



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

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

PROPUESTA TECNOLÓGICA

**IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EJERCITADORA ERGONÓMICA
PARA LA REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON PARAPLEJIA Y
ADULTOS MAYORES.**

Autor:

Zamora Oñate Freddy Edmundo

Tutor:

Ing. Mgs. Edison Patricio Salazar Cueva

Latacunga – Ecuador

2017

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

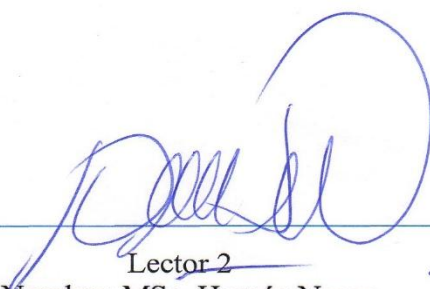
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: **ZAMORA OÑATE FREDDY EDMUNDO** con el título de Proyecto de Investigación: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EJERCITADORA ERGONÓMICA PARA LA REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON PARAPLEJIA Y ADULTOS MAYORES”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

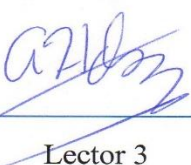
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga Julio del 2017.

Para constancia firman:


Lector 1
Nombre: Mgs. Raúl Andrango
CC: 17175262533


Lector 2
Nombre: MSc. Hernán Navas
C C: 0500695549


Lector 3
Nombre: PhD. Ángel Hernández
CC: 1757109366

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EJERCITADORA ERGONÓMICA PARA LA REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON PARAPLEJIA Y ADULTOS MAYORES” de **FREDDY EDMUNDO ZAMORA OÑATE**, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometido a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga Julio del 2017

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Edison Salazar', is written over a horizontal line. Below the line, the text 'Firma' is printed. Underneath the signature, the full name 'Mgs. Edison Patricio Salazar Cueva' and the identification number 'C.C. 0501843171' are printed.

Firma
Mgs. Edison Patricio Salazar Cueva
C.C. 0501843171

DECLARACIÓN DE AUTORÍA



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Industrial

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **FREDDY EDMUNDO ZAMORA OÑATE** declaro ser autor del presente proyecto de investigación: IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EJERCITADORA ERGONÓMICA PARA LA REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON PARAPLEJIA Y ADULTOS MAYORES, siendo el Ing. Edison Patricio Salazar Cueva, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

A handwritten signature in blue ink, written over a horizontal dashed line. The signature is stylized and appears to be 'Freddy Edmundo Zamora Oñate'.

Freddy Edmundo Zamora Oñate

C.I. 0503952509

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA



AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

En calidad de Coordinador de la Clínica de Rehabilitación Física del Patronato Municipal de Amparo Social de Latacunga, Avalo que el presente Trabajo de Investigación con el título: **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EJERCITADORA ERGONÓMICA PARA LA REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON PARAPLEJIA Y ADULTOS MAYORES”** de autoría del postulante Freddy Edmundo Zamora Oñate con cédula de ciudadanía 050395250-9, de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos – técnicos, necesarios para ayudar a la Rehabilitación Física en pacientes parapléjicos y adultos mayores.

Latacunga Julio del 2017

Lic. Carlos López MSc.
CC: 0502276942



DEDICATORIA

Los que no se arriesgan nunca triunfan. En el presente trabajo se ve reflejado la constancia, perseverancia, metodología y organización de la misma, la cual se la dedico a mis padres Edmundo y Orfelina, a mis hermanas Jenny y Margot quienes siempre han estado junto a mi apoyando cada uno de mis objetivos y metas trazadas en el cumplimiento de las mismas por lo que me siento bendecido y agradecido con Dios por tenerlos junto a mí, ya que gracias a las bases que me inculcaron desde mi niñez, hoy es posible cumplir este sueño.

De igual Manera a mis familiares quienes con sus consejos y cariño me han brindado su apoyo incondicional.

