



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

# **Artefacto Asistencial de Carga**

Trabajo de Graduación previo a la  
obtención del título de Diseñador de Objetos  
Facultad de Diseño, Arquitectura y Arte

Escuela de Diseño de Objetos

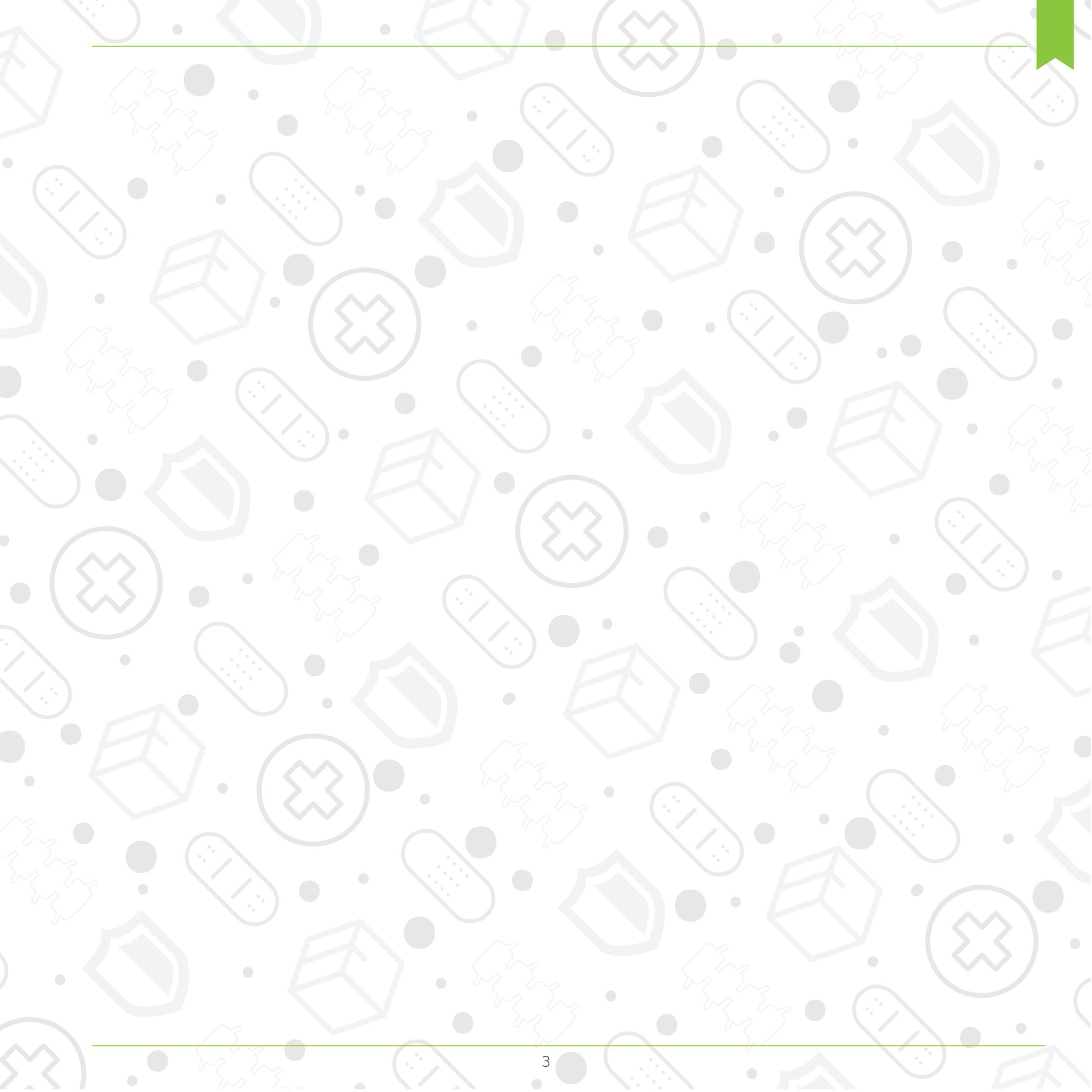
**Autor:** Bernardo Dávila Vintimilla

**Tutor:** Mgst. Alfredo Cabrera Chiriboga

**Cuenca - Ecuador**

- 2018 -







---

## **DEDICATORIA**

Este proyecto lo dedico a mis Padres que han sido mi apoyo incondicional, y sobre todo a mi Madre que es el mejor ejemplo de lucha y constancia de vida.



---

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por su constante apoyo pese a las dificultades que nuestra familia atraviesa.

A mi tutor Mgst Alfredo Cabrera Chiriboga por su permanente guía durante el transcurso de la realización de este proyecto.

---



## RESUMEN

Diversas actividades laborales requieren que la persona manipule carga durante la jornada de trabajo, pese a que existen límites de peso y posturas recomendadas, la repetitividad y frecuencia al momento del levantamiento de la carga exponen al trabajador a múltiples lesiones principalmente a nivel de la zona lumbar. Mediante el estudio de guías técnicas se ha aplicado criterios ergonómicos y antropométricos para el desarrollo de un proceso de diseño centrado en el usuario, el modelado e impresión 3D fueron fundamentales para la creación de este prototipo.

### Assistance loading artifact

Different working activities require the handling of loading during work shift. Although there are weight limits and recommended postures, the repeatability and frequency when lifting loads expose workers to multiple injuries in the lower back area. Through the study of multiple technical guides, the researchers have applied ergonomic and anthropometric criteria for the development of a design process focused on the user. The modelling and 3D printing were essential for the creation of this prototype.

An assistance for lifting loads and protection against possible lumbar injuries.

Key words: injury, hernia, vertebra, spine, lumbar, 3D, design, ergonomics, security, labor

MDes. Alfredo Cabrera

Bernado Dávila

Code: 76730

Translated by



*Margali Steege*

## ÍNDICE

Dedicatoria .....	4	1.6.1 Funciones de los músculos.....	16
Agradecimiento.....	5	1.6.2 Funcionamiento.....	16
Resumen.....	6	1.6.3 Enfermedades y lesiones.....	16
Abstract .....	7	1.6.4 Límites en la manipulación de cargas .....	17
Índice de imágenes .....	10	1.6.5 Técnica para un correcto levantamiento.....	17
Objetivo general.....	11	1.7 Problemas y lesiones frecuentes a nivel dorso-lumbar .....	17
Objetivo específico .....	11	1.7.1 Lumbalgia .....	17
1 Contextualización.....	12	1.7.2 Contractura .....	18
1.1 Pesos y cargas .....	14	1.7.3 Hernia.....	18
1.2 El esqueleto .....	14	1.7.3.1 Hernia Discal .....	18
1.3 Columna vertebral .....	14	2 Planificación .....	20
1.4 Propósito de las vértebras.....	15	2.1 Definición del usuario.....	22
1.5 Funciones de la columna vertebral.....	15	2.1.1 Mecanismo de producción de lesión intervertebral .....	22
1.5.1 Protección .....	15	2.1.2 Lumbalgia .....	22
1.5.2 Base para sujeción.....	15	2.1.3 Contractura muscular .....	23
1.5.3 Apoyo estructural .....	15	2.2 Definición de movimientos corporales.....	23
1.5.4 Flexibilidad y movilidad.....	15	2.3 Actividades laborales de alto riesgo para la región lumbar .....	23
1.5.5 Otras.....	15	2.4 Aspectos técnicos a considerar previos al planteamiento.....	
1.6 Los músculos.....	15		

miento de soluciones .....	24	3.2.2.2 Boceto #6: Modelo de vertebras de exoesqueleto .....	33
2.4.1 Materiales .....	24	3.2.2.3 Boceto #7: Arnés completo de tórax con exoesqueleto vertebral .....	33
2.4.1.1 Clasificación de cintas, cuerdas y cordones .....	24	3.2.3 Bocetación etapa 3 .....	34
2.4.2 Impresión 3D .....	25	3.2.3.1 Boceto #8: Arnés y vertebras .....	34
2.4.2.1 Plástico PLA .....	25	3.2.3.2 Boceto #9: Tensión en levantamiento .....	34
2.5.2 Aspectos importantes a considerar .....	25	3.2.3.3 Boceto #10: Modelo de vertebras del exoesqueleto planteado .....	35
2.5.2.1 Antropometría .....	25	3.2.3.4 Boceto #11: Modelo de arnés con exoesqueleto .....	35
2.5.2.2 Biónica .....	26	4 Resultados .....	36
2.5.2.3 Biomecánica .....	26	4.1 Concreción formal .....	38
3 Ideación .....	28	4.1.1 Formas y materiales .....	38
3.1 Antecedentes .....	30	4.1.2 Accesorios .....	39
3.2 Bocetación .....	30	4.2 Planos técnicos .....	40
3.2.1 Etapa 1 .....	30	4.2.1 Base .....	40
3.2.1.1 Boceto #1: Soporte con sistema de poleas .....	30	4.2.2 Vertebra inferior-superior .....	41
3.2.1.2 Boceto #2: Arnés con soporte dorsal .....	31	4.2.1 Vertebra media .....	42
3.2.1.3 Boceto #3: Arnés con asistencia elástica .....	31	Conclusiones .....	47
3.2.1.4 Boceto #4: Arnés con tiras de sujeción y soporte lumbar .....	32	Recomendaciones .....	47
3.2.2 Bocetación etapa 2 .....	32	Bibliografía .....	48
3.2.2.1 Boceto #5: Arnés con soporte dorsal y exoesqueleto vertebral .....	32		

## ÍNDICE IMÁGENES

<https://tusintoma.com/huesos-del-cuerpo-humano/>  
..... 14

<https://es.slideshare.net/niltonmalaga/teji-do-oseo-40367940>..... 14

[www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/colum-na-vertebral](http://www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/colum-na-vertebral)..... 14

[www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/colum-na-vertebral](http://www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/colum-na-vertebral)..... 15

[https://www.ecured.cu/Archivo:Sistema\\_Muscular.JPG](https://www.ecured.cu/Archivo:Sistema_Muscular.JPG)  
..... 15

<https://agita.cl/manejo-manual-de-cargas-levan-ta-carga-sin-que-tu-espalda-sufra/>..... 17

<https://agita.cl/manejo-manual-de-cargas-levan-ta-carga-sin-que-tu-espalda-sufra/>..... 17

<https://www.slideshare.net/SergioGalindo9/1-mane-jo-y-levantamiento-de-cargas> ..... 17

<https://classtetica.wordpress.com/2015/08/14/con-tractura-muscular-que-es/> ..... 18

<https://chaparrolesionesdeportivas.com/2016/08/18/lumbalgia/> ..... 18

<https://quiropRACTICALLARD.com/barcelona/2018/03/13/dolor-lumbar-hernia-discal/>..... 18

[https://i.blogs.es/b4c7c8/mecanismo-her-nia/1366\\_2000.jpg](https://i.blogs.es/b4c7c8/mecanismo-her-nia/1366_2000.jpg) ..... 22

<https://mariavillalbaquiromasaje.files.wordpress.com/2015/09/contractura-muscular-4.jpg> ..... 23

<http://industrial-alturasysaludocupacinoal.blogspot.com/2013/07/ergonomia-levantamiento-de-cargas.html> ..... 23

<https://merceriasarabia.com/cintas/9608-espiga-natur-3-cm.html>..... 24

<http://tecnoweb.com.uy/producto/correa-para-mu-danza-y-levantamiento-de-objetos-pesadas/> ..... 25

<http://lopezparra.es/tensoeres/4577-pulpo-goma-gan-chos-150cmx20mm-12u-elastico-8412372760185.html>  
..... 25

<http://www.ngenespanol.com/ciencia/descubrimien-tos/15/06/16/las-impresoras-3dunnegocioqueavanza-lentoperosinpausa1/> ..... 25

<https://frs-cnc.com/impresoras-3d/consumi-bles-3d/736/bobina-de-abs-detail> ..... 25

<http://lacasacromatica.blogspot.com/2011/02/plasti-ca-1-eso-ejercicio-n-21.html> ..... 26

<http://tecnoweb.com.uy/producto/correa-para-mu-danza-y-levantamiento-de-objetos-pesadas/> ..... 26

<https://www.ergonautas.upv.es/metodos/biomecani-ca/biomecanica-ayuda.php>..... 26

[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documen-tacion/FichasPublicaciones/Divulgacion/Carteles/Carteles\\_A4/Car\\_041\\_imp.jpg](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documen-tacion/FichasPublicaciones/Divulgacion/Carteles/Carteles_A4/Car_041_imp.jpg)..... 30



---

## **OBJETIVO GENERAL**

Mejorar el desempeño laboral del trabajador mediante la asistencia de carga con el fin de reducir la fatiga y disminuir el riesgo de posibles lesiones.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- 1.** Analizar la situación del trabajador al momento de levantar las cargas cuando estas estén dentro y fuera de los pesos recomendados.
- 2.** Determinar las variables en las que se puedan dar asistencia para reducir los posibles daños a la salud que puedan tener los trabajadores cuando estos realizan levantamiento de carga.
- 3.** Generar una propuesta de diseño que brinde asistencia al trabajador durante el levantamiento continuo de carga para aminorar la presión y fatiga que esta actividad causa.

