

**UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE DISEÑO,  
ARQUITECTURA Y ARTE**

ESCUELA DE DISEÑO DE OBJETOS

**DISEÑO DE UN ARTEFACTO  
PARA SUBIR Y BAJAR  
ESCALERAS PARA  
REDUCIR EL ESFUERZO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
**DISEÑADORA DE OBJETOS**

AUTORA:

**Diana Carolina Guaraca Espinoza**

DIRECTOR:

**Dis. Alfredo Cabrera Chiriboga, Mgt.**

CUENCA-ECUADOR  
2019



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**DISEÑO  
ARQUITECTURA Y ARTE  
FACULTAD**





**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

**DISEÑO  
ARQUITECTURA Y ARTE  
FACULTAD**

UNIVERSIDAD DEL AZUAY  
FACULTAD DE DISEÑO, ARQUITECTURA Y ARTE  
ESCUELA DE DISEÑO DE OBJETOS

**DISEÑO DE UN ARTEFACTO PARA SUBIR Y BAJAR  
ESCALERAS PARA REDUCIR EL ESFUERZO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
**DISEÑADORA DE OBJETOS**

AUTORA:

**Diana Carolina Guaraca Espinoza**

DIRECTOR:

**Dis. Alfredo Cabrera Chiriboga, Mgst.**

CUENCA-ECUADOR

2019

## Dedicatoria

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Rosita y Edgar, mi todo, mi apoyo incondicional, quienes son mi ejemplo de lucha, demostrándome que ante cualquier adversidad de la vida siempre hay una luz que nos impulsa a ser mejores y que todo sacrificio tiene su recompensa. A mis hermanas Gaby, Geovys y mi cuñado Marco, por estar dándome eternamente ánimos para no rendirme durante el transcurso de mi vida y estar pendientes de mí. A mi Juan por ser mi soporte en los días más difíciles y haberme tenido mucha paciencia durante toda la carrera, por sus largas esperas con mi gibby y nena que aunque ya no esté a mi lado, fue mi fiel compañera de estudio hasta el final.

## Agradecimientos

Gracias a Dios, por haberme brindado la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida. A la Universidad del Azuay y a todos los profesores que han sido parte de mi formación académica, especialmente a mi tutor Dis. Alfredo Cabrera por su apoyo, Ing. José Luis Fajardo y Dis. Manuel Villalta por aportarme con sus conocimientos y al Dis. Danilo Saravia por su ayuda y consejos en el transcurso de esta tesis.

A mis amigas Michelle y Andrea por haber compartido una valiosa amistad en esta etapa universitaria.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTOS	5
ÍNDICE DE CONTENIDOS	6
ÍNDICE DE IMÁGENES	8
ÍNDICE DE TABLAS	9
RESUMEN	10
ABSTRACT	11
OBJETIVOS	12
INTRODUCCIÓN	13

## CAPÍTULO 1

1.- CONTEXTUALIZACIÓN	17
1.1.- GENERALIDADES	17
1.2.- ¿QUÉ ES LA ESCALERA?	17
1.2.1.- ELEMENTOS DE UNA ESCALERA	18
1.2.2.- CLASIFICACIÓN DE LAS ESCALERAS	19
1.2.3.- MEDIDAS DE LA ESCALERA	19
1.3.- ESFUERZO FÍSICO	21
1.4.- AUTOCUIDADO	21
1.5.- BIOMÉCANICA DE LA RODILLA	22
1.5.1.- RANGO DE MOVIMIENTO DE LA ARTICULACIÓN TIBIOFEMORAL EN EL PLANO SAGITAL DURANTE ACTIVIDADES COMUNES	23
1.6.- ACERCAMIENTO AL CONTEXTO	23
1.6.1.- ENTREVISTA 1	24
1.6.2.- ENTREVISTA 2	25
1.7.- ESTADO DEL ARTE Y HOMÓLOGOS	26
1.7.1.- ARTEFACTOS MOTORIZADOS	26
1.7.2.- ARTEFACTOS NO MOTORIZADOS	28
1.8.- CONCLUSIONES	29

## CAPÍTULO 2

2.- PLANIFICACIÓN	33
2.1.- MARCO TEÓRICO	33
2.1.1.- DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO	33
2.1.2.- DISEÑO INCLUSIVO	34
2.1.3.- ERGONOMÍA	35
2.1.4.- ANTROPOMETRÍA	36
2.2.- PERFIL DE USUARIO	36
2.3.- PARTIDAS DE DISEÑO	37

## CAPÍTULO 3

---

3.- IDEACIÓN	41
3.1.- BOCETACIÓN	42
3.1.1.- IDEA 1	42
3.1.2.- IDEA 2	43
3.1.3.- IDEA 3	44
3.2.- CRITERIOS ANTROPOMÉTRICOS	45
3.3.- CRITERIOS TECNOLÓGICOS	47
3.4.- CONCLUSIÓN	47

## CAPÍTULO 4

---

4.- RESULTADOS	51
4.1.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA	51
4.1.1.- CONJUNTO GENERAL	51
4.1.2.- EXPLOTADA	52
4.1.3.- PARTICULARES	53
4.2.- RENDERS	69
4.3.- TABLA DE COSTOS DEL PRODUCTO	71
4.3.1.- VALOR MONETARIO	71
4.3.2.- COSTOS FIJOS	72
4.3.3.- COSTOS VARIABLES	73
4.3.4.- PROYECTO DE VENTA	74
4.3.5.- COSTO DEL PRODUCTO	74
4.4.- CONCLUSIÓN	75

## REFERENCIAS

---

BIBLIOGRAFÍA	78
BIBLIOGRAFÍA DE FIGURAS	80
BIBLIOGRAFÍA DE TABLAS	82
ANEXO 1: ABSTRACT	83

# ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Escalera	17
Imagen 2: Elementos de una escalera	18
Imagen 3: Partes de una escalera 1	18
Imagen 4: Partes de una escalera 2	18
Imagen 5: Partes de una escalera 3	18
Imagen 6: Clasificación de las escaleras 1	19
Imagen 7: Clasificación de las Escaleras 2	19
Imagen 8: Medidas de la escalera 1	19
Imagen 9: Medidas de la escalera 2	19
Imagen 10: Escaleras de la frustración	21
Imagen 11: Biomecánica de la Rodilla	22
Imagen 12: Planos Anatómicos	22
Imagen 13: Primer prototipo a gran escala del ARISE	26
Imagen 14: Diseño de ARISE	26
Imagen 15: Carlos Arguello y Johnny Caicedo	27
Imagen 16: Delta Plataforma Salva escaleras Recta	27
Imagen 17: Elevador de Escaleras	27
Imagen 18: Pilot Step up cane	28
Imagen 19: Diseño Centrado en el Usuario	33
Imagen 20: Diseño Inclusivo	34
Imagen 21: Interacción hombre-artefacto	35
Imagen 22: Antropometría	36
Imagen 23: El daño	36
Imagen 24: Ideas	41
Imagen 25: Boceto 1	42
Imagen 26: Boceto 2	43
Imagen 27: Boceto 3	44

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: En posición de pie	45
Tabla 2: En posición sentado	45
Tabla 3: Cabeza, pies y manos	46
Tabla 4: Cabeza, pies y manos	46
Tabla 5: Valor Monetario	71
Tabla 6: Costos Fijos	72
Tabla 7: Costos Variables	73
Tabla 8: Proyección de venta	74
Tabla 9: Costo del Producto	74

## RESUMEN

Las personas con problemas de motricidad en las rodillas tienen mayor dificultad al momento de subir y bajar escaleras dentro de la vivienda, presentando incomodidad y malestar. Considerando el Diseño Centrado en el Usuario y las investigaciones realizadas previamente a especialistas en el tema, se diseñó un artefacto que consiste en una plataforma que incluye un bastón el mismo que tiene un sistema intuitivo para el control de la plataforma, permitiendo que el usuario realice esta actividad con mayor facilidad y menos malestar.

**Palabras clave:** movimiento articulario, autocuidado, biomecánica, flexión, dificultad, dolor, músculos, sistema mecánico.

# ABSTRACT

11

## **Design of an Artifact to Go Up and Down Stairs to Reduce the Effort Abstract**

People who have motricity problems in their knees present difficulty and discomfort when having to go up and down stairs in their homes. Considering user-centered design and previous investigations with specialists in this topic, it was designed a gadget that consists of a platform and a walking stick with an intuitive system to control it, which allows the user to do this activity with ease and less discomfort.

**Key words:** articular movement, selfcare, biomechanics, flexion, difficulty, pain, muscles, mechanical system.

Ver Anexo N° 1

# Objetivos

## OBJETIVO GENERAL

Contribuir en la movilidad de las personas que por diversas situaciones tienen dificultad en la motricidad de las rodillas para ascender y descender escaleras, a través de un artefacto que les facilite realizar esta actividad.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer como realizan la actividad de subir y bajar escaleras las personas con problemas de motricidad de rodillas, a través de estudios de campo.
- Definir el perfil de usuario y establecer las características formales, funcionales y tecnológicas con las que se va a trabajar en la propuesta de diseño.
- Diseñar un artefacto que permita realizar la actividad de subir y bajar escaleras a las personas con problemas de motricidad de rodillas, siendo de alcance para el perfil de usuario que se va a analizar.

# Introducción

Este proyecto de tesis, trata sobre la dificultad que tienen las personas para subir y bajar escaleras debido a problemas con la motricidad de sus rodillas, lo que les dificulta hacer esfuerzos físicos, causando malestar e incomodidades.

Considerando nuestro entorno, las viviendas son generalmente de dos pisos, volviéndose una situación complicada por diversas causas, realizar adecuaciones rápidas para ayudar a solucionar esta situación, por lo que se busca a través del diseño de objetos, contribuir para facilitar esta actividad que realizan las personas diariamente, mediante un proceso de investigación, estudio de campo y estableciendo las características necesarias a considerarse para diseñar una propuesta de un artefacto que ayude en la movilidad para subir y bajar escaleras, tratando de hacer el mínimo esfuerzo posible.



# 01

**CONTEXTUALIZACIÓN**



# 01

<b>1.- CONTEXTUALIZACIÓN</b>	<b>17</b>
<b>1.1.- GENERALIDADES</b>	<b>17</b>
<b>1.2.- ¿QUÉ ES LA ESCALERA?</b>	<b>17</b>
1.2.1.- ELEMENTOS DE UNA ESCALERA	18
1.2.2.- CLASIFICACIÓN DE LAS ESCALERAS	19
1.2.3.- MEDIDAS DE LA ESCALERA	19
<b>1.3.- ESFUERZO FÍSICO</b>	<b>21</b>
<b>1.4.- AUTOCUIDADO</b>	<b>21</b>
<b>1.5.- BIOMÉCANICA DE LA RODILLA</b>	<b>22</b>
1.5.1.- RANGO DE MOVIMIENTO DE LA ARTICULACIÓN TIBIOFEMORAL EN EL PLANO SAGITAL DURANTE ACTIVIDADES COMUNES	23
<b>1.6.- ACERCAMIENTO AL CONTEXTO</b>	<b>23</b>
1.6.1.- ENTREVISTA 1	24
1.6.2.- ENTREVISTA 2	25
<b>1.7.- ESTADO DEL ARTE Y HOMÓLOGOS</b>	<b>26</b>
1.7.1.- ARTEFACTOS MOTORIZADOS	26
1.7.2.- ARTEFACTOS NO MOTORIZADOS	28
<b>1.8.- CONCLUSIONES</b>	<b>29</b>



# 1.- CONTEXTUALIZACIÓN

## 1.1.- GENERALIDADES

Partiendo de la problemática tratada, la dificultad que presentan para subir y bajar escaleras las personas que tienen problemas de motricidad de rodillas, en el presente capítulo, se va a analizar los factores que involucran en la actividad diaria para moverse dentro del hogar al momento de realizar esta actividad, así como las características que deben considerarse y las intervenciones dadas en situaciones similares.

Para ascender y descender de un nivel a otro dentro de un espacio interior, existen elementos que se utilizan en la arquitectura como por ejemplo el ascensor, las gradas y las rampas.

Por otro lado, en las casas o en los espacios de viviendas en general, para realizar esta actividad de ascenso y descenso de una planta a otra, el elemento común que podemos encontrar son las escaleras.

## 1.2.- ¿QUÉ ES LA ESCALERA?

Es una estructura arquitectónica destinada a unir dos espacios separados en distinta altura.

María Carreiro, en su libro *El pliegue Complejo*, define a la escalera como una sucesión de escalones que acoge un conjunto de trazos y tamaños derivados del escalón que se repite, cuyos escalones nacen de la seriación de peldaños. Permite comunicar planos que están ubicados en diferente nivel a través de la sucesión de escalones de dimensiones adecuadas a las medidas humanas (Carreiro, 2007)

El Diccionario de la Real Academia de la lengua, establece que una escalera es "Un conjunto de peldaños o escalones que enlazan dos planos a distinto nivel en una construcción o terreno, y que sirven para subir y bajar." (Real Academia Española)

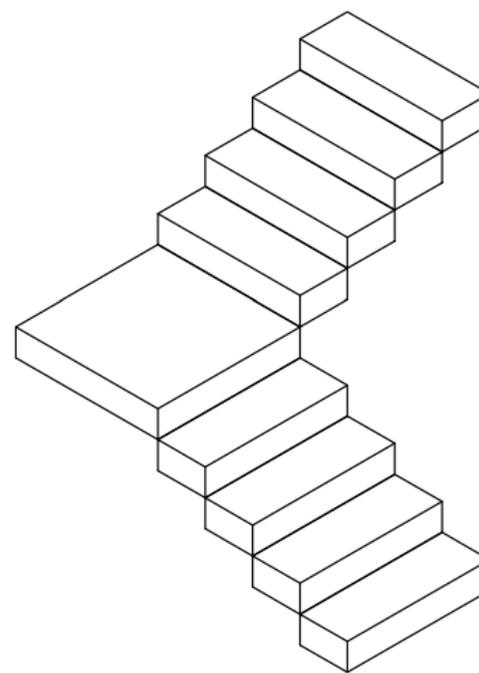


Imagen 1: Escalera

## 1.2.1.- ELEMENTOS DE UNA ESCALERA

Nikolaus Pevsner en su diccionario de arquitectura dice que “Existen nombres especiales para designar las distintas partes de una escalera: la huella es el plano horizontal de un escalón; la contrahuella o tabica es la superficie vertical; un escalón de vuelta es aquel cuya huella es más ancha en un extremo que otro” (Pevsner, Fleming, & Honour, 1980)

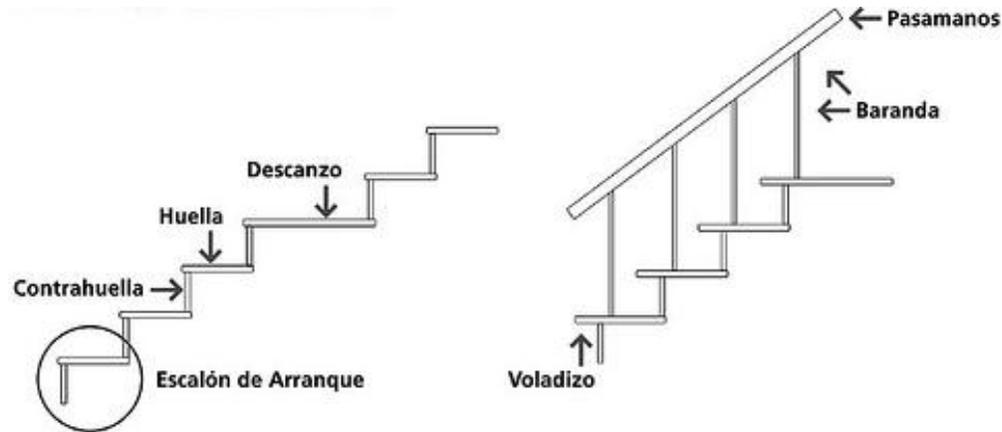


Imagen 2: Elementos de una escalera

Características:

1. Arranque: es el comienzo de una escalera
2. Rellano o meseta: es el nivel en donde se entra a un nivel de piso, es una especie de descanso.
3. Desembarco: es la parte final de una escalera.
4. Descansos: espacios intermedios de una escalera.
5. Tramos: es el elemento comprendido que hay entre una meseta y el desembarco o el descanso.
6. Peldaño: es el conjunto de huellas y contrahuellas.
7. Huella: es la parte donde descansa el pie.
8. Contrahuella: es la altura que queda entre huella y huella.
9. Mamperlán: es el pequeño volado que queda entre la huella y contrahuella.
10. Barandilla o balaustrada: es el conjunto de pasamanos y baranda, los cuales pueden ir ubicados en uno o los dos extremos de la escalera.

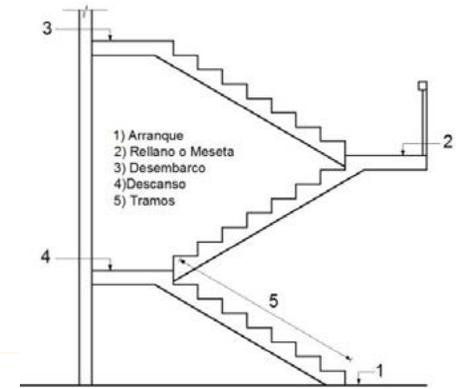


Imagen 3: Partes de una escalera 1

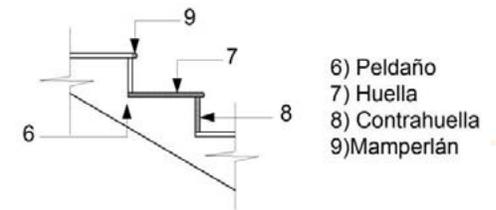


Imagen 4: Partes de una escalera 2

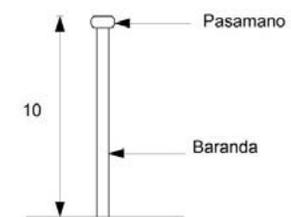


Imagen 5: Partes de una escalera 3

## 1.2.2.- CLASIFICACIÓN DE LAS ESCALERAS

De acuerdo a su forma o trazo se determina por el conjunto de tramos que va dibujando, su línea equivale a la línea de paso que se describe al recorrer la escalera, llamada también directriz. (Carreiro, 2007)

Dependiendo el número de tramos o del ángulo de dirección de la escalera, puede tener diferentes variaciones, (DeArquitectura)

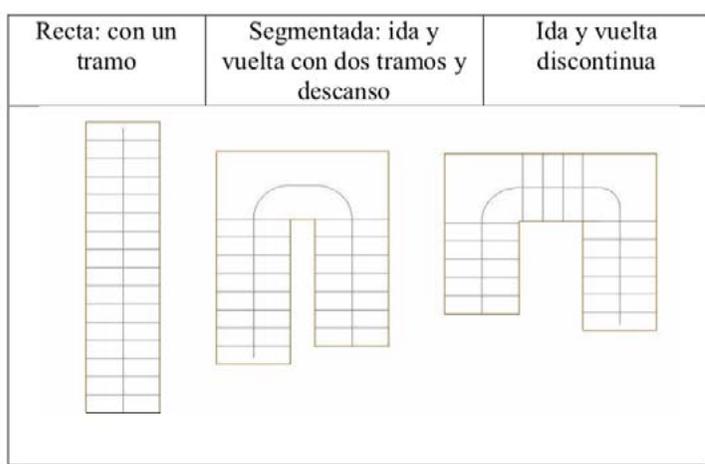


Imagen 6: Clasificación de las escaleras 1

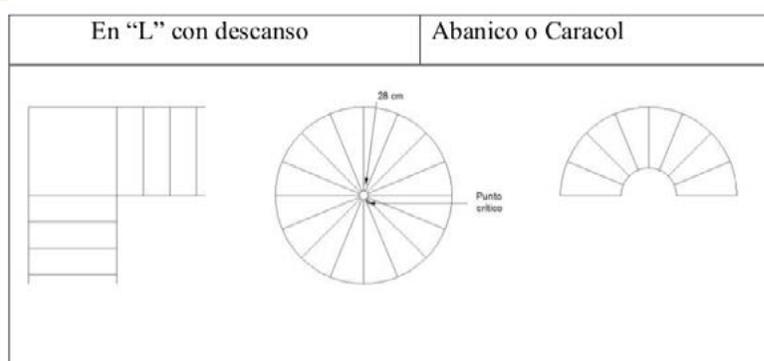


Imagen 7: Clasificación de las Escaleras 2

## 1.2.3.- MEDIDAS DE LA ESCALERA

En el libro de Neufert, sobre el Arte de Proyectar Arquitectura, nos dice que "Los requisitos mínimos de una escalera, difieren de unas normas a otras, la norma DIN 18065, establece las medidas que han de cumplir las escaleras". (Neufert, 1995)

En cuanto a las medidas de las escaleras, existe una ordenanza emitida por el Consejo Cantonal del Municipio de Cuenca, donde se establecen reglas y parámetros a considerarse en el momento de planificación y construcción de escaleras en las edificaciones de la ciudad. Esta ordenanza no dista de las normas establecidas en los diferentes Cantones de la Provincia del Azuay.

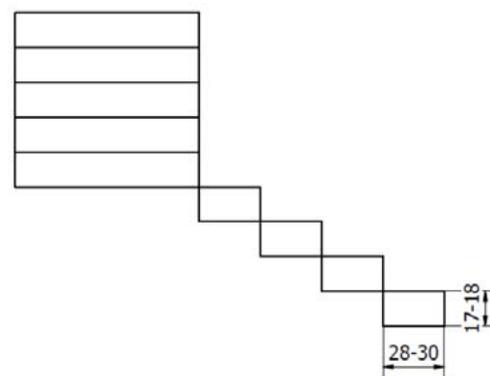


Imagen 8: Medidas de la escalera 1

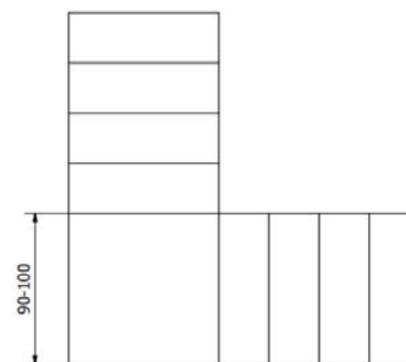


Imagen 9: Medidas de la escalera 2

“En la reforma, actualización, complementación y codificación de la ordenanza que sanciona el plan de ordenamiento territorial del cantón Cuenca:

#### Determinaciones para el uso y ocupación del suelo urbano

#### Sección Tercera-Anexo No 11

#### Normas de Arquitectura

#### Circulaciones en las Construcciones

#### Art. 22.- Escaleras.

Las escaleras de las edificaciones deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Los edificios tendrán siempre escaleras que comuniquen todos sus niveles, aun cuando existan elevadores.
- b) Las escaleras serán en tal número que ningún punto servido del piso o planta se encuentre a una distancia mayor de 25 m. de alguna de ellas.
- c) Las escaleras en casas unifamiliares o en el interior de departamentos unifamiliares tendrán una sección mínima de 0,90 m.  
  
