensión YZ	-2,31146 MPa	4,98071 MPa
Tensión ZZ	-47,7412 MPa	46,4062 MPa
Desplazamiento X	-0,0044983 mm	0,0138964 mm
Desplazamiento Y	0 mm	3,59339 mm
Desplazamiento Z	-0,194844 mm	0,195101 mm
Deformación equivalente	0,000000177522 su	0,000491733 su
Primera deformación principal	-0,00000055791 su	0,000537528 su
Tercera deformación principal	-0,000550833 su	-0,0000000683007 su
Deformación XX	-0,000182296 su	0,000184629 su
Deformación XY	-0,0000261424 su	0,0000263726 su
Deformación XZ	-0,000062095 su	0,0000505271 su
Deformación YY	-0,000184372 su	0,00019534 su
Deformación YZ	-0,0000421836 su	0,0000908969 su
Deformación ZZ	-0,000549289 su	0,000537184 su

Fuente: Elaboración Propia

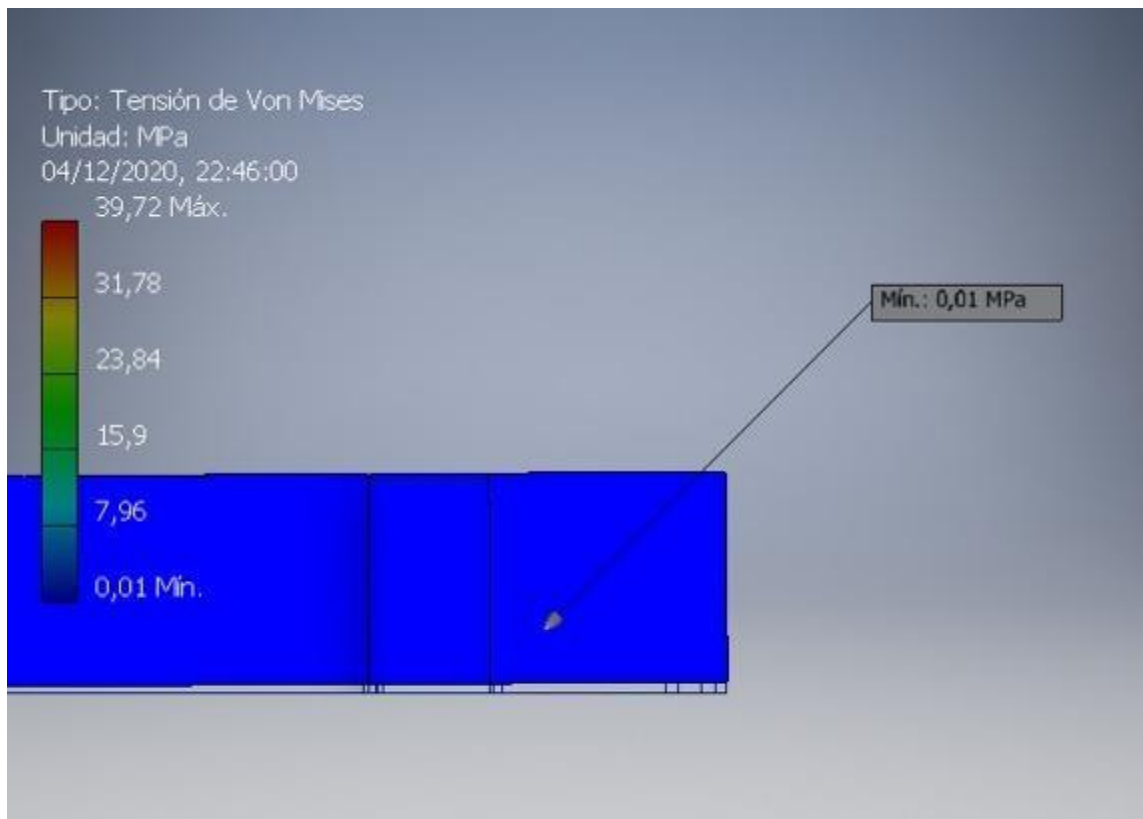
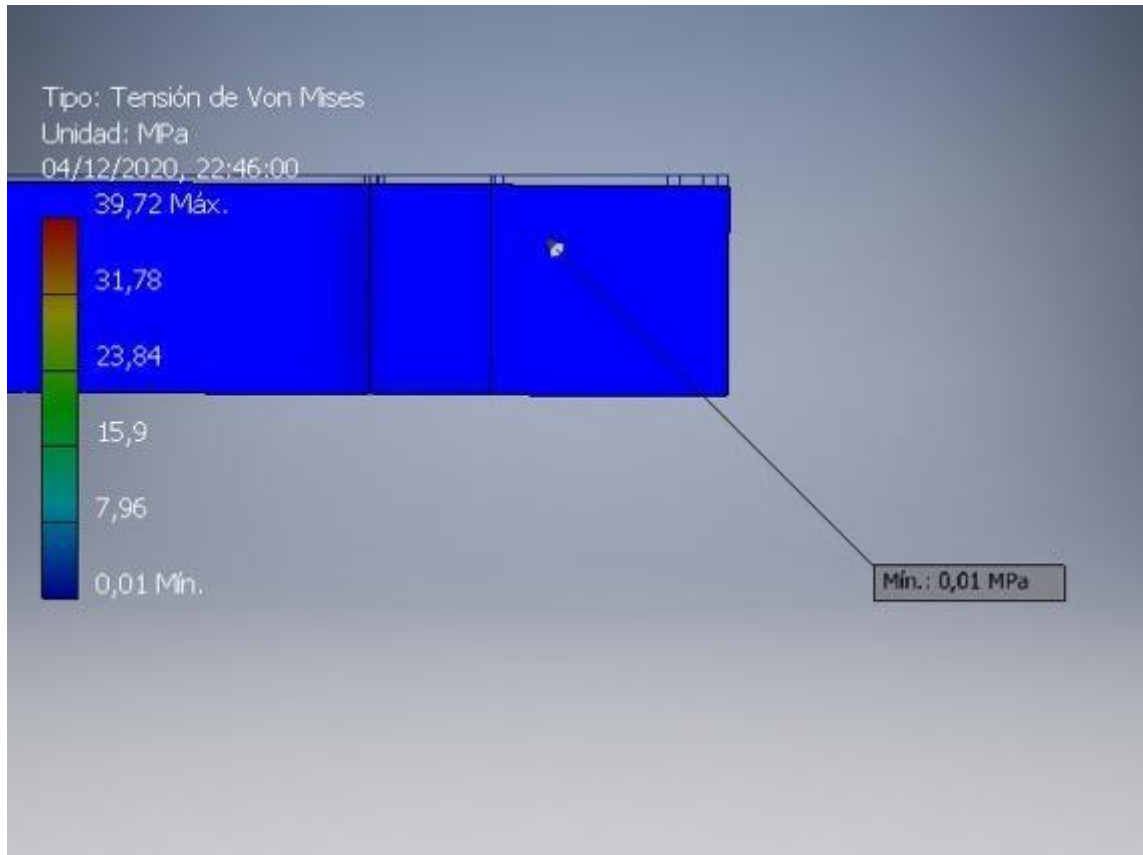


Figura 3.24 Tensión de Von Mises

Fuente: Elaboración Propia

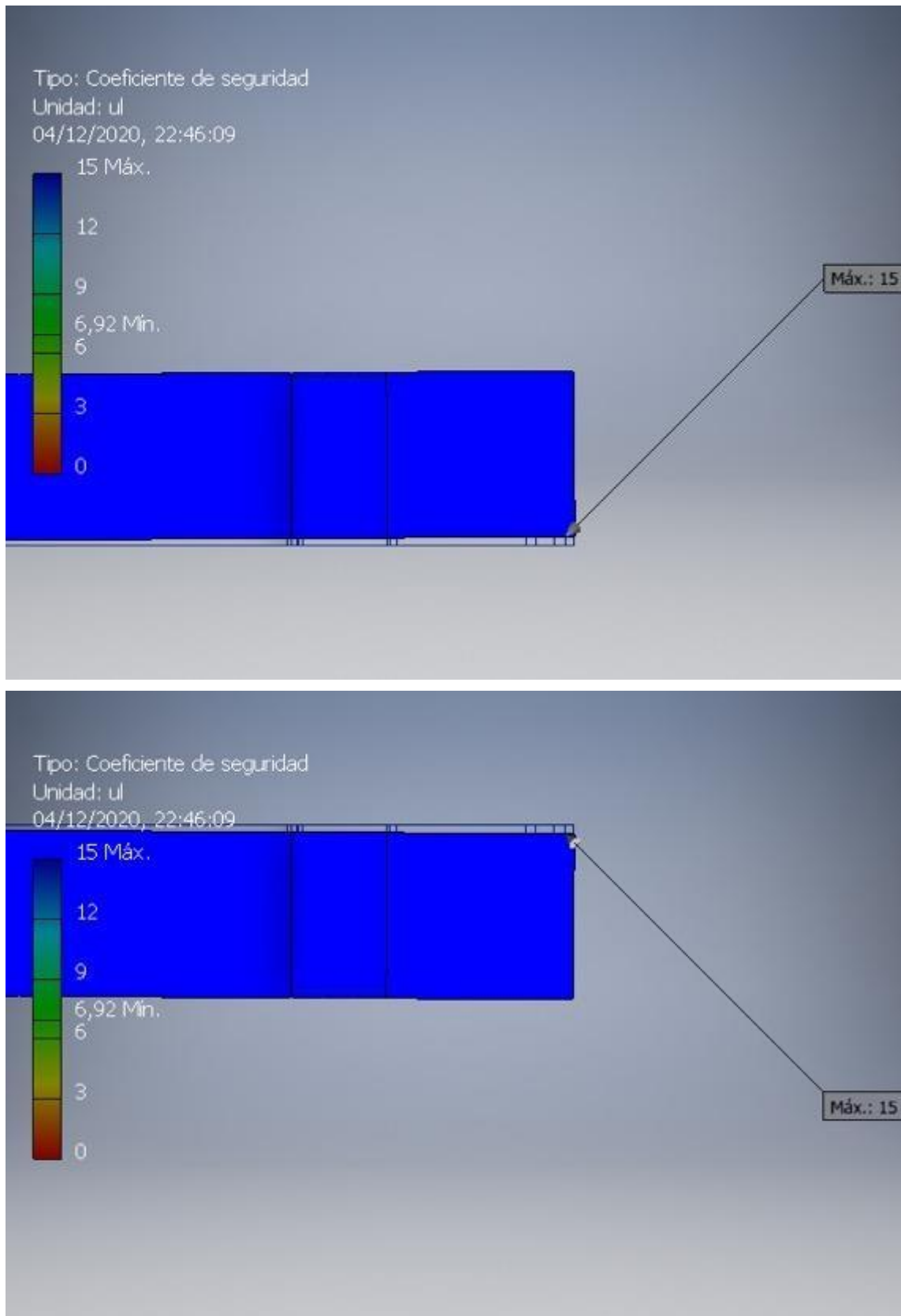


Figura 3.25 Coeficiente de seguridad

Fuente: Elaboración Propia

El desplazamiento es de 3,599 mm (Figura 3.26) por esta razón se considera que el peso va a ser aislado del hombro por un material de espuma visco elástica de alta densidad, además, se toma en cuenta el soporte que brindará los brazos del estibador teniendo como resultado que no va a existir una deformación mayor en el cuadrante YY de 0,00019534 su (Figura 3.27), la cual, no afectará en la arquitectura del producto.