# CAPÍTULO 1

— CONTEXTUALIZACIÓN —

## **INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presenta una visión general de los posibles problemas que aquejan al trabajador cuya actividad involucra la manipulación de carga, enseña datos y recomendaciones de guías técnicas que ayudan a salvaguardar la integridad del empleado, así como también indica los órganos y sistemas del cuerpo humano que se ven relacionados con esta actividad.

### 1.1 Pesos y cargas

Los pesos y cargas a ser movidas siempre suponen la posibilidad de convertirse en un problema en cualquier contexto, más aún cuando en forma repetitiva y en situaciones laborales, por la misma naturaleza de la labor, se hace necesario transportar cargas desde un punto hacia otro. Hay puestos de trabajo que requieren realizar este trabajo continuamente aunque no hay que desestimar aquellos que de manera ocasional movilizan cargas, porque en ambos casos la problemática puede estar enfocada no solo en la magnitud de los pesos y sino también en la frecuencia de la transportación.

Siempre hay que resaltar que ésta situación, a más de exigir una logística específica a resolver, es una de las causas de lesiones musculoesqueléticas más frecuentes que se manifiestan en forma de lumbalgias, hernias y contracturas en los trabajadores motivando un significativo ausentismo, importantes pérdidas económicas para las empresas y un perjuicio personal en los ingresos del trabajador.

### 1.2 El esqueleto

El esqueleto humano es el conjunto total y organizado de piezas óseas que proporciona al cuerpo humano una firme estructura multifuncional. En biología, el sistema esquelético o esqueleto es el sistema que proporciona soporte, apoyo y protección a los tejidos blandos y músculos en los organismos vivos. El sistema esquelético asociado a la estructura articular y muscular, tiene funciones de locomoción, sostén y protección. Los vertebrados presentan un esqueleto interno o endoesqueleto, con varias secciones claves para la estructuración del sistema.



<https://tusintoma.com/huesos-del-cuerpo-humano/>

### NUMERO DE HUESOS

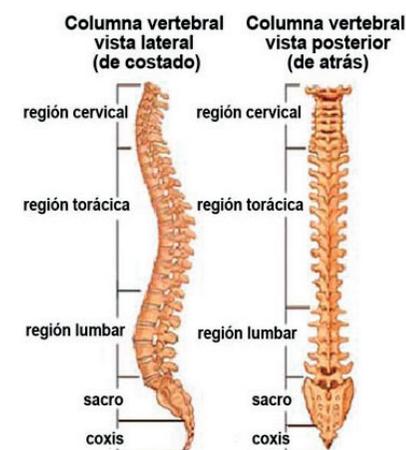
- El esqueleto humano esta formado por 206 huesos, sin contar los huesos supranumerarios (sesamoideos y wormianos).

ESQUELETO	N. DE HUESOS
■ COLUMNA VERTEBRAL	24
■ SACRO	01
■ COCCIS	01
■ CRANEO	08
■ CARA	14
■ OIDO MEDIO	06
■ HIODES	01
■ ESTERNON	01
■ COSTILLAS	24
■ MIEMBRO SUPERIOR	64
■ MIEMBRO INFERIOR	62

<https://es.slideshare.net/niltonmalaga/tejido-oseo-40367940>

### 1.3 Columna vertebral

La columna vertebral (o espina dorsal) se extiende desde el cráneo hasta la pelvis y se compone de 33 huesos individuales que se denominan vértebras. Las vértebras se apilan un grupo sobre otro en cuatro regiones:



[www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/columna-vertebral](http://www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/columna-vertebral)

Término	Cant. de vértebras	Área del cuerpo	Abreviatura
Cervicales	7	Cuello	C1-C7
Torácicas	12	Pecho	T1-T12
Lumbares	5 o 6	Parte baja de la espalda	L1-L5
Sacras	5 (fusionadas)	Pelvis	S1-S5
Coxis	3	Rabadilla	Ninguna

[www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/columna-vertebral](http://www.spineuniverse.com/espanol/anatomia/columna-vertebral)

### 1.4 Propósito de las vértebras

Aunque las vértebras varían en tamaño (las cervicales son las más pequeñas, las lumbares, las más grandes) los cuerpos vertebrales son las estructuras de la columna vertebral que soportan el peso. El peso de la parte superior del cuerpo se distribuye a lo largo de la columna hasta el sacro y la pelvis. Las curvas naturales de la columna, cifótica y lordótica, proveen resistencia y elasticidad en la distribución del peso corporal y las cargas axiales sostenidas durante el movimiento.

Las vértebras se componen de muchos elementos que son vitales para el funcionamiento general de la columna, e incluyen los discos intervertebrales y las articulaciones facetarias.

### 1.5 Funciones de la columna vertebral

#### 1.5.1 Protección

- Médula espinal y raíces nerviosas
- Órganos internos

#### 1.5.2 Base para sujeción

- Ligamentos
- Tendones
- Músculos

#### 1.5.3 Apoyo estructural

- Cabeza, hombros, pecho
- Conecta la parte superior e inferior del cuerpo
- Equilibrio y distribución del peso

### 1.5.4 Flexibilidad y movilidad

- Flexión (inclinación hacia adelante)
- Extensión (inclinación hacia atrás)
- Inclinación hacia el costado (izquierda y derecha)
- Rotación (izquierda y derecha)
- Combinación de las anteriores

### 1.5.5 Otras

- Almacenamiento de minerales

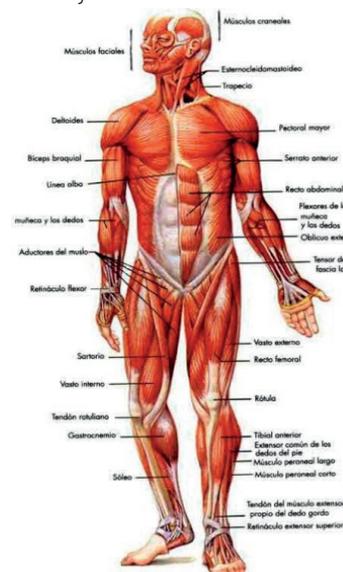
### 1.6 Los músculos

El músculo es un órgano o masa de tejido, compuesto de fibras que, mediante la contracción y la relajación, sirve para producir el movimiento en el hombre y todos los animales.

Sistema muscular:

En anatomía humana, el sistema muscular es el conjunto de los más de 650 músculos del cuerpo, cuya función primordial es generar movimiento, ya sea voluntario o involuntario -músculos esqueléticos y viscerales, respectivamente. Algunos de los músculos pueden enhebrarse de ambas formas, por lo que se los suele categorizar como mixtos.

El sistema muscular permite que el esqueleto se mueva, mantenga su estabilidad y la forma del cuerpo. En los vertebrados se controla a través del sistema nervioso, aunque algunos músculos (tales como el cardíaco) pueden funcionar en forma autónoma. Aproximadamente el 40% del cuerpo humano está formado por músculos, vale decir que por cada kg de peso total, 400g corresponden a tejido muscular.



[https://www.ecured.cu/Archivo:Sistema\\_Muscular.JPG](https://www.ecured.cu/Archivo:Sistema_Muscular.JPG)

### 1.6.1 Funciones de los músculos

**Locomoción:** consistente en realizar el movimiento necesario de las extremidades y los músculos estabilizantes del tórax para efectuar los desplazamientos en el espacio.

**Actividad motora de los órganos:** los músculos están presentes colaborando en las funciones de muchos otros órganos y sistemas: como el cardiovascular o circulatorio, el digestivo o el urinario. Información del estado fisiológico: por ejemplo, un cólico renal provoca contracciones fuertes del músculo liso generando un fuerte dolor, signo del propio cólico.

**Mímica:** el conjunto de las acciones faciales, también conocidas como gestos, que sirven para expresar lo que sentimos y percibimos.

**Estabilidad:** los músculos conjuntamente con los huesos permiten al cuerpo mantenerse estable, mientras permanece en estado de actividad.

**Postura:** el control de las posiciones que realiza el cuerpo en estado de reposo.

**Producción de calor:** al producir contracciones musculares se origina energía calórica.

**Forma:** los músculos y tendones definen la morfología del sujeto dando el aspecto típico del cuerpo.

**Protección:** el sistema muscular sirve también como protección para los órganos vitales.

### 1.6.2 Funcionamiento

Los músculos son asociados generalmente de forma obvia con el movimiento, pero en realidad, como vimos, son también los que nos permiten impulsar la comida por el sistema digestivo, respirar y hacer circular a la sangre.

El funcionamiento del sistema muscular se puede dividir en 2 grandes procesos, relacionados a su vez al funcionamiento del sistema nervioso: uno voluntario que nos permite por decisión operar los músculos esqueléticos, produciendo movimientos conscientes y el segundo involuntario realizado por los músculos que responden al sistema nervioso simpático o autónomo que regenta las funciones vitales moviendo los músculos que rigen los sistemas cardiorrespiratorio, digestivo, excretor, etc.

El sistema musculo-esquelético nos permite caminar, correr, saltar, en fin nos faculta una multitud de actividades voluntarias. En cuanto a los músculos de funcionamiento autónomo, se puede decir que se desempeñan de manera independiente a nuestra voluntad pero son supervisados y controlados por el sistema nervioso central, se encarga de generar presión para el traslado de fluidos y el transporte de sustancias a lo largo del organismo con ayuda de los movimientos peristálticos (como el intestinal moviendo el alimento, durante el proceso de digestión y excreción). Ejemplo de esto es el proceso autónomo del corazón, órgano básicamente muscular que se contrae regularmente, millones de veces durante la vida, debiendo soportar la fatiga y el cansancio, sin detenerse.

Hay que necesariamente hacer una breve referencia a una situación que suele implicar a los dos sistemas, voluntario y autónomo sin que signifique un nuevo régimen y está relacionado a cuando se da una situación extrema de alto riesgo y los movimientos musculo - esqueléticos y viscerales responden a respuestas instintivas o reflejos que son las repuestas involuntarias generadas como resultado de un estímulo de peligro, situación en la que participan incluso el sistema endocrino segregando sustancias como la adrenalina, que hace que el sujeto incremente sus latidos cardiacos, adquiera fuerza y velocidad inusuales y hasta que excrete involuntariamente.

### 1.6.3 Enfermedades y lesiones

Las enfermedades que afectan al sistema muscular pueden ser producidas por algunos virus que atacan el sistema nervioso rector o directamente al músculo, también se experimentan dolencias por cansancio muscular, posturas inadecuadas, lesiones por ejercicios bruscos o sucesos laborales y accidentes. Algunas enfermedades y lesiones que afectan al sistema muscular de forma frecuente son:

- **Desgarro:** ruptura del tejido muscular.
- **Calambre:** contracción espasmódica involuntaria, que afecta a los músculos superficiales.
- **Esguince:** lesión producida por un daño moderado o total de las fibras musculares y/ o ligamentos de una articulación.
- **Distrofia muscular:** degeneración de los músculos esqueléticos.
- **Atrofia:** pérdida o disminución del tejido muscular.

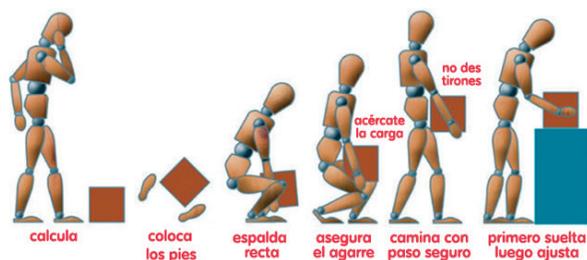
• **Hipertrofia:** crecimiento o desarrollo anormal de los músculos, produciendo en algunos casos serias deformaciones. No obstante, la hipertrofia muscular controlada es uno de los objetivos del culturismo.