En cualquier otro tipo de edificio, la sección mínima será de 1,20 m.  
  
En los centros de reunión y salas de espectáculos, las escaleras tendrán una sección mínima igual a la suma de las secciones de las circulaciones a las que den servicio.
- d) El ancho de los descansos deberá ser cuando menos, igual a la sección reglamentaria de la escalera.
- e) Sólo se permitirán escaleras compensadas y de caracol, para casas unifamiliares y para comercios u oficinas con superficies menores de 100 m<sup>2</sup>.
- f) La huella de las escaleras tendrá un ancho mínimo de 28 cm. y la contrahuella una altura máxima de 18 cm.; salvo en escaleras de emergencia, en las que la huella no será menor a 0,30 m. y la contrahuella no será mayor de 0,17 m.
- g) Las escaleras contarán preferiblemente con 16 contrahuellas entre descansos, excepto las compensadas o de caracol.
- h) En cada tramo de escaleras las huellas serán todas iguales, lo mismo que las contrahuellas.
- i) Las huellas se construirán con materiales antideslizantes”. (Cuenca)

### 1.3.- ESFUERZO FÍSICO

Directamente, nos enfocamos con el esfuerzo físico que realizan las personas al momento de flexionar las rodillas para subir y bajar escaleras, ya que esto dificulta y causa molestias.

“Las sensaciones al ascender por una escalera pueden variar (...), ascender por una escalera exige un consumo energético siete veces superior al requerido para andar sobre una superficie horizontal”. (Neufert, 1995)

Actualmente, nuestra sociedad se caracteriza por el incremento de la automatización, donde el esfuerzo físico varía según los grupos musculares que intervienen, por lo que el esfuerzo de subir escaleras sin apoyo, lleva una intensidad de 8 METS. (Unidad que cuantifica el esfuerzo físico, que obliga a un consumo de oxígeno de 3,5 ml / minuto por kg de peso corporal). (Escolar Catellón, Pérez Romero de la Cruz, & Corrales Márquez, 2003)

Un esfuerzo físico puede generar lesiones osteo musculares, que se hacen presentes causando malestar, dolor, tensión, etc., al realizar movimientos frecuentes, repetitivos o soportar cargas pesadas que representan un riesgo para la salud en el cual influyen según las dimensiones corporales de cada persona. (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud)

### 1.4.- AUTOCUIDADO

La Organización Mundial de la Salud recomienda la educación en los autocuidados para prevenir y tratar las enfermedades crónicas, logrando que el paciente aprenda a sobrellevar mejor su enfermedad, además que adquiera y mantenga hábitos saludables. En el caso de las personas que tengan problemas de artrosis, el autocuidado incluye manejo del dolor, emociones, control de peso, así como el uso de objetos adaptados, ayudas técnicas, toma de descansos en las actividades que se realice, fisioterapia y el uso de aparatos que faciliten su diario vivir. (Vargas Negrín, Medina Abellán, Hermosa Hernández, & Medina, 2014)

La revista española de salud pública, nos habla sobre la actividad de subir y bajar escaleras, siendo esta que tiene más importancia en poblaciones donde el tipo de vivienda habitual es de dos niveles. (Ministerio de Sanidad, 1997)



Imagen 10: Escaleras de la frustración

## 1.5.- BIOMÉCANICA DE LA RODILLA

“La rodilla humana, la articulación más amplia y quizá la más compleja del cuerpo”. (Nordin & Frankel, 2004)

En un artículo científico de la revista médica Tratado de Medicina, nos dice que “Debido a la abundancia y la complejidad de sus elementos anatómicos, así como a las exigencias biomecánicas a las que se ve sometida, la rodilla es una de las articulaciones que más frecuentemente se ven afectadas por diversos procesos patológicos.” (Vittecoq, O, Rottenberg, P, Lequerré, T, & Michelin, P, 2018)

Margareta Nordin y Víctor H. Frankel, en su libro Biomecánica Básica del Sistema Musco esquelético, nos hablan sobre la biomecánica de la rodilla, siendo esta una estructura biarticular que está compuesta por una articulación tibiofemoral y la articulación femorrotuliana, situada entre el fémur y la tibia, que transmite cargas, participa en el movimiento, soporta fuerzas y momentos elevados.

El movimiento de la rodilla sucede simultáneamente en tres planos: frontal, sagital y transversal, y de un grupo muscular que representa la mayoría de la fuerza muscular que actúa sobre la rodilla, el rango de rotación se incrementa, conforme la rodilla es flexionada. (Nordin & Frankel, 2004)



Imagen 11: Biomecánica de la Rodilla

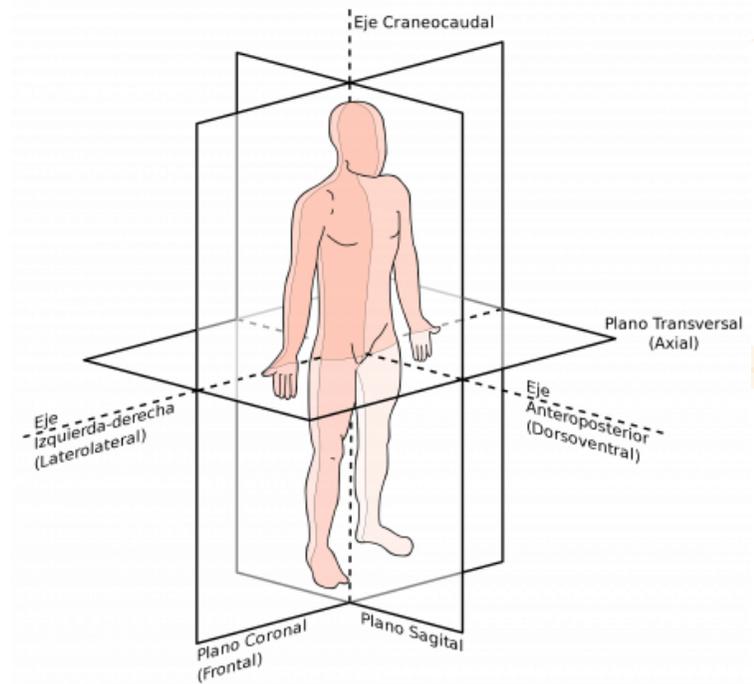


Imagen 12: Planos Anatómicos

En el libro de Biomecánica Básica del Sistema Musco esquelético, se toma como referencia el siguiente cuadro.

### 1.5.1.- RANGO DE MOVIMIENTO DE LA ARTICULACIÓN TIBIOFEMORAL EN EL PLANO SAGITAL DURANTE ACTIVIDADES COMUNES

ACTIVIDAD	Rango de movimiento desde la extensión de rodilla a la flexión de rodilla (grados)
	Andar 0-67°
Subir escaleras	0-83°
Bajar escaleras	0-90°
Sentarse	0-93°
Atarse un zapato	0-106°
Elevar un objeto	0-117°

(Kettelkamp, Johnson, & Smidt, 1970)

### 1.6.- ACERCAMIENTO AL CONTEXTO

Con el fin de conocer más de cerca cuales son los problemas de las personas con dificultad de motricidad de rodillas en general al momento de subir y bajar escaleras, así como las recomendaciones médicas, presentamos un esquema de entrevistas no estructuradas, que nos sirve de guía para el proceso de investigación.

Puntos Tratados:

- Edad en la que comienzan a tener problemas de motricidad de rodillas las personas en general.
- Los músculos y articulaciones que se involucran al momento de flexionar las rodillas.
- Que sucede al momento de subir y bajar escaleras en las personas con dificultades motrices de rodillas.
- Como realizan la actividad de subir y bajar escaleras los pacientes con problemas de motricidad de rodillas.
- Enfermedades involucradas.
- Recomendaciones médicas.

## 1.6.1.- ENTREVISTA 1

**Nombre del Entrevistado:** Dr. Rómulo Idrovo C.

**Especialidad:** Ortopedia y Traumatología/Cirugía Artroscópica.

Para el Doctor Rómulo Idrovo, las personas en general comienzan a tener problemas de rodillas pasados los 50 años, hay circunstancias especiales en que una persona puede comenzar a tener problemas de rodillas a temprana edad por enfermedades reumáticas como artritis crónica juvenil, secuelas de enfermedades reumatológicas o fiebres reumáticas.

Pero los problemas de rodillas y articulaciones, son más frecuentes en personas pasados los 50 años.

Al momento de flexionar las rodillas se ven involucradas básicamente dos articulaciones:

- Articulación Femorotibial.
- Articulación Patelofemoral.

Hay varios tipos de enfermedades que involucran los problemas de rodillas:

- Enfermedades congénitas: por ejemplo un niño que nace con deformidad de rodilla y que no se trató a tiempo, presentará a una temprana edad una enfermedad y por ende una secuela.
- Enfermedades degenerativas: son todas las artritis y artrosis que por los años se van deteriorando.
- Las rodillas son como una puerta que se abre y se cierra todos los días, y al realizar la misma actividad durante tantos años, comienza a desgastarse, generando problemas y enfermedades.
- Se encuentran en este grupo los pacientes más añosos que son los que tienen problemas degenerativos.
- Enfermedades secuelas: son los problemas que se tienen por accidentes o por traumas, una persona que haya tenido una lesión en su juventud de un ligamento cruzado, una lesión grave de cartílago, un accidente de tránsito con fracturas articulares son secuelas de algún problema que el paciente indujo por alguna actividad.

Con el paso del tiempo, la tecnología ha ido avanzando mucho, los pacientes no necesariamente ya no pueden caminar después de una lesión de rodilla, en estas situaciones se puede hacer cirugía articular que es de gran ayuda a las patologías que, ya sean adquiridas por traumas, secuelas o degenerativas, son susceptibles de tratamiento, se operan, se construyen ligamentos, meniscos, cartílagos, prótesis, etc., y se realiza fisioterapia.

La actividad de subir y bajar gradas es una actividad cotidiana, por lo que no se le puede prohibir a un paciente que la realice, ya que necesariamente va a tener que hacer dependiendo del hogar en el que vive o del lugar de trabajo en el que tenga que subir muchas gradas, en ese caso, las personas tienen tendencia a presentar más problemas.

En las recomendaciones médicas hay algo que se debe tener muy en cuenta como es el sobrepeso, ya que genera una gran cantidad de problemas, por ejemplo: una persona que esta con un índice de masa corporal superior a normal, tiene una obesidad, y va a ser más carga de peso en las rodillas, que se debe considerar.

Hay otras personas que simplemente con una subida de gradas ya les genera problemas, todo va enfocado a cada paciente, como la edad y tipo de lesión.

En los casos de problemas de artrosis, tienen que seguir un algoritmo de tratamiento, las artrosis se tratan conservadoramente con control de peso, medicación, fisioterapia o son tributarias de operarse.

Dependiendo de la edad del paciente se puede pensar en poner una prótesis, existen indicaciones, por ejemplo un paciente de 55 años con artrosis de grado 3 a 5 que no haya respondido a factores de fisioterapia o medicamentos, es candidato a hacerse una prótesis y con eso le dejaría de doler al momento de subir y bajar las gradas al haber el rose por el desgaste de cartílago que es lo que genera el problema y el dolor.

Existen maneras de reconstrucción activa, como cambiar una prótesis y permitir al paciente que mueva sin dolor ya que es una articulación ajena o artificial, pero no está indicado para todo paciente, hay aquellos que tal vez sufrieron una enfermedad secuelar y no son

aptos para ponerse una prótesis, entonces van a necesitar obligatoriamente ayuda para subir y bajar escaleras. O en el caso de personas que no puedan operarse por alguna patología asociada a alguna enfermedad hematológica o grave del corazón, no pueden ser sometidos a cirugía, necesitarán ayuda para realizar esta actividad.

Al llegar a la tercera edad, todo se va destruyendo o gastando y van apareciendo enfermedades o problemas, no solo en las rodillas, sino que en toda articulación y las personas que más sufren, son las que cargan peso en ellas.

Se podrían usar un aparato de descarga, que les ayude a moverse en pacientes que se hayan operado de una prótesis y que necesiten una descarga de peso gradual, se recomienda el uso de un bastón o andador durante un tiempo prudente hasta que vaya integrándose y vayan cerrándose las heridas.

Si una persona tiene problemas de rodillas no le afecta realizar una actividad con las manos, siempre y cuando sea una actividad de peso bajo, más bien en un aparato eléctrico que genere velocidad, si no se tiene cuidado podría producirse un accidente.

## 1.6.2.- ENTREVISTA 2

**Nombre del Entrevistado:** Lcda. Daniela Córdova.  
**Especialidad:** Terapia Física

La Licenciada Daniela Córdova comenta que al haber traumas en rodillas, su trabajo es limitar que haga mucho esfuerzo al momento de subir y bajar gradas, especialmente en el caso de las personas que tienen problemas artrósicos fuertes en la edad de 50-60-70 años.

Como fisioterapeuta, en casos de pacientes que rechazan la prótesis, o presentan des acondicionamiento físico, les enseña y ayuda de diferentes maneras para realizar esta actividad, como por ejemplo: bajar de forma diagonal, de lado, o bajar de retro, evitando el dolor en la zona al flexionar.

Los músculos que involucran son los músculos isquiotibiales, se encuentran por debajo de la rodilla, que al momento de flexionar, actúan halando como una polea, se flexionan y se contraen.

Todos estos músculos vienen desde la cadera y como se insertan en la parte debajo de la tibia, se flexionan con la rodilla.

En las rodillas, el cartílago es lo que más se desgasta, de esto dependen varios factores como es el sobrepeso. En la tercera edad, de la misma manera se da un desgaste del cartílago, lo que hace o produce una atrofia muscular, provocando una debilidad muscular.

No se puede prohibir que suban o bajen gradas, pero si se limita a los pacientes la cantidad de veces que realizan esta actividad, en algunos casos, si suben una vez, se les recomienda que ya no vuelvan a bajar, además que eviten caminar en pendientes porque se realiza mucha presión en la rodilla.

Como fisioterapeuta, recomienda caminar a los pacientes unos 30 a 40 minutos diarios en el caso de no haber dolor, pero si existe dolor, aconseja caminar de 15 a 20 minutos diarios como ejercicio.

## 1.7.- ESTADO DEL ARTE Y HOMÓLOGOS

Con el objetivo de reducir el esfuerzo físico y darles una mejor calidad de vida a las personas, existen soluciones como:

### 1.7.1.- ARTEFACTOS MOTORIZADOS

- **Desarrollo de un ascensor de escalera integrado para el acceso al hogar.**

En la Revista de Salud Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering, se publicó en el año 2015 un artículo en el cual se da a conocer un proyecto inclusivo, en el que se diseñó un elevador y una escalera que están integrados para facilitar el acceso al hogar para las personas con problemas de movilidad.

Ofrece una opción para el uso de escaleras o de un elevador mediante una plataforma elevadora para acceder a la misma ubicación y espacio de acceso ya sea para caminar o usar una silla de ruedas, etc.

La estructura completa se mueve alrededor de dos ejes, proporcionando la elevación. El modelo de corte inferior, muestra el enlace interno de los peldaños de la escalera. (Mattie, Borisoff, Leland, & Miller, 2015)

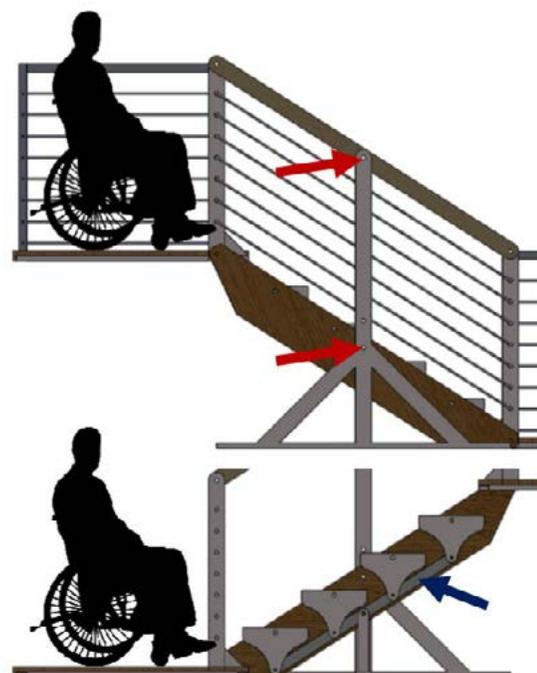


Imagen 13: Primer prototipo a gran escala del ARISE

Imagen 14: Diseño de ARISE

- **Diseño y construcción de un salva-escaleras para silla de ruedas con guía rectilínea para 150 kg de capacidad.**

En una tesis realizada en la Universidad Politécnica Salesiana con Sede en Quito, dos estudiantes han propuesto el diseño y construcción de una salva escaleras para sillas de ruedas, permitiendo el traslado de personas con impedimentos de movilidad motriz, tratando de mejorar el desplazamiento de las mismas en sillas de ruedas y permitiendo que puedan realizar sus actividades cotidianas, que como resultado tenga la capacidad de soportar 150kg sumando el peso de la silla y del usuario. (Caicedo Gaón & Arguello León, 2015)



Imagen 15: Carlos Arguello y Johnny Caicedo

- **Plataforma Salva escaleras DELTA**

Se trata de una plataforma delgada para escaleras rectas, su instalación es sencilla, además que cumple con los controles de calidad y seguridad, tiene una capacidad de carga de 300kg, la longitud de su plataforma es de 1250mm y de ancho 900mm, su velocidad es de 0.1m/s, tiene un ángulo de inclinación de 15° a 45°. Tiene un motor de 0.5 kW, alimentado por pilas. (Lehner Liftechk, 2018)

Esta plataforma es un diseño moderno, que nos puede servir como un referente vanguardista al momento de diseñar una propuesta, además que evitaría por completo el esfuerzo físico al ser motorizado.



Imagen 16: Delta Plataforma Salva escaleras Recta

- **Easy Climber: Ascensor para escaleras**

Consiste en una silla que sube y baja escaleras en un carril motorizado que se encuentra conectado a una riel que se tiende sobre las escaleras. Permite descansar las rodillas al subir y bajar sentado, por tanto es un artefacto seguro y cómodo que cuenta con un soporte para pies y brazos y con un cinturón de seguridad. Está diseñado para adaptarse a escaleras rectas o curvas. (Easy Climber)



Imagen 17: Elevador de Escaleras

## 1.7.2.- ARTEFACTOS NO MOTORIZADOS

- **Pilot Step-Up Cane**

Es un bastón cuádruple antideslizante fabricado por Importaciones Médicas Profesionales, pesa 2.9 libras y está diseñado para personas con discapacidades para caminar o de equilibrio. Este bastón permite ajustar su altura y cuenta con una plataforma que se puede cambiar de posición, facilitando subir escaleras y vehículos. El mango que se encuentra a una altura menor, ayuda a que las personas puedan levantarse de los asientos e inodoros usando menos fuerza en el brazo. Este bastón puede soportar una capacidad de 250 libras. Su altura se ajusta de 28.4 a 37.4 pulgadas, su base es de 8 x 7 pulgadas y tiene 8 x 9.5 pulgadas con la plataforma extendida. (Importaciones medicas profesionales)

Este artefacto, tiene una ventaja, que al no ser un objeto motorizado, puede facilitar el fácil transporte para el usuario debido a su peso mínimo, adaptándose a todas las escaleras que se presenten permitiendo hacer un mínimo esfuerzo al flexionar las rodillas e incluso sería de alcance para el público de nuestro contexto.



Imagen 18: Pilot Step up cane

## 1.8.- CONCLUSIONES

Para contribuir en la movilidad de las personas con problemas de motricidad de rodillas al momento de subir y bajar escaleras, fue necesario tomar en cuenta todos los factores que involucran cuando se realiza esta actividad, como la función, medidas y elementos que conforman una escalera, así como la biomecánica de la rodilla y las características de la misma al momento de realizar esta labor, tomando en cuenta las recomendaciones médicas ya que esta actividad genera malestar y dolor al momento de flexionar la rodilla para las personas que lo padecen por diversas causas, situación que se complementa en nuestro medio, al haber generalmente la escalera como medio para ascender o descender de un nivel a otro en el espacio de vivienda, siendo esta una actividad de la vida cotidiana.

El estudio de factores multidisciplinarios, van a concluir en la configuración de un elemento innovador, así como el acercamiento de la visión médico traumatólogo-fisioterapeuta nos da un margen de diversos factores a considerar, como el peso, debilidad muscular ,etc.

En nuestro medio es prácticamente casi nula la producción en cuerpos escritos académicos como en productos terminados relacionados con la movilidad de las personas que presenten problemas de motricidad de rodillas.

# CAPÍTULO 2





# 02

2.- PLANIFICACIÓN	33
2.1.- MARCO TEÓRICO	33
2.1.1.- DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO	33
2.1.2.- DISEÑO INCLUSIVO	34
2.1.3.- ERGONOMÍA	35
2.1.4.- ANTROPOMETRÍA	36
2.2.- PERFIL DE USUARIO	36
2.3.- PARTIDAS DE DISEÑO	37

## 2.- PLANIFICACIÓN

### 2.1.- MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1.- DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

El DCU es una forma de llevar a cabo un proceso, para la creación, mejora o implementación de un producto o servicio con la funcionalidad adecuada para usuarios concretos.