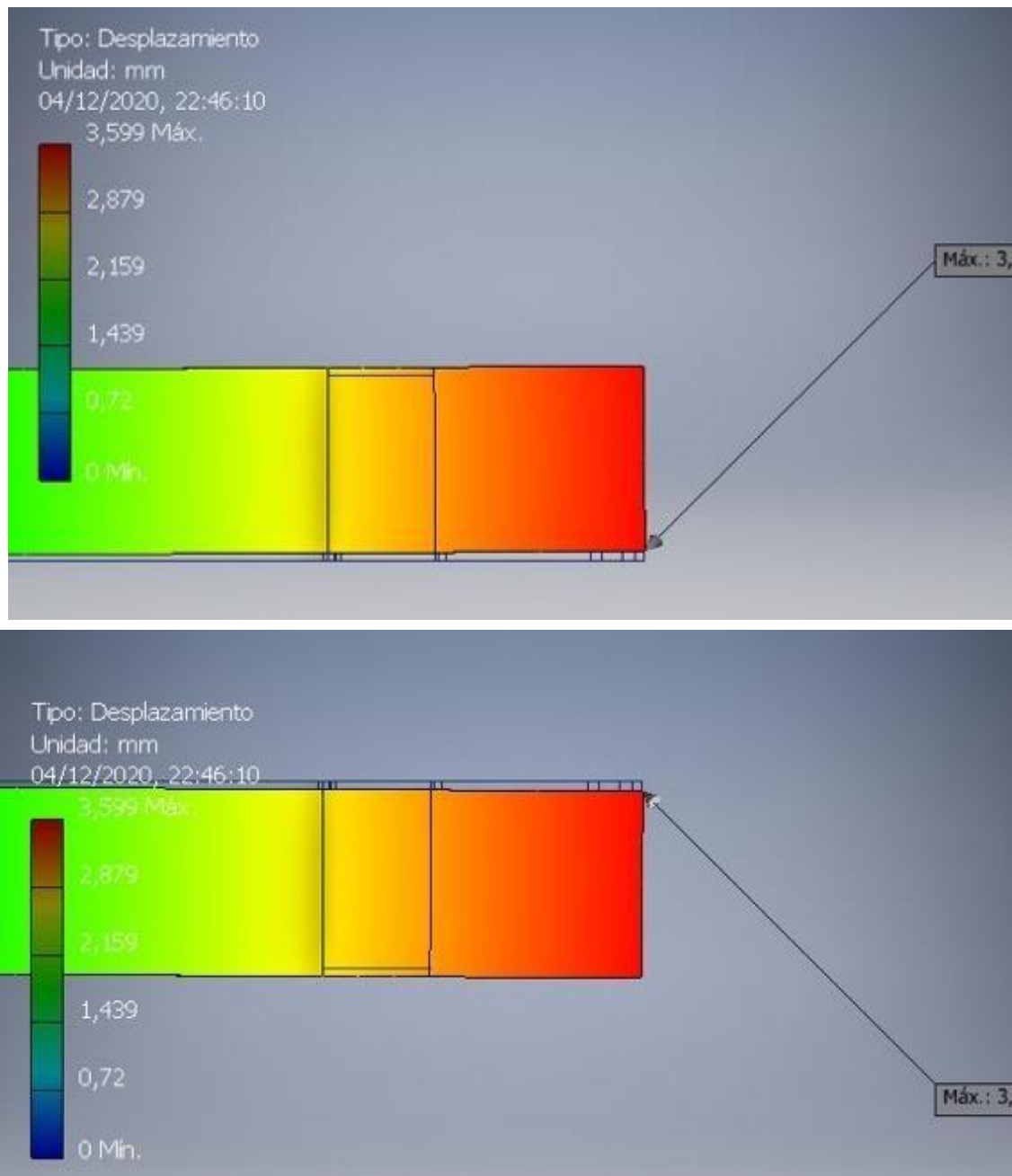


Figura 3.26 Desplazamiento del componente aleta

Fuente: Elaboración Propia

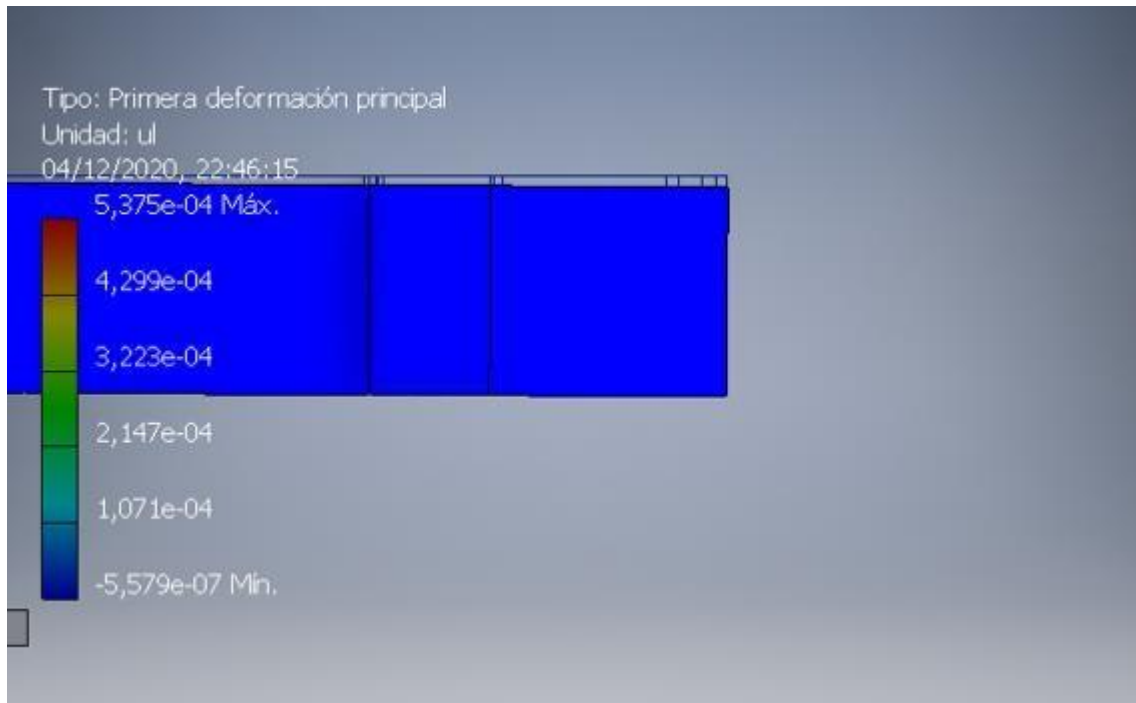


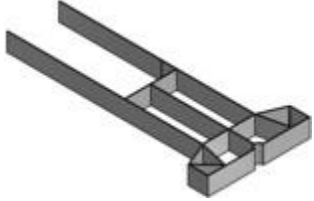
Figura 3.27 Primera deformación principal del componente aleta

Fuente: Elaboración Propia

En la presente ficha de especificaciones del dispositivo de manipulación manual de cargas se presentarán algunas de las características más relevantes del mismo (Tabla 3.15).

Tabla 3.15 Especificaciones del dispositivo

Características	Especificaciones	
Prototipo virtual	Software CAD	
Dimensiones generales	870 mm x 400 mm	
Peso total	5,7 kg	
Área	2228210 mm ²	
Volumen	6857170 mm ³	
Materiales	Aluminio 2024-T3 Poliamida (PA)	
Consideraciones ergonómicas	Espalda erguida en toda la actividad, Adopción de posturas adecuadas, Evita la presión de carga en las extremidades superiores, brinda soporte lumbar y protección cervical.	
Pieza principal		
Nombre material principal	Aluminio 2024-T3	
General	Densidad de masa	2,7 g/cm ³
	Límite de elasticidad	275 MPa

	Resistencia máxima a tracción	310 MPa
Tensión	Módulo de Young	72,8776 GPa
	Coefficiente de Poisson	0,33 su
	Módulo cortante	27,3976 GPa
Nombre de pieza principal	Pieza uno aleta Peso de la pieza: 2.27 kg Elaborada en su totalidad con aleación de aluminio: 2024-T3	

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Validación del prototipo a través del usuario

Se efectuó una reunión presencial en el Mercado Mayorista de Ambato con el estibador Juan Pallo Vega, dicha reunión se desarrolló en dos instancias.

La primera instancia se basó en la explicación del dispositivo de manipulación manual de cargas en cuanto a su colocación y funcionabilidad. Luego de esto se le solicitó al estibador que se coloque el modelo de estudio (Figura 3.28) para proceder a la segunda instancia, la cual, se basó netamente en la aplicación de una encuesta que constó de cinco preguntas, este instrumento de investigación ya fue realizado en el epígrafe 2.3 Proceso de investigación en el apartado de Diseño de encarnación. En cuanto a lo mencionado anteriormente, se dio cumplimiento con el objetivo propuesto, el cual se basó en ver la funcionabilidad y adaptabilidad de un modelo de estudio.



Figura 3.28 Modelo de estudio

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del test aplicado al estibador Juan Pallo Vega reflejó que el dispositivo de estudio ayudó de manera significativa al momento de manipular manualmente la carga y, además, le proporcionó un soporte a nivel de hombro y permitió una distribución del peso a toda la zona lumbar, al brindar una mejor posición de la columna vertebral y cervical al evitar las flexiones incorrectas de la anatomía del cuerpo humano.

Como recomendación por parte del estibador nos indicó que se necesita un mejor acolchonamiento en la parte de los hombros, lugar donde se sitúa la carga al llevar.

3.3 Validación del prototipo a través de un experto

Se efectuó una reunión virtual con el especialista Ing., Mg. Adrián Paredes, dicha reunión se desarrolló en dos instancias.

En la primera se procedió a explicar acerca del modelo de estudio a través de evidencias filmográficas (Figura 3.29) aquí se logró analizar la parte de usabilidad, además, se comparó las dimensiones, la arquitectura del producto, la geometría y la distribución de los componentes. Una vez ya efectuada la

explicación del modelo de estudio se procedió a la explicación del producto mediante renders, aquí se comprobó la resistencia del material y el factor de seguridad (Figura 3.30).

Finalmente, en la segunda instancia se procedió a la aplicación del test al especialista de manera virtual mediante un archivo de Word. Para la puntuación de este test se tomó como referencia la escala de Likert que se basa en medir tanto el valor positivo, neutral y negativo de cada ítem expuesto, el test presenta cinco tipos de respuesta a cada pregunta, estas respuestas van del uno al cinco mismas a las que se asignó la uno una calificación que equivale a totalmente en desacuerdo y la cinco totalmente de acuerdo, además, el test cuenta con 10 preguntas las cuales tienen como evaluar la parte funcional, ergonómica y de usabilidad del dispositivo (Anexo 12).



Figura 3.29 Modelo de estudio

Fuente: Elaboración Propia

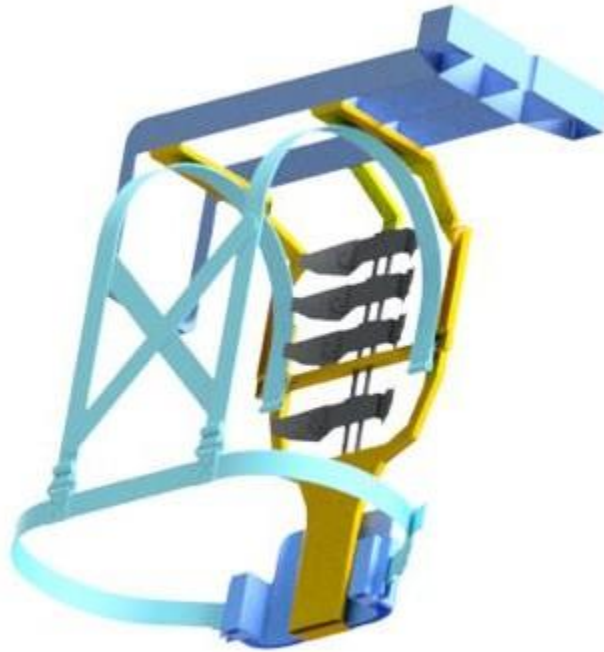


Figura 3.30 Prototipo virtual del dispositivo de manipulación manual de cargas

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados del test aplicado al especialista Ing., Mg. Adrián Paredes según la escala de Likert reflejó que está de acuerdo con la elaboración del dispositivo de manipulación manual de cargas, por lo tanto, se considera factible la elaboración del mismo.

CONCLUSIONES

Se identificó las características de dispositivos similares en las cuales se logró evidenciar que BNDR es ajustable a la cadera a través de un cinturón que hace contacto con el pecho y las piernas durante la flexión del torso y las caderas, en cuanto al exoesqueleto pasivo de 2 GDL para miembros superiores se basa en el mecanismo Kickstart Ratcher que permite ser acoplado al brindar movimientos unidireccionales y al ser desacoplado permite movilidad, además, presenta un soporte para cada pierna al permitir una completa distribución de la carga en todo el cuerpo.

El Exoesqueleto de uso militar consta de un asiento que proporciona apoyo a nivel lumbar así como para el abdomen, está elaborado con fragmentos de aluminio, el dispositivo Abdoli – EM presenta un peto ajustable al pecho, hombro y zona inferior de las rodillas unido por cintas flexibles las cuales transfieren la fuerza a las zonas específicas para efectuar la manipulación de cargas, el Ekso bionics presenta un tronco que se acopla a la parte superior al momento de la bipedestación y, por último, el Exoskeleton System for Load Carrying tiene como principal característica el recubrimiento con fibra de carbono, un material de baja densidad.

Las características que se tomaron en cuenta para los principios de funcionamiento y aspectos ingenieriles del prototipo son los de Abdolí – Em, Exoesqueleto de uso militar, Ekso bionics y Exoskeleton System for Load Carrying debido a que sus especificaciones han demostrado que contribuyen con la prevención de los trastornos músculo esqueléticos al momento de la manipulación de carga, además, de sus componentes y materiales de baja densidad.

En el desarrollo de la investigación se analizaron las posturas y acciones más comunes que realizan los estibadores, para ello se empleó la técnica de observación en donde se pudo examinar la biomecánica del movimiento en la

manipulación de cargas manuales, además, de las técnicas asimétricas, con la cadera, el levantamiento con una mano, técnica sobre el hombro para el levantamiento de carga manual, las dimensiones promedio de las cargas que son transportadas es de 600 x 500 mm y un peso de 50 kg que corresponden a papas, granos secos, zanahoria, cebolla, arroz, azúcar, entre otros. En cuanto al tiempo empleado para esta actividad es de aproximadamente treinta minutos a dos horas. Referente a la definición de los requerimientos funcionales y ergonómicos el dispositivo permitirá que la carga se reciba a nivel del hombro, además, de brindar un soporte a nivel lumbar sin privar los movimientos naturales del usuario, para las medidas ergonómicas se tomó en cuenta la anchura del tórax, largura lateral de brazo, alcance anterior del brazo y perímetro bideltoide al emplear un percentil 50.

Se propuso un prototipo virtual con un peso de 5,7 kg el cual presenta un peso inferior a los dispositivos similares observados en las distintas patentes con un peso superior a 6 kg, el diseño se realizó a través de una herramienta CAD el cual tuvo como proceso el modelado de las piezas por individual para así posteriormente ser ensambladas y analizadas mediante un estudio de elementos finitos en donde se evaluó la resistencia del prototipo, como conclusión de la evaluación se obtuvo como resultados que es factible y funcional debido a que resiste el peso aplicado, además, mediante un modelo de estudio se pudo evaluar la usabilidad y las dimensiones. En cuanto a la opinión del experto señala que es el dispositivo es cómodo y cumple con el funcionamiento al momento de manipular las cargas de manera manual. Como limitante se presenta la propuesta de un prototipo mas no la construcción del dispositivo, mediante el análisis de elementos finitos realizado al dispositivo virtual, reflejó que la estructura y geometría resisten al peso, además, mediante una explicación descriptiva se demuestra que el prototipo funciona. Asimismo, fue empleado como medio para analizar su validez. Este proyecto no concibe un prototipo físico debido a la complejidad y tiempo que requiere para su construcción.