• **Poliomielitis:** conocida comúnmente como polio. Es una enfermedad producida por un virus, que ataca al sistema nervioso central, y ocasiona que los impulsos nerviosos no se transmitan y las extremidades se atrofen.

• **Miastenia gravis:** es un trastorno neuromuscular, se caracteriza por una debilidad del tejido muscular y el sistema muscular es un componente ácido.

### 1.6.4 Límites en la manipulación de cargas

Enfermedades y especialmente lesiones significan un gran problema de salud pública y empresarial, a sabiendas que muchos de dichos riesgos se presentan en la jornada laboral, un alto porcentaje son debido a la incorrecta o forzada manipulación de carga, por lo que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España plasma en una guía técnica el siguiente concepto: " se considera una carga todo aquel elemento a manipular que pese más de 3 kilogramos". Así mismo establece como carga máxima a manipular en condiciones óptimas un peso de 25 kilogramos para los hombres y máximo 15 kilogramos para mujeres.



<https://agita.cl/manejo-manual-de-cargas-levanta-carga-sin-que-tu-espalda-sufra/>

Siempre será un factor determinante la frecuencia con la que el trabajador realiza el levantamiento de carga. Ya que en una jornada laboral de 8 horas debería transportar una carga acumulada de no más de 10000kg siempre que la distancia máxima sea de hasta 10 metros.



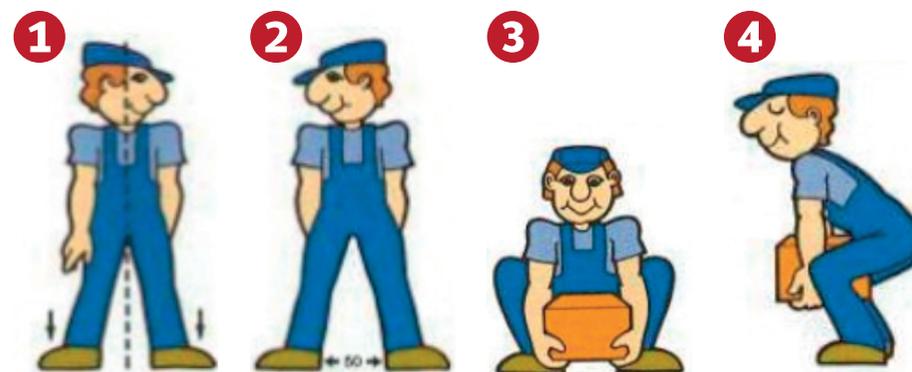
<https://agita.cl/manejo-manual-de-cargas-levanta-carga-sin-que-tu-espalda-sufra/>

### 1.6.5 Técnica para un correcto levantamiento

Es crucial que los trabajadores conozcan y apliquen una técnica de levantamiento que les permita evitar el máximo la sobrecarga muscular, las molestias y las lesiones. La más difundida es la que figura a continuación:

1. Aproximarse a la carga apoyando los pies firmemente en el suelo (con el cuerpo centrado).
2. Separar los pies a una distancia aproximada de 50 cm.
3. Doblar las rodillas para coger la carga.
4. Levantarse con la fuerza de las piernas, manteniéndola espalda recta, la cabeza levantada y el abdomen y glúteos apretados.

Altura vertical a la que se transporta la carga: para esto se contemplan dos posibilidades, la altura de los codos (111 cm en hombres y 105 cm en mujeres), o la altura de los nudillos del trabajador (79 y 72 cm respectivamente).



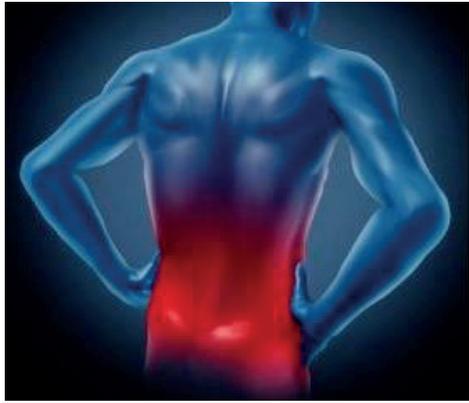
<https://www.slideshare.net/SergioGalindo9/1-manejo-y-levantamiento-de-cargas>

### 1.7 Problemas y lesiones frecuentes a nivel dorso-lumbar

Hay que destacar que la incorrecta manipulación de carga pone en riesgo la salud del trabajador, las siguientes son las posibles lesiones a las que está expuesto:

#### 1.7.1 Lumbalgia

La lumbalgia o lumbago es un término para el dolor de espalda baja, en la zona lumbar, causado por un síndrome músculo-esquelético, es decir, trastornos relacionados con las vértebras lumbares y las estructuras de los tejidos blandos como músculos, ligamentos, nervios y discos intervertebrales.

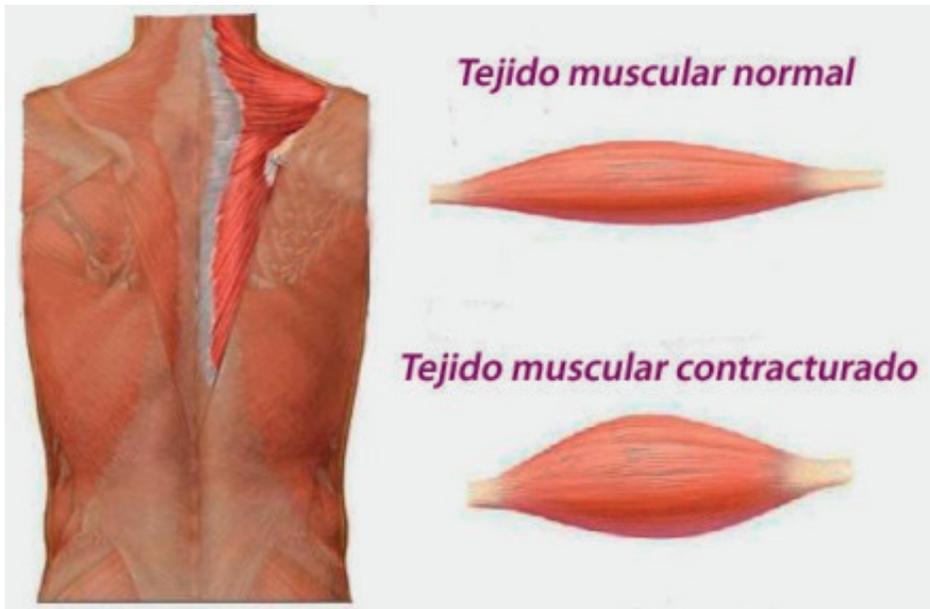


<https://chaparrolesionesdeportivas.com/2016/08/18/lumbalgia/>



### 1.7.2 Contractura

Una contractura es una contracción patológica involuntaria, duradera o permanente, de uno o más grupos musculares. Puede aparecer al realizar un esfuerzo y entre los síntomas más frecuentes encontramos el abultamiento o inflamación de la zona, dolor y alteración del funcionamiento normal del músculo.



<https://clasestetica.wordpress.com/2015/08/14/contractura-muscular-que-es/>

### 1.7.3 Hernia

El término hernia muscular significa: La formada por la salida de una porción de un vientre muscular no desgarrado, a través del agujero accidental de la aponeurosis o fascia que envuelve el músculo. También se llama miocele.

### 1.7.3.1 Hernia Discal

La hernia discal es una enfermedad en la que parte del disco intervertebral (núcleo pulposo), que se encuentra entre las vértebras, se desplaza hacia la raíz nerviosa, la presiona y produce lesiones neurológicas derivadas de esta lesión.



<https://quiropacticallard.com/barcelona/2018/03/13/dolor-lumbar-hernia-discal/>



# CAPÍTULO 2

— PLANIFICACIÓN —

## **INTRODUCCIÓN**

Este capítulo da una visión en perspectiva de los sujetos a quienes se dirige el proyecto, la mecánica de producción de las lesiones y una mirada de los materiales y la tecnología que puede utilizarse para plantear las soluciones.

## 2.1 Definición del usuario

Debemos delimitar momentos y actividades respaldados en estudios y datos, para de esta manera generar resultados que solucionen la problemática expuesta.

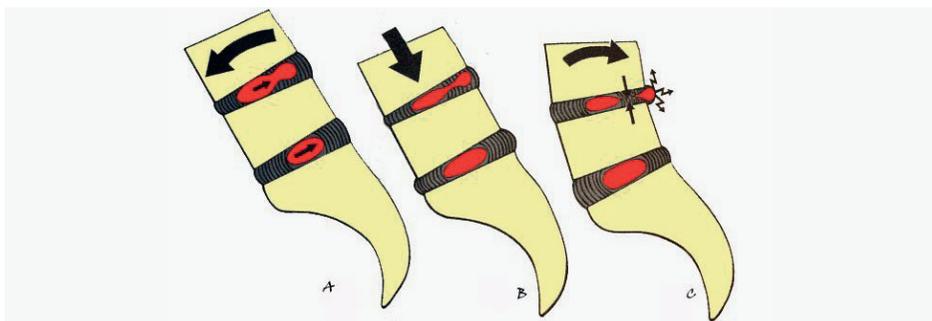
En un estudio realizado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España, muestra la relación de las lumbalgias con el trabajo, los resultados exponen la asociación de las lesiones a nivel dorso lumbar con variables laborales como: puesto de trabajo, esfuerzo físico, levantamiento de cargas, cantidad de peso que se levanta, puesto que a pesar de que clínicamente la lumbalgia está considerada un síndrome y las causas de su aparición no son claras, hay resultados estadísticos que nos muestran una óptica diferente.

Los resultados de dicho estudio exponen datos como, que el dolor lumbar es 2,5 veces mayor en trabajadores cuyo puesto de trabajo incluye actividades como levantamiento de cargas físicas pesadas y posiciones forzadas en comparación con los puestos administrativos, de servicios que están expuestos a menores demandas físicas, así mismo concluye que la frecuencia de lumbalgia es 8 veces mayor en trabajadores que están relacionados con el levantamiento de carga que en trabajadores que no levantan cargas.

Según datos (2012) del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social las afecciones profesionales más frecuentes relacionadas al sistema musculoesquelético fueron la lumbalgia crónica, hernia discal. La lumbalgia y el hombro doloroso (caso de tendinitis) juntas sumaron el 69% del total de casos reportados en el 2012.

### 2.1.1 Mecanismo de producción de lesión intervertebral

Se produce, en general, tras un esfuerzo de levantamiento de una carga con el tronco inclinado hacia delante, (esta carga puede ser el propio peso de nuestro cuerpo) en tres tiempos:



[https://i.blogs.es/b4c7c8/mecanismo-hernia/1366\\_2000.jpg](https://i.blogs.es/b4c7c8/mecanismo-hernia/1366_2000.jpg)

**1. Primer tiempo A:** la presión en la parte anterior del disco, provoca que el núcleo se desplace hacia atrás, abriéndose espacio a través de los pequeños desgarros.

**2. Segundo tiempo B:** al iniciar el levantamiento del tronco, con carga o no, el aumento de presión desplaza bruscamente el núcleo atravesando el anillo fibroso.

**3. Tercer tiempo C:** al enderezarnos la vértebra vuelve a su sitio pero el núcleo pulposo no regresa, ya que el aumento de presión hace ceder al disco bajo la presión y la masa queda bloqueada contra el ligamento común posterior, momento en el que acontece el gran dolor característico, comúnmente llamado Lumbalgia.

### 2.1.2 Lumbalgia

En el caso de la lumbalgia que como se explicó es el dolor localizado en la parte inferior o baja de la espalda, cuyo origen es indefinido y responde a múltiples variables, una de las cuales y muy importante es la estructura músculo-esquelética de la columna vertebral, que en un momento es una característica particular de cada individuo, por lo que desde un punto de vista médico según la Fundación Kovacs, se trata de un dolor local acompañado de dolor referido o irradiado que por la complejidad del diagnóstico debe entenderse que califica como lumbalgia si no se produce como consecuencia de lesiones detectables como fracturas, traumatismos ni causas neoplásicas, neurológicas, infecciosas, vasculares, endocrinas, metabólicas, ginecológicas ni psicósomáticas.

Esta patología afecta tanto a personas jóvenes, como adultas y mayores y aparece tanto en trabajos sedentarios, como en aquellos que implican un gran esfuerzo físico.