Según Donald Norman en su libro la Psicología de los objetos cotidianos, es una teoría basada en las necesidades y los intereses del usuario, logrando que los productos sean utilizables y comprensibles. (NORMAN, 1998)

Por lo que plantea siete principios para hacer sencillas las tareas difíciles:

1. Utilizar tanto el conocimiento en el mundo como el conocimiento en la cabeza.
2. Simplificar la estructura de las tareas.
3. Hacer que las cosas sean visibles: colmar las lagunas de Ejecución y Evaluación.
4. Que las topografías sean las correctas.
5. Explotar la capacidad de las limitaciones, tanto naturales como artificiales.
6. Diseñar dejando margen para los errores.
7. Cuando todo lo demás falla, normalizar.



Imagen 19: Diseño Centrado en el Usuario

(NORMAN, 1998)

Se ha considerado los puntos más importantes como guía para el diseño.

- “He aducido que la gente aprende mejor y se siente más cómoda cuando el conocimiento necesario para una tarea está disponible externamente...”. Para Norman, el funcionamiento puede ser más eficaz, cuando el usuario puede asimilar el conocimiento requerido, por lo que el diseño no debe obstruir la acción. (NORMAN, 1998)
- “Las tareas deberían tener una estructura sencilla, que redujera al mínimo la cantidad de planificación o de solución de problemas que esas tareas exigen...”. Nos dice que la innovación tecnológica debería tener como función importante facilitar las tareas, en donde se tiene una gran herramienta para ayudar a simplificar el trabajo que los usuarios lo ven muy complejo. (NORMAN, 1998)
- “Suponer que se cometerán todos los errores que se puedan cometer” Los errores que se cometen por los usuarios, son actos que se han precisado incorrectamente, por lo que se debe



Imagen 20: Diseño Inclusivo

prestar apoyo a sus reacciones, dejando un margen para que el usuario corrija los errores. (NORMAN, 1998)

## 2.1.2.- DISEÑO INCLUSIVO

El British Standards Institute define al diseño inclusivo como “El diseño de productos o servicios generales accesibles y utilizables por muchas personas como sea razonablemente posible, sin la necesidad de una adaptación especial o diseño especializado; guía una respuesta de diseño apropiado a la diversidad en la población a través de desarrollar una familia de productos y derivados para brindar la mejor cobertura posible a la población”. (British Standards Institute, 2005)

Dupont manifiesta que uno de los objetivos principales es proporcionar una calidad de vida para todos, “Es un enfoque que garantiza que los productos y servicios diseñados satisfacen las necesidades de los ciudadanos de la manera más amplia posible, sin importar la edad o habilidad”. (Dupont C., 2014)

Por lo que ha planteado los siguientes puntos a seguir:

- Uso justo, el diseño es útil y vendible a personas con capacidades diferentes.
- Flexibilidad de uso, el diseño se adapta a una amplia gama de preferencias y habilidades individuales.
- Simple e intuitivo, el uso del diseño es fácil de entender, independientemente de la experiencia del usuario, conocimientos, habilidades lingüísticas o nivel de concentración.
- Información perceptible, el diseño comunica la información necesaria efectivamente al usuario, independientemente de las capacidades sensoriales del usuario.
- Bajo esfuerzo físico, el diseño se puede utilizar de manera eficiente y cómoda y con un mínimo esfuerzo de fatiga. (Dupont C., 2014)

## 2.1.3.- ERGONOMÍA

Es la ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adaptación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de los usuarios, que busca optimizar su eficacia, seguridad y confort. Es el estudio del trabajo que se encarga de elaborar las normas por las que este se debe regir (González, 2007)

“La ergonomía estudia los factores que intervienen en la interrelación hombre-artefacto, afectados por el entorno”. (Cruz Gómez & Garnica Gaitán, 2010)

La ergonomía contribuye al diseñador a optimizar las tareas, por lo que el objeto o máquina se adapta a las características del usuario, obteniendo un sencillo manejo, por lo que mejora el rendimiento.

### Función del objeto

“Todo artefacto es conformado por el hombre para realizar una actividad en la solución de una necesidad; este objetivo lo convierte en artefacto utilitario” (Cruz Gómez & Garnica Gaitán, 2010)

La necesidad de su instauración es para facilitar el trabajo del hombre, complementándolo de acuerdo a sus necesidades.

### Manipulación

De acuerdo al accionar del usuario para realizar una tarea, se pueden establecer los rasgos fisiológicos y psicológicos del mismo, permitiendo definir científicamente las capacidades y destrezas que se requieren para cumplir una actividad. (Cruz Gómez & Garnica Gaitán, 2010)

### Adaptabilidad y Holgura

El alcance de adaptación proviene de los datos antropométricos del usuario, de la condición de la tarea que se realice y de las limitaciones físicas y mecánicas que se presentan, así como los requerimientos antropométricos de espacio en las holguras, proporcionando el valor del movimiento corporal y sus implicaciones en el desarrollo del diseño. (Panero & Zelnik, 1984)

### Seguridad

“La sensación de seguridad es indispensable para nuestra estabilidad psíquica”. El usuario necesita sentirse seguro en relación a su entorno. (Cruz Gómez & Garnica Gaitán, 2010)

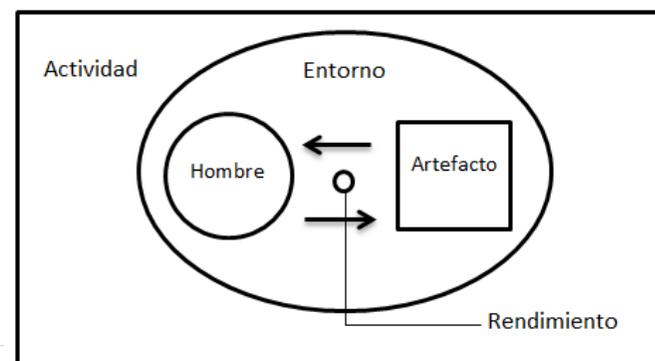


Imagen 21: Interacción hombre-artefacto

## 2.1.4.- ANTROPOMETRÍA

Es la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos, grupos, etc.” (Panero & Zelnik, 1984)

“Esta disciplina se ocupa de las dimensiones físicas y proporciones del cuerpo humano”. Se trata de realizar una medición antropométrica a cada individuo en una etapa específica de su evolución dentro de un grupo poblacional en estudio conforme a la tarea en que se va a ejercer la acción, de la cual se obtienen resultados organizados en tabulaciones y desarrolladas en histogramas biométricos. (Cruz Gómez & Garnica Gaitán, 2010)



Imagen 22: Antropometría

## 2.2.- PERFIL DE USUARIO

Como se pudo analizar en el capítulo anterior, los problemas de motricidad de rodillas en general, comienzan a partir de los 50 años de edad, estando presentes en diversos cuadros clínicos, como por ejemplo en las enfermedades congénitas, degenerativas y secuelas, tomando en cuenta que en cualquiera de los casos influye mucho el índice de masa corporal de cada persona.

### Persona Design

Con la información obtenida, se definió la persona design:

Marina García, es una mujer de 60 años, casada y con tres hijos. A temprana edad padeció problemas reumáticos, con el paso del tiempo fue desarrollándose su artrosis de rodilla, que actualmente se encuentra en el grado 3 con un severo desgaste de cartílago. No es apta para una prótesis, por lo que está en constante fisioterapia. Tiene un peso de 140 libras y una estatura de 1.50m.

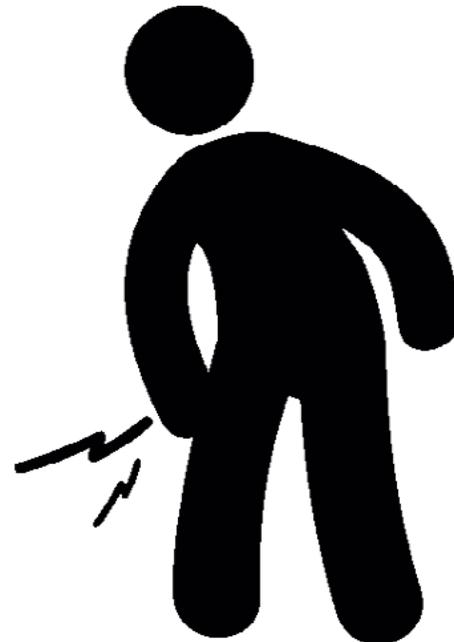


Imagen 23: El daño

## 2.3.- PARTIDAS DE DISEÑO

La forma y sus elementos estructurales tienen que propiciar una correcta interacción con el usuario, la forma nace de como el usuario genera el objeto en el espacio en función de las condicionantes antropomórficas.

La operatoria de diseño media entre la abstracción pura que envuelve el posible objeto mediante la sustracción y adición que configuran la estructura tridimensional del objeto formal final.

Los colores que se utilizaran en el artefacto, podrían ajustarse a las tonalidades propias de los materiales utilizados, y a su vez mejorar el entendimiento cognitivo del objeto.

La funcionalidad del objeto es contribuir en la movilidad de las personas a subir y bajar escaleras con un mínimo esfuerzo, cumpliendo con cada una de las características formales presentadas, evitando generar patologías posteriores, adaptándose a las necesidades ergonómicas del mismo.



# 03

**IDEACIÓN**



# 03

<b>3.- IDEACIÓN</b>	<b>41</b>
<b>3.1.- BOCETACIÓN</b>	<b>42</b>
3.1.1.- IDEA 1	42
3.1.2.- IDEA 2	43
3.1.3.- IDEA 3	44
<b>3.2.- CRITERIOS ANTROPOMÉTRICOS</b>	<b>45</b>
<b>3.3.- CRITERIOS TECNOLÓGICOS</b>	<b>47</b>
<b>3.4.- CONCLUSIÓN</b>	<b>47</b>

### 3.- IDEACIÓN

Para esta etapa, se realizó un análisis de las características que pueden facilitar el diseño del artefacto, con el objetivo que permita cumplir su función:

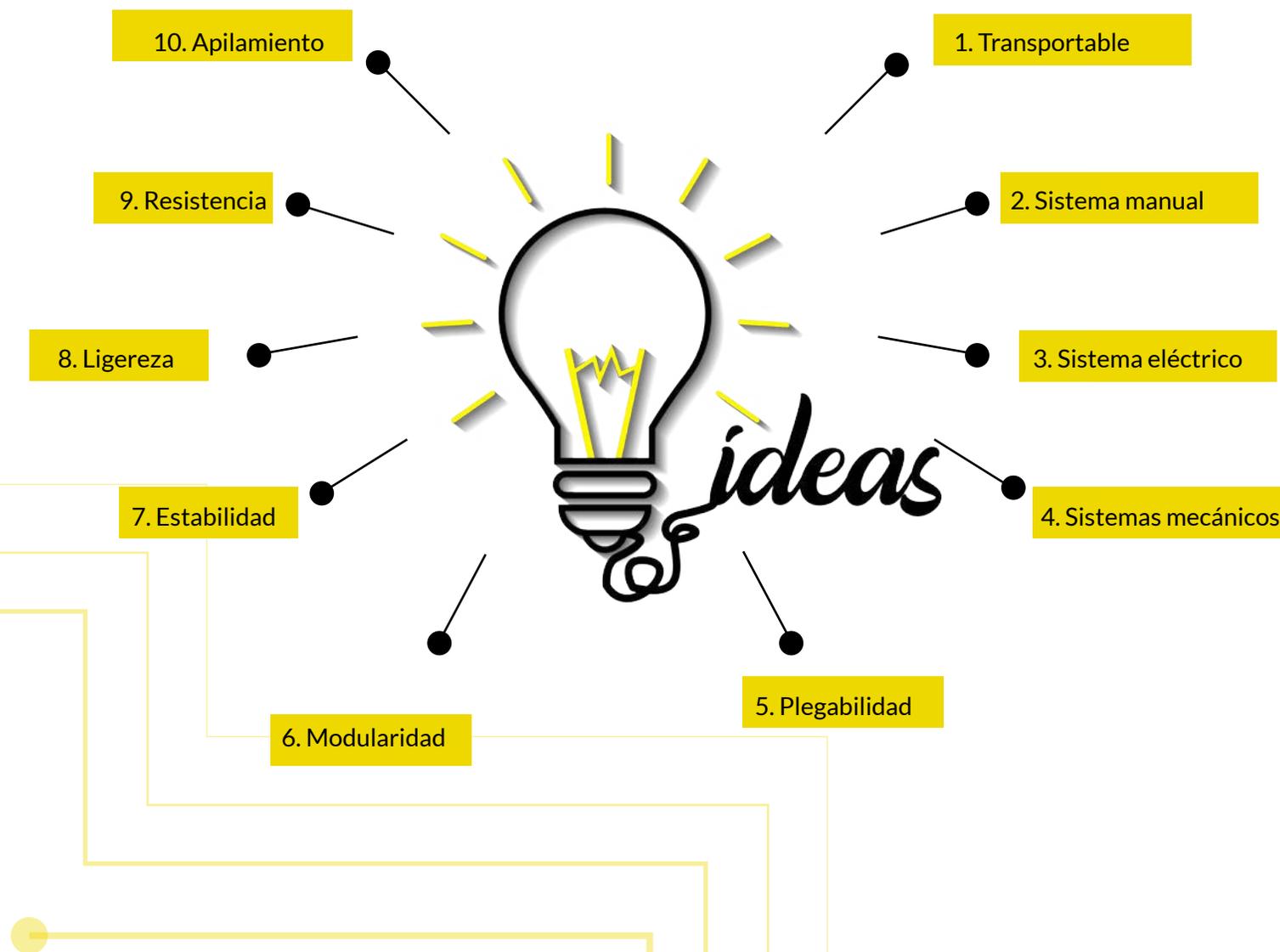


Imagen 24: Ideas

## 3.1.- BOCETACIÓN

Para realizar el proceso de bocetación, se combinaron diferentes ideas conceptuales:

### 3.1.1.- IDEA 1

3. Sistema Eléctrico, 4. Sistema Mecánico, 5. Plegabilidad.

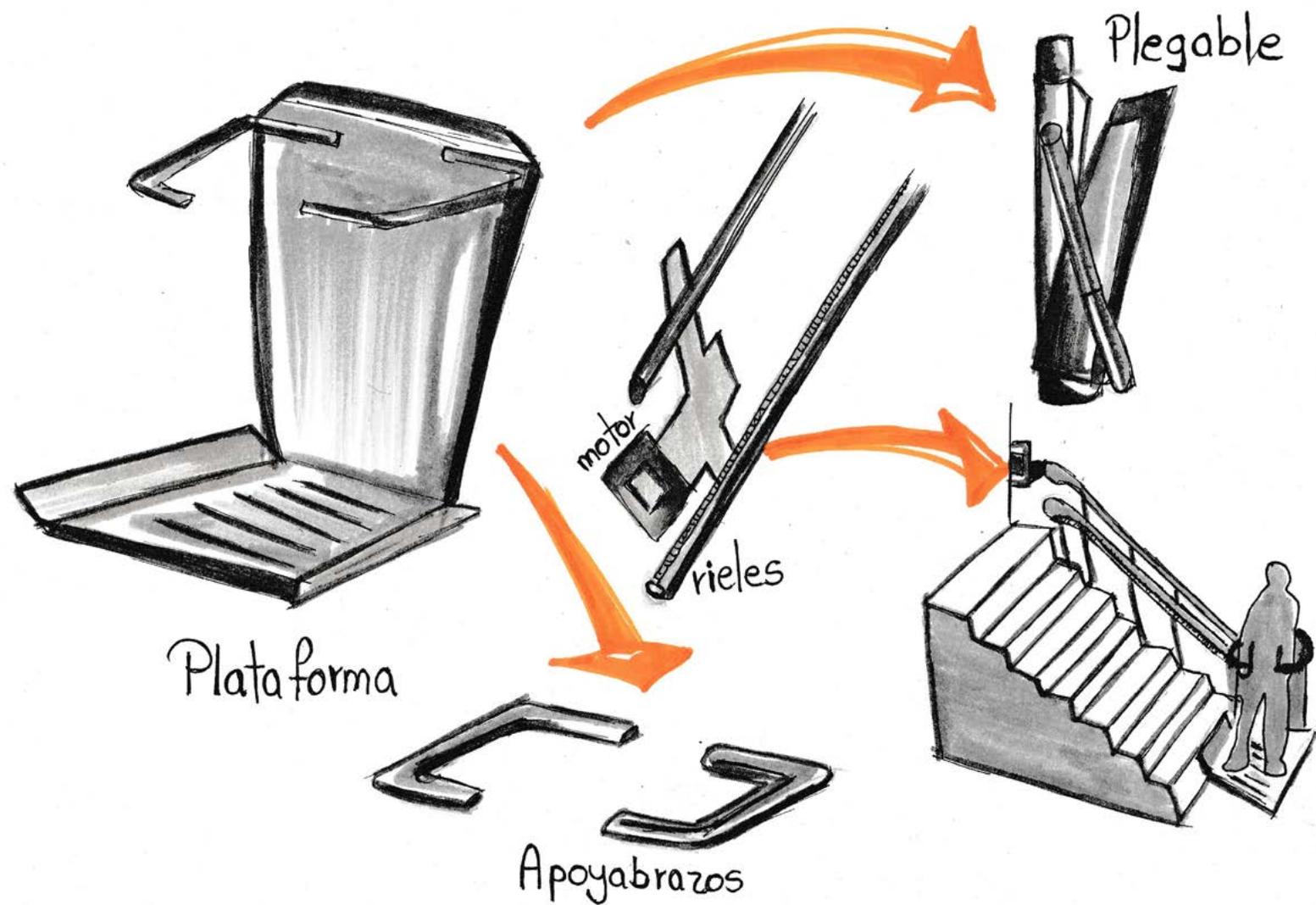


Imagen 25: Boceto 1

Un sistema de plataforma que se desplaza en un riel accionado por un motor eléctrico, que podría estar dentro o exterior a la plataforma, tiene un sistema de control de inversión de giro para subir o bajar la misma.

### 3.1.2.- IDEA 2

2. Sistema Manual, 4. Sistema mecánico, 9. Resistencia.

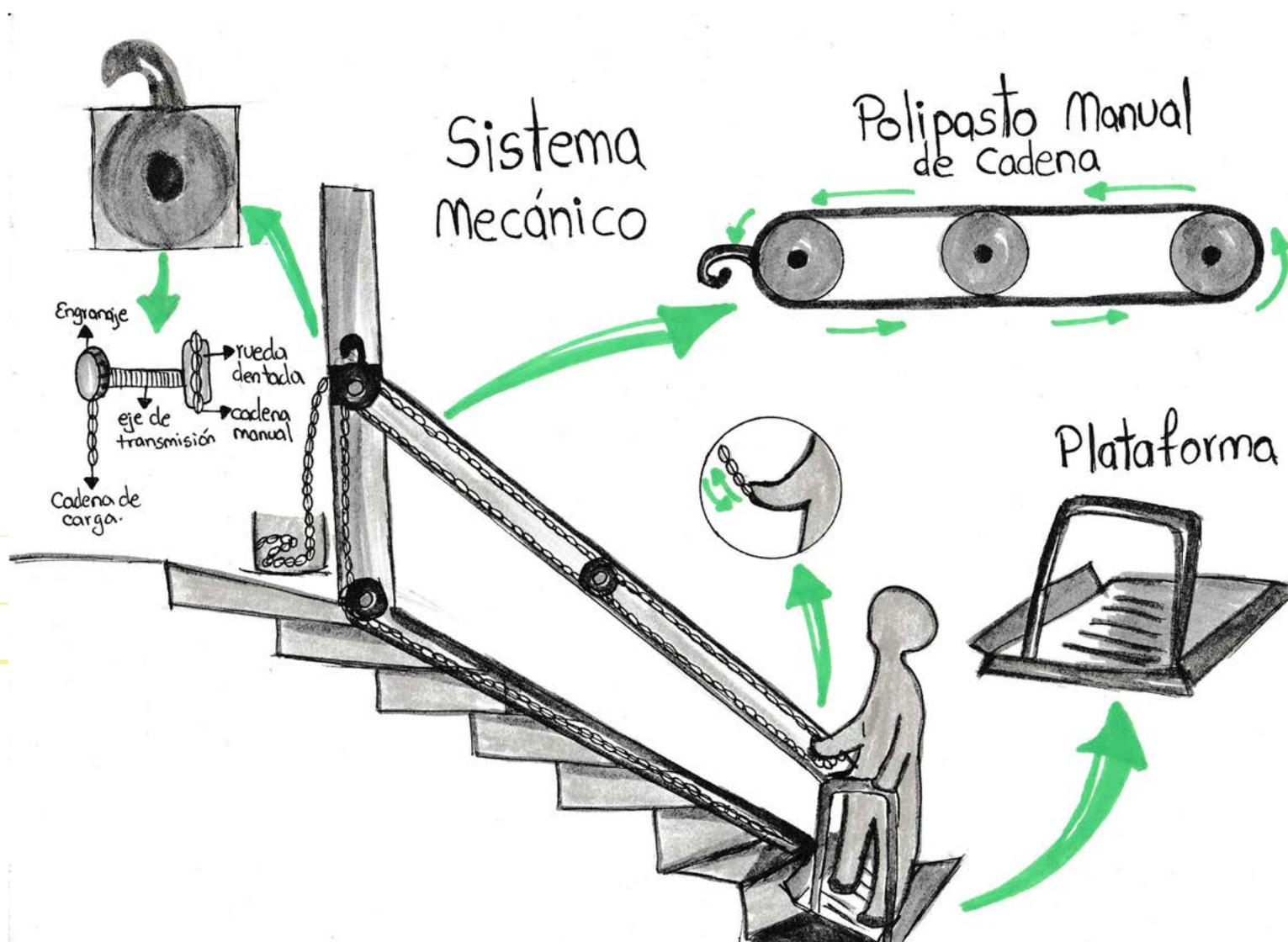


Imagen 26: Boceto 2

Un polipasto al estar configurado de dos cadenas, se coloca a la altura del pasamano las poleas para que el usuario pueda manejar, mientras que la otra cadena de potencia está anclada a la plataforma que puede subir o bajar de acuerdo a como se maniobre.