RECOMENDACIONES

Se recomienda la construcción del prototipo físico para así realizar un estudio a profundidad en cuanto a las características, estructura y funcionamiento mediante la participación del público objetivo, para esto se tomarán en cuenta las limitantes obtenidas, cabe recalcar que su construcción será elaborada por piezas de manera individual, esto ayudará a un mejor ensamblado del producto.

Se recomienda adoptar medidas de seguridad en cuanto a salud ocupacional dirigida por las autoridades del Mercado Mayorista de Ambato al momento de realizar actividades relacionadas a la manipulación manual de cargas, debido a que se pudo observar en los instrumentos de recolección de datos que no existe la preocupación de estos hacia las necesidades de salud de los estibadores.

Como futuras líneas de investigación se recomienda que se analicen otras áreas del Mercado Mayorista de Ambato y así desarrollar dispositivos similares mediante un nuevo proyecto en donde intervengan estibadores de carga asistida mediante coches o triciclos.

Bibliografía

- Abdoli-E , M., Agnew, M., & Stevenson, J. (2016). Un dispositivo de aumento de levantamiento personal en el cuerpo (PLAD) reduce la amplitud EMG del erector de la columna durante las tareas de levantamiento. *ScienceDirect*, 21(5), 65-456. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16494978/>
- Azcúenaga, L. (2010). *Manejos de cargas, riesgos y medidas preventivas*. Madrid: Artegraf.
- Becker, J. (2009). Las Normas ISO 11228 en el Manejo Manual de Cargas. XV CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA SEMAC. D.F. México. Obtenido de <http://www.semec.org.mx/archivos/congreso11/Pres09.pdf>
- Casado, I., Queraltó, J., & Fernandez, J. (Diciembre de 2008). Prevalencia de la lumbalgia y factores de riesgos. *Scielo*, 13(3). Obtenido de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-52742008000300007
- Castillo, J., & Orozco, A. (2010). Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas. *Scielo*, 18(1). Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01382010000100003
- Estrada, Y. (2018). *Biomecánica de la física mecanica*. Bogota: USTA. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/12464/Obracompleta.2018Estradayisel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Estrella, M. C. (2017). *EVALUACIÓN DE FACTORES ERGONÓMICOS DE LOS TRABAJADORES. TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE MAGISTER EN SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL*, cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/27859/1/TRABAJO%20DE%20TITULACI%C3%93N.pdf>

- Gil, V., Guitierres, R., Collantes, H., Caceres, W., & Beas, J. (24 de 4 de 2016). SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO DE ESTIBA. *Scielo*, 338-340. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v24n4/a03v24n4.pdf>
- Harding, N., Amundson, K., Burns, J., & Angold, R. (4 de Mayo de 2016). Sistema de manipulación de carga de exoesqueleto y procedimiento de uso. España.
- INSHT. (2003). *Manipulacion manual de carga*. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relativos+a+la+Manipulaci%C3%B3n+manual+de+cargas/ea346e94-dcda-4523-8b24-dbb474f9c0eb>
- INSHT, G. T. (2017). *Manipulacion Manual de Carga*. Centro nacional de tecnologías. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>
- Lopez, C. (2017). *Diseño y Analisis de Esoesqueleto Pasivo*. Sevilla. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91411/fichero/TFGExoesqueletosBueno+%28Autoguardado%29.pdf>
- Lopez, M., Martinez, S., & Macorra, M. (9 de Noviembre de 2019). Trastornos de riesgos musculo esqueléticos, crónicos laborales. *Scielo*, 29. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-62662019000100129
- Mariscal. (2017). *DISEÑO DE UN EXOESQUELETO PARA TERAPIAS DE*. La paz : TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO.
- Mas, D. (2015). *Guía para el levantamiento de carga del INSHT*. Obtenido de Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/ginsht-ayuda.php>
- Mas, J. (2015). *Biomecánica estática coplanar*. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Obtenido de

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

- Mendoza, A. (2014). *Exoesqueleto Robótico de Miembro Superior para la Asistencia de Carga y Prevención de Lesiones Musculo-esqueléticas en Trabajadores de Construcción Civil*. Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
- Mendoza, T. C. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: sexta edición.
- Monnington, S., Pinder, A., & Quarrie, C. (2012). *Development of an inspection tool for manual handling risk assessment*. Gran Bretaña: Healt y Safety. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Posturas+de+trabajo.pdf/3ff0eb49-d59e-4210-92f8-31ef1b017e66>
- Morphol, J. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Scielo*, 35(1), 227-232. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037
- NIOSH. (9 de 1 de 2019). *Fajas lumbares para la manipulacion de carga*. Obtenido de Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH): <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/hhe/default.html>
- Ñique. (2017). *Nivel de conocimiento de manipulacion manual de carga*. Trujillo.
- OMS; OIT. (2015). *El número de accidentes y enfermedades relacionados con el trabajo sigue aumentando*. Organizacion Internacional del Trabajo . Obtenido de <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2005/pr18/es/>
- Pahl, G., & Beitz, W. (2007). *Engineering design: a systematic approach* (second Edition ed.). Springer Science & Business Media. doi:10.1007/978-1-4471-3581-4
- Plaza, T., Aperador, W., & Cifuentes, A. (2016). Sistemas biomecánicos para patologías musculares y cargas pesadas. *Scielo*, 35(4). Obtenido de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03002016000400006

Punnett, L., & Wegman, D. (2014). *Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate*. Massachusetts: Elsevier. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117250/Tesis%20Olivares-Ovalle.pdf?sequence=1>

RAE . (2019). *Real academia española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/estibador>

Reinoso, M. C. (2013). *PREVALENCIA DE LESIONES EN COLUMNA LUMBAR POR SOBRESFUERZO EN TRABAJADORES DE LA CONSTRUCCIÓN EN TAREAS DE SOLDADURA Y ALBAÑILERÍA EN LA CONSTRUCTORA ARQ CONCEPT MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN NIOSH EN EL PERÍODO NOVIEMBRE 2012*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, QUITO. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6006/T-PUCE-6273.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodriguez, D., & Garcia, A. (2015). Evaluación de riesgo biomecánico y percepción de desórdenes músculo esqueléticos en administrativos de una universidad Bogotá (Colombia). *REDALYC*, 1287-1290. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>

Ruiz, L. (2017). *Manipulación manual de cargas*. Valladolid. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>

Ruiz, L. (2017). *Manipulación Manual de Cargas Guía Técnica del INSST*. Madrid. Obtenido de <https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>

Rusdon, A., Harding, N., & Kazeroori, H. (5 de Septiembre de 2014). *Exoesqueleto semimotorizado de las extremidades inferiores*. España.

- Sainz, A. (2019). *Uso de exoesqueletos, para reducir la carga física*. Vasco: Mutualia. Obtenido de <https://www.uv.es/~cgt/prevencion/CARGAMAN.htm#:~:text=Se%20entiende%20como%20condiciones%20ideales,espaciados%20y%20condiciones%20ambientales%20favorables>.
- Solanas, J. (2009). *Manipulación manual de cargas*. Aragón: UGT Aragón.
- Suárez, N., & Osorio, A. (2013). Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. *CES MEDICINA*, 206-208.
- Tecnopreven. (2016). *Fisiopatología de la degeneración lumbar y el dolor de columna*. Obtenido de http://www.tecnopreven.com/areas-de-conocimiento/vigilancia-de-la-salud/?gclid=Cj0KCQjwxNT8BRD9ARIsAJ8S5xbS6Mxn4mShv2_mUALa qv2fOoVJOOSYFz72pP7QHXYI2yLwTburlgaAicHEALw_wcB
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2013). *Diseño y desarrollo de productos*. Monterrey: McGRAW-HILL.
- Vasquez. (2016). *Manipulación de carga pesada*. Bogota. Obtenido de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/770/1/Documento-Investigaci%C3%B3n-Riesgo-Ergon%C3%B3mico.pdf>
- Vigil, L. (Diciembre de 2007). Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física. *Scielo*, 24(4). Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342007000400003
- Wayne, T. (11 de Octubre de 2016). *Exoskeleton system for load carrying*. Australia.

ANEXOS

ANEXO 1: Cuestionario de factores de riesgos ergonómicos

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
DISEÑO DE PRODUCTOS

Cuestionario de factores de riesgos ergonómicos

Objetivo: Identificar las posturas, tiempos y frecuencias que adoptan los estibadores al momento de realizar su trabajo

El cuestionario es anónimo y voluntario y el tratamiento de los datos realizado por los miembros, será confidencial.

Por favor, RESPONDE A TODAS LAS PREGUNTAS señalando con X la casilla correspondiente.

Fecha de cumplimentación: (día) / (mes) / (año)

1. ¿Cuánto tiempo llevas trabajando en este puesto?

Menos de 1 año	
Entre 1 y 5 años	
Más de 5 años	



2. Habitualmente, ¿Cuántas horas al día trabajas en este puesto?

8 horas o menos	
Más de 8 horas	

3. Para cada zona corporal indique si tienes MOLESTIA O DOLOR, su FRECUENCIA, si te ha IMPEDIDO REALIZAR TU TRABAJO ACTUAL, y si esa molestia o dolor se han producido.

7. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS DE MÁS DE 25 KG EN TOTAL.

Responde en relación con cada una de las dos acciones

<p>LEVANTAR MANUALMENTE, objetos, herramientas, materiales de MÁS DE 25 KG</p> 	<p>¿Durante CUÁNTO TIEMPO tienes que trabajar realizando esta acción?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nunca/Menos de 30 minutos <input type="checkbox"/> Entre 30 minutos y 2 horas <input type="checkbox"/> Entre 2 y 4 horas <input type="checkbox"/> Más de 4 horas <p>Señala si habitualmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Levantas la carga tu solo/a (sin ayuda de otra persona) <input type="checkbox"/> Levantas la carga por debajo de tus rodillas <input type="checkbox"/> Levantas la carga por encima de tus hombros <input type="checkbox"/> Mantienes los brazos extendidos sin poder apoyar la carga en tu cuerpo <input type="checkbox"/> Levantas la carga con dificultad por no tener buen agarre (sin asa) <input type="checkbox"/> Tienes que levantar la carga cada pocos segundos 	<p>Los PESOS que con mayor frecuencia levantas son de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Entre 3 y 5kg <input type="checkbox"/> Entre 5 y 15kg <input type="checkbox"/> Entre 15 y 25kg <input type="checkbox"/> Más de 25kg
<p>TRANSPORTAR MANUALMENTE objetos, herramientas, materiales de MÁS DE 25 KG</p> 	<p>¿Durante CUÁNTO TIEMPO tienes que trabajar realizando esta acción?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nunca/Menos de 30 minutos <input type="checkbox"/> Entre 30 minutos y 2 horas <input type="checkbox"/> Entre 2 y 4 horas <input type="checkbox"/> Más de 4 horas <p>Señala si habitualmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Transportas la carga tu solo/a (sin ayuda de otra persona) <input type="checkbox"/> Transportas la carga con los brazos extendidos sin apoyar la carga en tu cuerpo y sin doblar los codos. <input type="checkbox"/> Transportas la carga con dificultad por no tener buen agarre (sin asa) <input type="checkbox"/> Caminas más de 10 metros transportando la carga <input type="checkbox"/> Tienes que transportar la carga cada pocos segundos 	<p>Los PESOS que con mayor frecuencia transportas son de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Entre 3 y 5kg <input type="checkbox"/> Entre 5 y 15kg <input type="checkbox"/> Entre 15 y 25kg <input type="checkbox"/> Más de 25kg

8. En general, ¿Cómo valorarías las exigencias físicas de su trabajo?

Muy bajas	
Bajas	
Moderadas	
Altas	
Muy altas	

9. ¿Qué tipo de cargas son las que manipula?

Arroz	
Ajo bulbo seco	
Arveja en Vaina	

Azúcar	
Brócoli	
Cebolla blanca en rama	
Cebolla colorada	
Papas	
Zanahoria	
Maíz suave	
Lechuga	
Manzana	
Harina	
Tomate de árbol	
Tomate de riñón	
Granos secos de maíz	
Granos secos de frejol	
Meloco	
Aguacate	
Col	
Limón	
Frejol en vaina	

10. Según la lista anterior cuales son los que demanda mayor fuerza física

Cargas y su dificultad	Muy fácil	Fácil	Complicado	Muy complicado
Arroz				
Ajo bulbo seco				
Arveja en Vaina				

Azúcar				
Brócoli				
Cebolla blanca en rama				
Cebolla colorada				
Papas				
Zanahoria				
Maíz suave				
Lechuga				
Manzana				
Harina				
Tomate de árbol				
Tomate de riñón				
Granos secos de maíz				
Granos secos de frejol				
Meloco				
Aguacate				
Col				
Limón				
Frejol en vaina				

ANEXO 2: Ficha de observación dirigida hacia los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
DISEÑO DE PRODUCTOS

Ficha de observación

Objetivo: Evaluar los factores ergonómicos de los estibadores del Mercado

Mayorista de Ambato

Ficha de observación	SI	NO
¿Se inclina el tronco al manipular la carga?		
¿Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas?		
¿El tamaño de la carga es mayor de 60*50*60 cm?		
¿Puede ser peligroso la superficie de la carga?		
¿Se pueden desplazar el centro de gravedad?		
¿Se pueden mover las cargas de forma brusca o inesperada?		
¿Son insuficientes las pausas?		
¿Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo?		
¿Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable?		
¿Existe desniveles del suelo durante la manipulación?		