La lumbalgia que está definida, como se explicó, a modo de dolor en la región vertebral o paravertebral lumbar y afecta o ha afectado al 70-80% de los individuos aunque sea una vez, con un episodio de dolor lumbar en su vida.

Es uno de los motivos más frecuentes de consulta médica y la 2ª causa de baja laboral en las empresas.

El 90% de los casos de lumbalgia se atribuyen a alteraciones mecánicas de estructuras vertebrales, en la mayoría de carácter inespecífico (lumbalgia mecánica o inespecífica).

El 10% restante puede deberse a síndrome radicular, secundario a hernia de disco, estenosis de canal lumbar, espondilitis anquilosante, dolor no orgánico o psicógeno y un grupo de enfermedades potencialmente graves, que sólo representan un 2-3% de los dolores lumbares pero que es necesario descartar: tumores (0,7%), infección, fractura vertebral reciente y dolor referido visceral.

Aunque la lumbalgia mecánica se debe a alteraciones estructurales, se puede encontrar relaciones indirectas no definitivas con situaciones de sobrecarga funcional o postural de los elementos que forman la columna lumbar.

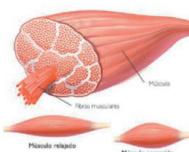
Por lo que a pesar de que no hay consideración concluyente que la relación entre el manejo de cargas, alteraciones de la estática, desequilibrios musculares o sobrecargas músculo-ligamentosas pueden ser causa de lumbalgia mecánica, se considera importante tomar las precauciones necesarias para proteger la estructura y la funcionalidad lumbar, con técnicas prácticas y consistentes. Aunque la realidad es que la causa de los síntomas en la mayoría de los pacientes es desconocida.

### 2.1.3 Contractura muscular

Una contractura muscular es, una contracción continuada e involuntaria del músculo o algunas de sus fibras que aparecen al realizar un esfuerzo por lo que es obvio que deba relacionarse con la incorrecta o desmedida realización de esfuerzos, especialmente referidos al levantamiento o transportación de pesos y cargas.

#### Contractura muscular

Es el aumento de la tensión y el acortamiento de un músculo o de una fibra muscular que se mantiene en forma prolongada, se manifiestan como un abultamiento de la zona muscular afectada, que implica dolor y alteración del funcionamiento normal del músculo.



<https://mariavillalbaquiromasaje.files.wordpress.com/2015/09/contractura-muscular-4.jpg>

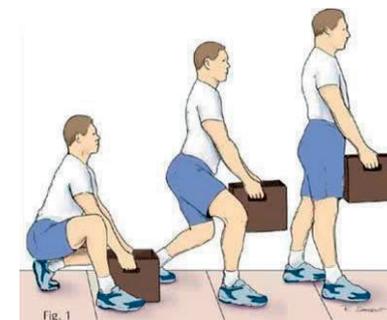
### 2.2 Definición de movimientos corporales

El levantamiento de carga obliga a que la columna soporte a más del peso corporal, el peso de la carga. Por el esfuerzo adicional de la espalda se puede sufrir dolores y lesiones que pueden comprometer la salud del individuo.

El levantamiento seguro de cargas requiere no solamente fortaleza física, sino el conocimiento y práctica de algunas técnicas:

Indicaciones para un correcto levantamiento de carga:

1. Posición segura para levantar: acercarse a la carga, mantener los pies separados y los talones en el piso. La cadera baja y las rodillas dobladas. Las orejas, hombros y cadera deben formar una línea recta.
2. Preparación para levantar: sujetar firmemente el objeto y apretar los músculos abdominales.
3. El levantamiento debe hacerlo las piernas: mantener recta la espalda, no girar el cuello o los hombros.



<http://industrial-alturasysaludocupacinoal.blogspot.com/2013/07/ergonomia-levantamiento-de-cargas.html>

### 2.3 Actividades laborales de alto riesgo para la región lumbar:

Dentro de las actividades laborales que tuvimos en cuenta para la obtención de datos están: metal mecánico, distribuidor de gas doméstico y mecánico automotriz. Estas actividades presentan características que están dentro de las estadísticas de lesiones laborales estudiadas. La obtención de datos se centró en determinar el número de repeticiones y el peso acumulado durante la jornada laboral de 8 horas diarias, puesto que las posibilidades de lesión aumentan con los momentos de fatiga física.

**Nombre: Fernando Palacios Maldonado**

**Edad: 46 años**

**Actividad laboral: metal mecánico**

**Tiempo en esta actividad: 20 años**

**Tareas: reparación de armas, construcción de puertas y marcos**

**Horas laborales diarias: 8**

**Peso de carga acumulado: s/d**

**Repetición de movimientos: 78**

**Nombre:** Fernando Palacios Maldonado

**Edad:** 46 años

**Actividad laboral:** metal mecánico

**Tiempo en esta actividad:** 20 años

**Tareas:** reparación de armas, construcción de puertas y marcos

**Horas laborales diarias:** 8

**Peso de carga acumulado:** s/d

**Repetición de movimientos:** 78

**Nombre:** Fernando Palacios Maldonado

**Edad:** 46 años

**Actividad laboral:** metal mecánico

**Tiempo en esta actividad:** 20 años

**Tareas:** reparación de armas, construcción de puertas y marcos

**Horas laborales diarias:** 8

**Peso de carga acumulado:** s/d

**Repetición de movimientos:** 78

Se tomaron estos tres casos debido a que las personas involucradas con estas actividades laborales no cuentan, necesariamente, con un espacio físico específico para desempeñar su actividad. Durante toda su jornada de trabajo realizan tareas repetitivas, mantienen posturas forzadas y manipulan distintos tipos de carga. Únicamente en la actividad del distribuidor de gas se pudieron obtener datos algo más específicos con respecto al peso acumulado durante las 8 horas de trabajo, debido a que el cilindro de gas doméstico presenta pesos estándares, hecho que ayudó en la realización de los cálculos.

## 2.4 Aspectos técnicos a considerar previos al planteamiento de soluciones

### 2.4.1 Materiales

Luego de investigar los múltiples materiales a disposición consideramos que el que mejores prestaciones ofrece para aplicarlo al planteamiento de posibles soluciones relacionadas con la manipulación de pesos y cargas en diferentes situaciones y en diferentes escenarios, definitivamente es el denominado nailon, nilón o nylon en sus diversas presentaciones, dada su gran resistencia a la fatiga, a la ruptura, a la abrasión y a la degradación por la luz solar, sumado a sus bajos costos frente a otros materiales con los que se tejen cuerdas y cintas naturales y sintéticas

#### 2.4.1.1 Clasificación de cintas, cuerdas y cordones

**Según su material:** Se clasifican en naturales: cáñamo, cabuya, manila, algodón y sisal, y de tipo sintético nailon, poliéster, dracón, polipropileno, kevlar, polietileno y perlón, entre otras.

Las cuerdas y cintas sintéticas están conformadas por delgadas fibras continuas; hay más de 20 tipos de materiales para su elaboración, entre los cuales sobresalen el nailon, el poliéster y el polipropileno. Uno de los primeros materiales creados para el uso en cuerdas fue el nailon, que por su dinamismo, ligereza y resistencia es usado para la escalada y actividades extremas; aunque una de sus debilidades es que, cuando se moja, pierde cerca de 5% de su fuerza, lo que debe ser considerado al calcular márgenes de seguridad.

Por lo general, las cuerdas y cintas de fibras sintéticas se componen de una parte externa o coraza, (la cual representa 30% de la capacidad de la cuerda) y una parte interna llamada alma (que representa 70% de la capacidad de la cuerda y confiere a la cuerda la correcta proporción entre resistencia y elongación).

**Según su elasticidad:** De acuerdo a su elongación, las cuerdas se clasifican en estática si su elongación está cerca de 2%, dinámica si su elongación está cerca de 17-21%

**Estática:** Se caracterizan por su poca elongación (cerca de 2%) y absorción de energía; Se utilizan principalmente para realizar labores de rescate y descensos en rappel, que son situaciones de riesgo limitado.

**Dinámica:** caracterizadas por poseer gran elongación (de 17% a 21%) y absorción de energía (alrededor de 60%); esto le permite ser elástica, lo cual genera reducción en el choque de impacto.

**Las cintas de Nilón (nylon):** Según lo explicado el nilón es uno de los polímeros más comunes utilizados como fibra, pertenece al grupo de las poliamidas y es como conocido con las siglas PA.

Sus principales características son su enorme resistencia a la abrasión lo que les confiere gran fiabilidad en el tiempo y larga duración, característica que incide en los costos por lo que encuentra múltiples aplicaciones en la industria del automóvil, textil y en actividades aeronáuticas y militares.

Su considerable resistencia al calor y al desgaste, sumada a la gran capacidad de amortiguar golpes, ruido y vibraciones las convierte en primera opción en ambientes con congestión sonora, pues no aporta a incrementar el ruido existente.

Su tremenda dureza junto a su elevada relación de fuerza/resistencia, y sus altas tolerancias a los aceites, grasas, solventes y a los álcalis la hace muy utilizada en labores de emergencia y en actividades fabriles, siempre considerando que es termoplástico (al calentarse se ablanda).



<https://merceriasarabia.com/cintas/9608-espiga-natur-3-cm.html>

Un ejemplo de las generosas posibilidades que ofrecen las correas de nilón son la solución que plantea el gráfico con correas ajustables, así podríamos llevar fácilmente pequeñas y grandes cargas. Las correas son de nylon de alta resistencia suficiente para soportar hasta 2000 libras de tensión.

En el producto que se plantea en el presente proyecto se incluye las cintas de nilón como uno de las principales materiales debido a las características y propiedades analizadas y también porque es un material de fácil obtención y de bajo costo, lo que nos ayudara a cumplir con una de las características planteadas para nuestro producto, que es la accesibilidad a la solución del problema que nos ocupa.

**Cordones Elásticos:** Uno de los materiales a usar son los cordones elásticos de seguridad, los cuales están conformados por fibras elásticas en su interior con una cobertura de nilón lo cual ayuda a una mayor duración de las fibras, estos cordones tienen una elongación máxima segura del 55%, así como una resistencia máxima de carga de 75 libras (cordón de 1cm de diámetro)



<http://tecnoweb.com.uy/producto/correa-para-mudanza-y-levantamiento-de-objetos-pesadas/>

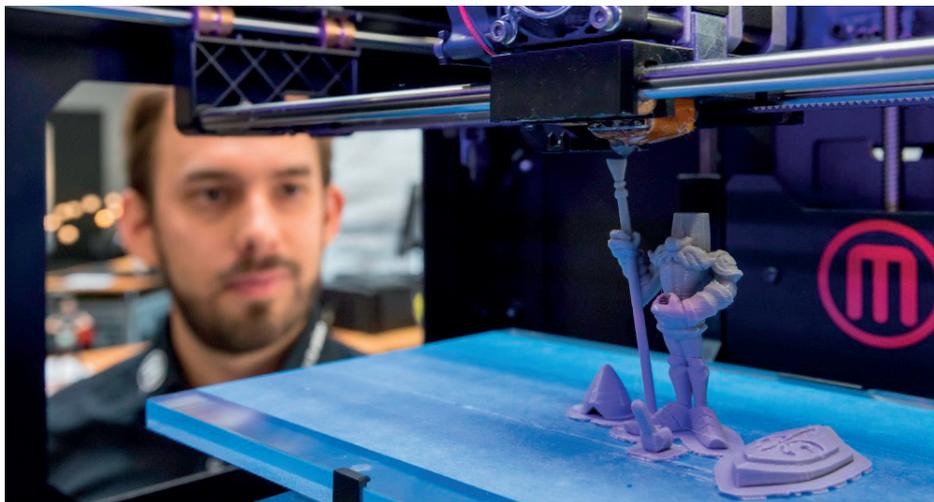


<http://lopezparra.es/tensoeres/4577-pulpo-goma-ganchos-150cmx20mm-12u-elastico-8412372760185.html>

## 2.4.2 Impresión 3D

La impresión 3D es una tecnología de fabricación donde un objeto previo modelado tridimensional es creado mediante la superposición de capas de material. Las impresoras 3D son más rápidas, baratas y fáciles de usar que otras tecnologías de fabricación por adición, como en cualquier proceso industrial, estarán en relación directa entre su precio de adquisición y la tolerancia en las medidas de los objetos a producir. Las impresoras 3D ofrecen la capacidad para imprimir partes y montajes hechos de diferentes materiales con diferentes propiedades físicas y mecánicas. Las tecnologías avanzadas de impresión 3D permiten desarrollar productos a nivel de prototipo.