A cada uno de mis amigos por haber formado parte de esta etapa en mi vida, con los cuales compartí muchos momentos gratos que los recordare por siempre.

Freddy Z. O.

AGRADECIMIENTO

AGRADEZCO a Dios por haberme por haberme permitido tener el apoyo de mis padres, familiares y amigos, que de una u otra forma se hicieron presente para lograr este proyecto, el mismo que nació tiempo atrás, con el objetivo de ayudar a mejorar la calidad de vida a personas con discapacidad.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), al Mgs. Edison Salazar por incentivarme a la realización de esta propuesta tecnológica y por cada uno de sus conocimientos brindados que aportaron para el desarrollo del mismo. A su vez al Patronato Municipal de Amparo Social de Latacunga, expreso mi gratitud hacia las personas que de alguna forma me brindaron todas las facilidades necesarias para poder lograrlo, en especial al coordinador del área de fisioterapia.

De igual manera a la Mecánica “EL TIO” por haberme permitido hacer uso de sus instalaciones y maquinaria la misma que permitió realizar la materialización de mi propuesta en la construcción y elaboración de esta máquina, la cual estoy seguro que será de ayuda para los pacientes del patronato.

Freddy Z.O.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iv
AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	2
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
6. OBJETIVOS	4
6.1 Objetivo general	4
6.2 Objetivos específicos.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS-OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
8.1 Fundamentación teórica.....	6
8.1.1 La Ergonomía	6
8.1.2 La Ergonomía aplicada a una máquina ejercitadora.....	7

8.1.3 Beneficios de la Ergonomía.....	10
8.1.4 Rehabilitación física de personas con apoplejía	12
8.1.5 Rehabilitación física de adultos mayores	17
8.1.6 Calidad de vida en el Adulto Mayor	19
8.1.7 Beneficios de la práctica de ejercicios para el Adulto Mayor	21
8.1.8 Normas de diseño para una Máquina Ejercitadora Ergonómica	22
8.1.8.1 Normas ergonómicas aplicadas	25
8.1.8.2 Ergonomía física.....	27
8.1.8.3 Riesgos ergonómicos presentes en una máquina ejercitadora	27
8.1.8.4 Funciones mecánicas	28
8.1.8.5 Ergonomía de la Máquina Ejercitadora Ergonómica	29
8.1.8.6 Riesgos ergonómicos.....	31
9. HIPÓTESIS	32
10. METODOLOGÍA, DISEÑO EXPERIMENTAL Y CONSTRUCCIÓN	32
10.1 Enfoque de la investigación.....	32
10.2 Modalidad básica de la investigación	32
10.3 Tipos de investigación.....	33
10.4 Diseño de la Máquina Ejercitadora Ergonómica	33
10.4.1 Estructura de la Máquina Ejercitadora Ergonómica.....	35
10.4.2 Sistema de funcionamiento de la Máquina	36
10.4.3 Sistema de transmisión por correas	36
10.4.4 Polea Fija	37
10.4.5 Sistema de transmisión de potencia.....	37
10.4.5.1 Soporte del pie	38
10.4.6 Sistema de Control.....	38
10.4.7 Ecuaciones Fundamentales.....	39
10.4.7.1 Sistema de ecuaciones de la maquina ejercitadora ergonómica	39