ANEXO 4 Guía de preguntas para entrevista semi estructurada

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
DISEÑO DE PRODUCTOS

Guía de preguntas para entrevista semi estructurada

Objetivo: Determinar las características del dispositivo de manipulación de cargas desde el punto de vista de un experto.

Nombre del entrevistado: Adrián Paredes Ing., Mg.

Cargo: Profesional senior en prevención de riesgos laborales
(EasyTeache Global)

Fecha: 10/10/2020

Tiempo: 25 minutos

Mediante un análisis previo, en donde se levantó evidencia filmográfica de los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato realizando sus acciones, se pretende determinar, por parte del entrevistado, lo siguiente:

1. ¿Cuáles serían las zonas corporales más afectadas por la manipulación manual de cargas en los estibadores? ¿En cuáles de estas se puede tomar medidas preventivas?
2. ¿Cuáles serían las lesiones más características que afectan a los estibadores por una inadecuada manipulación manual de cargas?
3. En la manipulación manual de cargas que realiza los estibadores ¿Cuáles serían las posturas adecuadas?
4. ¿Cuáles serán las condiciones ideales para la manipulación manual de cargas que realiza los estibadores?
5. Según su opinión, ¿El diseño de un dispositivo acoplado al cuerpo del estibador puede facilitar el soporte del ejercicio laboral? ¿Cuáles serían las características funcionales de dicho dispositivo?

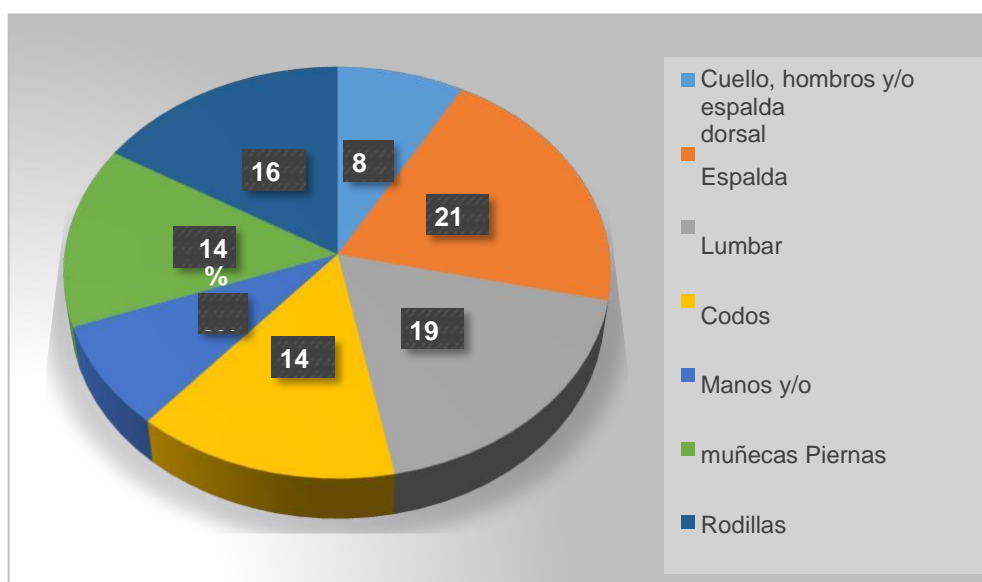
ANEXO 5 Resultados y tabulación del cuestionario de factores de riesgos ergonómicos

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL DISEÑO DE PRODUCTOS

Resultados de la Encuesta dirigida a estibadores

Para cada zona corporal indique si tienes molestias o dolor, su frecuencia, si ha permitido realizar tu trabajo actual, y si esa molestia o dolor se han reproducido

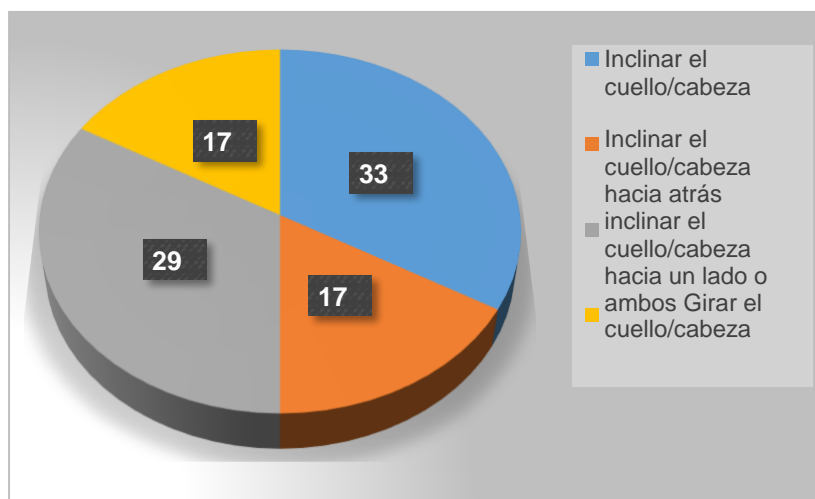
	Molestia	Dolor	
Cuello, hombros y/o espalda dorsal	4	16	8%
Espalda Lumbar	10	10	21%
Codos	9	11	19%
Manos y/o muñecas	7	13	14%
Piernas	4	16	8%
Rodillas	7	13	14%
Pies	8	12	16%
Total			100%



Se puede observar en el grafico que un 21% manifestó que presentan molestias y dolor en espalda lumbar, 19% en los codos, el 16% en los pies; mientras que un 14% lo presentas en las en manos y muñecas, igualmente un 14% en rodillas, a diferencia de un 8% que dice presentar molestia y dolor en cuello, hombros y/o espalda dorsal y finalmente un mismo porcentaje del 8% manifiesta que lo presenta en las piernas. Se concluye que el mayor porcentaje que presentan dolor o molestia son los de espalda lumbar.

¿Durante cuánto tiempo tienes que trabajar adoptando o realizando estas posturas de CUELLO/CABEZA?

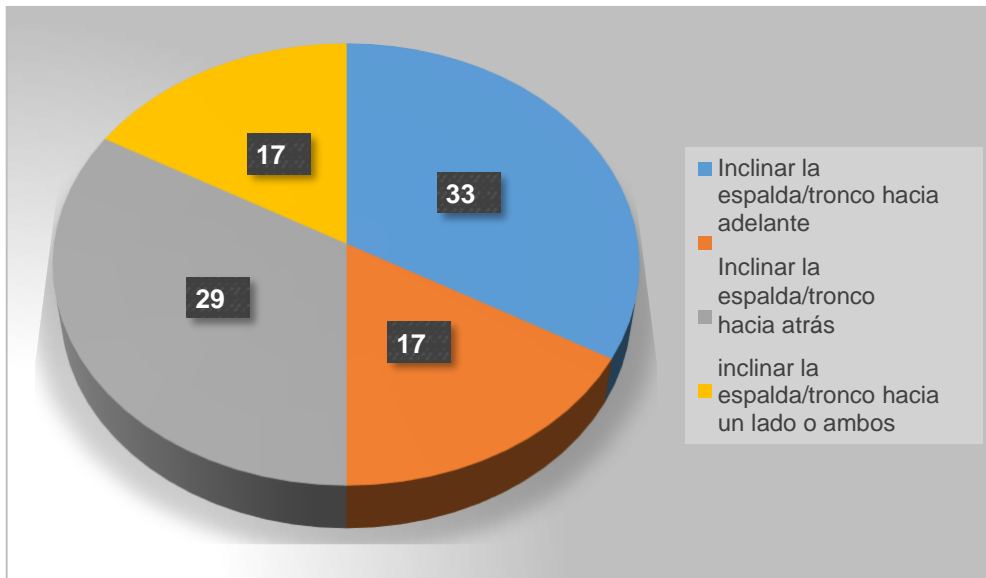
	Nunca/ menos de 30 min	Entre 30 min y 2 horas	entre 2 y 4 horas
Inclinar el cuello/cabeza	2	2	2
Inclinar el cuello/cabeza hacia atrás		1	1
Inclinar el cuello/cabeza hacia un lado o ambos	2	1	1
Girar el cuello/cabeza	1	1	



En el gráfico se observa que un 33% de manifiesta que inclinan el cuello/ cabeza entre 30 minutos, 2 horas y 4 horas, otros estibadores que representan el 29% dijeron que inclinan el cuello/ cabeza hacia un lado o ambos, mientras que un 17% manifestó que inclinan el cuello hacia atrás y del mismo modo, un 17% gira el cuello /cabeza. Se concluye que el mayor porcentaje en respuesta a la aplicación de encuesta a los estibadores es el 33% que inclinan el cuello/ cabeza hasta 4 horas.

¿Durante cuánto tiempo tienes que trabajar adoptando o realizando estas posturas de ESPALDA/TRONCO?

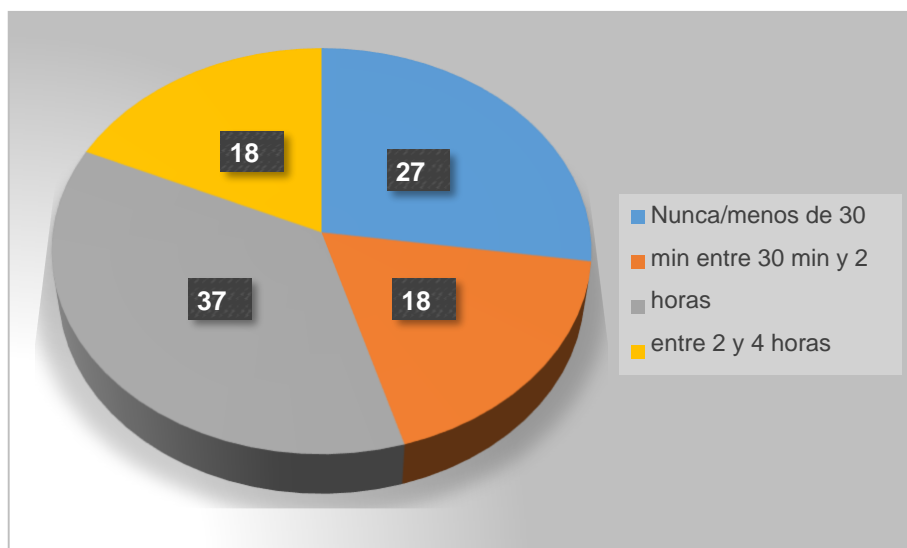
	Nunca/ menos de 30 min	Entre 30 min y 2 horas	entre 2 y 4 horas
Inclinar la espalda/tronco hacia adelante	2	2	2
Inclinar la espalda/tronco hacia atrás		1	1
inclinarse la espalda/tronco hacia un lado o ambos	2	1	1
Girar la espalda/tronco	1	1	



Se observa en el gráfico que el 33% manifiesta que inclina la espalda/ tronco hacia adelante 30 minutos, 2 horas y hasta 4 horas, el 29% inclina la espalda/ tronco hacia un lado o ambos; mientras que el 17% inclinan la espalda/ tronco hacia atrás; así como los que giran la espalda/tronco con el 17%. Se concluye que los estibadores inclinan la espalda hacia adelante hasta 4 horas al este el mayor porcentaje.

Durante cuánto tiempo tienes que trabajar adoptando o realizando estas posturas de HOMBROS/MUÑECAS?

	Las manos por encima de la cabeza o los codos por encima de los hombros	Una o ambas muñecas dobladas hacia arriba o hacia abajo, hacia los lados o giradas	
Nunca/menos de 30 min	3	3	27%
entre 30 min y 2 horas	2	2	18%
entre 2 y 4 horas	4	2	37%
más de 4 horas	2	2	18%
			100%

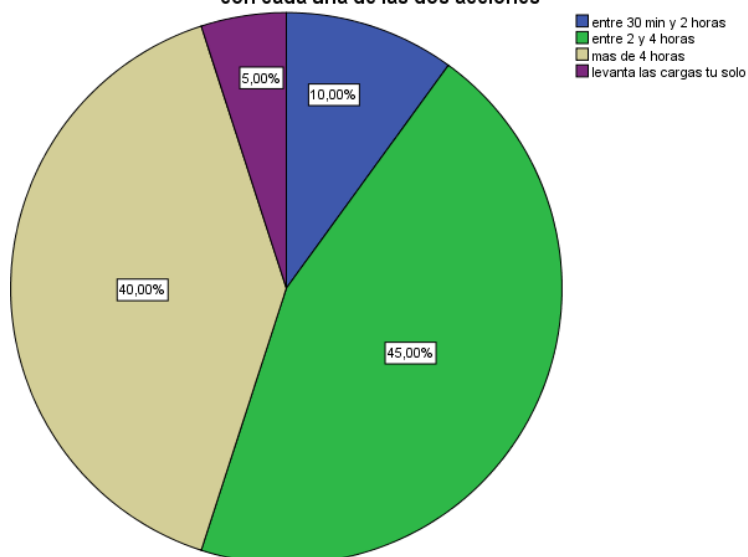


Manipulación manual de cargas de más de 25 kg en total. Responde en relación con cada una de las dos acciones

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido entre 30 min y 2 horas	2	10,0	10,0	10,0
entre 2 y 4 horas	9	45,0	45,0	55,0
más de 4 horas	8	40,0	40,0	95,0
levanta las cargas tu solo	1	5,0	5,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	

El 10% de los resultados se apreció que la manipulación manual de carga en estibadores tarda entre los 30 min a las 2 horas de descarga, pero el 45% de las personas manifestó que lo hacen en 2 y 4 horas, pero el 40% manifestó que lo hacen a más de 4 horas, y finalmente el 5% levanta la carga solo.