Mediante el control de los ejes X, Y y Z el extrusor se mueve según requiera el diseño precargado a imprimir, con la ayuda del extrusor y un dosificador del filamento o material que se utilice este ira agregando capa tras capa de material hasta completar el objeto deseado. Las impresoras 3D están en constante evolución en cuanto a la aplicación de diferentes materiales y también de sus tamaños, se las utiliza para impresiones de partes óseas muy pequeñas hasta la posibilidad de imprimir una vivienda.



<http://www.ngenespanol.com/ciencia/descubrimientos/15/06/16/las-impresoras-3dunnegocioqueavanzalentoperosinpausa1/>

### 2.4.2.1 Plástico PLA

El ácido poliláctico (PLA) fue uno de los primeros bioplásticos en ser conocido a nivel desde el sector de consumo. Fabricado a partir de dextrosa (azúcar) de maíz, como principal fuente, es el bioplástico con mayor madurez en el mercado desde su introducción en 2003.

El PLA es uno de los materiales (filamento) utilizado en las impresoras 3D debido a sus propiedades físicas y a su moderado costo con respecto a otros materiales como el ABS, filamentos elásticos o de madera.



<https://frs-cnc.com/impresoras-3d/consumibles-3d/736/bobina-de-abs-detail>

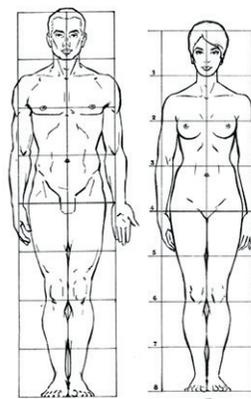
## 2.5.2 Aspectos importantes a considerar

### 2.5.2.1 Antropometría

**Definición:** antropometría es el estudio de las proporciones y las medidas del cuerpo humano.

Un correcto estudio antropométrico es indispensable en la realización de este proyecto, en especial para la obtención de medidas y proporciones de la espalda en su totalidad y de manera especial de la sección lumbar.

#### E 21: ANTROPOMETRÍA



<http://lacasacromatica.blogspot.com/2011/02/plastica-1-eso-ejercicio-n-21.html>

Una profunda consideración de las medidas antropométricas de la espalda nos permitirá conseguir una mayor adaptabilidad de nuestro producto al buscar solucionar los distintos casos específicos de materiales a ser manipulados y de los sujetos que se beneficiarían del producto, pues esta consideración comprendería la posibilidad de reflexionar sobre aspectos étnicos o de género e incluso muy particulares de las personas beneficiarias de su utilización.

### 2.5.2.2 Biónica

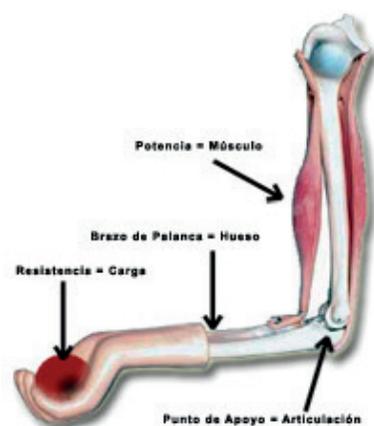
Es la ciencia que estudia el diseño, la creación y construcción de aparatos y tecnología aplicada para sustituir o apoyar a las funciones dinámicas naturales de los seres vivos.



<http://tecnoweb.com.uy/producto/correa-para-mudanza-y-levantamiento-de-objetos-pesadas/>

### 2.5.2.3 Biomecánica

La biomecánica se enfoca en la tarea de establecer una analogía entre una máquina y el cuerpo humano, o sea entre palancas, poleas, cuerdas y motores, replicando imitando o repitiendo los movimientos de los huesos, articulaciones, tendones y músculos. Se puede definir que una articulación es el punto de apoyo de una palanca (un hueso largo) accionada por un músculo (la potencia), para vencer una resistencia (el peso propio de los miembros y la carga sostenida).



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

# CAPÍTULO 3

— IDEACIÓN —

## INTRODUCCIÓN

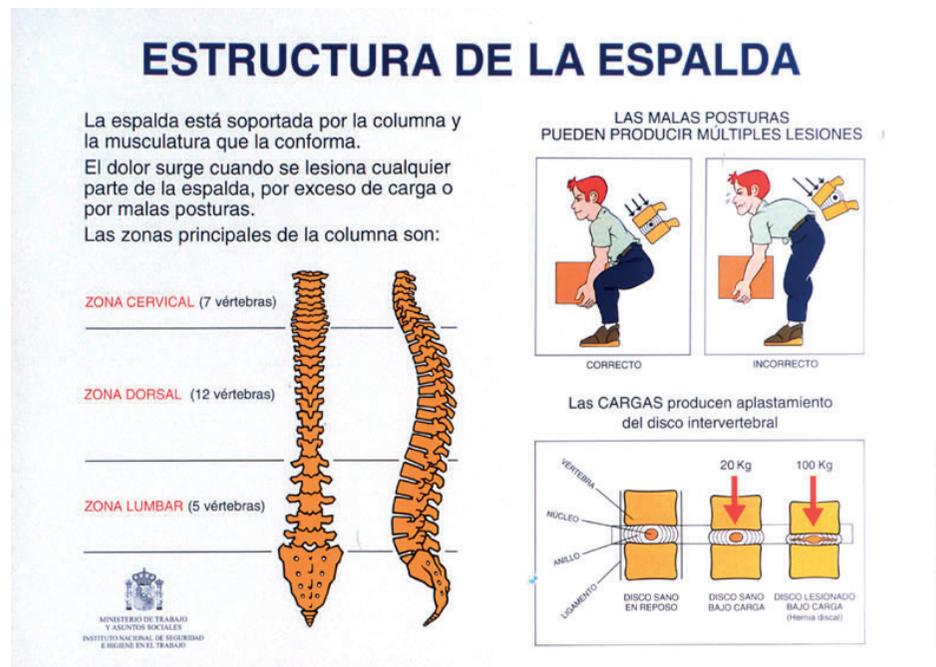
En este capítulo se muestra desde el inicio el estudio, análisis y síntesis, graficando sistemáticamente el desarrollo del estudio y mostrando con imágenes ese proceso, profundizando en los conceptos técnicos y de diseño del artefacto asistencial de carga, motivo del presente proyecto.

### 3.1 Antecedentes

Haciendo hincapié en el objetivo de este proyecto, que es mejorar el desempeño laboral del trabajador mediante la asistencia de carga con el fin de reducir la fatiga y disminuir el riesgo de posibles lesiones, mediante toda la información recabada durante las etapas previas se conjugaron con los procesos de diseño requeridos para la posterior materialización de nuestro producto.

Enfocándonos puntualmente en las lesiones a nivel de espalda, las cuales se presentan como contractura muscular, lumbalgia y hernia discal, tomamos esta región corporal, para desarrollar nuestro producto asistencial de carga, ya que según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España estas son las lesiones con mayor riesgo de comprometer la salud del trabajador debido a la complejidad de sus tratamientos.

Tomando en cuenta estos aspectos procedimos a realizar el proceso de bocetación.

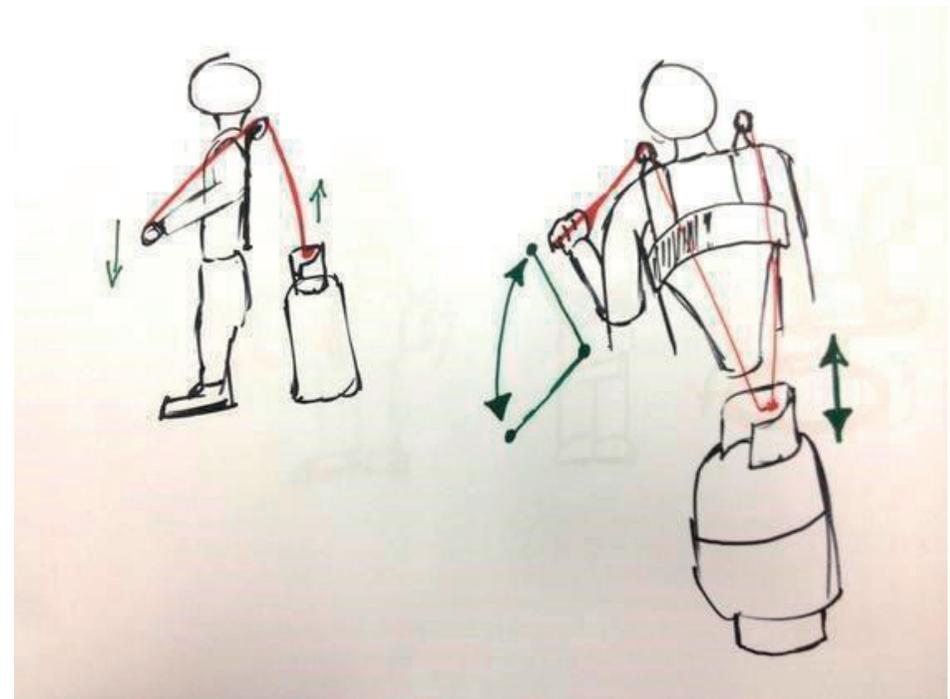


[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasPublicaciones/Divulgacion/Carteles/Carteles\\_A4/Car\\_041\\_imp.jpg](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasPublicaciones/Divulgacion/Carteles/Carteles_A4/Car_041_imp.jpg)

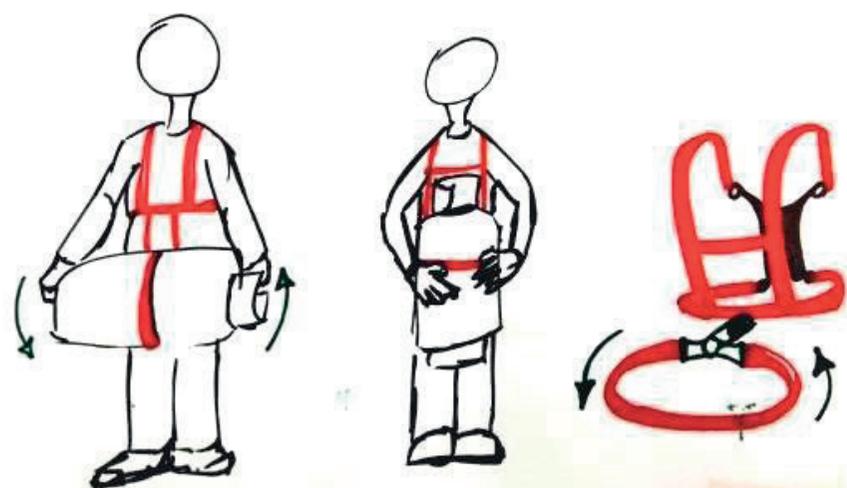
### 3.2: Bocetación

#### 3.2.1 Etapa 1

##### 3.2.1.1 Boceto #1: Soporte con sistema de poleas



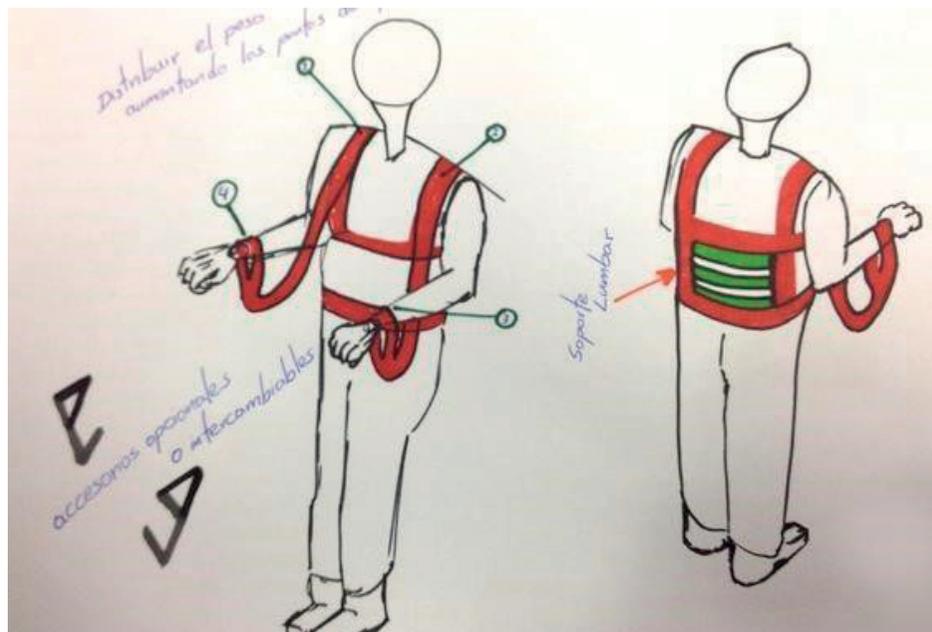
3.2.1.2 Boceto #2: Arnés con soporte dorsal