10.4.7.2 Sistema de transmisión por correas	42
10.4.7.3 Sistema de transmisión de potencia.....	42
10.4.7.4 Sistema Biela-Manivela.....	42
10.4.7.5 Sistema de Control.....	43
10.4.8 Cálculo de la Máquina Ejercitadora Ergonómica.....	44
10.4.8.1 Cálculos del peso de la estructura.....	45
10.4.9 Esfuerzo cortante de los pasadores.....	47
10.4.10 Sistema de transmisión por correas	48
10.4.10.1 Sistema Biela Manivela	48
10.4.11 Sistema de control	50
10.4.12 Análisis críticos en estructuras de la maquina.....	51
10.4.13 Rodamientos	55
10.4.14 Materiales utilizados.....	57
10.4.14.1 Estructuras	57
10.5 Construcción de la Máquina Ergonómica Ejercitadora.....	60
11.5.1 Vista superior.....	60
10.5.2 Multiplicador de velocidad por poleas	61
10.5.3 Restricciones y limitaciones	62
10.5.4 Construcción de la Máquina Ejercitadora Ergonómica.....	63
10.6 Plan de Mantenimiento Preventivo.....	67
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	72
11.1 Resultados de la encuesta aplicada a los pacientes del Centro de Rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga.	72
12. EVALUACIÓN DE IMPACTOS	80
12.1 Evaluación general	80
12.2 Evaluación específica de impacto.....	82
12.3 Evaluación comparativa entre Máquinas Ejercitadoras Ergonómicas	85

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
Conclusiones.....	91
Recomendaciones	91
15. Referencias bibliográficas	92
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Relación tareas-objetivos planteados.....	5
Tabla No. 2. Relación tareas-objetivos planteados.....	6
Tabla No. 3. Peso de distintas partes del cuerpo.	25
Tabla No. 4. Tabla de cálculos para el peso de la estructura.....	45
Tabla No. 5. Tabla de resultados de los cálculos.....	46
Tabla No. 6. SKF 6201-RS Rodamientos.....	55
Tabla No. 8. Datos del cálculo.	56
Tabla No. 7. SKF 6201-RS Rodamientos planteados.	56
Tabla No. 9. Tipos de pintura utilizados.	65
Tabla No. 10. Pruebas de funcionamiento.....	66
Tabla No. 11. Datos generales de la Máquina Ejercitadora Ergonómica.....	67
Tabla No. 12. Datos del fabricante.....	68
Tabla No. 13. Estructura.....	68
Tabla No. 14. Sistema de control.	68
Tabla No. 15. Sistema de control.	69
Tabla No. 17. Cronograma de trabajo.	71
Tabla No. 16. Sistema de control.	71
Tabla No. 18. Frecuencia con que se asiste a los ejercicios de fisioterapia.	72
Tabla No. 19. Satisfacción con los ejercicios que realizo.	73
Tabla No. 20. Siento realmente que los ejercicios benefician mi salud.	74
Tabla No. 21. Utilización de alguna máquina para realizar los ejercicios.	75
Tabla No. 22. Personal que guía los ejercicios.....	76
Tabla No. 23. Tipo de ejercicios o actividad que se realiza regularmente.	77
Tabla No. 24. Necesidad de complejizar los ejercicios.....	78
Tabla No. 25. Aceptación de la implementación de una máquina ergonómica.	79
Tabla No. 26. Criterio cuali-cuantitativo de impacto.	80
Tabla No. 27. Matriz general de impacto.	81
Tabla No. 28. Impacto económico.....	82
Tabla No. 29. Impacto social.....	83
Tabla No. 30. Impacto ambiental.	83
Tabla No. 31. Impacto tecnológico.	84
Tabla No. 32. Comparación de precios de Máquinas Ejercitadoras.....	85

Tabla No. 33. Presupuesto inicial para el desarrollo de la propuesta.....	86
Tabla No. 34. Costo real de materiales.....	87
Tabla No. 35. Costo mano de obra.....	89
Tabla No. 36. Costo de maquinaria.....	90
Tabla No. 37. Costo total del proyecto.....	90