Manipulación manual de cargas de mas de 25 kg en total. responde en relacion con cada una de las dos acciones

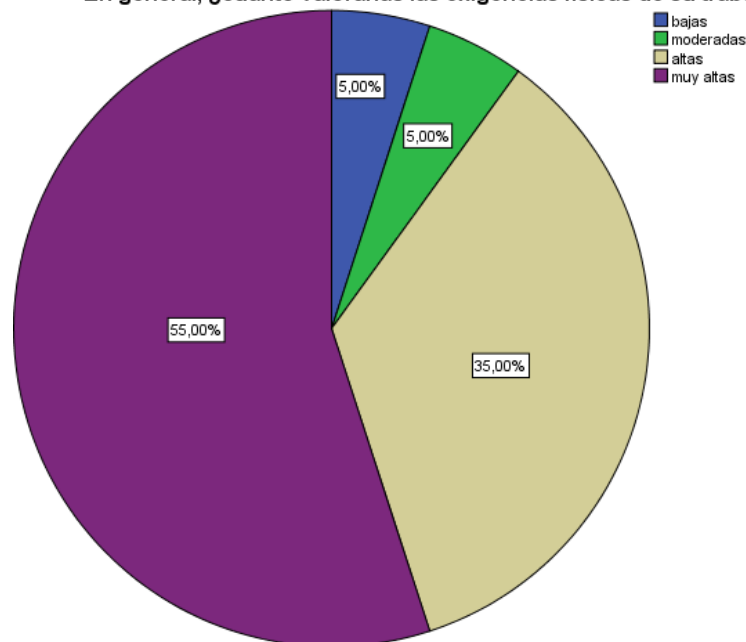


En general, ¿cuánto valorarías las exigencias físicas de su trabajo?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido bajas	1	5,0	5,0	5,0
moderadas	1	5,0	5,0	10,0
altas	7	35,0	35,0	45,0
muy altas	11	55,0	55,0	100,0
Total	20	100,0	100,0	

El estibador respondió las preguntas con satisfacción, el 5% respondió que la exigencia física de su cuerpo es baja, más el 5% mantuvo que era moderada, pero el 35% mantuvo que era alta, de la misma manera el 55% de las personas respondió que es muy alta.

En general, ¿cuanto valorarias las exigencias físicas de su trabajo?



¿Qué tipo de cargas son las que manipula?

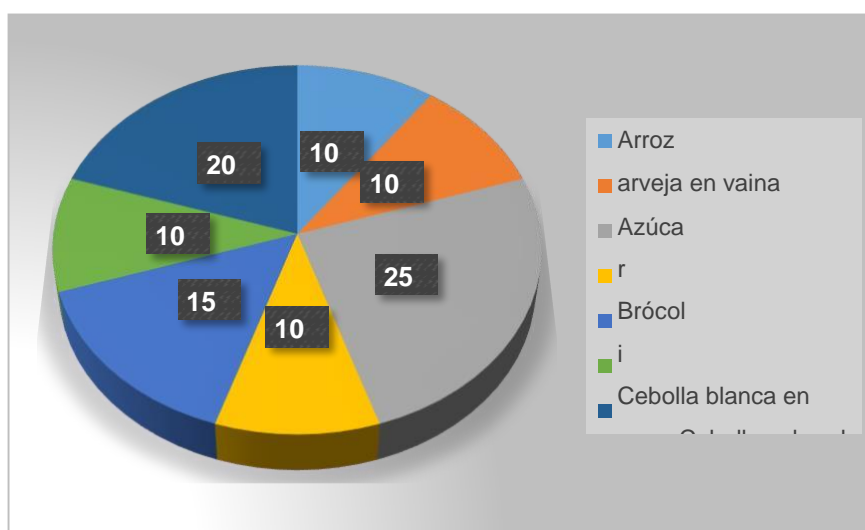
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Arroz	2	15%	15	10
	Arveja en vaina	2	15%	15	20
	Azúcar	5	30%	30	55
	Brócoli	2	5%	5	100
	Cebolla blanca en rama	3	5%	5	
	Cebolla colorada	2	5%	5	
	Papas	4	25%	25	
	Total	20	100%	100	

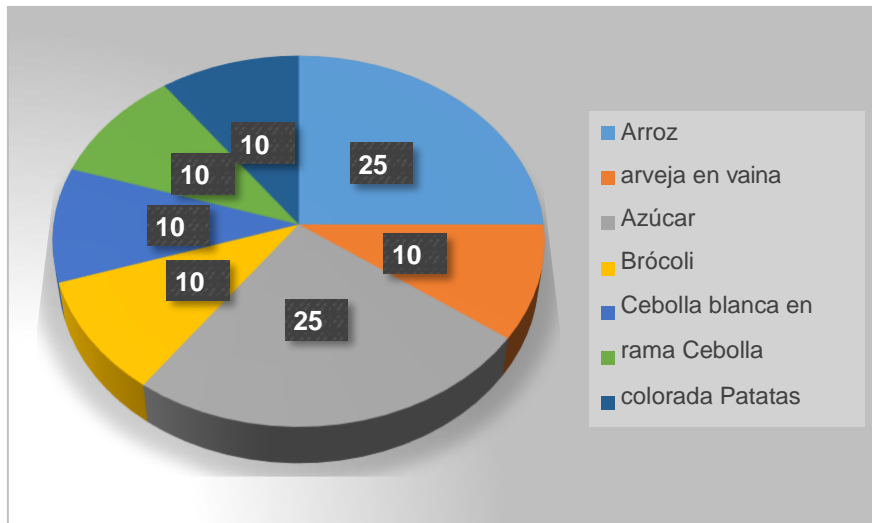
Según las listas anteriores cuales son los que demanda mayor fuerza física

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Arroz	5	15%	15	10

	arveja en vaina	2	15%	15	20
	Azúcar	5	30%	30	55
	Brócoli	2	5%	5	100
	Cebolla blanca en rama	2	5%	5	
	Cebolla colorada	2	5%	5	
	Papas	2	25%	25	
	Total	20	100%	100	

El 15% de las personas respondieron que la carga que más manipulan es el saco de arroz, mas así el 15% menciono que era la arveja en vaina, pero el 30% mantuvo que era el saco de azúcar, más el 5% mantuvo que era el brócoli, asimismo, el 5% manifestó que era la cebolla blanca en rama, de la misma forma el 5% manifestó que era la cebolla colorada, y por último, el 25% arrojó que eran las papas y finalmente con el 45% sostuvieron que era el brócoli.





El 15% mantuvo que la mayor demanda de fuerza física es el saco de arroz, pero el 5% más señaló que era la arveja en vaina, más sin embargo, el 30% sostuvo que era el saco de azúcar, el 5% de las personas manifestaron que era el brócoli, de igual forma el 5% mantuvo que era la cebolla blanca en rama, y finalmente el 5% manifestó que eran las cebollas coloradas, y finalmente el 25% menciona que las papas muy poco se cargan, y es así como se obtuvieron el 100% de los resultados.

Como conclusión se determina que, las características o las posturas que adoptan los trabajadores se dio a conocer a través de los instrumentos de evaluación, se dio como análisis que mantienen posturas inadecuadas, las fuerzas que adoptan los estibadores al momento de realizar la tarea en su puesto de trabajo es sobreesfuerzo y, por lo tanto, mantienen molestias y dolores musculoesqueléticos.

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
DISEÑO DE PRODUCTOS

Objetivo: Evaluar los factores ergonómicos de los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato.

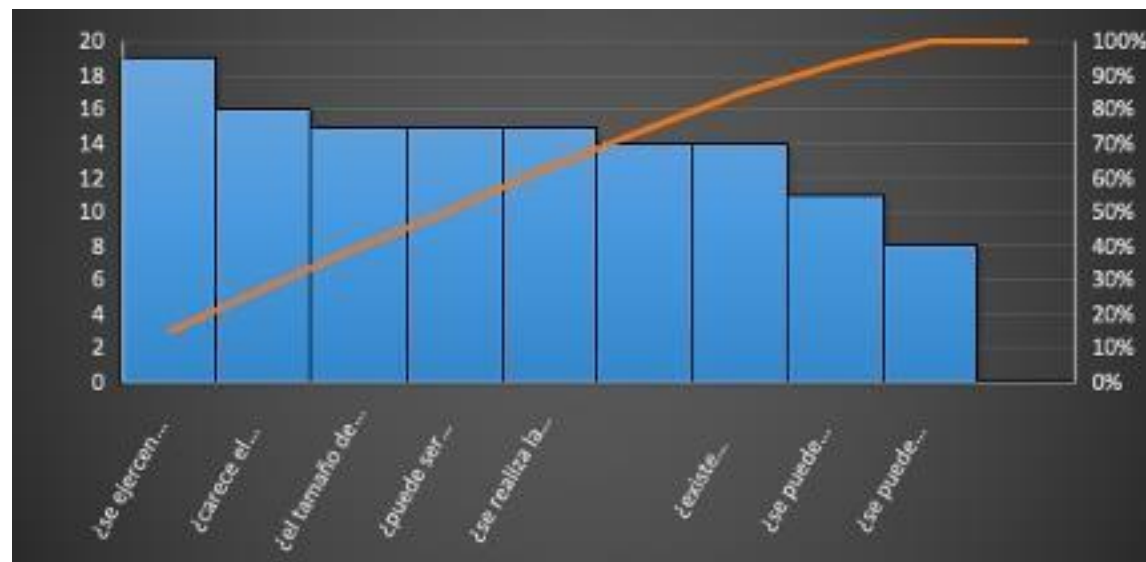
Nombre: Estibador	Es 1	Es 2	Es 3	Es 4	Es 5	Es 6	Es 7	Es 8	Es 9	Es 10	Es 11	Es 12	Es 13	Es 14	Es 15	Es 16	Es 17	Es 18	Es 19	Es 20
Institución:	Mercado Mayorista																			
Cargo:	Estibador																			
Ciudad:	Ambato																			
¿Se inclina el tronco al manipular la carga?	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
¿Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas?	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
¿El tamaño de la carga es mayor de 60, 50 y 60 cm?	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	No
¿Puede ser peligroso la superficie de la carga?	Si	No	No	No	No	Si	Si	No	No	No	No	No	Si	Si	No	No	Si	Si	No	Si
¿Se puede desplazar el centro de gravedad?	No	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	No	Si	No	No	Si	No	No	Si	Si	Si
¿Se puede moverlas cargas de forma brusca o inesperada?	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	No	No
¿Son insuficientes las pausas?	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si

¿Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo?	Si	Si	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	Si	Si	Si	Si	No
¿Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable?	Si	No	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	Si
¿Existe desniveles del suelo durante la manipulación?	No	Si	Si	Si	No	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No	Si	Si

Resultados de la tabulación

	SI	NO	TOTAL
¿Se inclina el tronco al manipular la carga?	19	1	20
¿Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas?	19	1	20
¿El tamaño de la carga es mayor de 60, 50 y 60 cm?	15	5	20
¿Puede ser peligroso la superficie de la carga?	15	5	20
¿Se puede desplazar el centro de gravedad?	8	12	20
¿Se puede mover las cargas de forma brusca o inesperada?	11	9	20
¿Son insuficientes las pausas?	14	6	20
¿Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo?	16	4	20

¿Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable?	15	5	20
¿Existe desniveles del suelo durante la manipulación?	14	6	20
			100%



De acuerdo con la tabla y el gráfico se observa que de las 20 personas que fueron evaluadas, 19 de ellas manifestaron que inclinan el tronco al momento de manipular la carga; sin embargo, la mayoría de ellas ejercen fuerza de empuje y tracción elevadas, mientras que 15 personas manifestaron que la carga era mayor a los 60 cm, pero 5 de ellas se observó que la fuerza era menor. La mayoría manifestó que es peligrosa la superficie de la carga, así como gran parte de las personas mantuvo que no se desplazan por el centro

de la gravedad, de igual manera señalaron que las cargas se mueven de manera bruscas e inesperada; así también, son insuficiente las pausas en las que trabaja el estibador, igualmente se observó que el trabajador carece de autonomía para regular su ritmo de trabajo, asimismo, la totalidad pudo manifestar que realizan la actividad laboral de manera inestable, y finalmente se concluye con que si existe desniveles con el suelo por la inestabilidad de la manipulación manual de carga.

Como resultados de la observación a las cargas presentan un peso de 20kg a 100kg. Por lo tanto, se observa el sobre esfuerzo que realiza el estibador al manipular este tipo de carga entre ellos cabe mencionar el saco de azúcar de 50 kg., la carga del saco de arroz con 45 kg, el saco de papas con 50 kg, la carga de cebollada colorada con 45,5kg, la carga de zanahoria con 27,3kg, la carga de granos tiernos con 50kg, la carga de granos secos con 50g, la carga de maíz con 45,5kg, la carga de melloco con 45,5kg, la carga de tomate de riñón con 20g. donde se aprecia que si hay una mayor carga de sobreesfuerzo al realizar la actividad laboral. Por eso es recomendable realizar las posturas adecuadas y con ello el diseño de un dispositivo para facilitar menos fuerza al momento del levantamiento de carga.







ANEXO 7 Resultados de la ficha de observación de la carga que manipulan los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
DISEÑO DE PRODUCTOS

Ficha de observación

Objetivo: Conocer las características de las cargas y la interacción del estibador tiene con las mismas

Nombre de la carga	Fotografía de la carga	Peso	Dimensiones	Manipulación	Descripción
Azúcar		50 kg	780 *620 mm	Complicado	 Sobre el hombro se coloca el peso al inclinar el cuello hacia adelante. El peso total que cargan es 100 kg
Arroz		45 kg	780*620 mm	Complicado	 Sobre el hombro carga el peso al inclinar el cuello para adelante. El peso total que cargan es 90 kg.