3.2.1.3 Boceto #3: Arnés con asistencia elástica

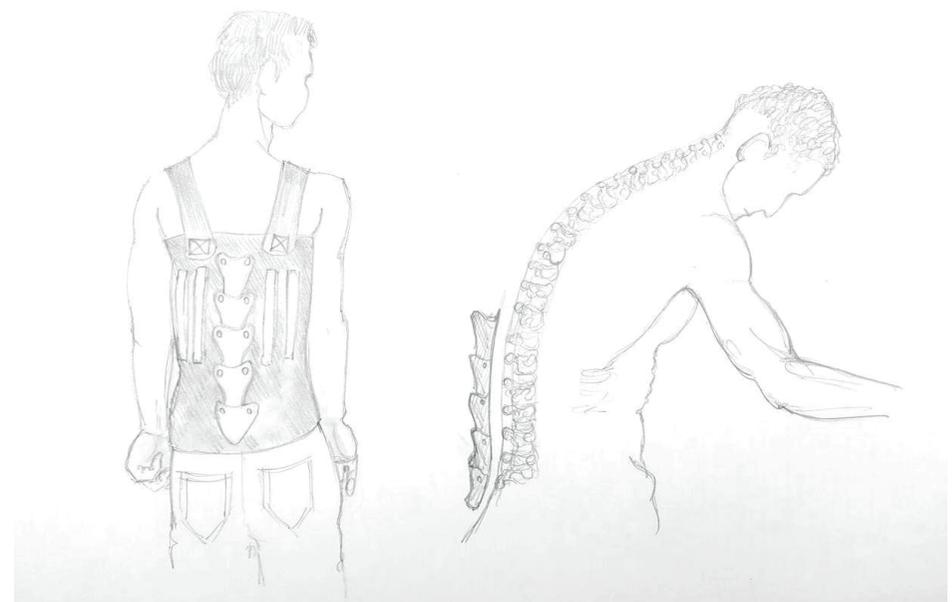


### 3.2.1.4 Boceto #4: Arnés con tiras de sujeción y soporte lumbar

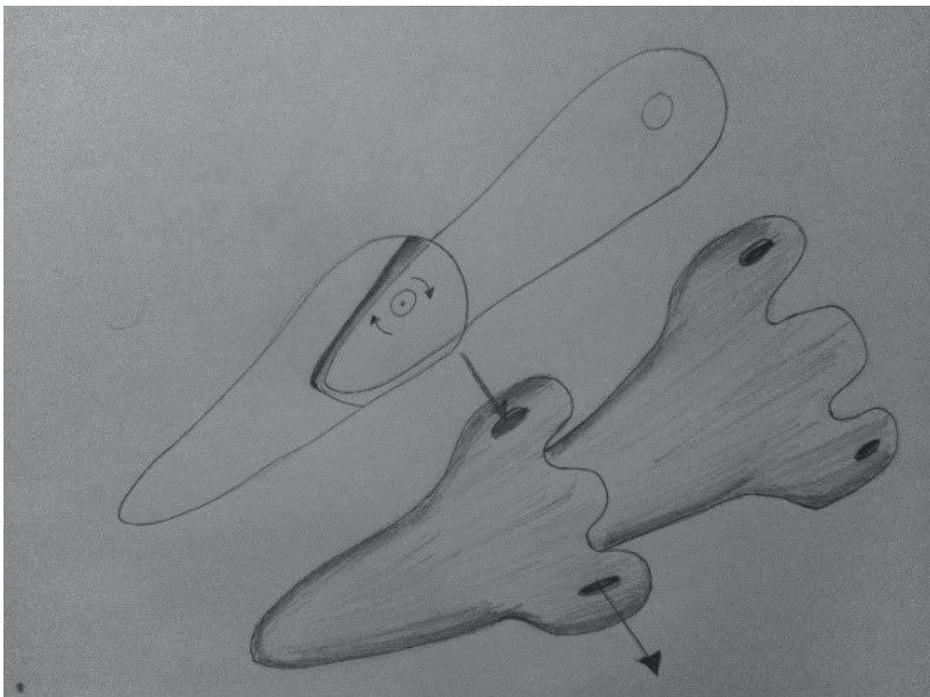


### 3.2.2 Bocetación etapa 2

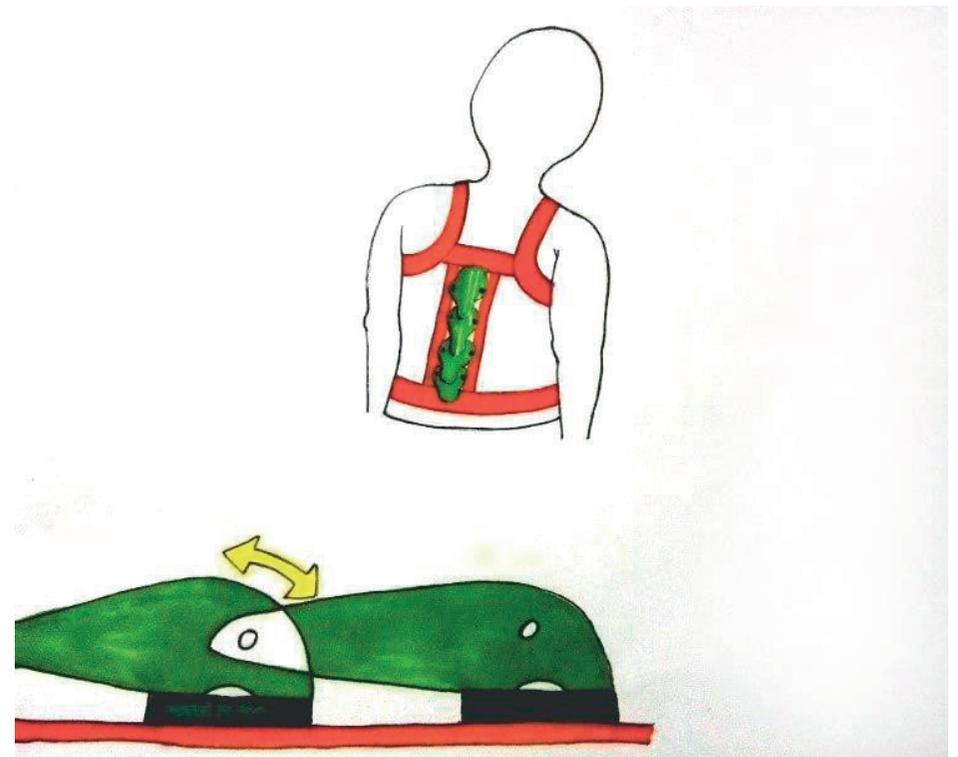
#### 3.2.2.1 Boceto #5: Arnés con soporte dorsal y exoesqueleto vertebral



### 3.2.2.2 Boceto #6: Modelo de vertebrae de exoesqueleto



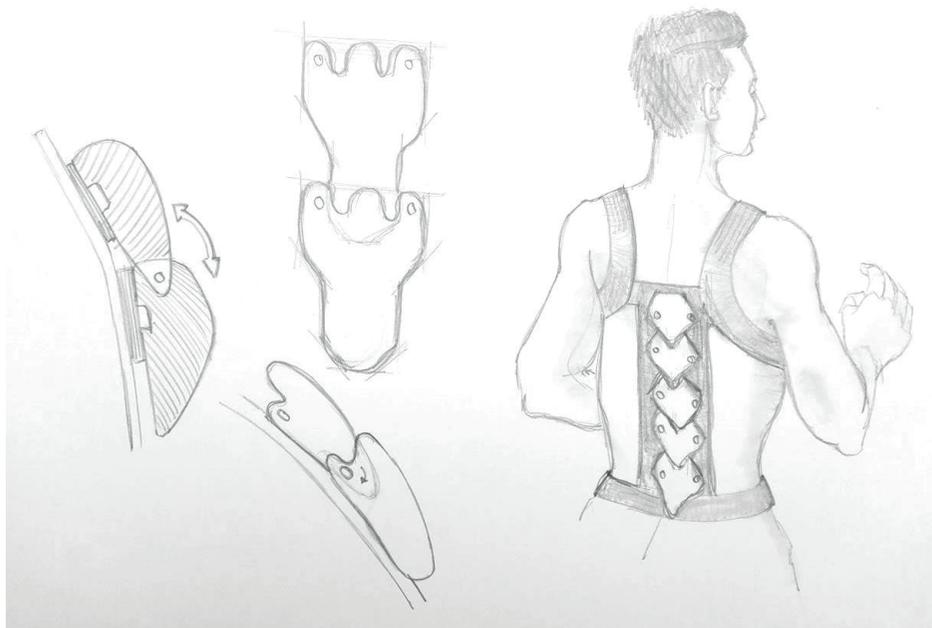
### 3.2.2.3 Boceto #7: Arnés completo de tórax con exoesqueleto vertebral



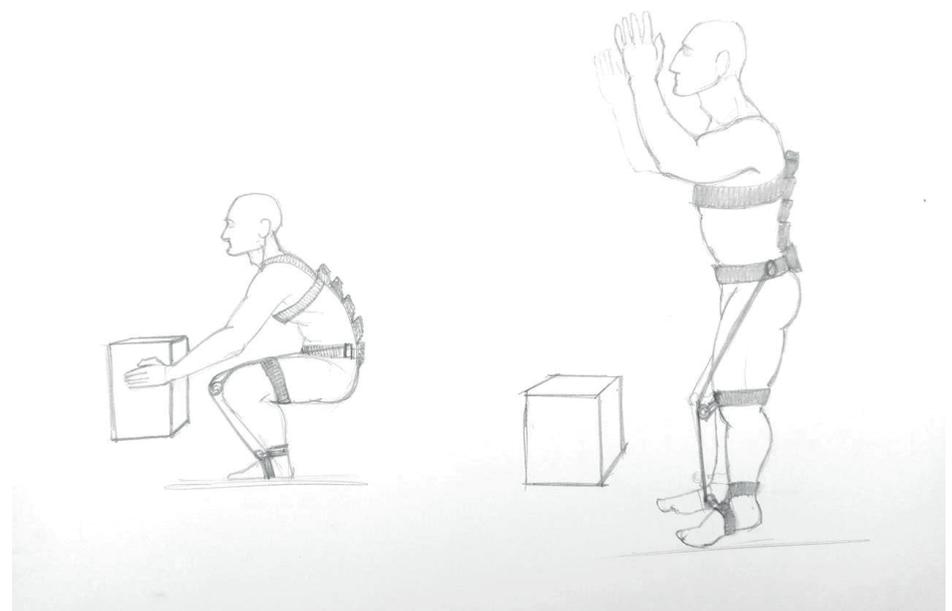
Mediante la utilización de cintas nilón que están conformadas por cientos de fibras y sumado el modelo de exoesqueleto vertebral como se indicó en los bocetos de las etapa dos se busca generar más puntos de soporte y distribuir la presión que sufre el sistema musculo-esquelético de la persona al momento de manipular carga.