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1. Tipos de Ergonomía.....	8
Gráfico No. 2. Personas registradas con discapacidades en Ecuador.....	23
Gráfico No. 3. Personas registradas con discapacidades en Latacunga.....	24
Gráfico No. 4. 6201-RS Rodamientos de dibujo.....	56
Gráfico No. 5. Frecuencia con que se asiste a los ejercicios de fisioterapia.....	72
Gráfico No. 6. Satisfacción con los ejercicios que realizo.....	73
Gráfico No. 7. Siento realmente que los ejercicios benefician mi salud.....	74
Gráfico No. 8. Utilización de alguna máquina para realizar los ejercicios.....	75
Gráfico No. 9. Personal que guía los ejercicios.....	76
Gráfico No. 10. Tipo de ejercicios o actividad que se realiza regularmente.....	77
Gráfico No. 11. Necesidad de complejizar los ejercicios.....	78
Gráfico No. 12. Aceptación de la implementación de una máquina ergonómica.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1. Diseño ergonómico del cuerpo humano.....	7
Figura No. 2. Objetivos de la ergonomía.....	9
Figura No. 3. Altura correcta de la superficie de trabajo.....	11
Figura No. 4. Áreas operativas de la simetría bilateral del cuerpo humano.....	12
Figura No. 5. Pacientes parapléjicos.....	13
Figura No. 6. Un robot enseña a andar a pacientes parapléjicos.....	17
Figura No. 7. Adultos mayores.....	18
Figura No. 8. Posición a adoptar para trabajar piernas.....	29
Figura No. 9. Posición a adaptar para trabajar brazos.....	29
Figura No. 10. Alturas mínimas para la posición de sentado.....	30

Figura No. 11. Asiento de la Máquina Ejercitadora Ergonómica.	31
Figura No. 12. Esquema general de la Máquina.....	35
Figura No. 13. Estructura de la Máquina.....	36
Figura No. 14. Relación de transmisión.	37
Figura No. 15. Relación potencia- fuerza.....	37
Figura No. 16. Sistema biela-manivela (A).....	38
Figura No. 17. Sistema biela-manivela (B).	38
Figura No. 18. Motor Monofásico ¼ HP y Motor NEMA 34.....	39
Figura No. 19. Esfuerzo cortante de los pasadores (A).	47
Figura No. 20. Esfuerzo cortante de los pasadores (B).	47
Figura No. 21. Sistema biela manivela (C).	48
Figura No. 22. Relación de transmisión.	49
Figura No. 23. Cálculo de velocidades (A)	49
Figura No. 24. Cálculo de velocidades (B).	49
Figura No. 25. Tensión de la cuerda.....	50
Figura No. 26. Tensión de la cuerda que soportan las dos poleas.....	51
Figura No. 27. Tensiones axial y de flexión.....	51
Figura No. 28. Tensiones en la estructura.	52
Figura No. 29. Puntos de máxima y mínima concentración de esfuerzos.....	53
Figura No. 30. Deformación máxima.....	53
Figura No. 31. Estructura base.	54
Figura No. 32. Tensiones axiales y la flexión máxima.	54
Figura No. 33. Deformación máxima.....	55
Figura No. 34. Figura estructura base.....	57
Figura No. 35. Simulación donde ocurren las deformaciones máximas, puntos críticos.....	57
Figura No. 36. Deformación real, colores cálidos donde se produce la máxima deformación.	58
Figura No. 37. Tensiones y esfuerzos máximos y mínimos. Presentados en Ksi.	58
Figura No. 38. Resultados del estudio proporcionado por Solidworks.....	58
Figura No. 39. Estructura Base-Análisis estático 1-Desplazamientos 1.	59
Figura No. 40. Estructura Base-Análisis estático 1-Desplazamientos1{1}.....	60
Figura No. 41. Vista general de la Máquina Ergonómica Ejercitadora.....	60
Figura No. 42. Figura Multiplicador de velocidades por polea.....	61

Figura No. 43. Sistema Eje-Manivela.	62
Figura No. 44. Sistema excéntrica-Biela.	62
Figura No. 45. Construcción de la Mesa.	63
Figura No. 46. Construcción del Asiento.	63
Figura No. 47. Construcción de Pesas, Guía de las pesas	64
Figura No. 48. Construcción de la Estructura	64
Figura No. 49. Aplicación de la pintura.	65
Figura No. 50. Montaje de la Máquina.....	66
Figura No. 51. Pruebas de funcionamiento.	66
Figura No. 52. Acabado final.	67

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA EJERCITADORA ERGONÓMICA PARA LA REHABILITACIÓN FÍSICA DE PERSONAS CON PARAPLEJIA Y ADULTOS MAYORES”.