Papas		50 kg	880*580 mm	Muy Complicado	 <p data-bbox="1098 510 1359 898">En el hombro izquierdo se coloca el peso de la carga al inclinar su cuello hacia adelante y sobre esa carga se coloca una carga más, lo cual, realiza sobreesfuerzo con los dos brazos en sus dos extremos. El total de su carga es de 100 kg</p>
Cebolla colorada		45,5 Kg	860*460 mm	Muy Complicado	 <p data-bbox="1098 1240 1359 1473">Se inclina el cuello al colocar el peso en la parte del hombro y a su vez al inclinar la columna hacia adelante. El peso total que cargan es de 90 kg</p>
Zanahoria		27,3 kg	500 *400 mm	Complicado	 <p data-bbox="1098 1744 1359 1982">Inclinación de su cuello hacia adelante por ende su columna va a apoyar todo el peso de la carga en sus hombros. Peso total de las cargas: 81,9 kg</p>

<p>Granos tiernos como arveja, frejol entre otros</p>		<p>50 kg</p>	<p>900 *600 mm</p>	<p>Muy complicado</p>	 <p>Se coloca el peso sobre el cuello al apoyar la carga sobre el hombro al inclinar su cabeza y de la misma manera carga un peso adicional, al realizar sobresfuerzo y mantener una postura inadecuada. El peso total de la carga es de: 100kg</p>
<p>Granos secos</p>		<p>50 kg</p>	<p>780*620 mm</p>	<p>Muy complicado</p>	 <p>Inclinación de cuello y espalda al colocar la carga en su espalda y parte del hombro. El peso total de su carga es de 150kg</p>
<p>Maiz</p>		<p>45,5 kg</p>	<p>900*580 mm</p>	<p>Muy Complicado</p>	 <p>Inclinación de cuello al colocar la carga sobre su hombro y sostiene con su brazo</p>

					izquierdo una carga más, al realizar sobreesfuerzo. Peso total de la carga es de 90kg.
Meloco		45,5 kg	880*580 mm	Complicado	 Apoyando la carga a la espalda inclinando el cuello hacia adelante y sostener el peso con sus dos brazos. El peso total que cargan es 90 kg
Tomate riñón		20 kg	250*400*300 mm	Muy complicado	 Se inclina la columna hacia adelante y recae el peso sobre el hombro, espalda y cabeza a su vez sostiene la carga con los brazos alzados. El peso total de la carga es de 80 kg

Como resultados de la observación a las cargas presentan un peso de 20kg a 100kg Por lo tanto, se observa el sobre esfuerzo que realiza el estibador al manipular este tipo de carga entre ellos cabe mencionar el saco de azúcar de 50 kg., la carga del saco de arroz con 45 kg, el saco de papas con 50 kg, la carga de cebollada colorada con 45,5kg, la carga de zanahoria con 27,3kg, la carga de granos tiernos con 50kg, la carga de granos secos con 50g, la carga de maíz con 45,5kg, la carga de melloco con 45,5kg, la carga de tomate de riñón con 20g. donde se aprecia que si hay una mayor carga de sobreesfuerzo al realizar la actividad laboral. Por eso es recomendable realizar las posturas adecuadas y con ello el diseño de un dispositivo para facilitar menos fuerza al momento del levantamiento de carga.

ANEXO 8 Resultados de la guía de preguntas hacia el experto
 ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
 DISEÑO DE PRODUCTOS

Objetivo: Determinar las características del dispositivo de manipulación de cargas desde el punto de vista de un experto.

Nombre:	Adrián Paredes Ing., Mg.
Institución:	EasyTeache Global
Cargo:	Profesional senior en prevención de riesgos laborales
Ciudad	Colombia
Pregunta 1 Zonas afectadas por la manipulación	Se tomará medidas preventivas en la zona dorso lumbar misma que afecta la zona cervical del cuello, también, afecta el manejo de la carga como lo manipulan y la inclinación del cuerpo, la frecuencia de la carga, los ángulos que se forma en el cuello, tipo de carga y peso de carga. También, trae consecuencias en las rodillas, desgaste de fibras, de las partes inferiores. Distensión de ligamentos por el tiempo de que levanta la carga
Pregunta 2 Características que afectan a los estibadores	<ul style="list-style-type: none"> • Hernias discales por el tipo de carga • Lumbalgias • Dolores musculares • Distensiones musculares • Lesiones discales
Pregunta 3 Posturas adecuadas	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe recibir la carga a la altura del hombro • Se debe tener una postura adecuada de la columna hacia adelante • Se debe arrojar la carga hacia adelante sin flexión de la columna • Se de establecer un proceso donde tenga la misma altura del hombro • Se recomienda tener los pies flexibles y la columna recta
Pregunta 4 Manipulación manual de la carga	Las características de la carga de un estudio sociodemográfico, donde se generaron edades, enfermedades previas a causa de este ejercicio, de igual manera el peso ideal de la carga seria de 25Kg.
Pregunta 5 Opinión de un diseño de dispositivo	El diseño de un dispositivo ayuda mecánicamente a generar menos fuerza tiene menos impacto en los trastornos, de igual forma si se tiene un impacto totalmente positivo generara menos fuerzas y menor impacto del estibador, asimismo, el diseño de la dinámica que va a tenerse como molestias, debe considerar realizar el dispositivo con un material ligero,




ANEXO 9 Retroalimentación con el usuario

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
DISEÑO DE PRODUCTOS

Objetivo: Analizar la funcionabilidad y adaptabilidad de un modelo de estudio

Nombre del encuestado: Juan Pallo

Fecha: 04/12/2020

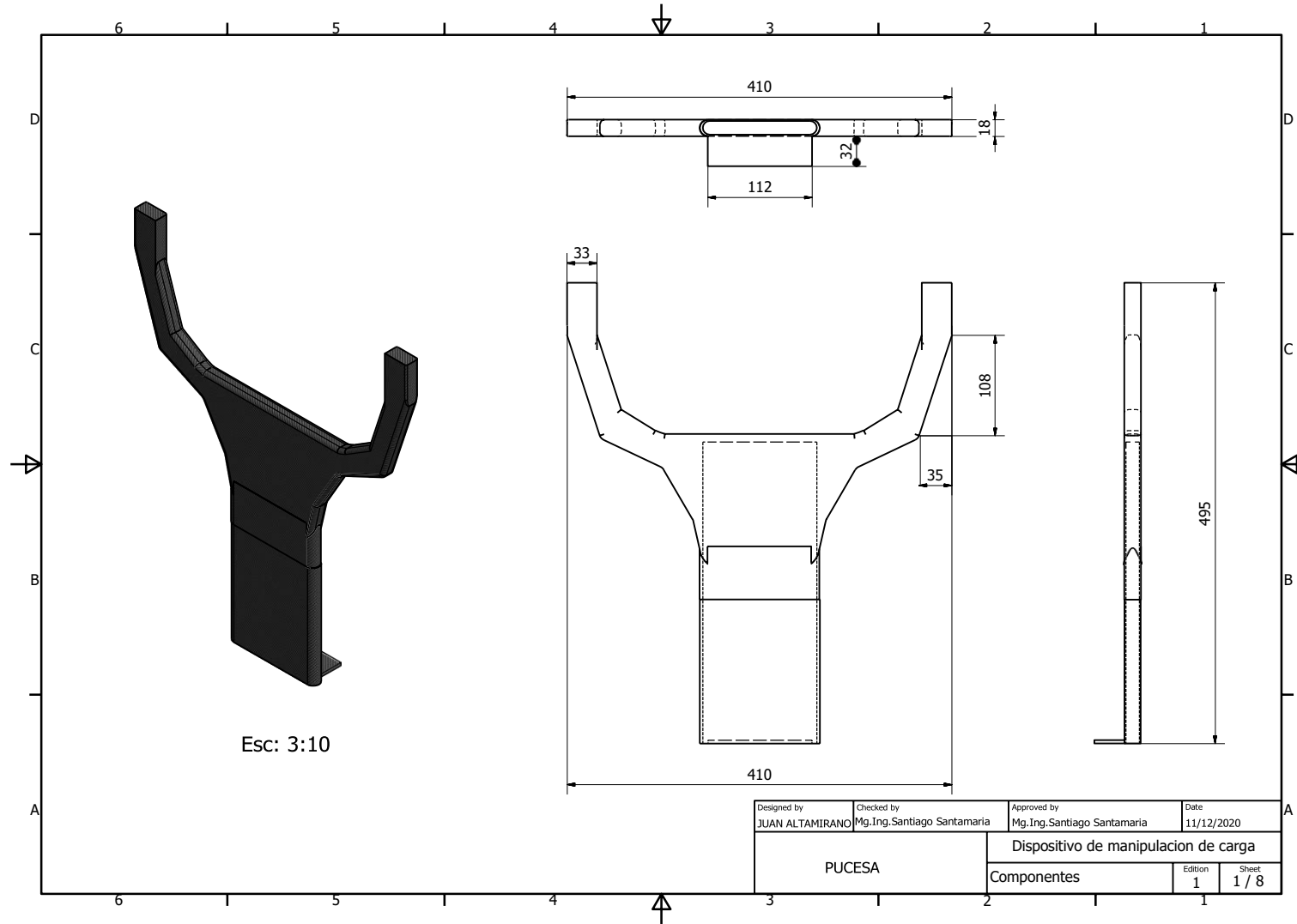
Preguntas	Respuestas			Evidencia Filmográfica
¿Cómo te sientes al utilizar el prototipo de estudio?	Cómodo	Incomodo	Muy cómodo	
¿Le ayudo al momento de manipular las cargas?	Bastante	Poco	Nada	
¿Presento alguna dolencia al momento de la manipulación de cargas?	Algunas	Pocas	Ningunas	
¿Considera útil este	Si	No	¿Por qué?	

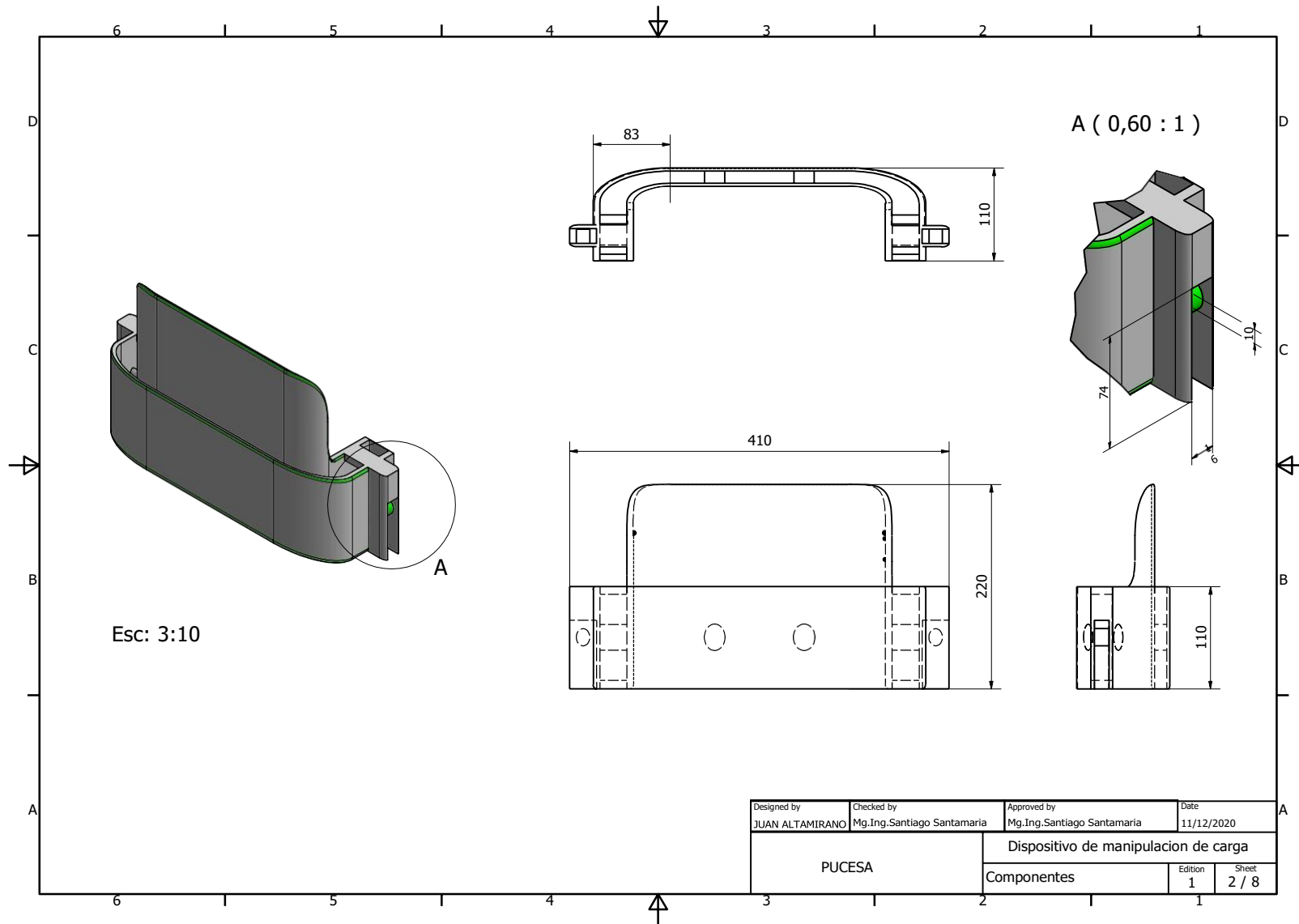
prototipo para su actividad laboral?			Si por que me ayuda a soportar al momento que cargo los productos	
¿El prototipo interrumpe los movimientos que emplea al momento de la manipulación de carga?	Si	No	Si su respuesta es SI mencione cuales	