### 3.2.3 Bocetación etapa 3

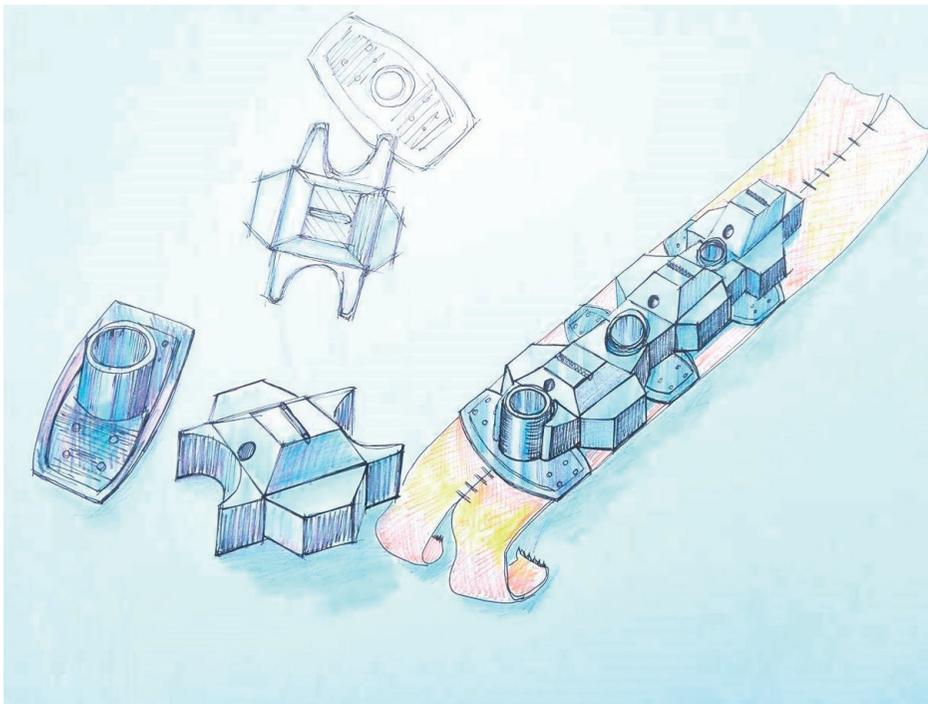
#### 3.2.3.1 Boceto #8: Arnés y vertebras



#### 3.2.3.2 Boceto #9: Tensión en levantamiento



**3.2.3.3 Boceto #10: Modelo de vertebrae del exoesqueleto planteado**



**3.2.3.4 Boceto #11: Modelo de arnés con exoesqueleto**



Después del proceso de bocetación en esta etapa de ideación hemos desarrollado ideas claras para la producción de nuestro artefacto tomando como puntos de partida los conceptos de biónica y biomecánica que nos han ayudado no solo en la parte funcional sino que también al ser la fuente de inspiración para dotar de una estética mecánica-industrial a nuestro producto.

# CAPÍTULO 4

— RESULTADOS —

## **INTRODUCCIÓN**

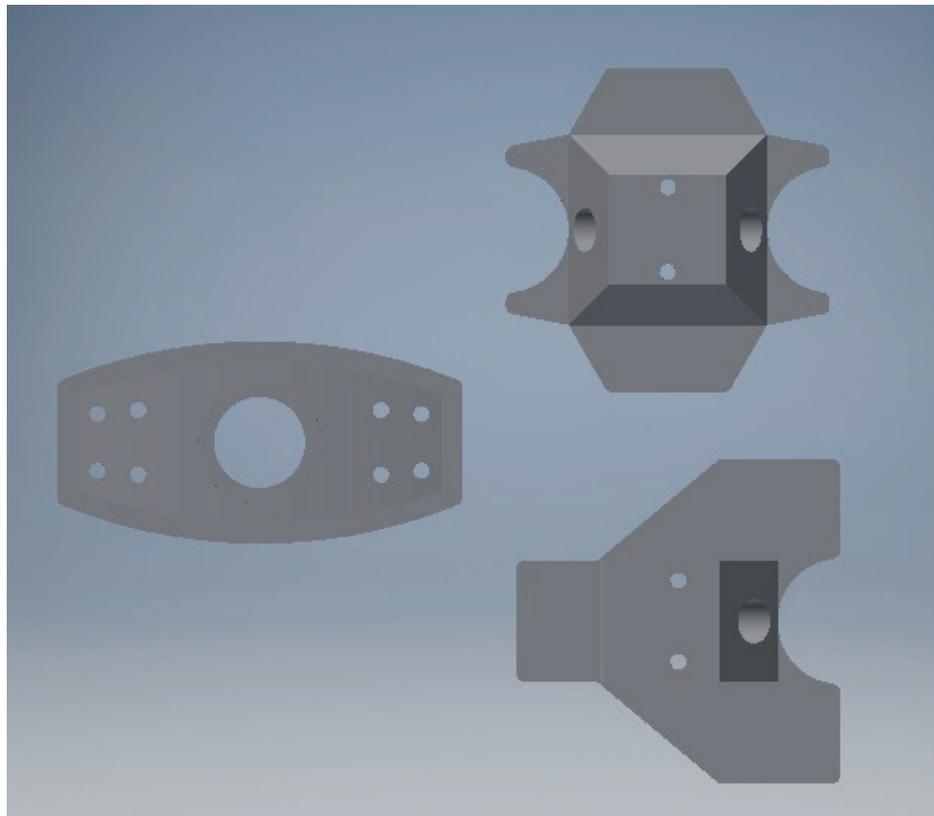
Este capítulo comprende la combinación de todos los conocimientos adquiridos durante la realización de los anteriores capítulos, toda la información fusionada con un proceso de diseño nos da como resultado la materialización de nuestro prototipo.

## 4.1 Concreción formal

Una vez definidas las ideas en la parte de bocetación, procedimos al modelado digital con ayuda de un software para llegar a obtener las formas requeridas, teniendo en consideración principalmente los aspectos mecánico-funcional, ergonómico y estético.

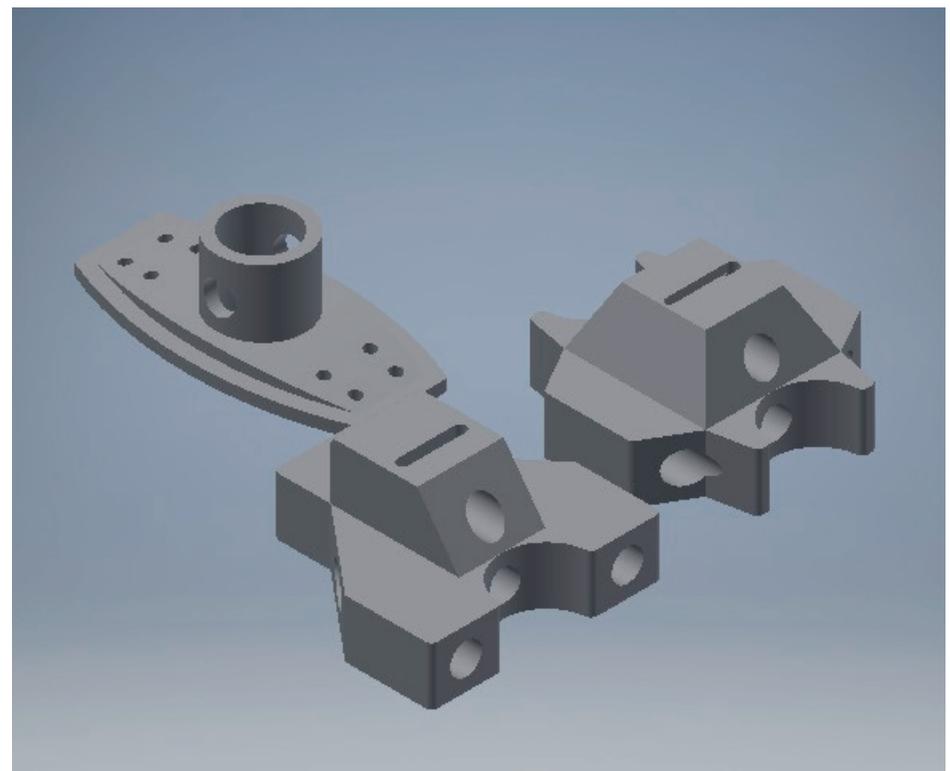
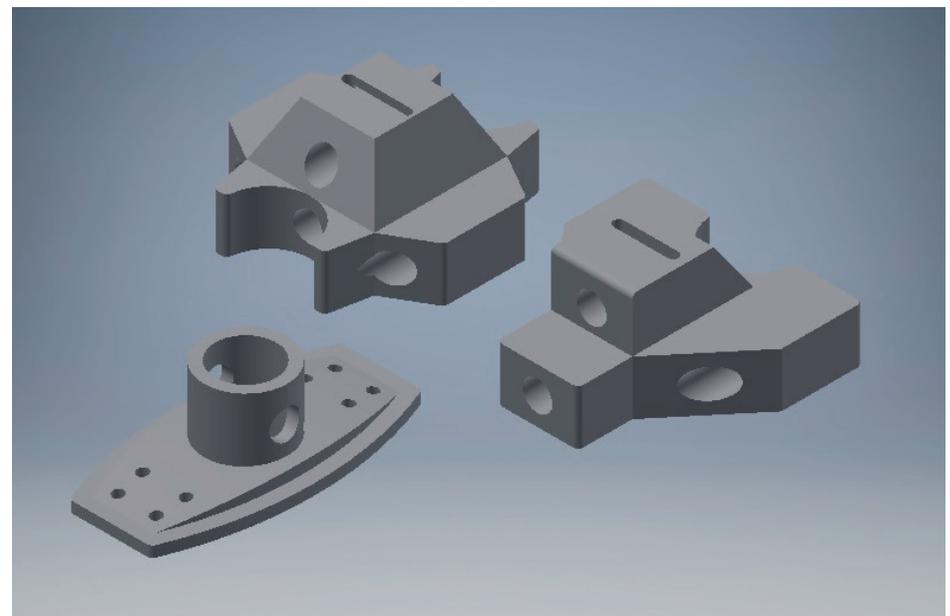
### 4.1.1 Formas y materiales

Luego de múltiples estudios comparativos de la morfología ósea de la columna vertebral humana se realizó el diseño de las diferentes piezas del prototipo, la vértebra inferior-superior, vértebra media, base, enganches y soporte del muslo fueron realizados en PLA mediante impresión 3D lo que nos permitió tener gran libertad y exactitud al momento de conseguir las formas y medidas requeridos para el funcionamiento de nuestro prototipo, con respecto al peso y resistencia el PLA ayudo a conseguir un muy buen resultado ya que, a la pieza que va a estar sometida a mayor presión se la doo de una mayor densidad, los segmentos fueron impresos en densidades de entre 30 a 50%, y fueron necesarias más de 80 horas de impresión.



### Número de piezas impresas:

1. Vértebra superior-inferior: 2 unidades
2. Vértebra media: 3 unidades
3. Base: 4 unidades
4. Soporte del muslo: 2 unidades
5. Extensión: 2 unidades



Para la elaboración del arnés se usó principalmente cinta nilón de 50mm de ancho la cual posee una resistencia de arrastre de 2 toneladas, la utilización de esta cinta creemos que fue una excelente decisión debido a sus propiedades físicas y su bajo costo. El principal aspecto que se tomó en cuenta al momento de desarrollar este prototipo fue la comodidad y seguridad del usuario.