Autor: Freddy Edmundo Zamora Oñate

RESUMEN

El proyecto que se presenta tuvo como objetivo implementar un prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación de los pacientes parapléjicos y adultos mayores que asisten al Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga buscando contribuir a elevar la calidad de los ejercicios físicos y de los tratamientos que reciben. Para ello se les aplicó como instrumento de investigación una encuesta con el objeto de que pudieran reflejar las necesidades que tienen con respecto al área de fisioterapia.

La investigación tuvo un enfoque mixto cuanti-cualitativo de tipo exploratorio y descriptivo con dos modalidades; bibliográfica y de campo. De acuerdo con los datos obtenidos se concluyó que el 80% de la población objeto de estudio acude a la rehabilitación física de forma casi diaria y que el 85% de los mismos casi nunca se siente satisfecho de la calidad con que realizan los ejercicios orientados, por lo que el 90% de ellos afirma que sienten necesidad de complejizarlos con una máquina ergonómica.

El producto final de este trabajo ha sido el diseño e implementación de una Máquina Ejercitadora Ergonómica en dicho centro de rehabilitación como producto final y propuesta innovadora como solución al problema planteado. Se tuvieron en cuenta las normas que regulan los riesgos ergonómicos del trabajo y sus medidas preventivas a partir de la norma jurídica de discapacidad del Ecuador, así como las normas UNE-EN 547-2:1997+A1:2009; Seguridad de las máquinas y medidas del cuerpo humano, UNE-EN ISO 12100-1:2004+A1:2010; Seguridad de las máquinas, conceptos básicos y principios generales para el diseño, además de la ISO 26800:2011. Ergonomics - General approach, principles and concepts, la cual describe el enfoque general de la ergonomía y cuyas orientaciones están destinadas a mejorar la seguridad, funcionamiento, eficacia, eficiencia, fiabilidad, disponibilidad y mantenimiento del resultado del diseño a lo largo de todo su ciclo de vida, preservando y favoreciendo la salud, el bienestar y la satisfacción de las personas implicadas.

Descriptor: máquina ejercitadora ergonómica, rehabilitación, pacientes con paraplejia, adultos mayores.

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

TITLE: “IMPLEMENTATION OF A MACHINE ERGONOMIC FOR THE PHYSICAL REHABILITATION OF PARAPLEGIC PATIENTS AND PERSONS OF THE THIRD AGE.”

Author: Freddy Edmundo Zamora Oñate

ABSTRACT

Implementing an ergonomic machine exercise prototype for the rehabilitation of the paraplegic and the elderly people patients who are attend at the rehabilitation and physical therapy center at the social protection patronage institution in Latacunga city was the objective of this research; thinking about how to help raise the quality at the physical exercises and of the treatments that they receive. A survey was applied which reflect the physical therapy area needs. A cuanti-qualitative mixed type approach with exploratory and descriptive type; bibliographical and of field methodology were used. According the obtained information concluded that 80 % of the study population comes to the physical rehabilitation almost daily and that 85 % of the same ones hardly ever feels satisfied of the quality that do the oriented exercises, therefore their 90 % tell that they had the exercise need of exercise an ergonomic machine. The final product of this research has been the design and implementation of an ergonomic exercise machine in the rehabilitation center study as a final product and innovative proposal as a solution to the problem. The norms that regulate the ergonomic work risks and its preventive measures were taken into account, based on the legal norm of disability in Ecuador, as well as the norms UNE-EN 547-2: 1997 + a1: 2009; machines safety and measurements of the human body, UNE-EN ISO 12100-1: 2004 + a1: 2010; machines safety, basic concepts and general principles for design, in addition to ISO 26800: 2011. ergonomics - general approach, principles and concepts, which describes the general approach to ergonomics and whose orientations are intended to improve the safety, performance, efficiency, reliability, availability and maintenance of the design result throughout its cycle of life, preserving and favoring the health, well-being and satisfaction of the people involved.