### 3.1.3.- IDEA 3

1. Transportable, 3. Sistema Eléctrico, 4. Sistema Mecánico, 7. Estabilidad, 8. Ligereza, 9. Resistencia.

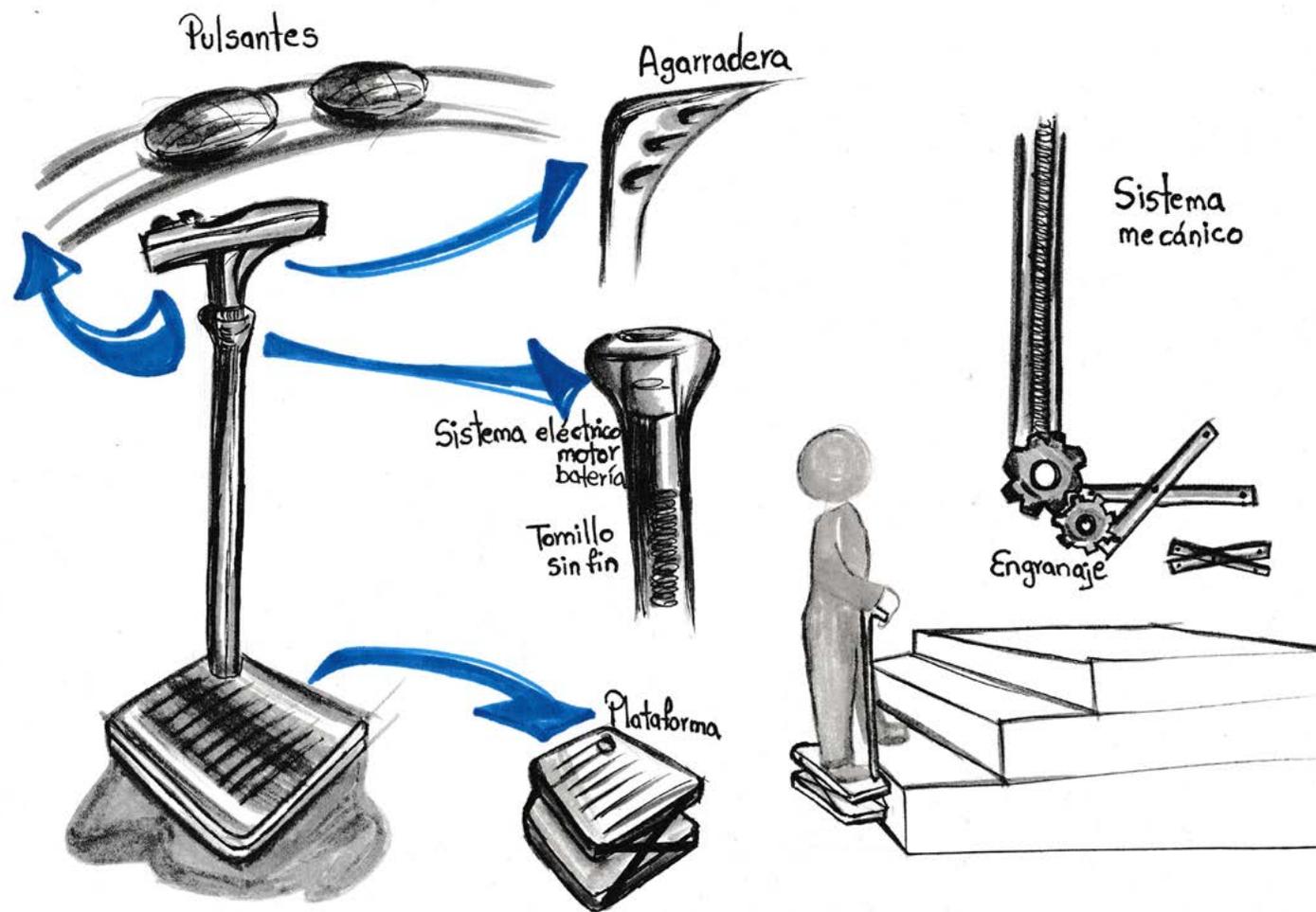


Imagen 27: Boceto 3

Se trata de un sistema mecánico tipo tijera entre dos plataformas, siendo que la plataforma superior se desplaza subiendo o bajando a través de un tornillo sin fin, conectado a un engranaje que estimula a un perno expandiendo o comprimiendo el mecanismo, que es accionado por un pequeño motor mediante un sistema de control de pulsantes o switch para la marcha o inversión de giro que es realizado por el usuario.

Tomando en cuenta los criterios de selección y las diversas posibilidades tecnológicas, se ha escogido esta última propuesta, donde se ha modificado la ubicación de algunas partes presentadas en la idea principal para un mejor funcionamiento, siendo que el motor y el tornillo se colocarán en la base, accionando el mecanismo cuando el usuario presione los pulsantes para ejercer la acción.

### 3.2.- CRITERIOS ANTROPOMÉTRICOS

Para determinar las dimensiones adecuadas del objeto, se considera los cuadros establecidos en el libro de Dimensiones Antropométricas de la Población de Latinoamérica y las medidas de las escaleras en las viviendas proporcionadas en el capítulo anterior.

Para determinar la altura del bastón desde la base hasta el mango, se presenta el siguiente cuadro, dejando una tolerancia de 59mm, donde el alto total es de 800mm.

9- Altura muñeca en posición de pie Ancianos sexo femenino.	60-90 Años	
percentil	mm	
50	741	

Tabla 1: En posición de pie (Ávila Chaurand, Prado León, & González Muñoz, 2006)

Para determinar el ancho de la base de la plataforma, se considera el siguiente cuadro, dejando una tolerancia de 20mm, donde el ancho de la plataforma total es de 400mm.

30- Anchura cadera sentado Ancianos sexo femenino.	60-90 Años	
percentil	mm	
95	380	

Tabla 2: En posición sentado (Ávila Chaurand, Prado León, & González Muñoz, 2006)

Para definir la medida del ancho del mango, se considera el siguiente cuadro:

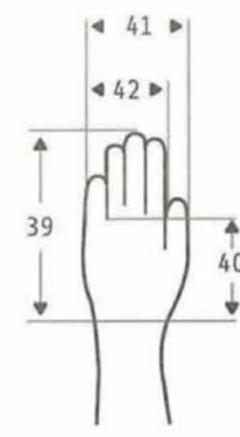
41- Anchura mano Ancianos sexo masculino.	60-90 Años	
percentil	mm	
95	116	

Tabla 3: Cabeza, pies y manos(Ávila Chaurand, Prado León, & González Muñoz, 2006)

Para definir la medida del agarre del mango, se considera el siguiente cuadro, dejando una tolerancia de 7mm, donde la medida total es de 50mm.

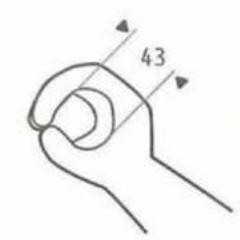
43- Diámetro empuñadura Ancianos sexo femenino.	60-90 Años	
percentil	mm	
50	43	

Tabla 4: Cabeza, pies y manos(Ávila Chaurand, Prado León, & González Muñoz, 2006)

### 3.3.- CRITERIOS TECNOLÓGICOS

En la parte constructiva, se plantea trabajar con tubo y plancha de aluminio para aligerar el peso y con acero debido a que el material es resistente y óptimo para soportar cargas pesadas.

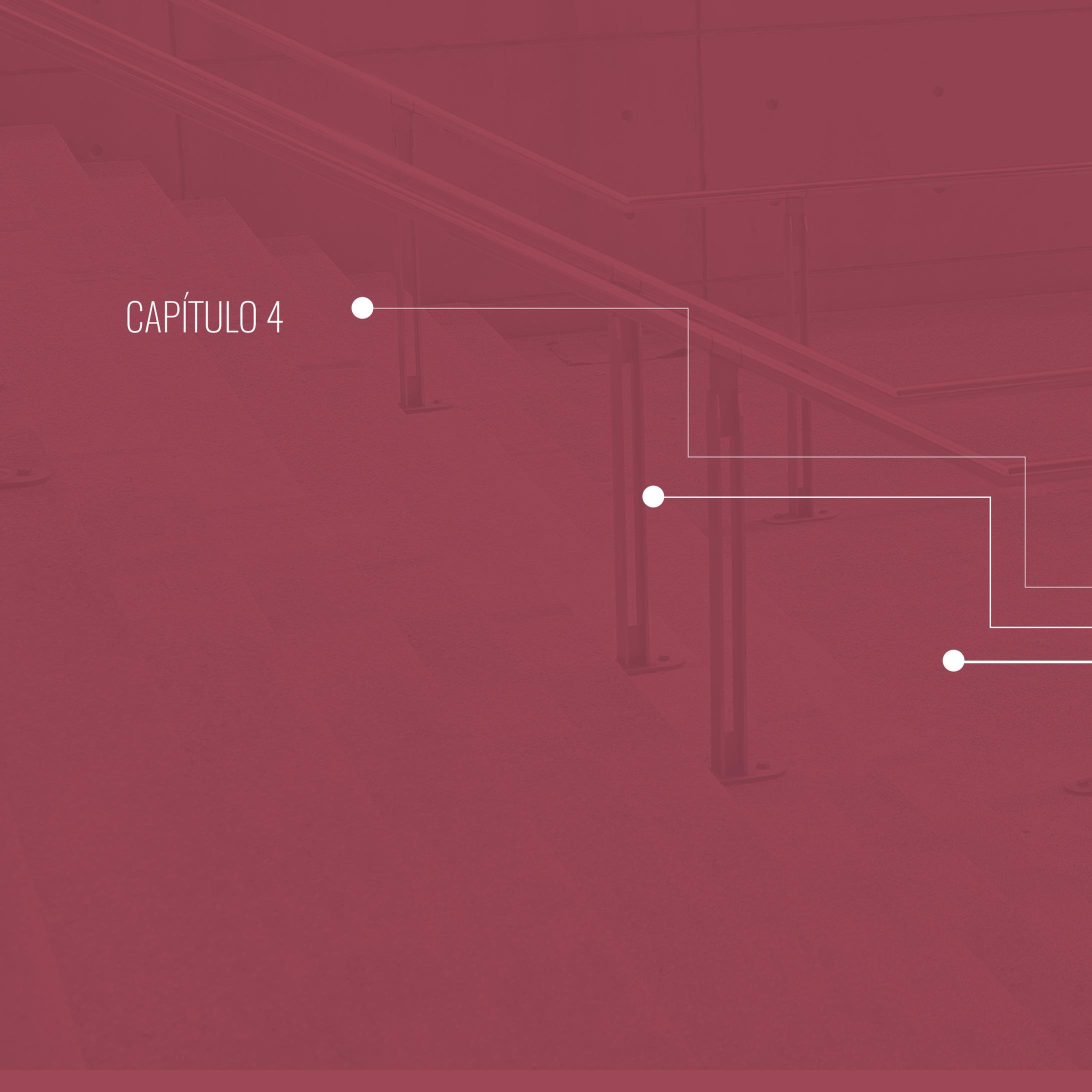
Para su uso, se considera colocar pulsantes para la inversión de giro, los mismos que estarán conectados a una tarjeta controladora.

Los acabados serán sintéticos automotrices, inyección de plástico para el mango y los colores se mantendrán de acuerdo a la tonalidad propia de los materiales utilizados, no requiere un tratamiento extra.

### 3.4.- CONCLUSIÓN

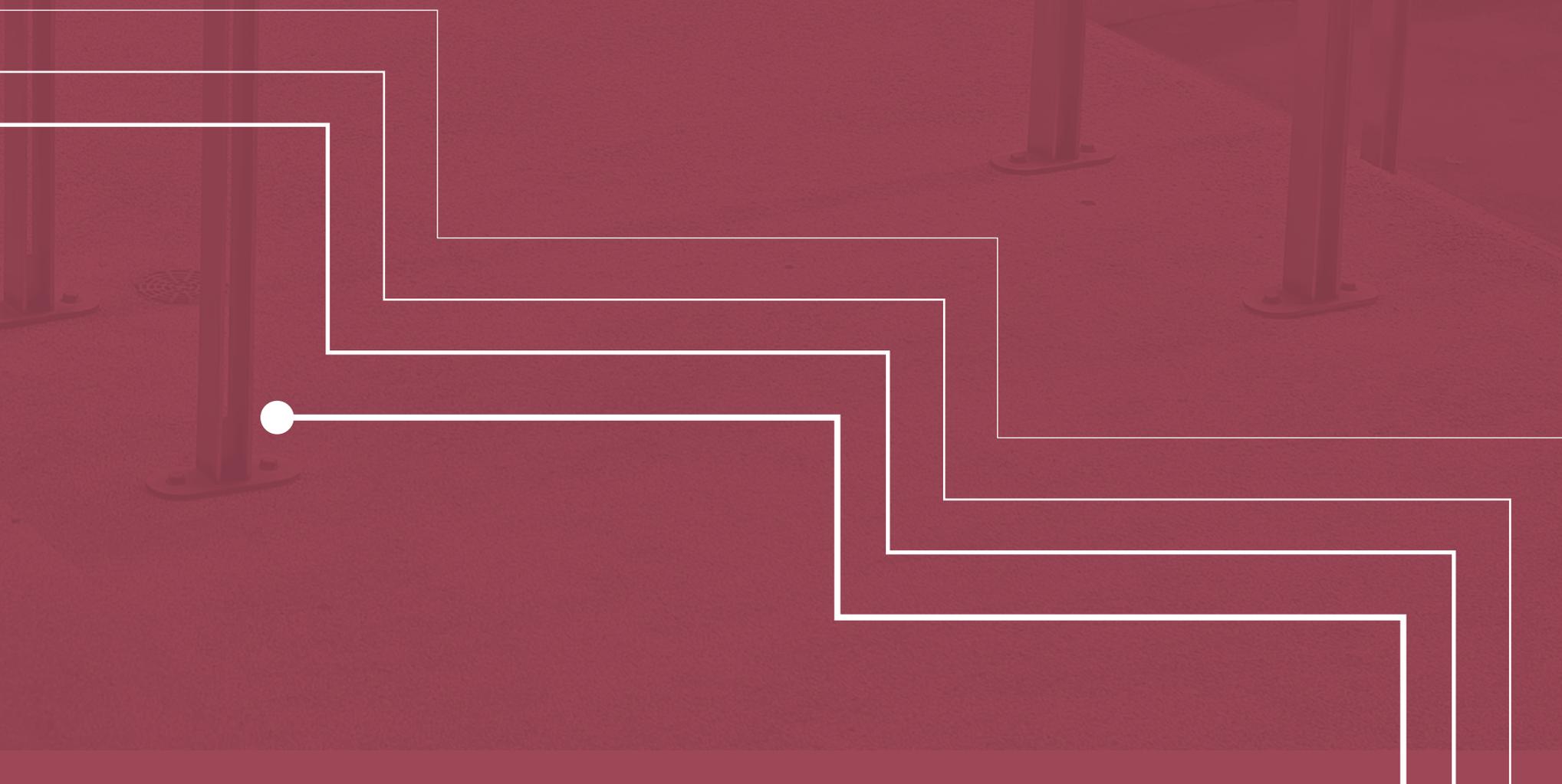
Con la información que se ha podido recolectar, se ha definido el artefacto que se va diseñar, cumpliendo con los objetivos propuestos, así como el desarrollo de los conceptos y criterios que han contribuido con la propuesta presentada.

# CAPÍTULO 4



# 04

## RESULTADOS



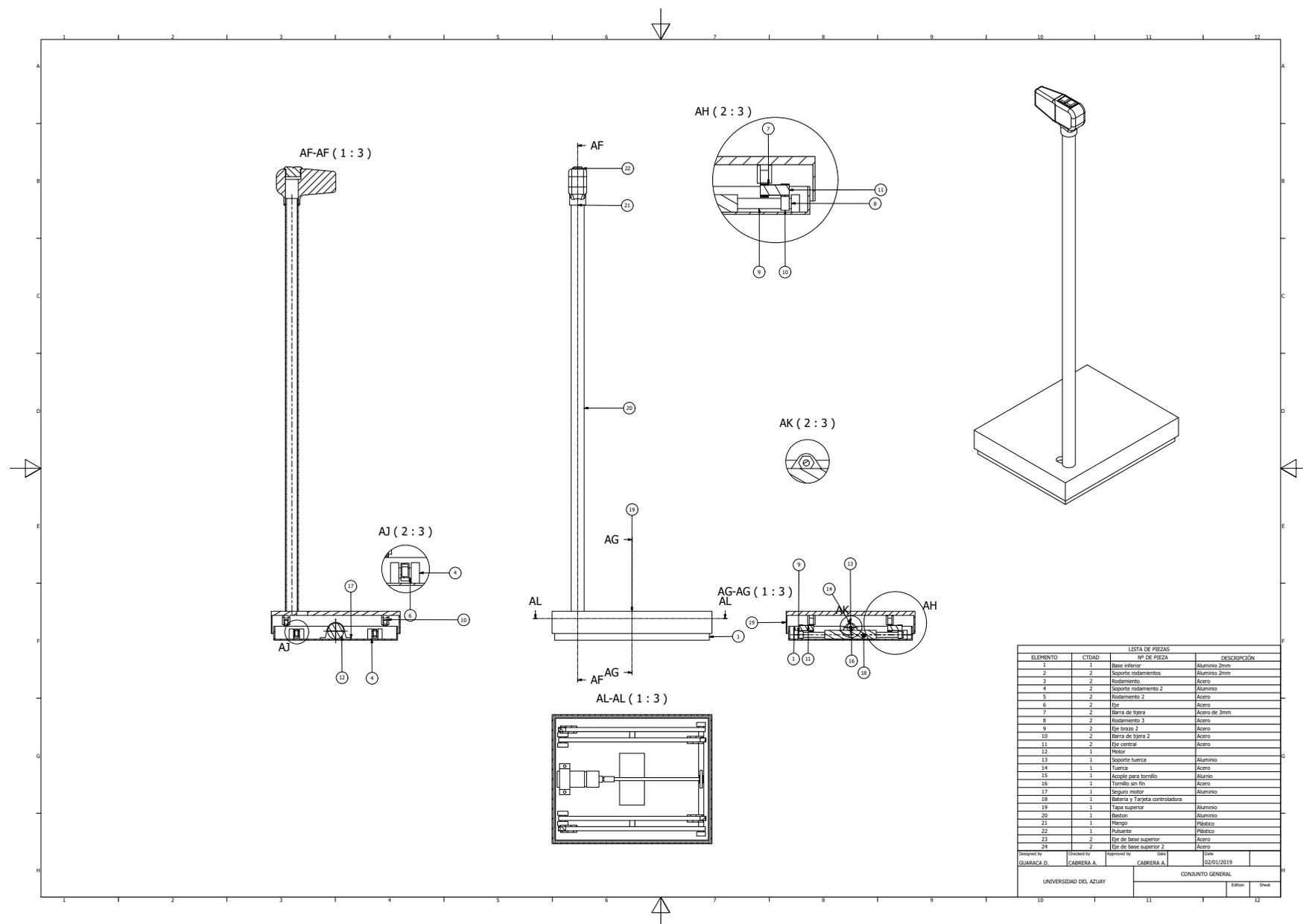
# 04

<b>4.- RESULTADOS</b>	<b>51</b>
<b>4.1.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA</b>	<b>51</b>
4.1.1.- CONJUNTO GENERAL	51
4.1.2.- EXPLOTADA	52
4.1.3.- PARTICULARES	53
<b>4.2.- RENDERS</b>	<b>69</b>
<b>4.3.- TABLA DE COSTOS DEL PRODUCTO</b>	<b>71</b>
4.3.1.- VALOR MONETARIO	71
4.3.2.- COSTOS FIJOS	72
4.3.3.- COSTOS VARIABLES	73
4.3.4.- PROYECTO DE VENTA	74
4.3.5.- COSTO DEL PRODUCTO	74
<b>4.4.- CONCLUSIÓN</b>	<b>75</b>