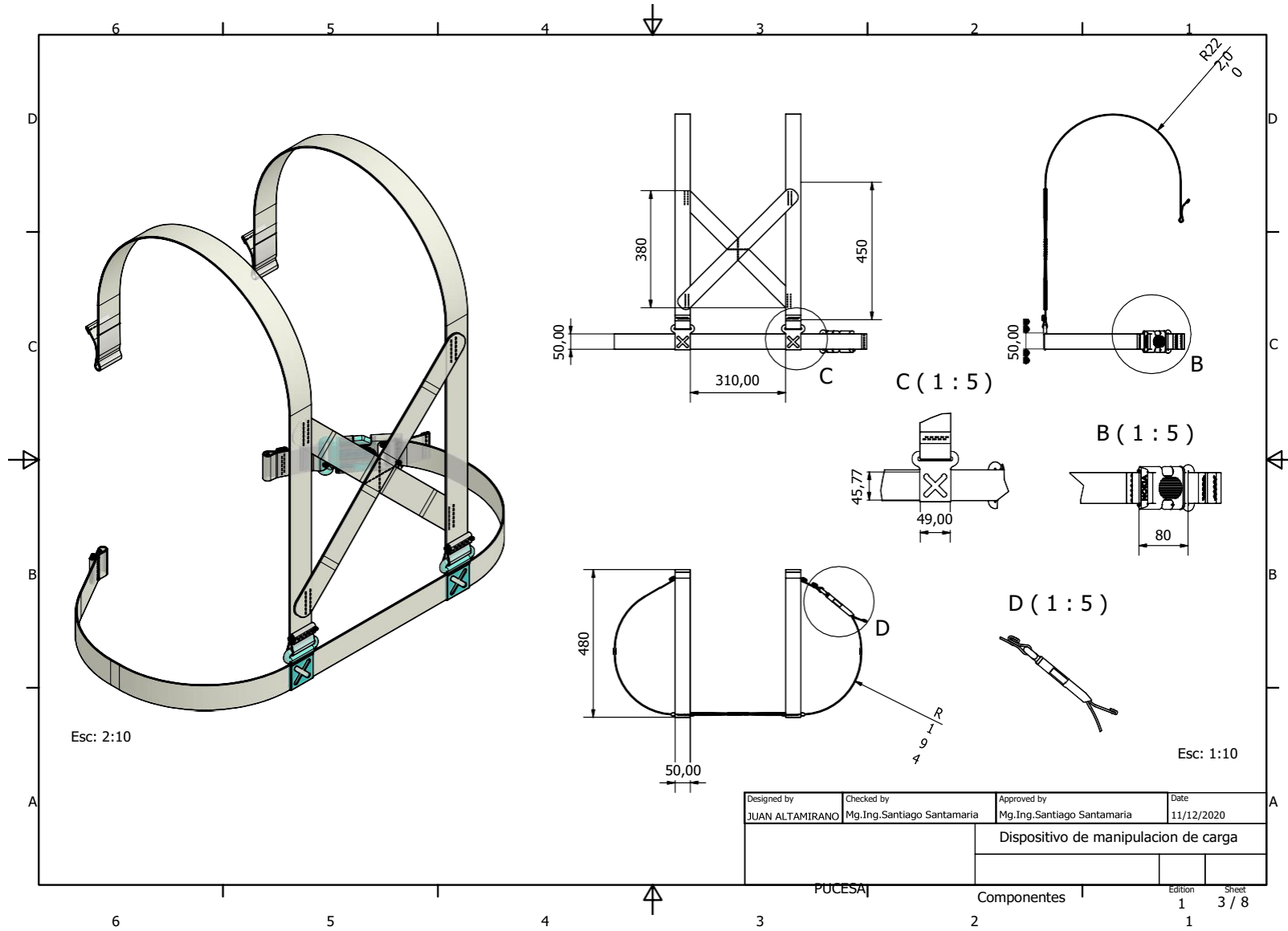
Se concluye que el dispositivo de estudio ayudó de una gran forma al estibador al momento de manipular manualmente la carga y le permite tener un soporte a nivel del hombro que se reparte el peso a la zona lumbar al brindar una mejor posición de la columna vertebral y cervical y así evitar las flexiones incorrectas de la anatomía del cuerpo humano.

Como recomendación por parte del estibador nos indicó que se necesita un mejor acolchonamiento en la parte de los hombros lugar donde se sitúa la carga al llevar.

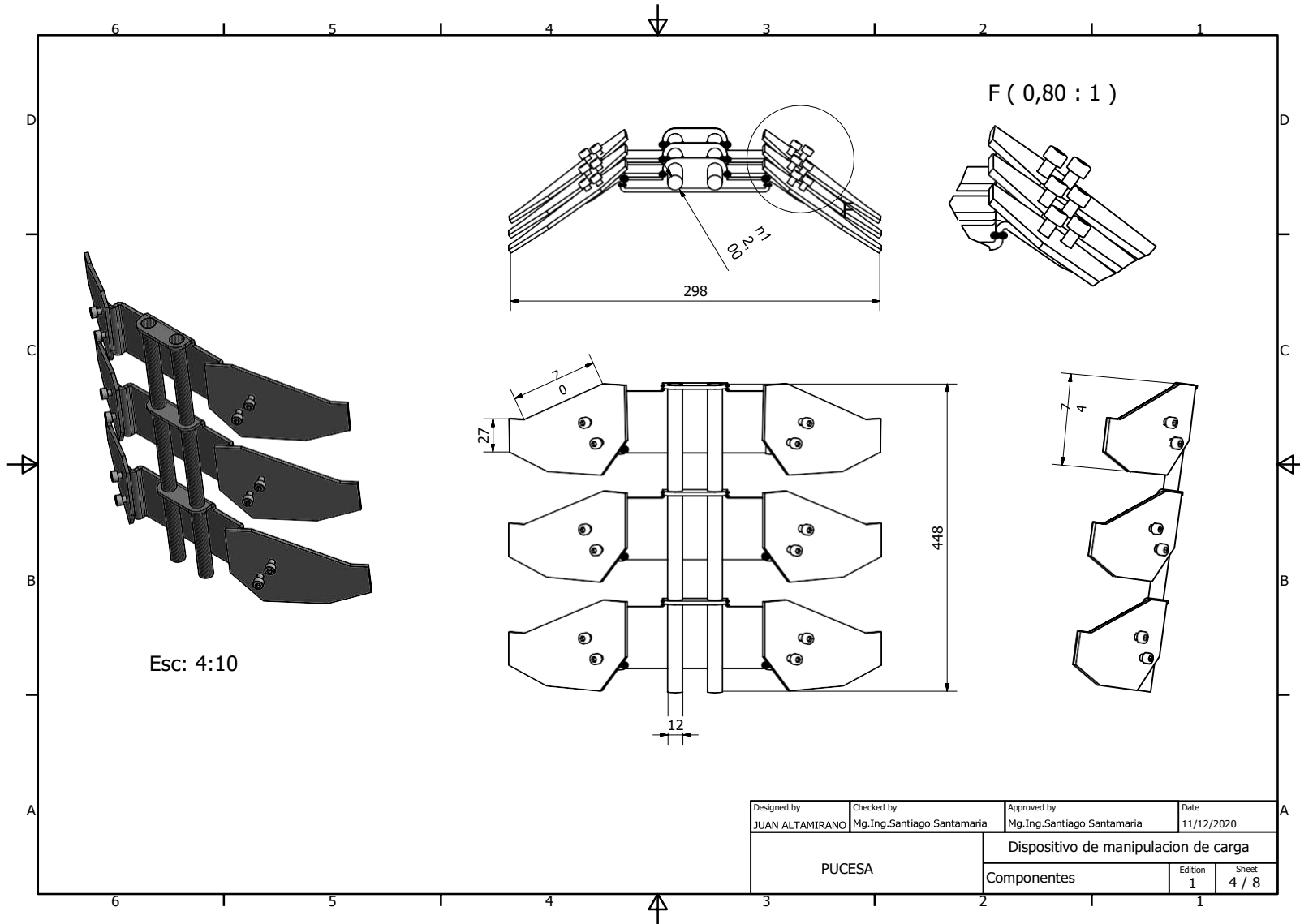
ANEXO 10 Planos de los componentes del dispositivo de manipulación manual de cargas