Descriptors: machine ergonomic exercise, rehabilitation, paraplegic patients, elderly people.

AVAL DE TRADUCCIÓN



CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: la traducción del resumen del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicada **ZAMORA OÑATE FREDDY EDMUNDO**, cuyo título versa **“IMPLEMENTACIÓN DE UNA MAQUINA EJERSITADORA ERGONÓMICA PARA LA REHABILITACIÓN DE PERSONAS CON PARAPLEJIA Y ADULTOS MAYORES”**, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 8 de Agosto 2017

Atentamente,

Lic. MSc. LIDIA REBECA YUGLA LEMA
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502652340



1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 Título del proyecto:

Implementación de una Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación física de personas con paraplejia y adultos mayores.

1.2 Fecha de inicio: 10 de abril del 2016

1.3 Fecha de finalización: 10 de julio del 2017

1.4 Lugar de ejecución: Latacunga

1.5 Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA).

1.6 Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial

1.7 Equipo de Trabajo: Mgs. Edison Patricio Salazar Cueva

Coordinador de la propuesta tecnológica: Freddy Edmundo Zamora Oñate.

1.8 Área de Conocimiento según la Unesco: Área: (09) Salud y Bienestar (UNESCO, 1997)

Sub área: (091) Salud.

(092) Bienestar.

1.9 Línea de investigación: Línea: Procesos Industriales

1.10 Sub líneas de investigación de la Carrera: Sub Línea: Administración y gestión de la producción (UTC, 2016)

Sud líneas de investigación de la carrera: Diseño de Producto.

1.11 Objetivos del Plan del Buen Vivir

Se relaciona con el objetivo 3 del Plan Nacional del Buen Vivir, el cual trata acerca de “mejorar la calidad de vida de la población”. Dentro del objetivo se señalan las “Políticas y lineamientos estratégicos” y se hace referencia al literal 3.1. Puntualiza el “Promover el mejoramiento de la calidad en la prestación de servicios de atención que componen el Sistema Nacional de Inclusión y Equidad Social” (SENPLADES, Secretaria Nacional de Planificion y Desarrollo, 2013- 2017)

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la propuesta tecnológica de una Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación física de personas con paraplejia y de adultos mayores, busca implementar un prototipo de máquina multifuncional para realizar ejercicios físicos que contribuya a elevar la calidad de los tratamientos que reciben los pacientes que padecen de paraplejia y las personas de la tercera edad que asisten al Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga.

El diseño de la Máquina Ejercitadora Ergonómica muestra un adecuado tamaño, cómodo y desarmable, y consta de un ejercitador electromecánico tanto para las extremidades inferiores como superiores, que funciona automática y mecánicamente a alturas igualmente adaptables de acuerdo con el peso con el que se necesite trabajar, aparte dispone de un asiento y una mesa incorporada, todo ergonómicamente diseñado y configurable a toda estatura y con un peso de soporte máximo de 25 Kg para ejercicios en posición de sentado.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La justificación del proyecto se encuentra dada por la importancia que tiene introducir este prototipo de máquina, con la que se contribuirá a elevar la calidad de vida de los pacientes y personas objeto de estudio, pues con ella se podrán ejecutar ejercicios necesarios los cuales no se realizan debido a la no existencia de un equipo como el diseñado.

Con la implementación de la Máquina Ejercitadora Ergonómica, se espera contribuir a mitigar los efectos negativos que produce una deficiente atención fisioterapeuta en la población estudiada, beneficiando directamente a los mismos e indirectamente a su familia y otras comunidades, las cuales podrán recibir este complemento imprescindible en su rehabilitación.