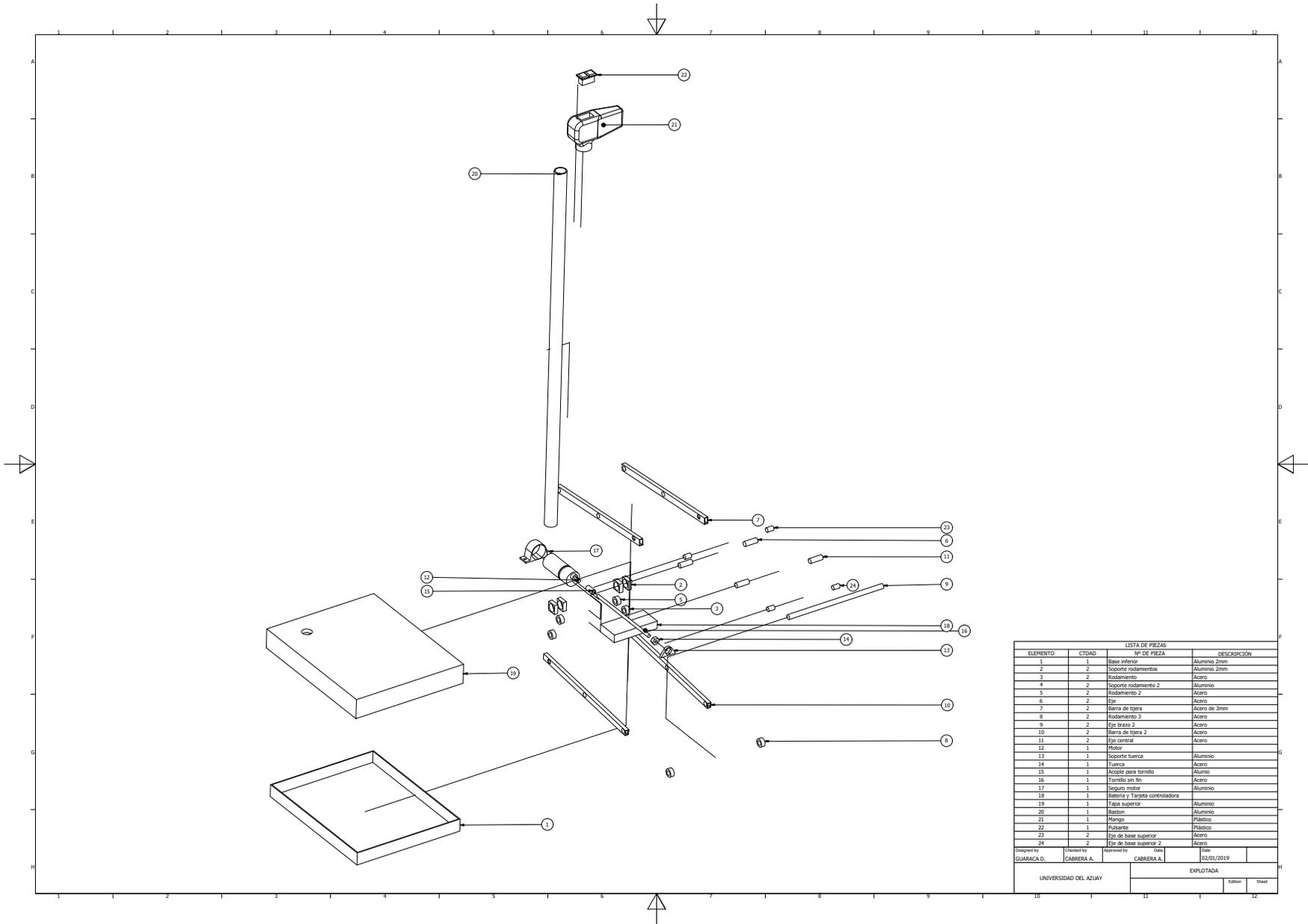
## 4.- RESULTADOS

### 4.1.- DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

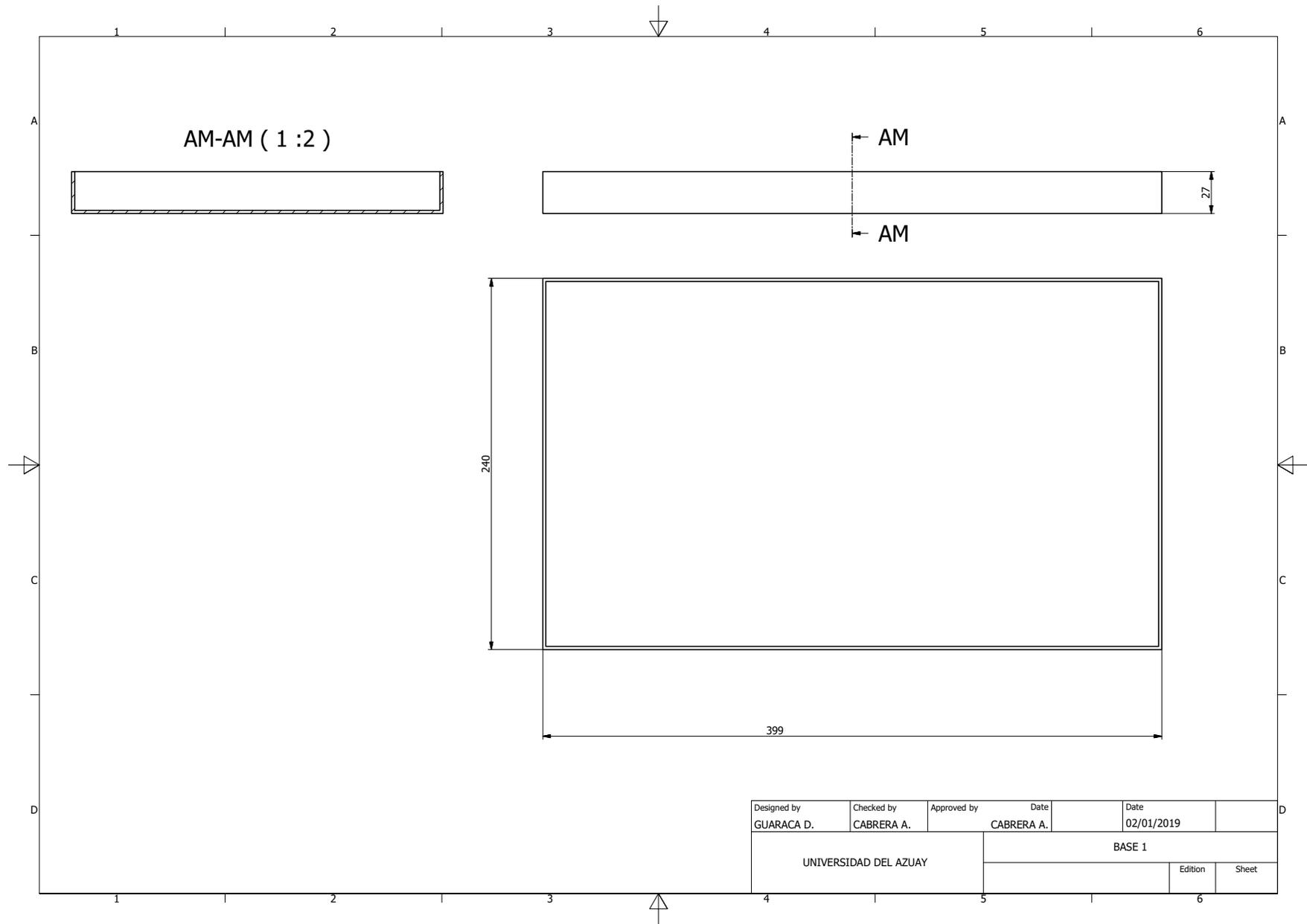
#### 4.1.1.- CONJUNTO GENERAL

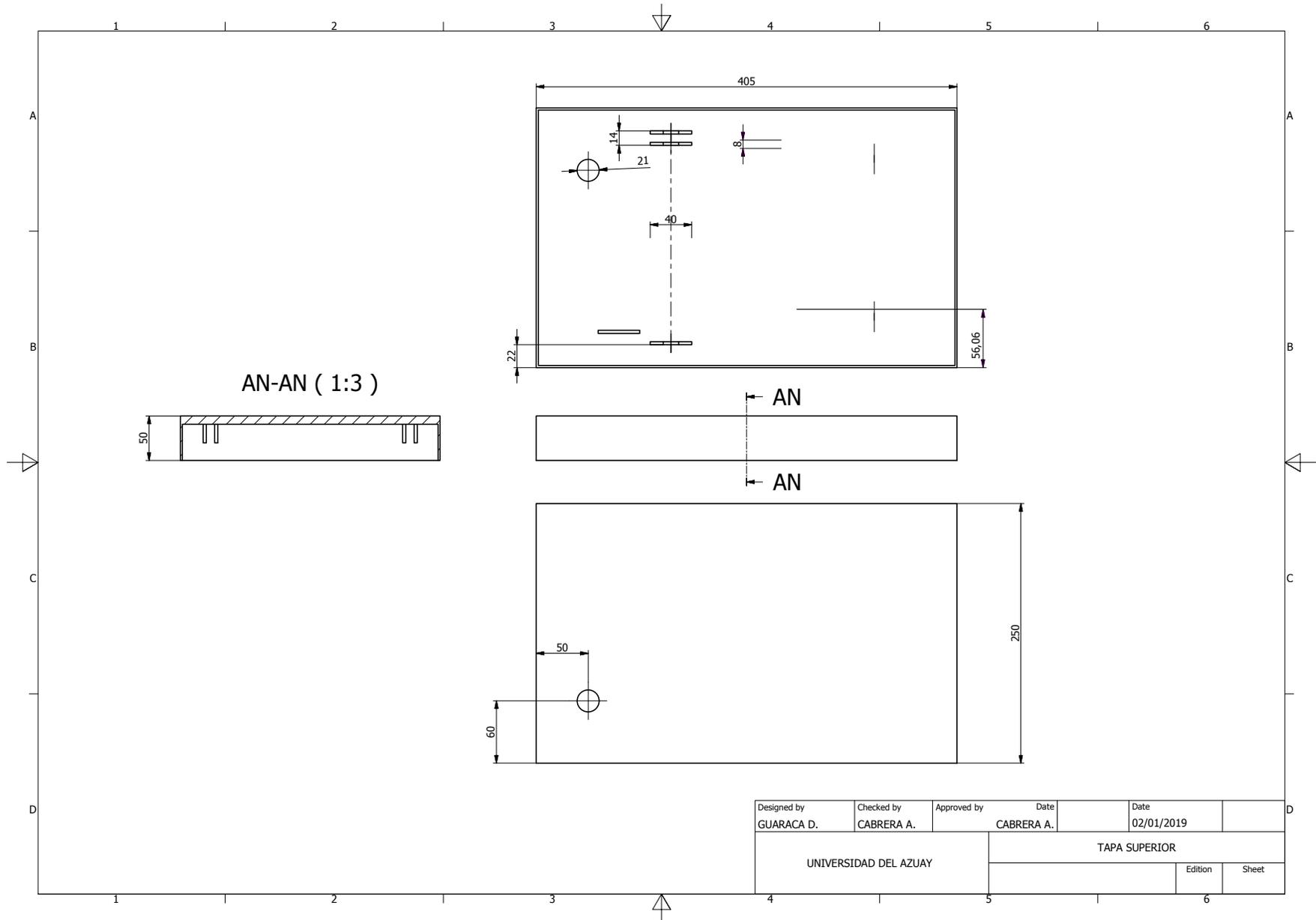


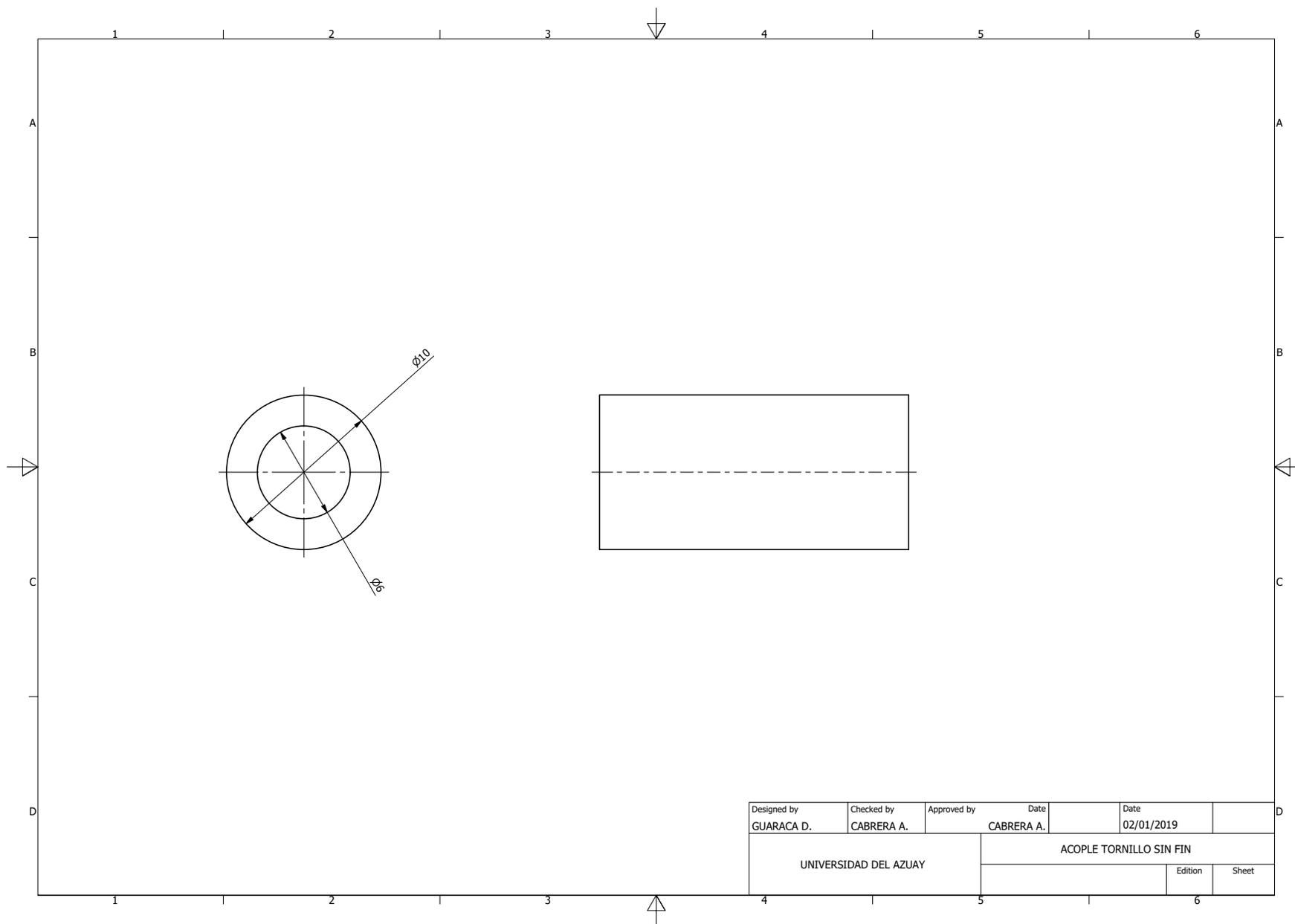
## 4.1.2.- EXPLOTADA

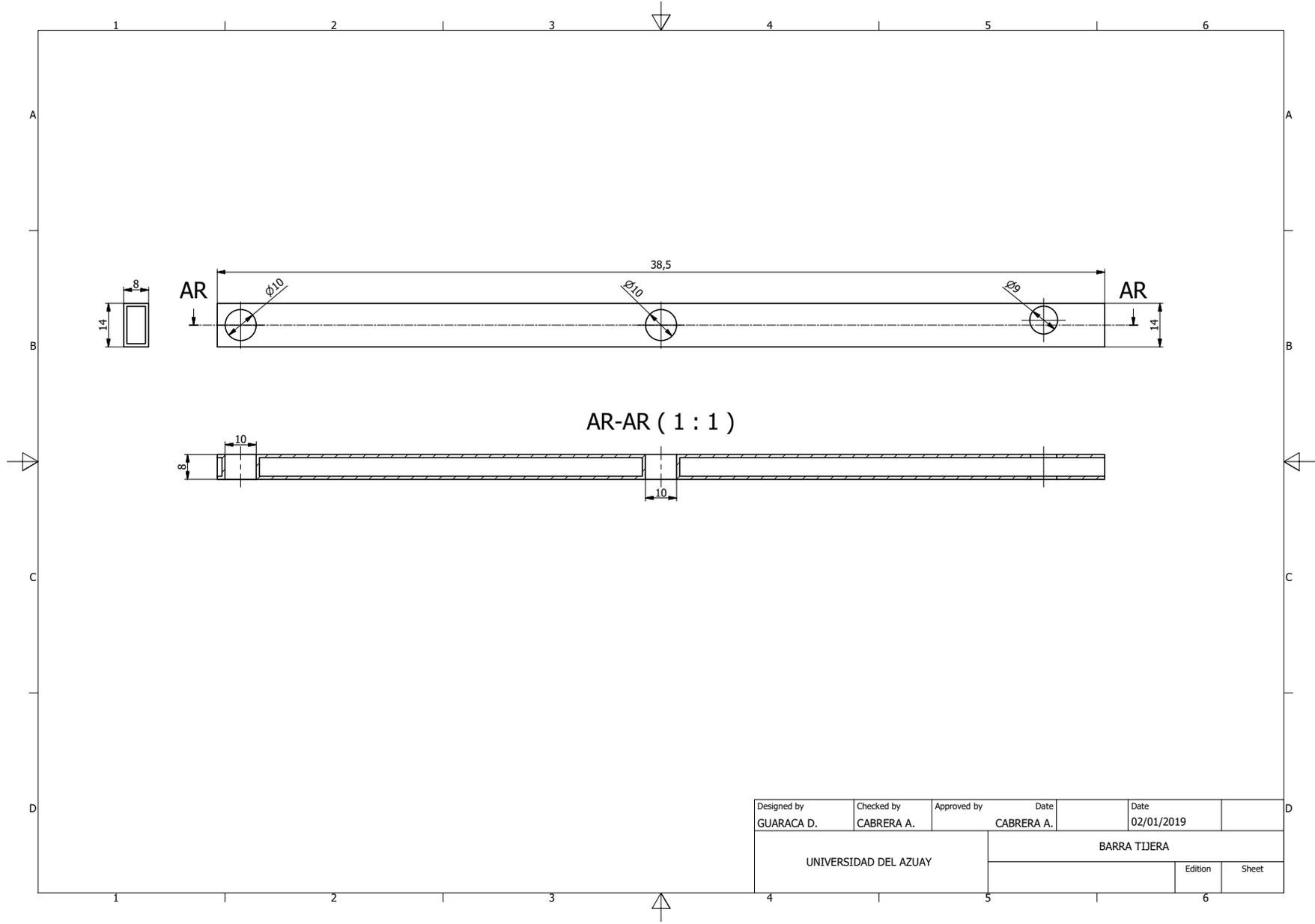


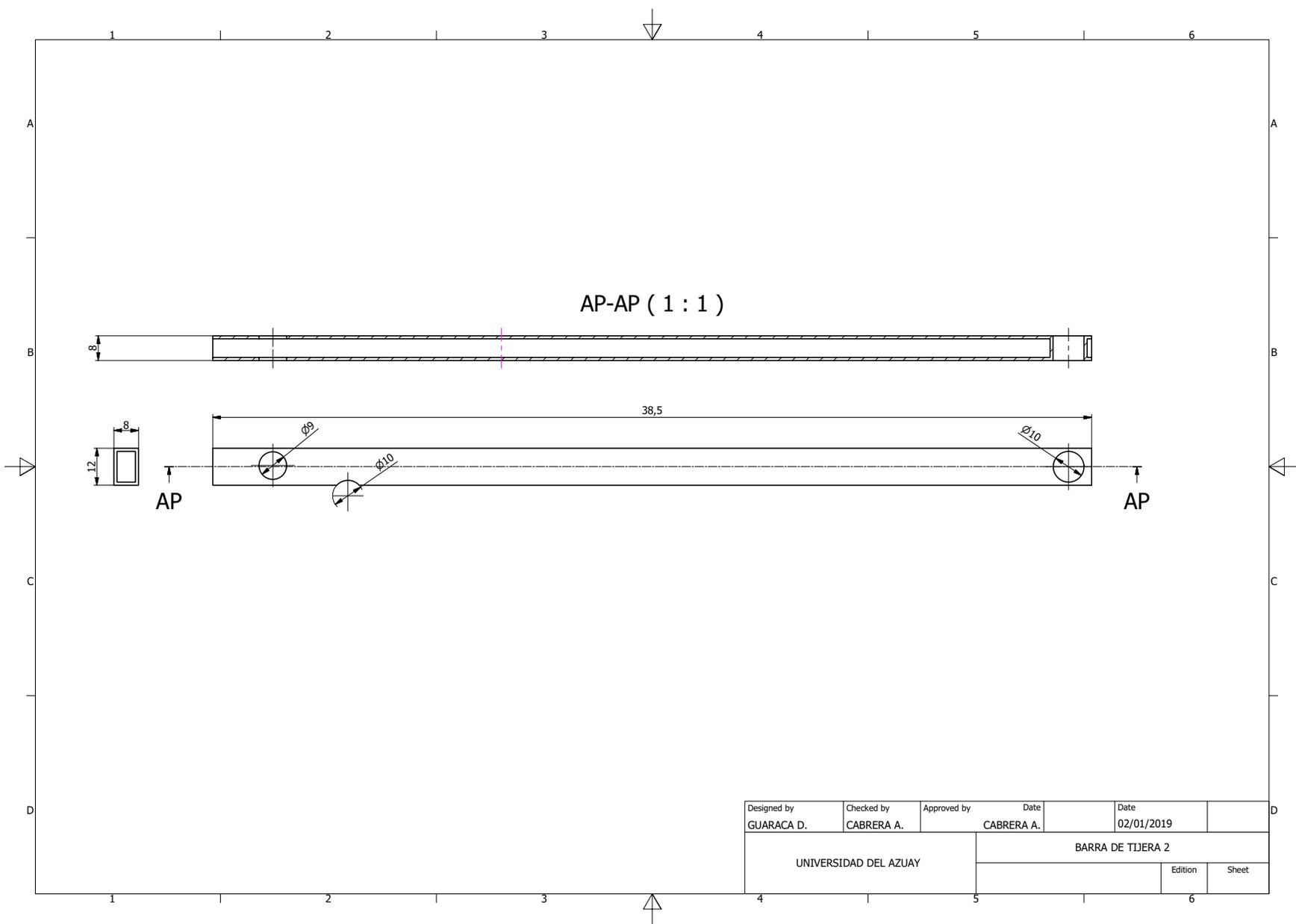
### 4.1.3.- PARTICULARES

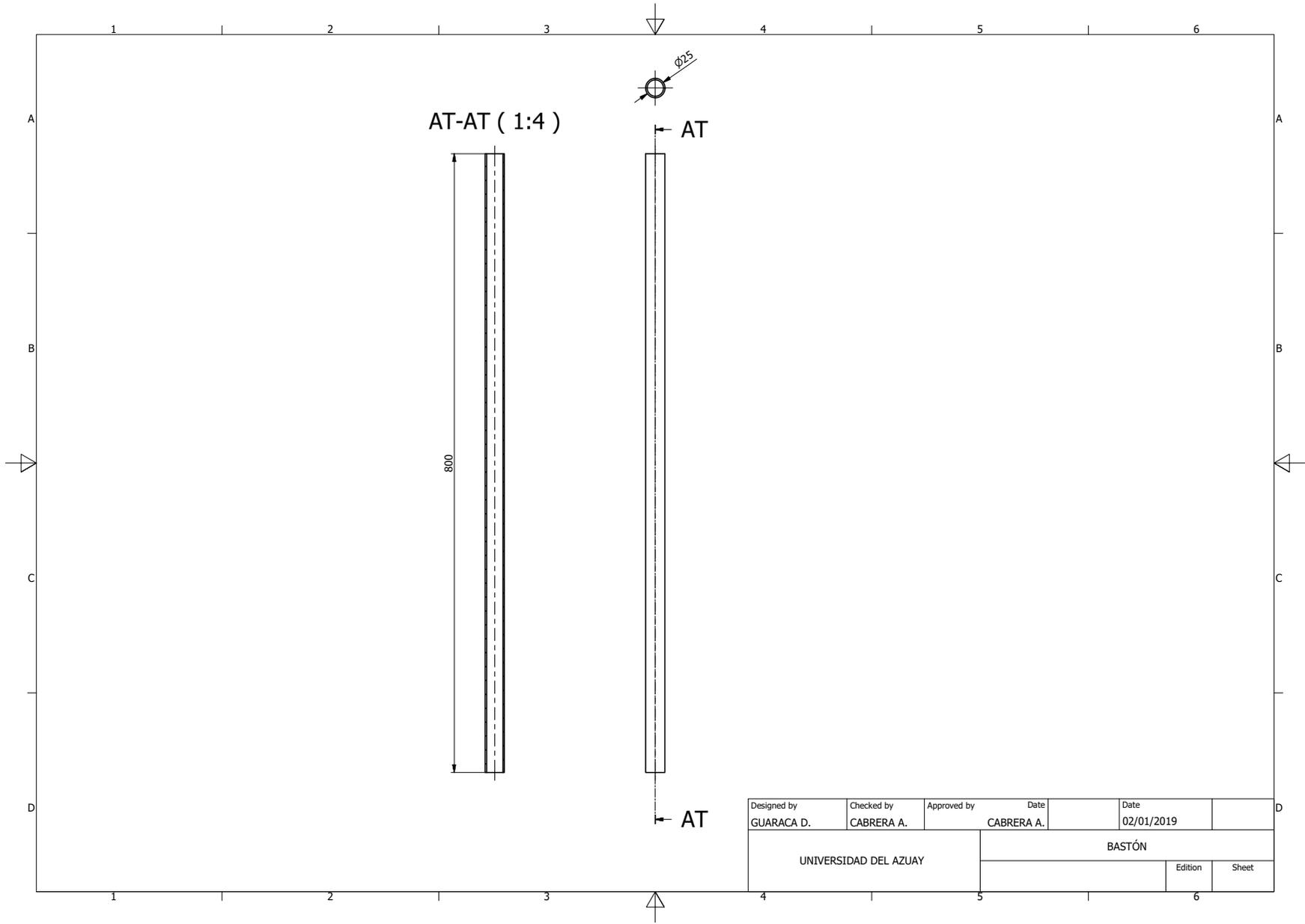


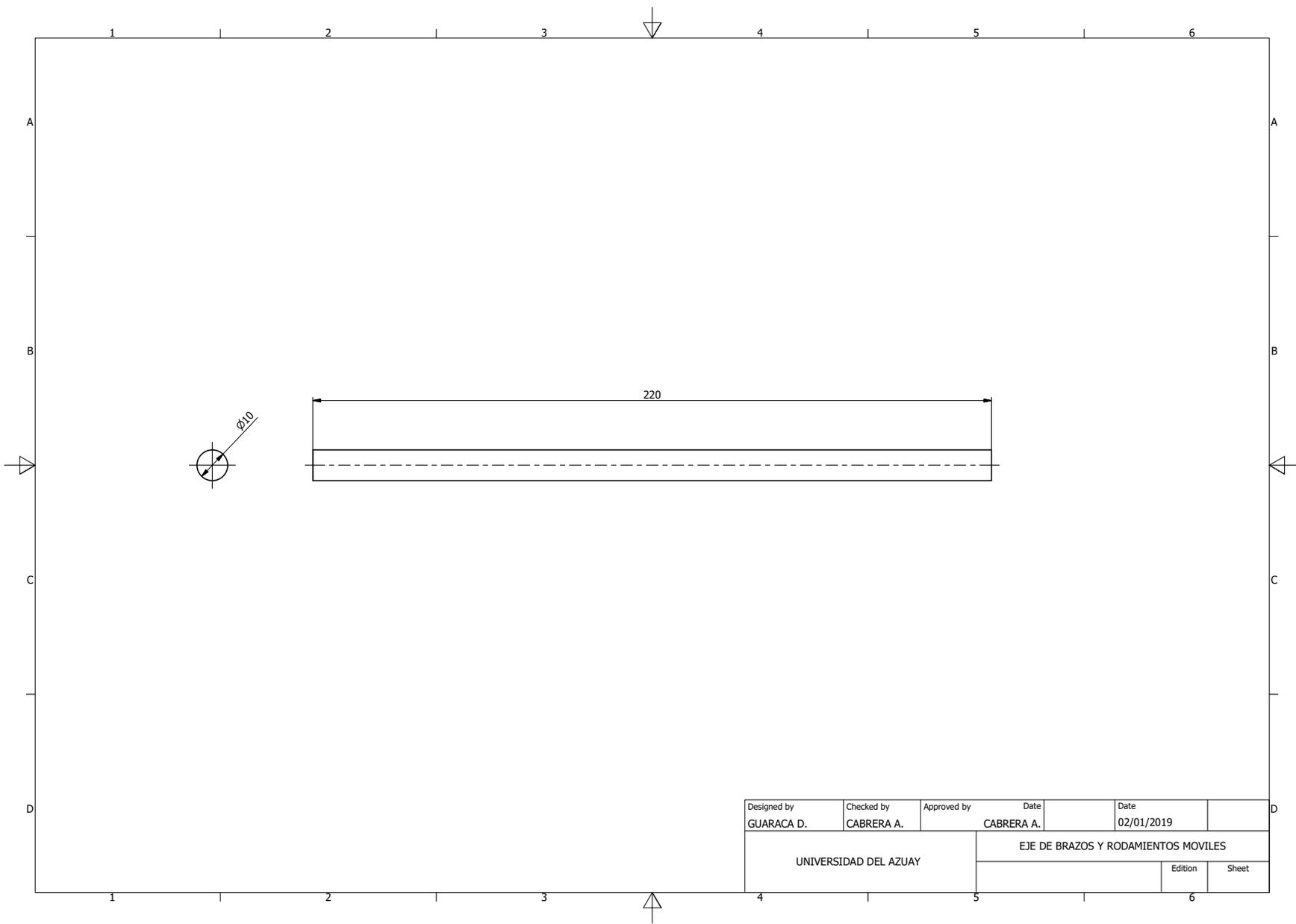