#### 4.1.2 Accesorios

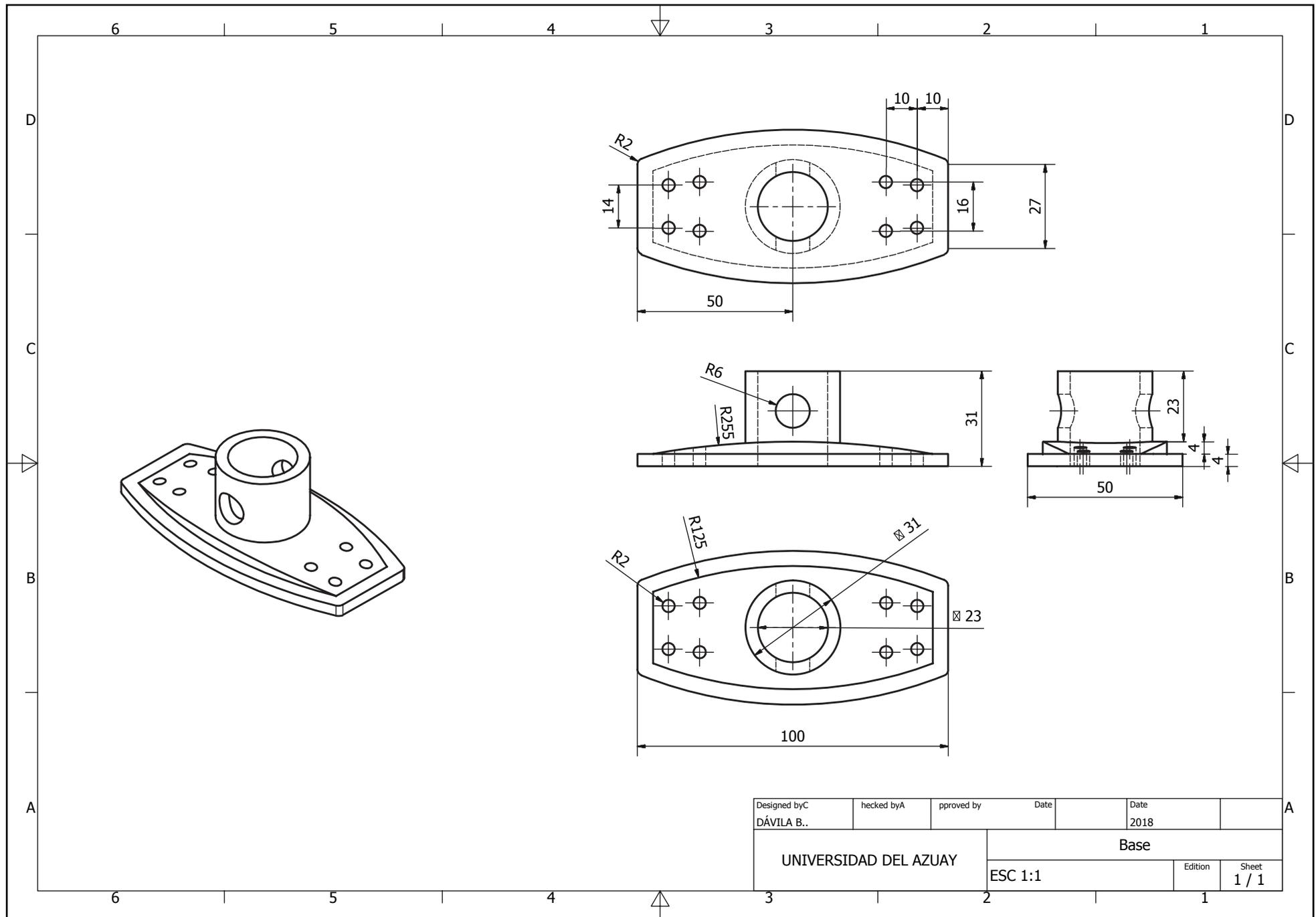
Para la conformación total del prototipo usamos múltiples accesorios que ayudaron a que el producto se fije y ajuste al cuerpo de diferentes personas:

- 1. Velcro:** por su versatilidad, se lo uso para que el prototipo tenga un ajuste más exacto al cuerpo del usuario.
- 2. Ojales metálicos:** se los utilizó para asegurar los cordones elásticos y evitar desgarres en la cinta nilón.
- 3. Hebillas plásticas:** utilizadas para asegurar la zona del pecho y la cintura.
- 4. Tensores plásticos:** se los uso para el ajuste de la cinta.

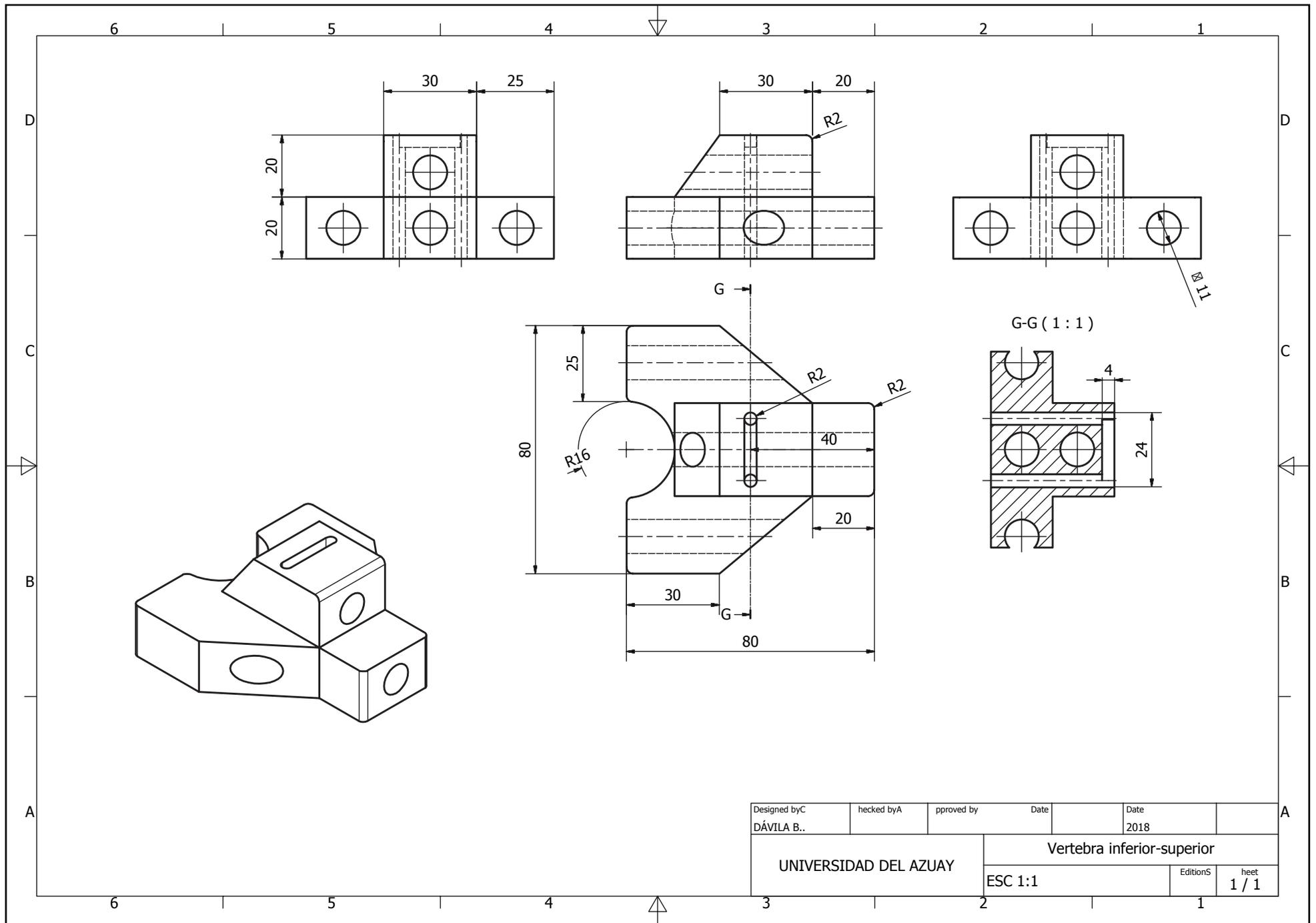


## 4.2 Planos técnicos

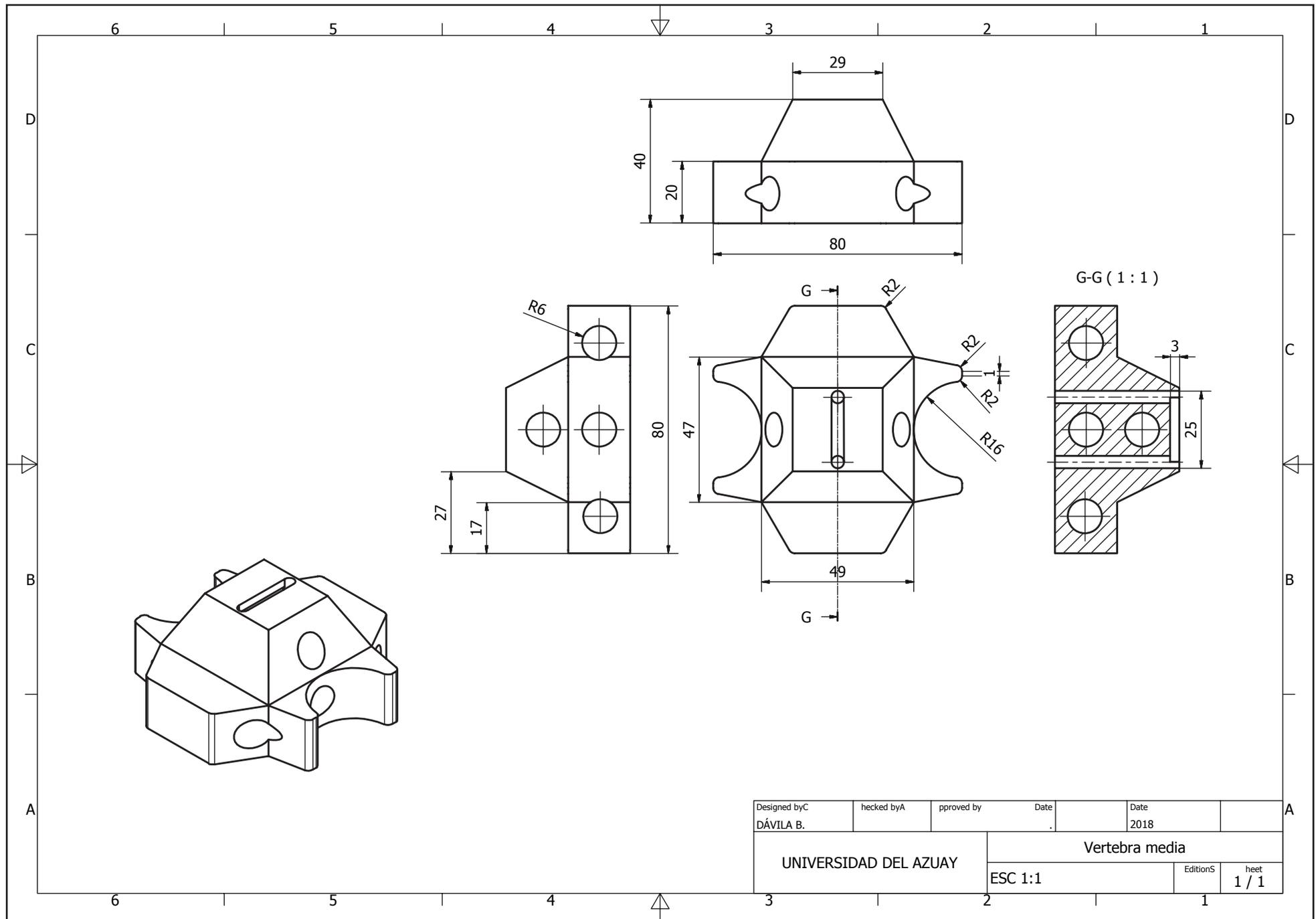
### 4.2.1 Base



4.2.2 Vertebra inferior-superior



### 4.2.1 Vertebra media











## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Finalmente como conclusiones y recomendaciones importantes del proyecto presentado, consideramos que se cumplió con los objetivos planteados.

1. Después de estudiar datos obtenidos de fuentes fiables se determinó enfocarnos en las lesiones a nivel dorso-lumbar ya que estas son de gran riesgo y se presentan en mayor porcentaje con respecto a otras lesiones del sistema músculo-esquelético.
2. Se generó una propuesta de diseño que brinda un soporte en la espalda de la persona, que distribuye el peso de carga y disminuye la presión que se genera en el espacio intervertebral, mediante la tensión que los cordones elásticos crean en los soportes de los muslos, la persona disminuye la fuerza que debe realizar al momento del levantamiento.
3. Las características del prototipo de artefacto asistencial de carga reduce el esfuerzo que la persona usualmente ejecuta en el levantamiento de carga.

## RECOMENDACIONES

Si bien es cierto que este prototipo fue desarrollado en base a las necesidades de trabajadores relacionados con el levantamiento y manipulación de carga, se puede tomar en cuenta el sistema que se utilizó en el soporte de espalda para casos de mala postura y sobrepeso en las personas.

# BIBLIOGRAFÍA

B. Bernard, (Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors), National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, 1997.

Servicio Integrado de Prevención y Salud Laboral UPV, (Instrucción Operativa-Ergonómica 01: Manipulación manual de cargas), Universidad Politécnica de Valencia, Valencia 2001.

Consejo interterritorial del sistema nacional de salud, (Protocolos de vigilancia sanitaria específica: Manipulación Manual de cargas), Junta de Castilla y León, Andalucía, 1999.

L. Ruiz, (Manipulación Manual de Cargas. Guía Técnica del INS-HT), Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2011.

Ú. Ocaña, (Lumbalgia ocupacional y discapacidad laboral), Revista de Fisioterapia (Guadalupe), vol. 6, n#2, pp. 17-26, 2007.

Cortés Díaz JM. Técnicas de prevención de riesgos laborales: Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid: Tébar, 2003.

Biblioteca Técnica Prevención de Riesgos Laborales, "Técnicas Afines a la NIOSH. (Octubre de 2007). National Institute for Occupational Safety and Health.