El proyecto posee una factibilidad aceptable pues los recursos necesarios son de fácil adquisición así como el valor del presupuesto resultante, el cual se verá altamente recompensado a partir de la comparación entre el costo de inversión y el beneficio recibido.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios Directos: pacientes parapléjicos y personas de la tercera edad que asisten al Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga.

Beneficiarios Indirectos: familiares de los pacientes parapléjicos y personas de la tercera edad que asisten al Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga y la comunidad en general.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La paraplejia del latín *paraplexia*, se lee en (OMS, 2014) “se emplea para nombrar a lo que sufre una persona cuando la región inferior de su cuerpo se encuentra paralizada por algún tipo de daño”. Dicha parálisis puede ser producida por una enfermedad hereditaria o adquirida, por una lesión en la médula espinal o un tumor y la puede padecer cualquier persona de cualquier edad.

La tercera edad, también enunciada como vejez “comienza a los 60 años en adelante y a veces cuando la mujer tiene la menopausia también es un término antrópico-social que hace referencia a la población de personas mayores o ancianas, normalmente jubilada y de 65 años o más Hoy en día, el término va dejando de utilizarse por los profesionales y es más utilizado el término Personas Mayores Constituye una etapa de la vida muy influenciada por la opinión social, por la cultura donde se desenvuelve el anciano Hasta hoy día la cultura, de una forma u otra, tiende mayoritariamente a estimular para la vejez el sentimiento de soledad, la segregación, limitaciones para la vida sexual y de pareja, y de la propia funcionalidad e integración social del anciano” (Oroza, 2013).

El Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga, ofrece sus servicios a un costo moderado a todos los habitantes de bajos ingresos, personas discapacitadas y de la tercera edad residentes en el cantón de Latacunga y lugares adyacentes.

Dentro de los pacientes que diariamente se atienden en el Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga (aproximadamente 60), según (Panchi Mallitasig, 2016), una cifra considerable son de la tercera edad (28) o presentan Apoplejía (6), lo que representa respectivamente el 46,6 y 6% de los mismos, o sea, el 52,6% del total de pacientes atendidos cada día, se encuentran dentro de los estratos que necesitan de la propuesta del proyecto que se presenta.

¿Cómo se puede contribuir a elevar la calidad de vida de los pacientes parapléjicos y de las personas de la tercera edad que asisten al Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga?

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

- Implementar una Máquina Ejercitadora Ergonómica en la rehabilitación física de personas con paraplejia y adultos mayores que asisten al Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga para contribuir a elevar sus niveles de calidad de vida.

6.2 Objetivos específicos

- Diseñar un prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación física de personas con paraplejia y de adultos mayores.
- Construir un prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica.
- Evaluar el funcionamiento del prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica construida.
- Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica construida.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS-OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla No. 1. Relación tareas-objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA POR ACTIVIDAD
1. Diseñar un prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación de pacientes parapléjicos y personas de la tercera edad.	a) Investigar información bibliográfica. b) Establecer los criterios y requerimientos para de diseño c)Elaborar los planos con sus respectivas dimensiones d) Seleccionar los equipos y sus costos.	a) Obtener información actualizada e identificar las normas que se aplicaran. b) Identificar parámetros del material a utilizar. c) Identificar la cantidad de equipos, materiales, herramientas y el tamaño de máquina. d) Identificar los costos y su lugar para la adquisición.	a) Investigación en gestores bibliográficos. b) Aplicación de los conocimientos adquiridos en materias tomadas. c) Se diseñará en el programa AUTOCAD. d) Solicitud de proformas a proveedores de materiales y servicios.
2. Construir un prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica.	a) Adquisición de motor adecuado. b) construcción de la estructura c)Armado de los mecanismos e instalaciones eléctricas	a) Prueba de rendimiento y capacidad. b) Ensamble de la estructura. c) Adaptación de los pedales, pesas y motores.	a) Aplicación de los conocimientos adquiridos en materias tomadas. b) Ejecución en base a los planos ergonómicos diseñados. c)) Ejecución en base a los planos