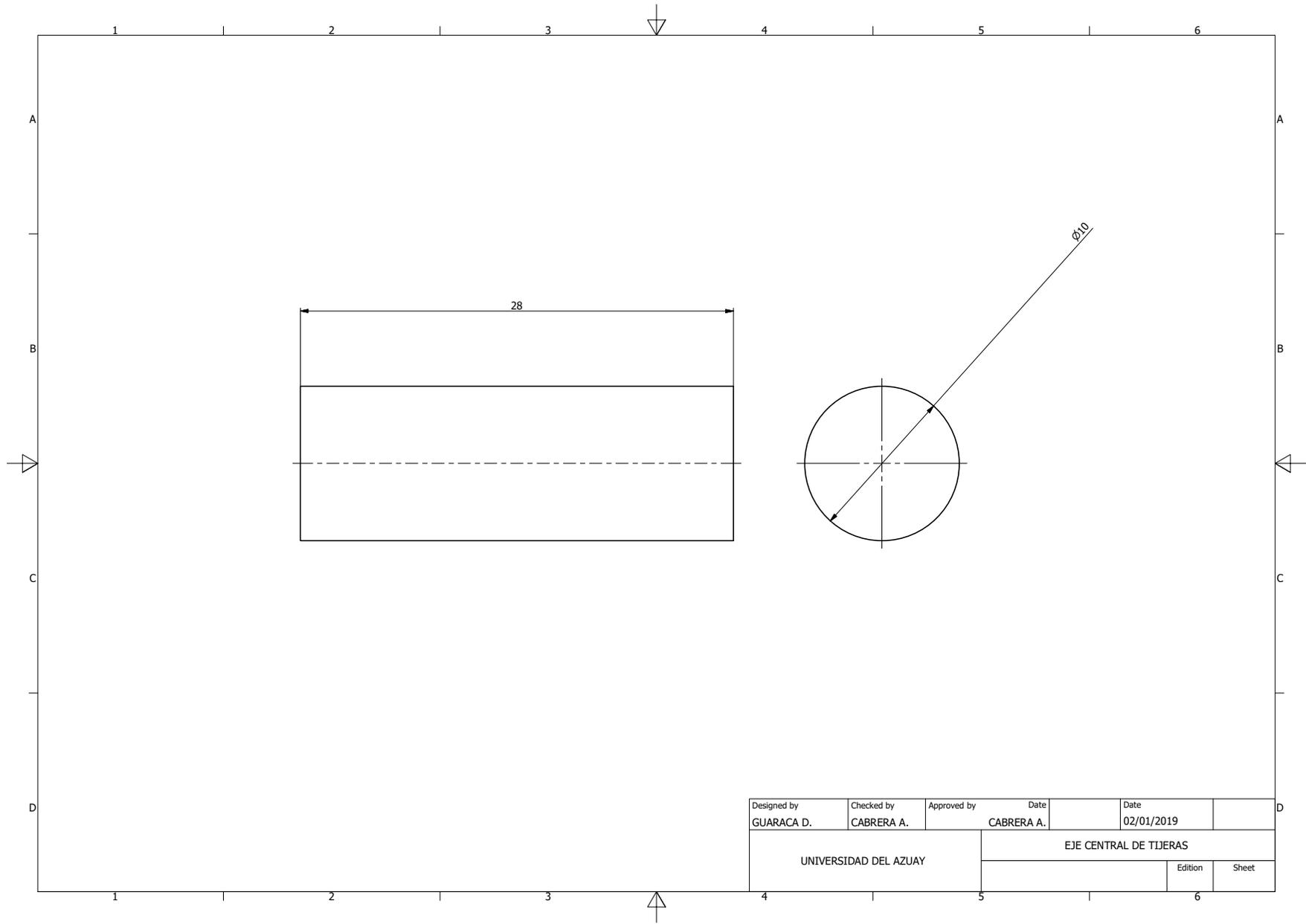




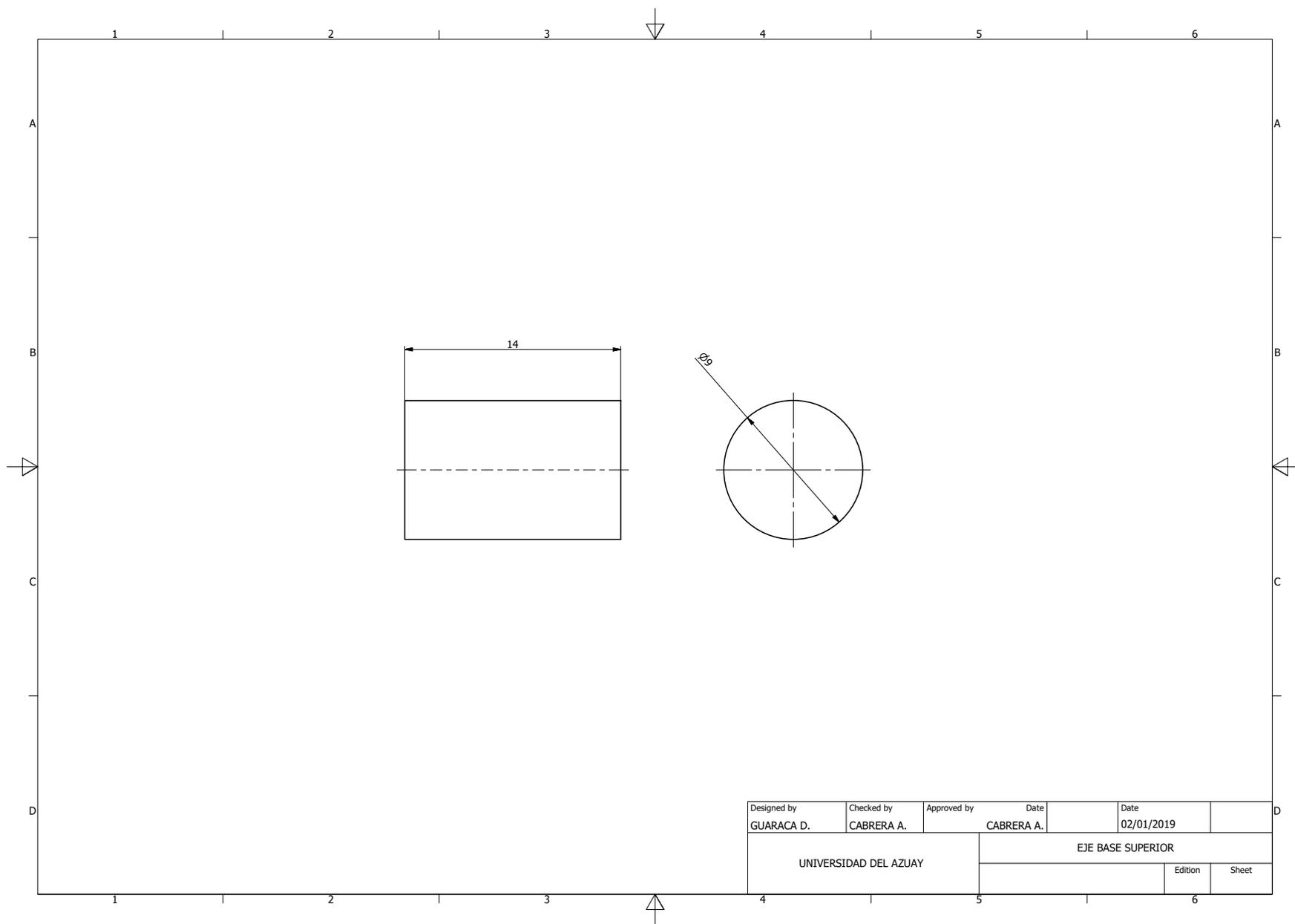


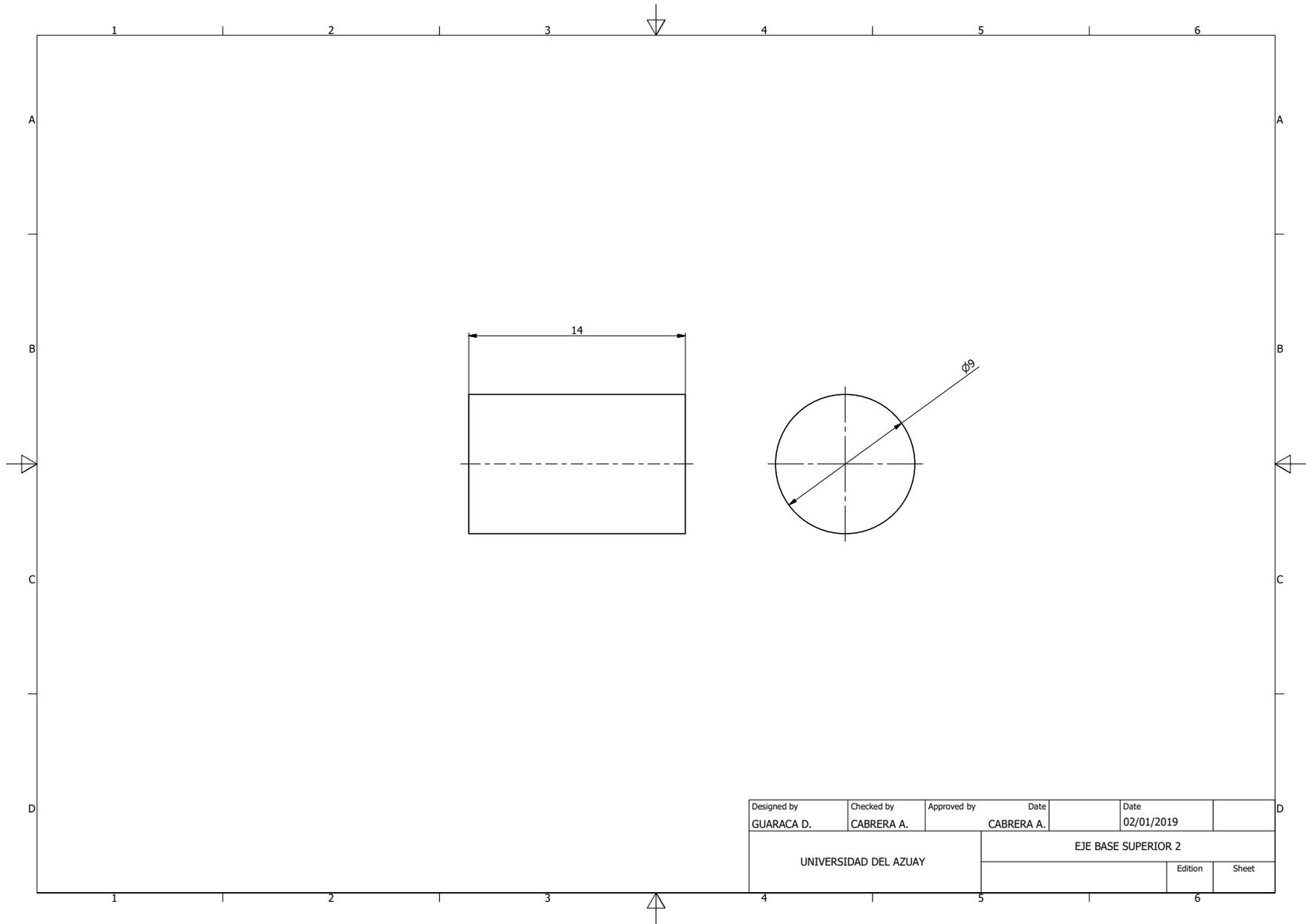


Designed by GUARACA D.	Checked by CABRERA A.	Approved by CABRERA A.	Date	Date 02/01/2019	
UNIVERSIDAD DEL AZUAY			EJE DE BRAZOS Y RODAMIENTOS MOVILES		
				Edition	Sheet

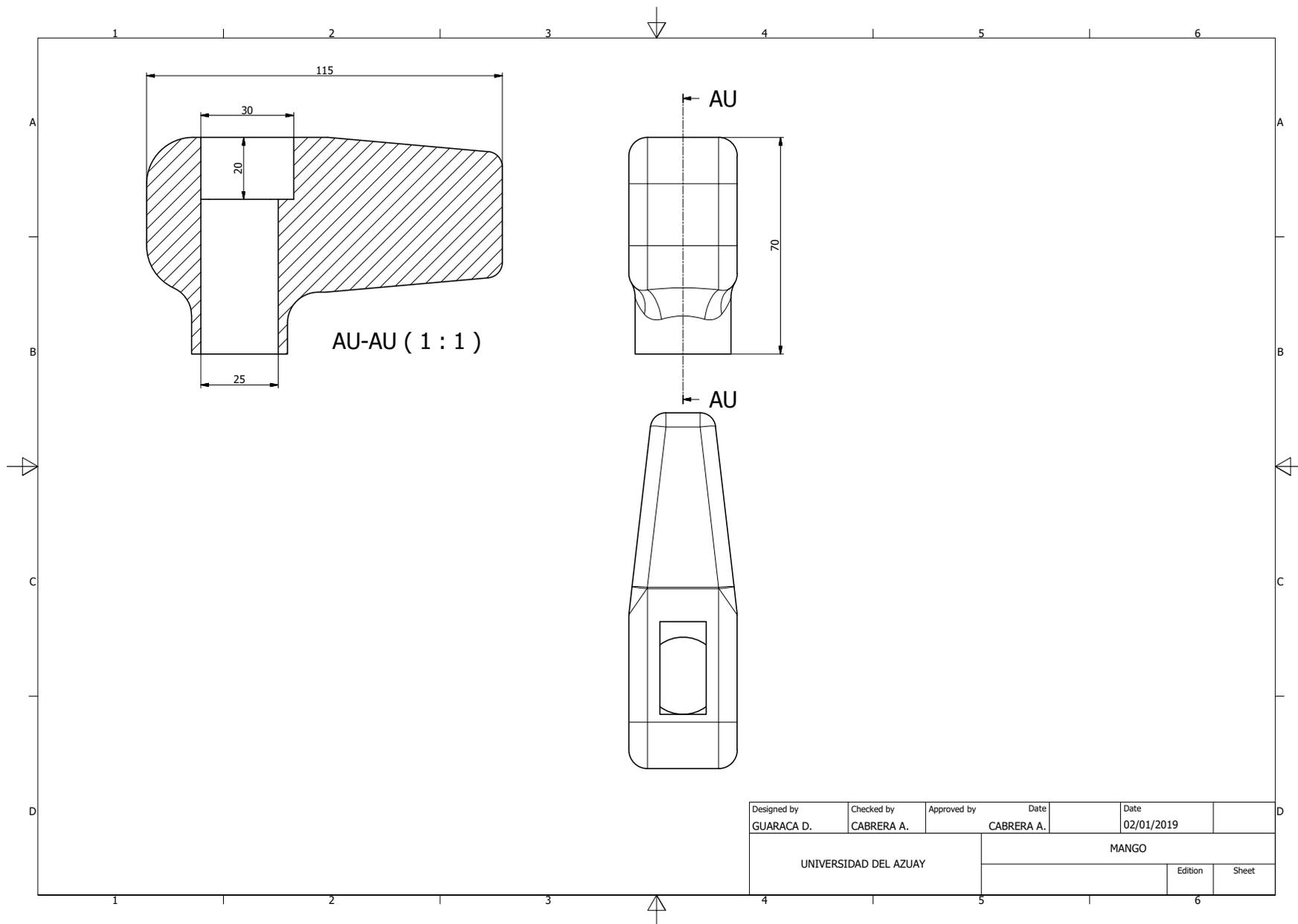


Designed by GUARACA D.	Checked by CABRERA A.	Approved by CABRERA A.	Date	Date 02/01/2019
UNIVERSIDAD DEL AZUAY		EJE CENTRAL DE TIJERAS		
		Edition	Sheet	