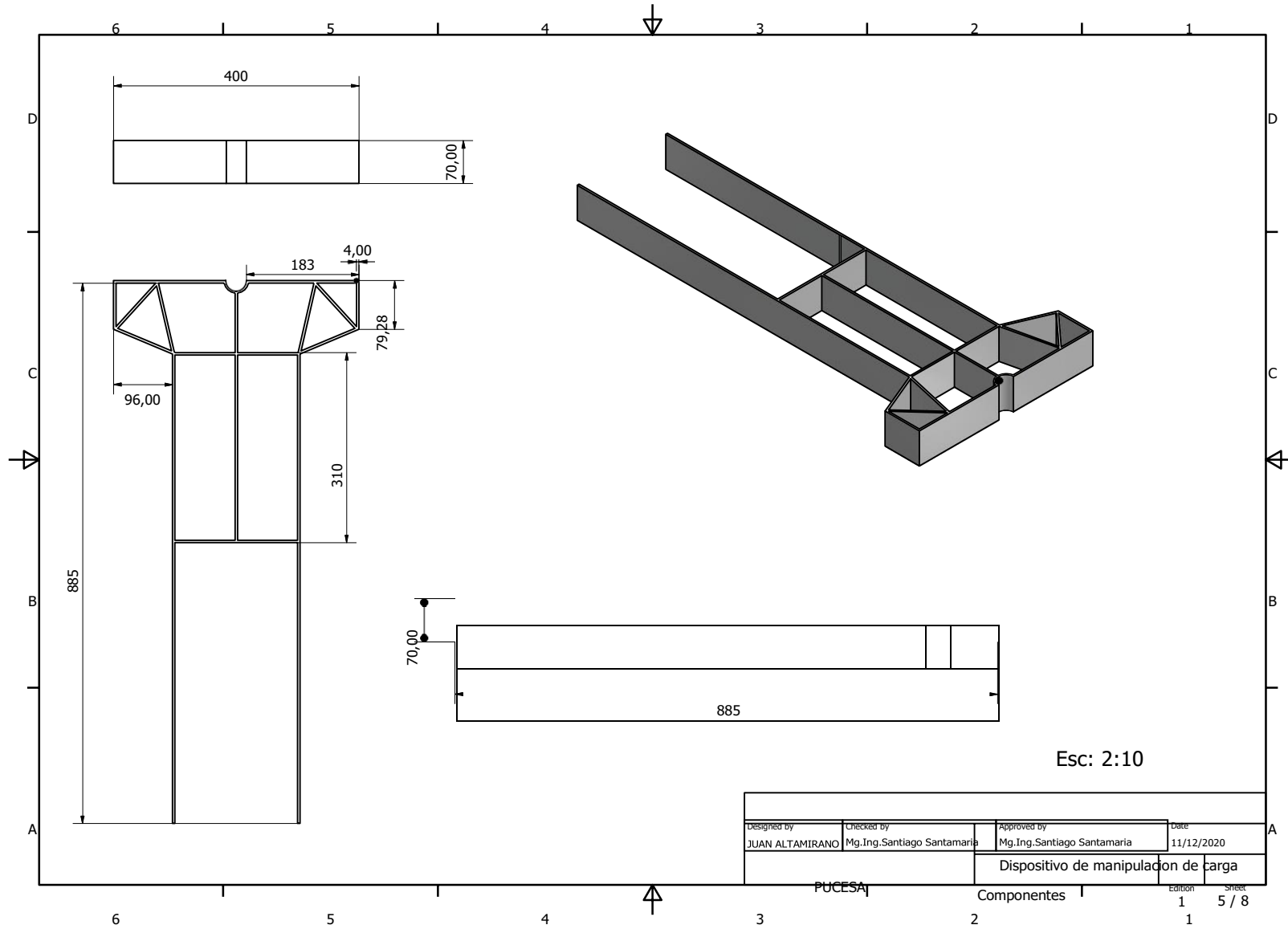


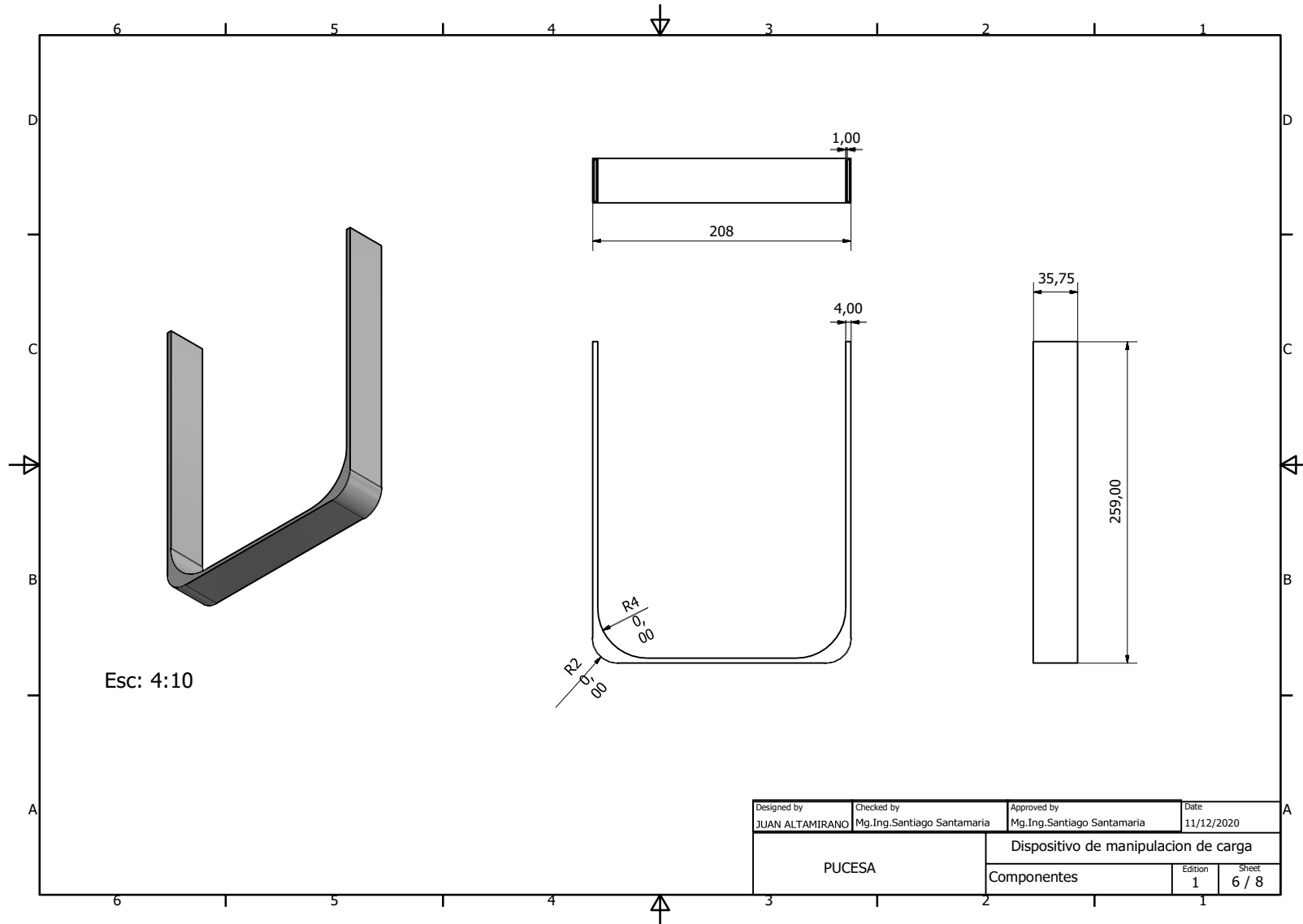


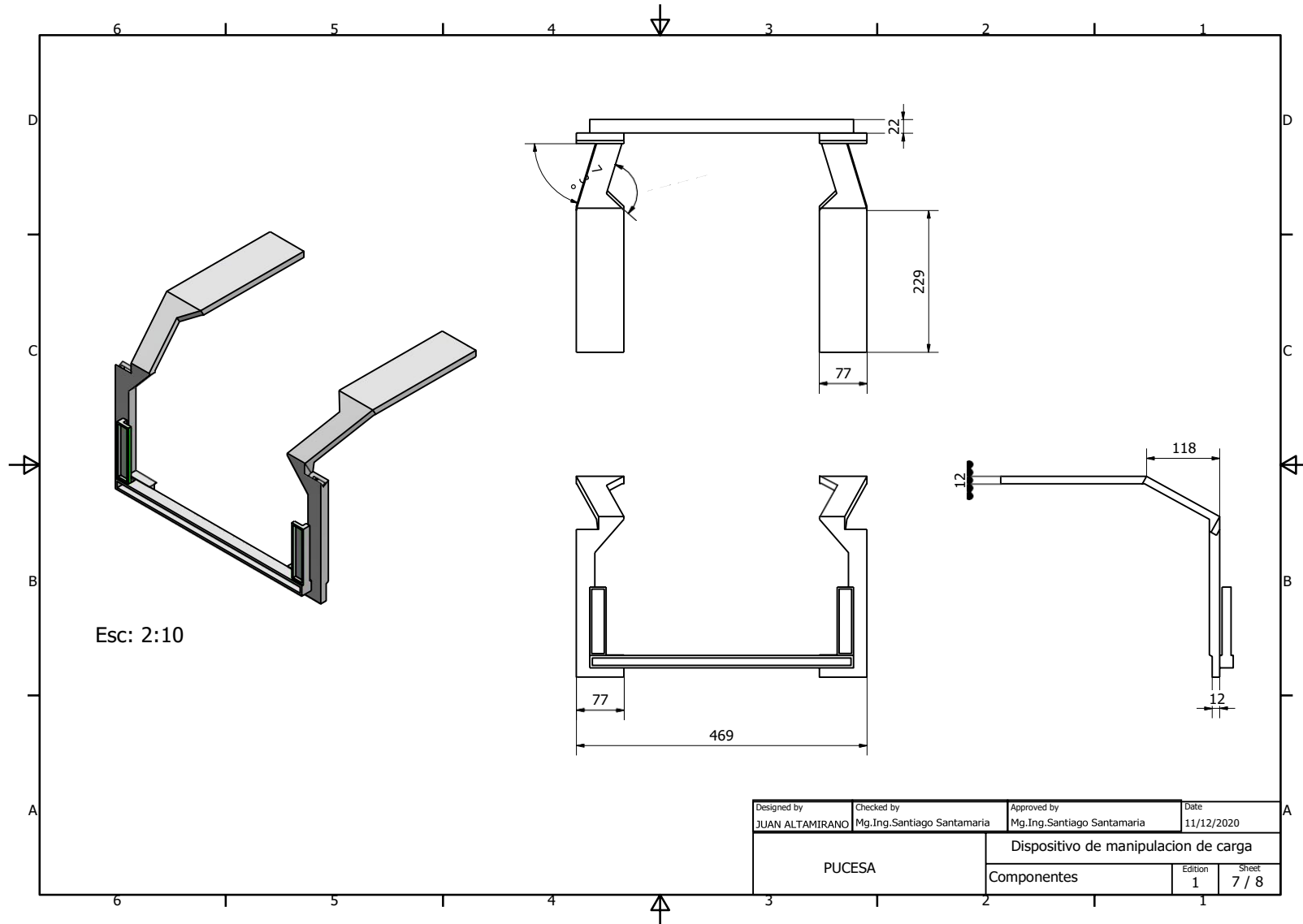
Designed by JUAN ALTAMIRANO	Checked by Mg.Ing.Santiago Santamaria	Approved by Mg.Ing.Santiago Santamaria	Date 11/12/2020
Dispositivo de manipulación de carga			
PUCESA		Componentes	Edition 1
			Sheet 3 / 8



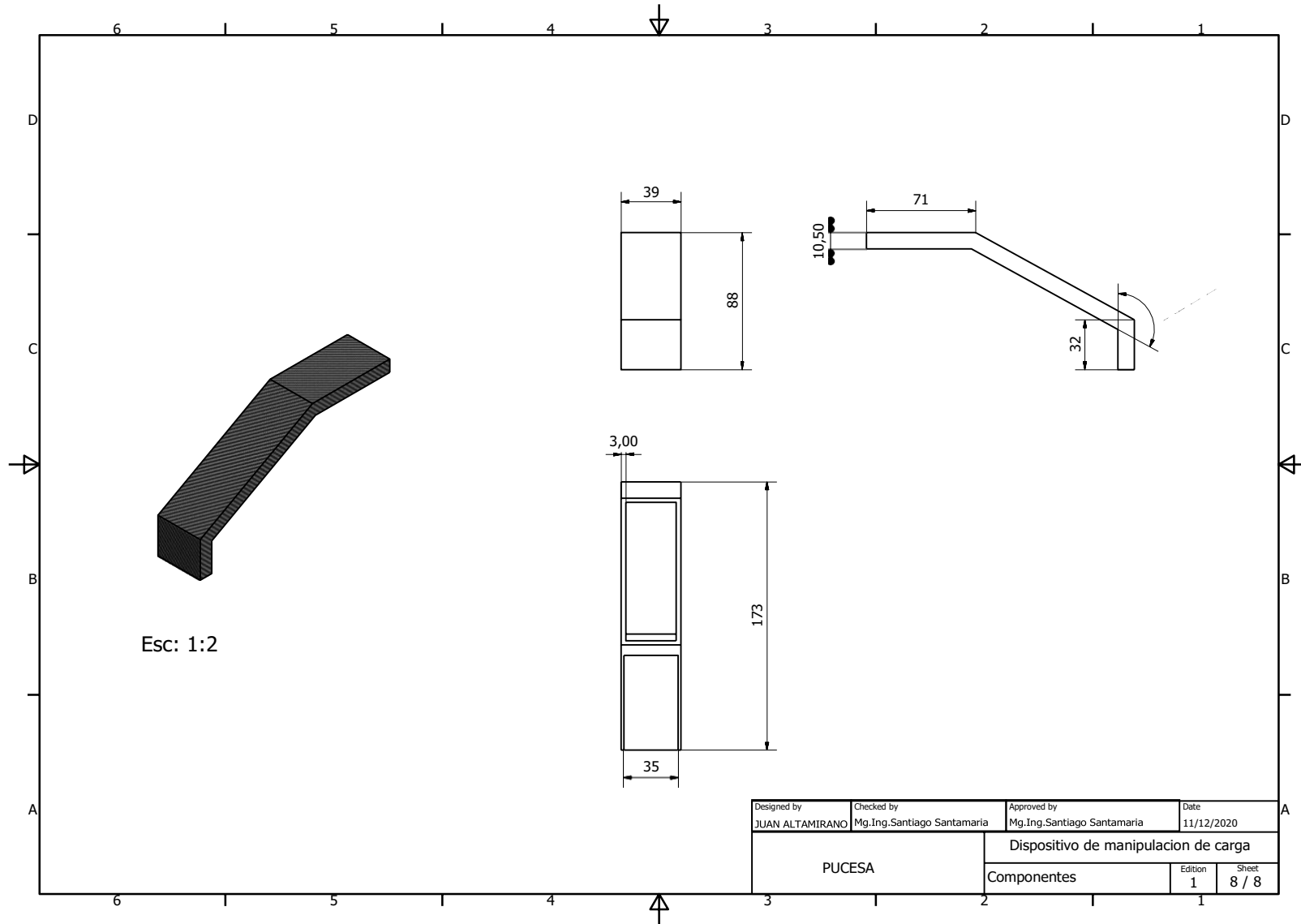
Designed by JUAN ALTAMIRANO	Checked by Mg.Ing.Santiago Santamaria	Approved by Mg.Ing.Santiago Santamaria	Date 11/12/2020
PUCESA		Dispositivo de manipulacion de carga	
		Componentes	Edition 1 Sheet 4 / 8







Designed by JUAN ALTAMIRANO	Checked by Mg.Ing.Santiago Santamaria	Approved by Mg.Ing.Santiago Santamaria	Date 11/12/2020
PUCESA		Dispositivo de manipulacion de carga	
		Componentes	Edition 1 Sheet 7 / 8



ANEXO 11 Costos del dispositivo de manipulación manual de cargas
 ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
 DISEÑO DE PRODUCTOS

Análisis de Costos					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIT	CANT	P.UNIT	COSTO
1a	Barra de aluminio 2024	mm	1,114 mm	0,01	111,40
2a	Filamento de Poliamida	kg	2.55 kg	33,00	84,15
3a	Espuma viscoelástica de alta densidad	mm	500 mm	0,02	10,00
4a	Tubo de fibra de carbono	mm	2	35,00	70,00
5a	Hebillas broche 25mm	u	1	0,90	0,90
6a	Deslizadores	u	2	0,30	0,60
7a	Pernos de cabeza plana de 6"	u	12	0,30	3,60
8a	Tuercas	u	12	0,15	1,80
9a	Suelda	u	17	10,00	170,00
10a	Disco de corte y pulido	u	2	6,00	12,00
11a	Arnés de anclaje de cuatro puntos	u	1	135,00	135,00
12a	Fabricación aditiva	h	150 h	2,00	300,00
13a	Pintura sintética	lt	1 lt	20,00	20,00
14a	Mano de obra	h	48 h	2,25	108,00
		Subtotal			\$ 1027,45
	Indirectos	%	10%		\$ 102,74
	Asesoría y diseño	%	25%		\$ 256,86
TOTAL					\$ 1387,05

El valor estimado de comercialización del dispositivo es de \$ 1387,05 su comercialización se realizará bajo el otorgamiento de créditos de inversión pública para el desarrollo sostenible con equidad social y regional del Bancodel Desarrollo del Ecuador BP. esta entidad brinda los recursos necesarios para la elaboración de proyecto debido a que la propuesta de investigación planteada se encuentra en el grupo de ayuda prioritaria correspondiente a equipamiento urbano en la tabla de políticas generales que financia el BDE.

ANEXO 12 Evaluación del experto a través de una encuesta.

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
DISEÑO DE PRODUCTOS

Objetivo: Determinar si es factible la elaboración del dispositivo propuesto.

Nombre del experto a evaluar: Adrián Paredes Ing., Mg.

Cargo: Profesional senior en prevención de riesgos laborales
(EasyTeache Global)

Fecha: 15/20/2020

Tiempo: 20 minutos

Mediante una escala de Likert se determinó si es una propuesta viable y va a beneficiar a los estibadores del Mercado Mayorista de Ambato:

Preguntas	1	2	3	4	5
	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
Complejidad al momento de colocarse		X			
Resistencia del material					X
Tiene parámetros ergonómicos.				X	
Previene la aparición de trastornos músculo-esqueléticos de origen laboral					X

Permite la realización de movientes naturales				X	
Cumple con las condiciones adecuadas para el trasporte de productos				X	
La distribución de carga es adecuada				X	
Al momento de ser utilizado favorece a la adquisición de una buena postura					X
El dispositivo es de fácil mantenimiento			X		
La mayor presión de carga se ejerce en el dispositivo				X	