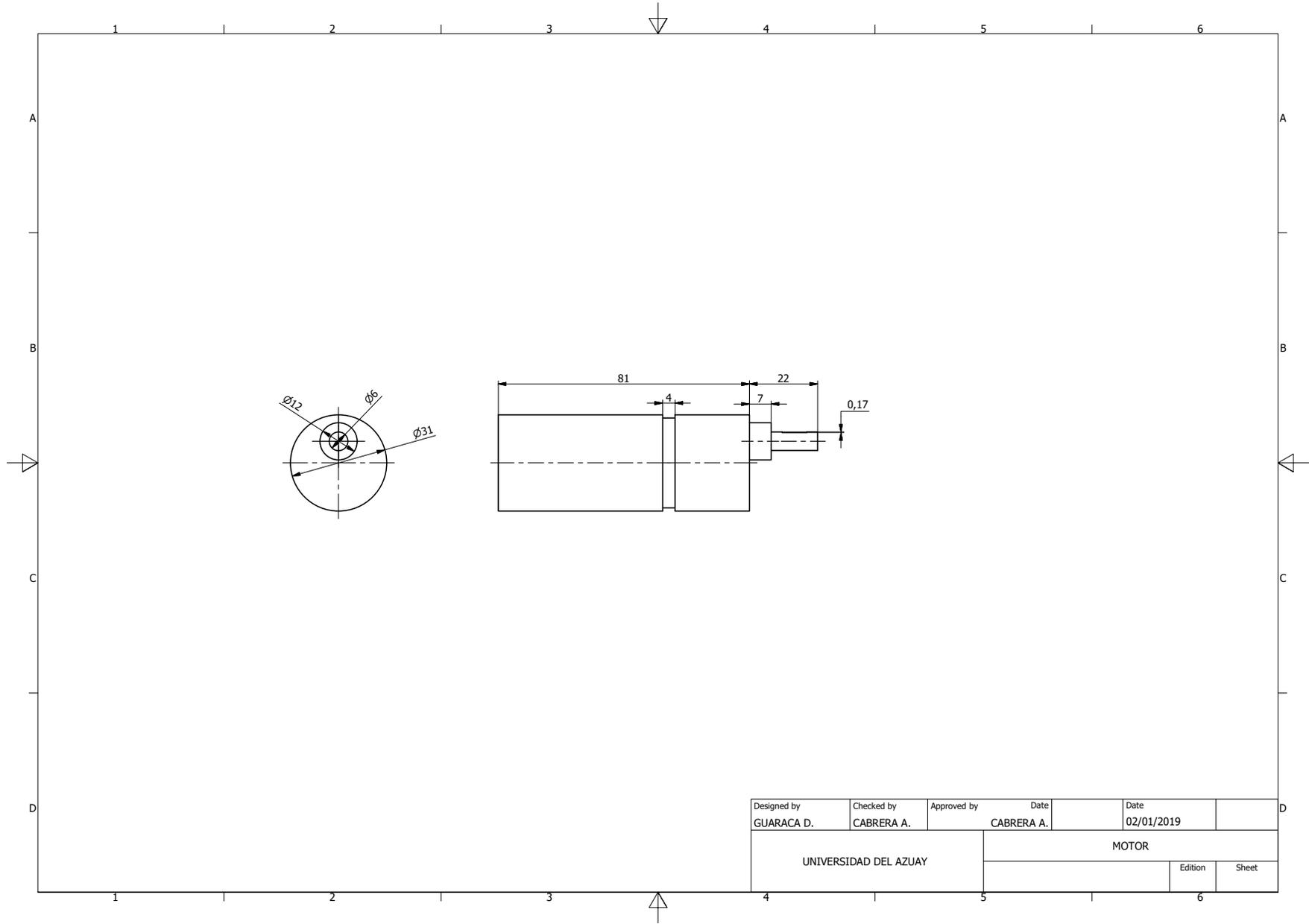




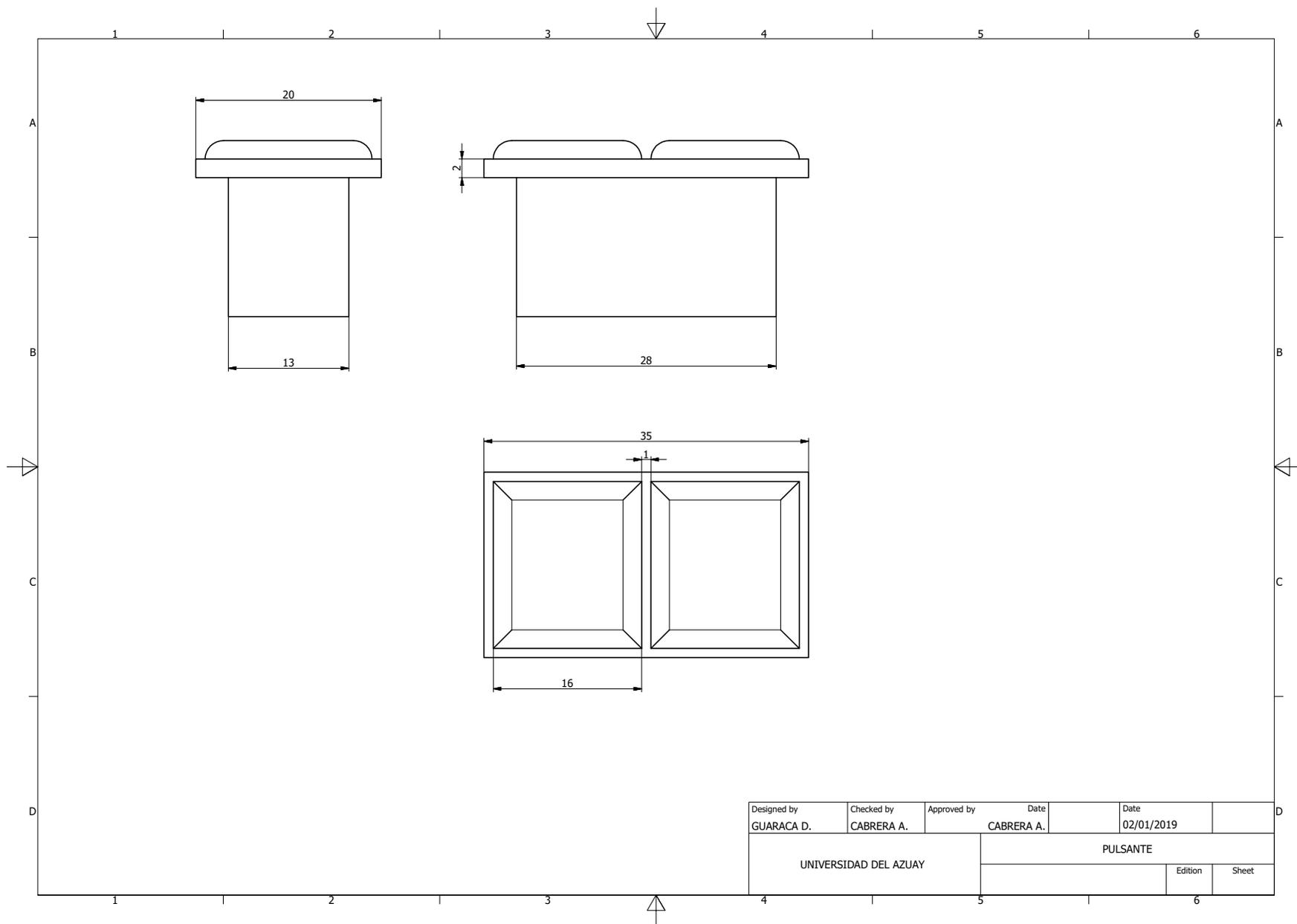
Designed by GUARACA D.	Checked by CABRERA A.	Approved by CABRERA A.	Date	Date 02/01/2019
UNIVERSIDAD DEL AZUAY		EJE BASE SUPERIOR 2		
		Edition		Sheet

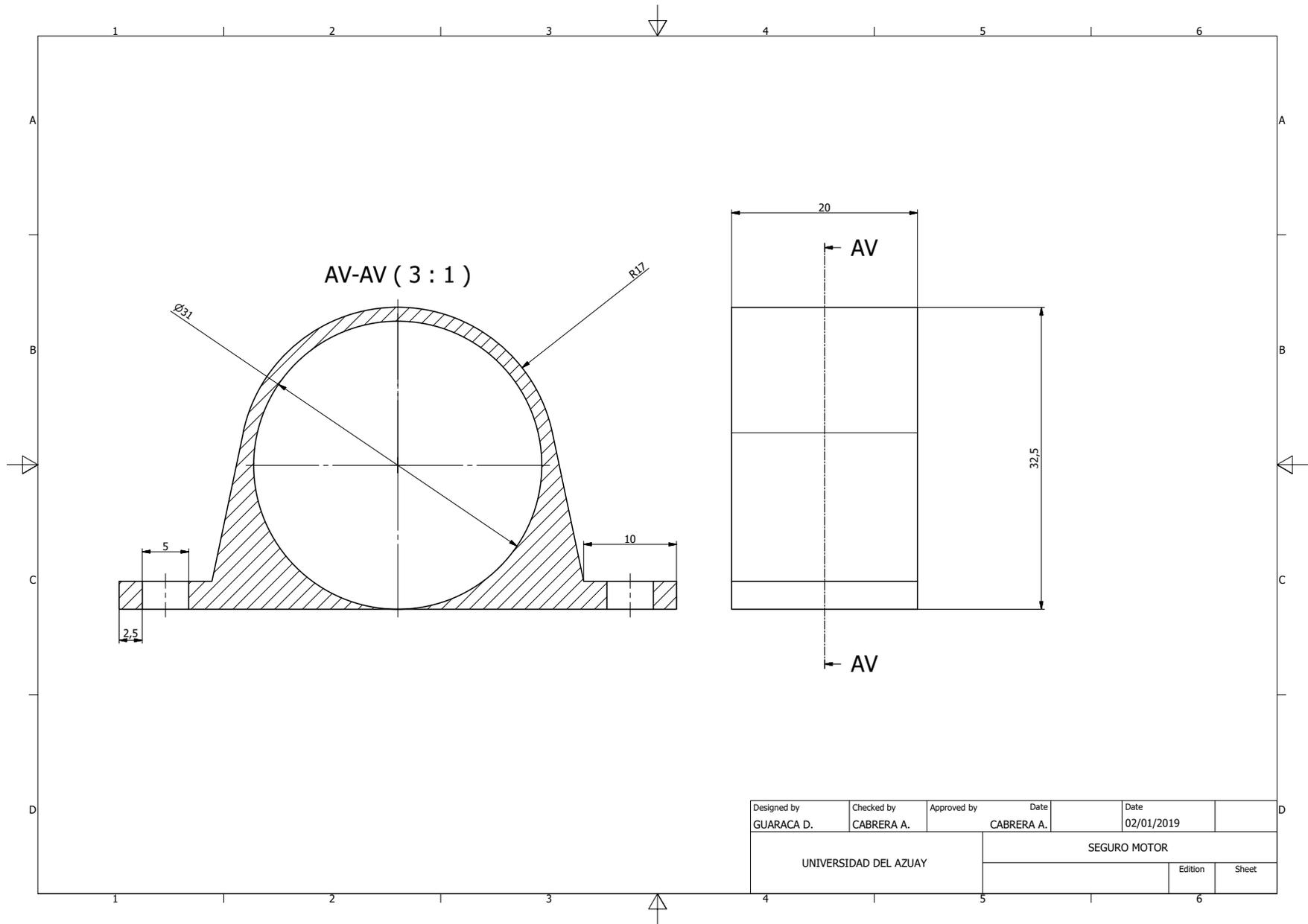


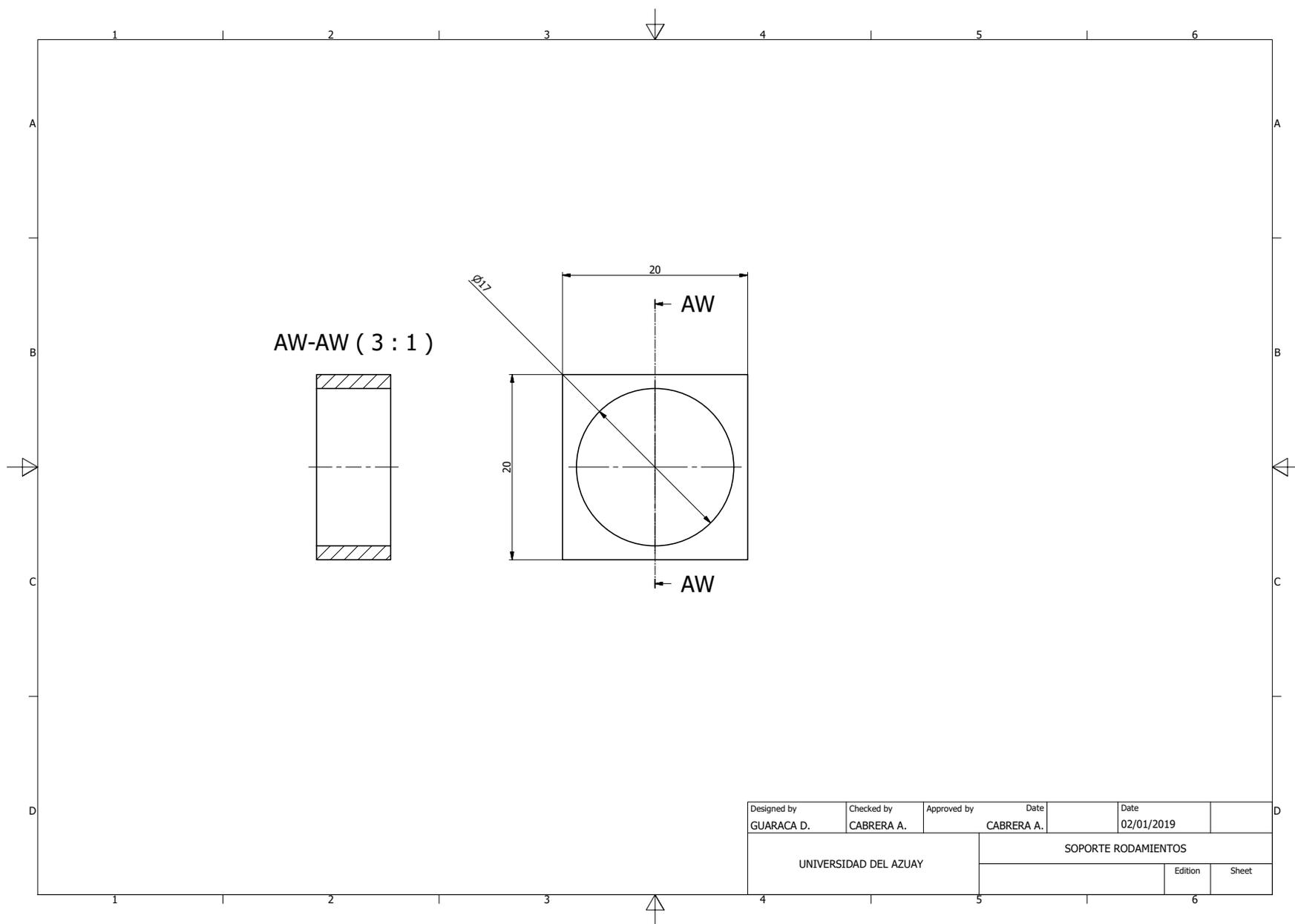
Designed by GUARACA D.	Checked by CABRERA A.	Approved by CABRERA A.	Date 02/01/2019	Date
UNIVERSIDAD DEL AZUAY		MANGO		
		Edition	Sheet	

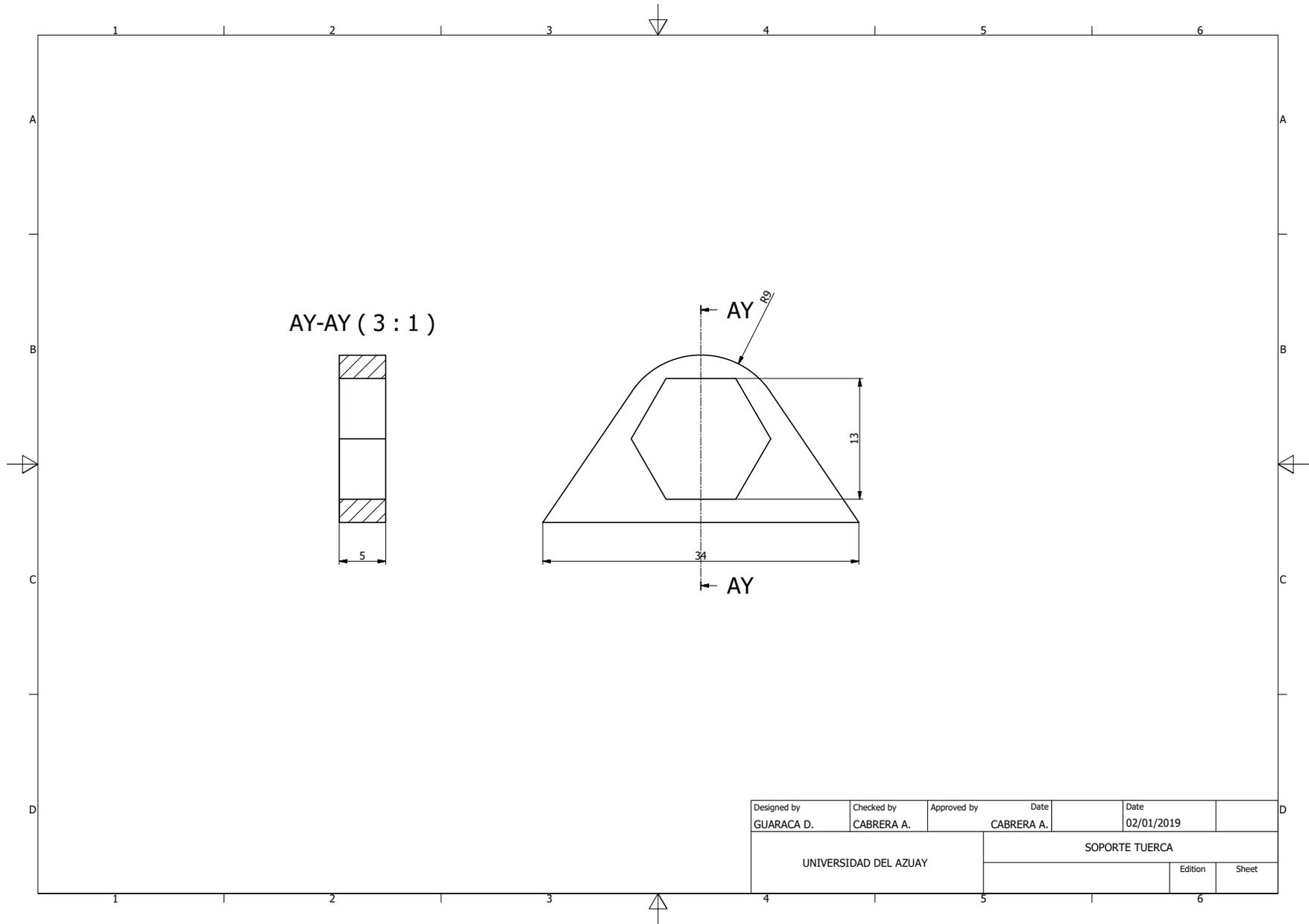


Designed by GUARACA D.	Checked by CABRERA A.	Approved by CABRERA A.	Date	Date 02/01/2019
UNIVERSIDAD DEL AZUAY		MOTOR		
		Edition	Sheet	

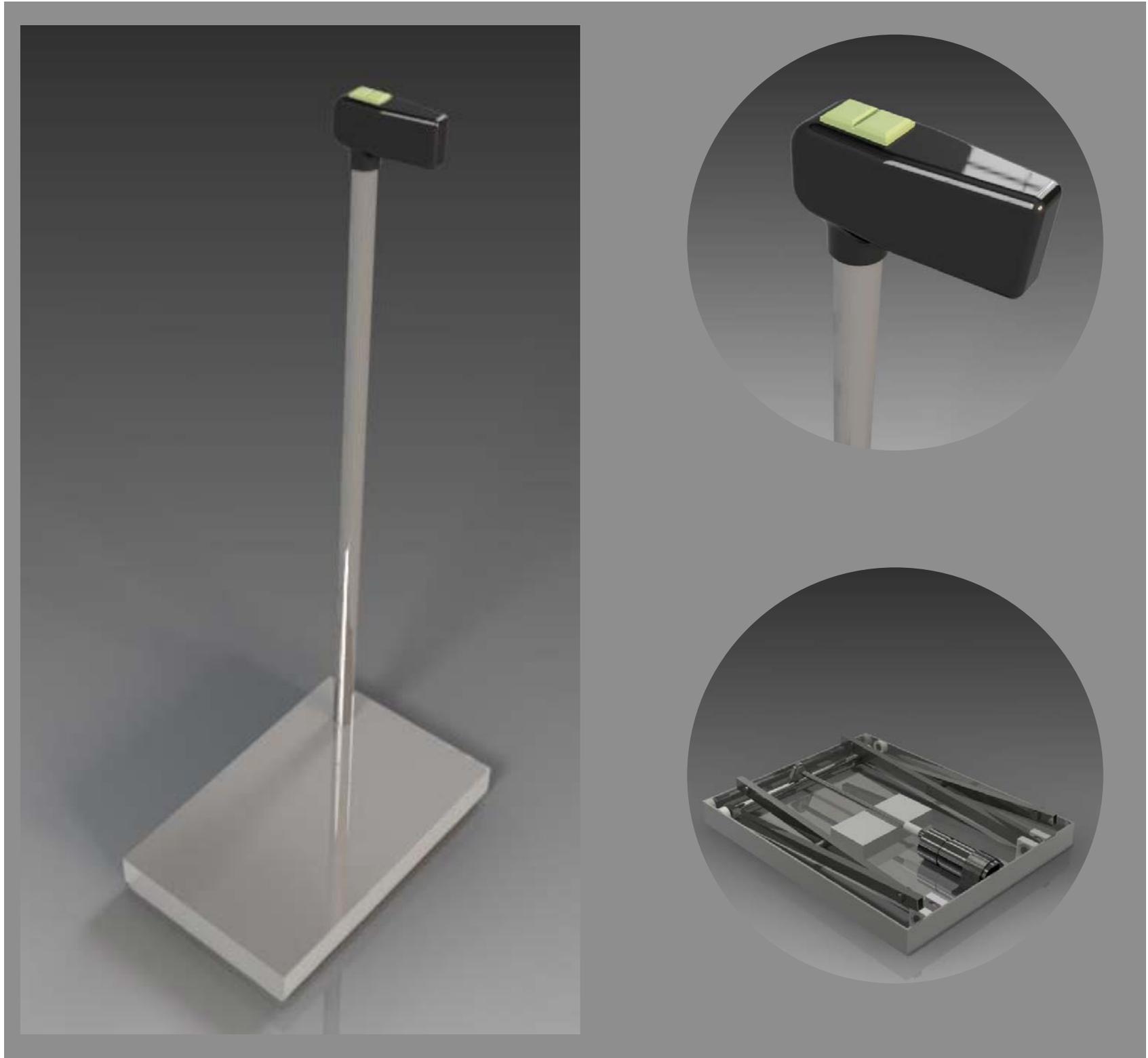








## 4.2.- RENDERS





### 4.3.- TABLA DE COSTOS DEL PRODUCTO

#### 4.3.1.- VALOR MONETARIO

##### FACTOR PRESTACIONAL

Salario Mensual	\$	400,00	
Salario Básico	\$	394,00	
Horas ordinarias diurnas		232	(29 día * 8h)
Horas Festivas diurnas		8	(8h*1dia)
<b>TOTAL HORAS A PAGAR</b>		<b>240</b>	

Prestación		A cargo de		A cargo de	
		Empleador	Empleado	Empleador	Empleado
Aporte patronal IESS	20,60%	11,15%	9,45%	\$ 44,60	\$ 37,80
Decimotercera remuneración	8,33%	8,33%		\$ 33,33	
Decimocuarta remuneración	8,33%	8,33%		\$ 32,83	
Fondos de reserva	8,33%	8,33%		\$ 33,33	
Dotación de Uniformes (2 al año)					
Zapatos 35					
Camisa 10	8,33%	8,33%		\$ 10,00	
Pantalón 15					
TOTAL 60 x 2 = 120 anuales					
120					
Vacaciones	4,17%	4,17%		\$ 16,67	
<b>TOTAL FACTOR PRESTACIONAL</b>		<b>48,65%</b>	<b>9,45%</b>	<b>\$ 170,76</b>	<b>\$ 37,80</b>

**COSTO PARA EL EMPLEADOR \$ 570,76**

	Día / año	Descanso	Hábiles	Vacaciones	Ausentismo	Laborado / anual	
<b>VALOR DÍA</b>	365	116	249	15	4	230	<b>\$ 29,78</b>
<b>VALOR HORA</b>							<b>\$ 3,72</b>

Tabla 5: Valor Monetario

## 4.3.2.- COSTOS FIJOS

### COSTOS FIJOS MENSUALES

Descripción	Valor Total
SUELDOS NOMINA	\$ 1.390,76
ARRIENDO	\$ 200,00
FINANCIEROS	\$ 100,00
SEGUROS	\$ 30,00
VIGILANCIA	\$ -
SERVICIOS BÁSICOS	\$ 100,00
DEPRECIACIÓN	\$ 80,00
OTROS ADMINISTRATIVOS	\$ -
<b>Total Costos Fijos</b>	<b>\$ 1.900,76</b>

### SUELDOS NOMINA

DISEÑADOR	\$ 800,00
Obrero 1	\$ 570,76
CONTADOR	\$ 20,00
	1390,7627

Tabla 6: Costos Fijos

### 4.3.3.- COSTOS VARIABLES

<b>CALCULO DE COSTOS VARIABLES</b>					
Empresa XYZ					
Valores por mesa 1,22 x 0,6 x 0,73					
<b>Materias Primas</b>					
M.P	Cant.	Unidades	Costo x Unidad	Costo Total	
acero st37 platina	0,33	mm	\$ 32,30	\$ 16,66	
acero st37 tubo	0,4	mm	\$ 9,50	\$ 3,80	
acero st37 eje cilindrico	0,2	mm	\$ 46,25	\$ 9,25	
acero XWS	1	m	\$ 21,60	\$ 21,60	
acero DF2	0,15	m	\$ 28,67	\$ 4,30	
bronce fosfórico	0,2	m	\$ 58,09	\$ 11,62	
rodamientos	4	Und	\$ 5,30	\$ 21,20	
motoreductor	1	Und	\$ 96,25	\$ 96,25	
tarjeta controladora	1	Und	\$ 350,00	\$ 350,00	
sensores	2	Und	\$ 35,00	\$ 70,00	
pernos hallen	26	Und	\$ 0,22	\$ 5,72	
anillos seguert	15	Und	\$ 0,12	\$ 1,80	
aluminio plancha 2mm	0,2	plancha	\$ 80,08	\$ 16,02	
aluminio tubo	0,2	tubo	\$ 12,85	\$ 2,57	
pulsantes	2	Und	\$ 0,50	\$ 1,00	
<b>Total Materia Prima</b>				<b>\$ 631,79</b>	
<b>Mano de Obra directa</b>					
Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total	
Minutos de operación por mesa	4800	min	\$ 0,062	\$ 297,79	
<b>Total MOD</b>				<b>\$ 297,79</b>	
<b>Costos indirectos de Fabricación CIF</b>					
Descripción	Cant	Unidad	Costo x Unidad	Costo Total	
Articulos de Oficina	1	Und	\$ 0,50	\$ 0,50	
Gas	0,04	m <sup>3</sup>	\$ 0,75	\$ 0,03	
Limpieza	1	min	\$ 0,60	\$ 0,60	
Transporte y almacenamiento	1	Und	\$ 0,20	\$ 0,20	
Cargos por mantenimiento	1	min	\$ 0,60	\$ 0,60	
<b>TOTAL CIF</b>				<b>\$ 1,93</b>	
<b>COSTO VARIABLE POR PRENDA</b>				<b>\$ 931,51</b>	

Tabla 7: Costos Variables



#### 4.4.- CONCLUSIÓN

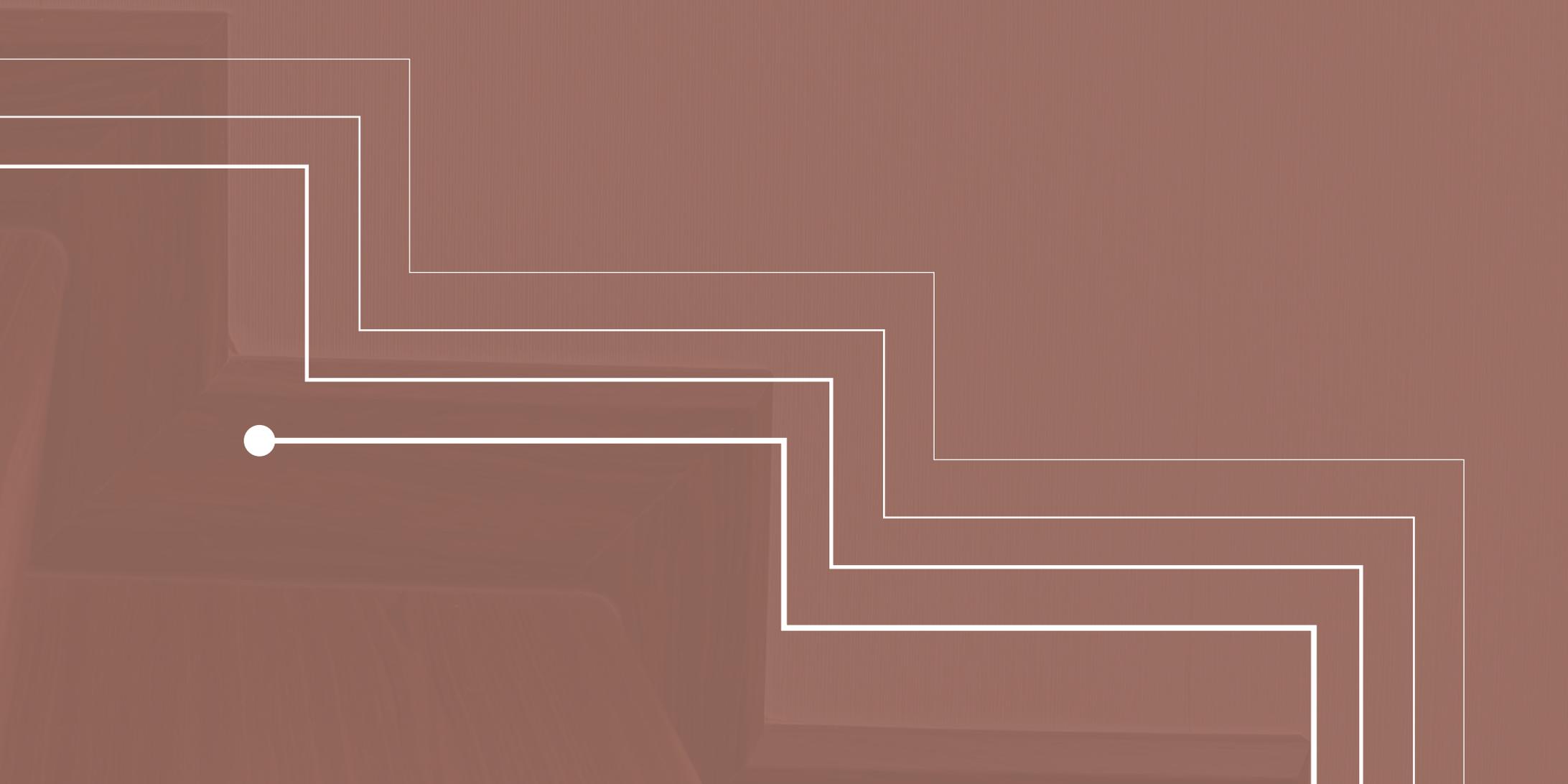
La finalidad de este proyecto es contribuir en la movilidad de las personas con problemas de motricidad de rodillas que presentan dificultad al momento de subir y bajar escaleras a través de un artefacto que les permita realizar esta actividad. Por lo tanto se ha cumplido con los objetivos planteados presentando una solución a esta problemática.

# REFERENCIAS



# R

## REFERENCIAS



## BIBLIOGRAFÍA

- Ávila Chaurand, R., Prado León, L. R., & González Muñoz, E. (2006). Dimensiones Antropométricas Población Latinoamericana: Méxicio, Cuba, Colombia, Chile, Venezuela.
- British Standards Institute. (2005). Diseño de sistemas de gestión. Gestión del diseño inclusivo. Guía. Cambridge: BSI.
- Caicedo Gaón, J. R., & Arguello León, C. A. (Abril de 2015). "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SALVA-ESCALERAS PARA SILLA DE RUEDAS CON GUIA RECTILINEA PARA 150kg DE CAPACIDAD. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Carnota Lauzán , O., Rodríguez Boza, E., Campo Torres, M., Porro Novo, J., & Friol González Jesús. (2012). Morbilidad y discapacidad física por osteoartritis en el municipio 10 de Octubre. Revista Cubana de Reumatología, 14(19).
- Carreiro, M. (2007). El pliegue complejo: La Escalera. España: Netbiblo.
- Cruz Gómez, J., & Garnica Gaitán, G. (2010). Ergonomía Aplicada. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Cuenca, C. C. (s.f.). Determinación para el usony ocupación del suelo urbano. Normas de Arquitectura: Circulación en las construcciones. Azuay, Ecuador.
- DeArquitectura. (s.f.). De Arquitectura. Recuperado el 14 de Enero de 2019, de <http://dearquitectura.blogspot.com/2010/12/la-escalera-definicion-partes-y-tipos.html>
- Dupont C., M. (14 de Febrero de 2014). Por igual mas. Recuperado el 22 de Febrero de 2019, de <https://www.porigualmas.org/articles/72/dise-o-inclusivo>
- Easy Climber. (s.f.). Easy Climber. Recuperado el 20 de Enero de 2019, de [https://www.easyclimber.com/stair-lifts/?fbclid=IwAR3d4W1UQOE4Wc6y4k5vpe5RrqCe918JPqO-Di0mN\\_VJAIOXKA8p2NUOYz04](https://www.easyclimber.com/stair-lifts/?fbclid=IwAR3d4W1UQOE4Wc6y4k5vpe5RrqCe918JPqO-Di0mN_VJAIOXKA8p2NUOYz04)
- Escolar Catellón, J., Pérez Romero de la Cruz, C., & Corrales Márquez, R. (2003). Actividad Física y Enfermedad. 43-49. Madrid: Arán Ediciones SL.
- González, D. (2007). Ergonomía y Psicología. Madrid: FC Editorial.
- Importaciones medicas profesionales. (s.f.). AbleData. Recuperado el 18 de Enero de 2019, de [https://abledata.acl.gov/product/pilot-step-cane?fbclid=IwAROK8FTHMoxU-6FWHQMDsAiekdWFse\\_BFz4W7KjIIBKfnxs0bibZd4sqESFI](https://abledata.acl.gov/product/pilot-step-cane?fbclid=IwAROK8FTHMoxU-6FWHQMDsAiekdWFse_BFz4W7KjIIBKfnxs0bibZd4sqESFI)

- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. (s.f.). Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. Recuperado el 12 de Enero de 2019, de Esfuerzo Físico y Postural: <https://istas.net/salud-laboral/peligros-y-riesgos-laborales/esfuerzo-fisico-y-postural#more-in-section>
- Kettelkamp, D., Johnson, R., & Smidt, G. (1970). An electrogoniometer study of knee motion in normal gait.
- Lehner Lifttechk. (2018). Lehner Lifttechk. Recuperado el 05 de Enero de 2019, de <https://www.lehner-lifttechnik.at/es/Productos/Plataforma-salvaescaleras/Delta>
- Lidwell, W., Holden, K., & Butler, J. (2008). Principios universales de diseño. Blume.
- López Núñez, Á., Marín Monroy, C., & Castro Molinares, S. (2014). Efecto del Uso de Escaleras en la Salud Física. *Biosalud*, 36-47.
- Mattie, J. L., Borisoff, J. F., Leland, D., & Miller, W. C. (Diciembre de 2015). *Journal of Rehabilitation and Assistive*. Recuperado el 19 de Enero de 2019, de <https://sci-hub.tw/https://dx.doi.org/10.1177%2F2055668315594076>
- Ministerio de Sanidad, C. y. (1997). Valoración de la Discapacidad Física. *Revista Española de Salud Pública*.
- Neufert, E. (1995). *Arte de Proyectar Arquitectura*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.
- Nordin, M., & Frankel, V. (2004). *Biomecánica Básica del sistema Muscoesquelético*. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana.
- NORMAN, D. (1998). *La Psicología de los Objetos Cotidianos*. Madrid: NEREA.
- Panero, J., & Zelnik, M. (1984). *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. México: Ediciones G. Giii, S.A. de C.V.
- Pevsner, N., Fleming, J., & Honour, H. (1980). *Diccionario de Arquitectura*. Alianza.
- Real Academia Española. (s.f.). Real Academia Española. Recuperado el 11 de Enero de 2019, de <http://dle.rae.es/?id=G6uCj2q>
- Vittecoq, O, Rottenberg, P, Lequerré, T, & Michelin, P. (Junio de 2018). Enfoque diagnóstico y terapéutico del dolor de rodilla en el adulto (en ausencia de traumatismo). Obtenido de [https://doi.org/10.1016/S1636-5410\(18\)91430-3](https://doi.org/10.1016/S1636-5410(18)91430-3)
- Vargas Negrín, F., Medina Abellán, M., Hermosa Hernán, J., & Medina, R. (2014). Tratamiento del Paciente con Artrosis. *Atención Primaria*, 39-61.

# BIBLIOGRAFÍA DE IMÁGENES

Imagen 1: Escalera

Autor Diana Guaraca

Imagen 2: Elementos de una escalera

Autor Diana Guaraca

Imagen 3: Partes de una escalera 1

Autor Diana Guaraca

Imagen 4: Partes de una escalera 2

Autor Diana Guaraca

Imagen 5: Partes de una escalera 3

Autor Diana Guaraca

Imagen 6: Clasificación de las escaleras 1

Autor Diana Guaraca

Imagen 7: Clasificación de las Escaleras 2

Autor Diana Guaraca

Imagen 8: Medidas de la escalera 1

Autor Diana Guaraca

Imagen 9: Medidas de la escalera 2

Autor Diana Guaraca

Imagen 10: Escaleras de la frustración

[https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1\\*RAO7Te0aHTq18W90zGrNPQ.jpeg](https://cdn-images-1.medium.com/max/1600/1*RAO7Te0aHTq18W90zGrNPQ.jpeg)

Imagen 11: Biomecánica de la Rodilla

<http://activebiomechanics.com/wp-content/uploads/2015/06/O9ZJ7I0-1024x985.jpg>

Imagen 12: Planos Anatómicos

<https://curiosoando.com/wp-content/uploads/2015/04/planos-anatomicos-450x426.png>

Imagen 13: Primer prototipo a gran escala del ARISE

<https://sci-hub.tw/https://dx.doi.org/10.1177%2F2055668315594076>

Imagen 14: Diseño de ARISE

<https://sci-hub.tw/https://dx.doi.org/10.1177%2F2055668315594076>

Imagen 15: Carlos Arguello y Johnny Caicedo

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9086/6/UPS-KT01132.pdf>

Imagen 16: Delta Plataforma Salva escaleras Recta

<https://www.lehner-lifttechnik.at/es/Productos/Plataforma-salvaescaleras/Delta>

Imagen 17: Elevador de Escaleras

[https://www.easyclimber.com/stair-lifts/?fbclid=IwAR3d4W1UQOE4Wc6y4k5vpe5Rrq-Ce918JPqODi0mN\\_VJAIOXKA8p2NUOYz04](https://www.easyclimber.com/stair-lifts/?fbclid=IwAR3d4W1UQOE4Wc6y4k5vpe5Rrq-Ce918JPqODi0mN_VJAIOXKA8p2NUOYz04)

Imagen 18: Pilot Step up cane

[https://abledata.acl.gov/sites/default/files/styles/480\\_wide/public/product\\_images/06a0648.jpg?itok=8I4Zylux](https://abledata.acl.gov/sites/default/files/styles/480_wide/public/product_images/06a0648.jpg?itok=8I4Zylux)

Imagen 19: Diseño Centrado en el Usuario

<http://blog.fernandawr.com/wp-content/uploads/2018/03/UserCenteredDesign2-1200x856.jpg>

Imagen 20: Diseño Inclusivo

<https://static1.squarespace.com/static/58ac9e55f7e0ab22fa55e315/t/591f2d4b197aead-872f4eb9f/1495215440741/?format=750w>

Imagen 21: Interacción hombre-artefacto

<https://4.bp.blogspot.com/--hw304Y91mY/WZWtkdn0bal/AAAAAAAAACv0/YsDoMXAH-T0YMaAdbi3h6jDJJJZurixYSwCLcBGAs/s750/antropometria.jpg>

Imagen 22: Antropometría

<https://4.bp.blogspot.com/--hw304Y91mY/WZWtkdn0bal/AAAAAAAAACv0/YsDoMXAH-T0YMaAdbi3h6jDJJJZurixYSwCLcBGAs/s750/antropometria.jpg>

Imagen 23: El daño

[https://www.shareicon.net/download/2015/09/23/645430\\_people\\_512x512.png](https://www.shareicon.net/download/2015/09/23/645430_people_512x512.png)

Imagen 24: Ideas

<https://crehana-files.s3.amazonaws.com/images/files/88f92230/b44476f9.png>

Imagen 25: Boceto 1

Autor Diana Guaraca

Imagen 26: Boceto 2

Autor Diana Guaraca

Imagen 27: Boceto 3

Autor Diana Guaraca

## BIBLIOGRAFÍA DE TABLAS

Tabla 1: En posición de pie  
(Ávila Chaurand, Prado León, & González Muñoz, 2006)

Tabla 2: En posición sentado  
(Ávila Chaurand, Prado León, & González Muñoz, 2006)

Tabla 3: Cabeza, pies y manos  
(Ávila Chaurand, Prado León, & González Muñoz, 2006)

Tabla 4: Cabeza, pies y manos  
(Ávila Chaurand, Prado León, & González Muñoz, 2006)

Tabla 5: Valor Monetario  
Autor Diana Guaraca

Tabla 6: Costos Fijos  
Autor Diana Guaraca

Tabla 7: Costos Variables  
Autor Diana Guaraca

Tabla 8: Proyección de venta  
Autor Diana Guaraca

Tabla 9: Costo del Producto  
Autor Diana Guaraca

# ANEXO 1: ABSTRACT

## Design of an Artifact to Go Up and Down Stairs to Reduce the Effort

### Abstract

People who have motricity problems in their knees present difficulty and discomfort when having to go up and down stairs in their homes. Considering user-centered design and previous investigations with specialists in this topic, it was designed a gadget that consists of a platform and a walking stick with an intuitive system to control it, which allows the user to do this activity with ease and less discomfort.

**Key words:** articular movement, selfcare, biomechanics, flexion, difficulty, pain, muscles, mechanical system.

---

Diana Carolina Guaraca Espinoza  
Student

---

Alfredo Cabrera Chiriboga, Des.  
Thesis Supervisor



  
Translated by  
Ana Isabel Andrade

## RESUMEN

### **Diseño de un artefacto para subir y bajar escaleras para reducir el esfuerzo.**

Las personas con problemas de motricidad en las rodillas tienen mayor dificultad al momento de subir y bajar escaleras dentro de la vivienda, presentando incomodidad y malestar. Considerando el Diseño Centrado en el Usuario y las investigaciones realizadas previamente a especialistas en el tema, se diseñó un artefacto que consiste en una plataforma que incluye un bastón el mismo que tiene un sistema intuitivo para el control de la plataforma, permitiendo que el usuario realice esta actividad con mayor facilidad y menos malestar.

Palabras clave: movimiento articular, autocuidado, biomecánica, flexión, dificultad, dolor, músculos, sistema mecánico.



Diana Carolina Guaraca Espinoza

Código: 78008



Alfredo Cabrera Chiriboga

Tutor