CONTINUACION de la Tabla No. 2. Relación tareas-objetivos planteados.			
			ergonómicos diseñados
3. Evaluar el funcionamiento del prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica construida.	a) Evaluación sin carga b) Evaluaciones con carga c) Recopilación de datos	a) Identificar que los rodamientos , las instalaciones eléctricas estén funcionando y correctamente instaladas b) Evaluación por parte de una persona con paraplejia c) Identificar daños y posibles adaptaciones	a) Visualmente empíricamente y con la ayuda de un multímetro b) Prueba de resistencia, de los materiales y fuerza del motor. c) Encuesta aplicada.
4. Elaborar un plan de mantenimientos preventivo para el prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica construida.	a) Identificar el tiempo de vida útil del motor. b) Resistencia de los materiales y mecanismos	a) Identificar para cuantas horas al día podemos utilizarlo b) Evitar sobrepesos	a) Placa del motor b) Con la ayuda de los catálogos

Elaborado por: Freddy Zamora.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

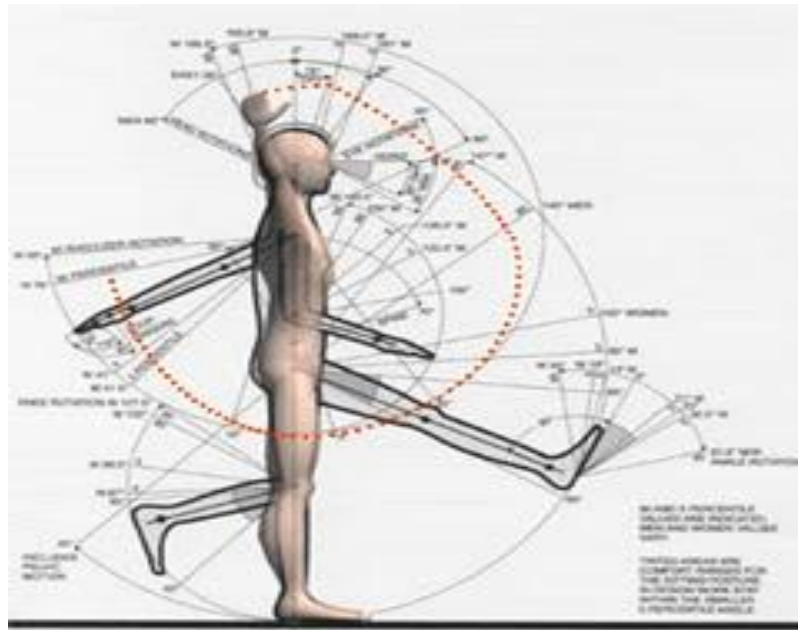
8.1 Fundamentación teórica

8.1.1 La Ergonomía

La Ergonomía es una disciplina que tiene en consideración factores físicos, cognitivos, sociales, organizacionales y ambientales, pero, con un enfoque holístico, en el que cada uno

de estos factores no son analizados aisladamente, sino en su interacción con los demás. “La ergonomía es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de la persona, de la técnica y de la organización” (Álvarez, 2014, p. 23).

Figura No. 1. Diseño ergonómico del cuerpo humano.



Fuente: (Caillet, 2016).

El término ergonomía denota en su significado general “ciencia del trabajo” porque es una disciplina sistemáticamente orientada, que en la actualidad se aplica a todos los aspectos de la actividad humana y su relación con las máquinas. El Consejo de la Asociación de Ergonomía (IEA), que agrupa a todas las sociedades científicas a nivel mundial, estableció desde el año 2000 la definición siguiente que abarca la interdisciplinariedad que fundamenta esta materia: “Ergonomía (o factores humanos) es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y los elementos de un sistema, y la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y todo el desempeño del sistema” (Torada, 2013).

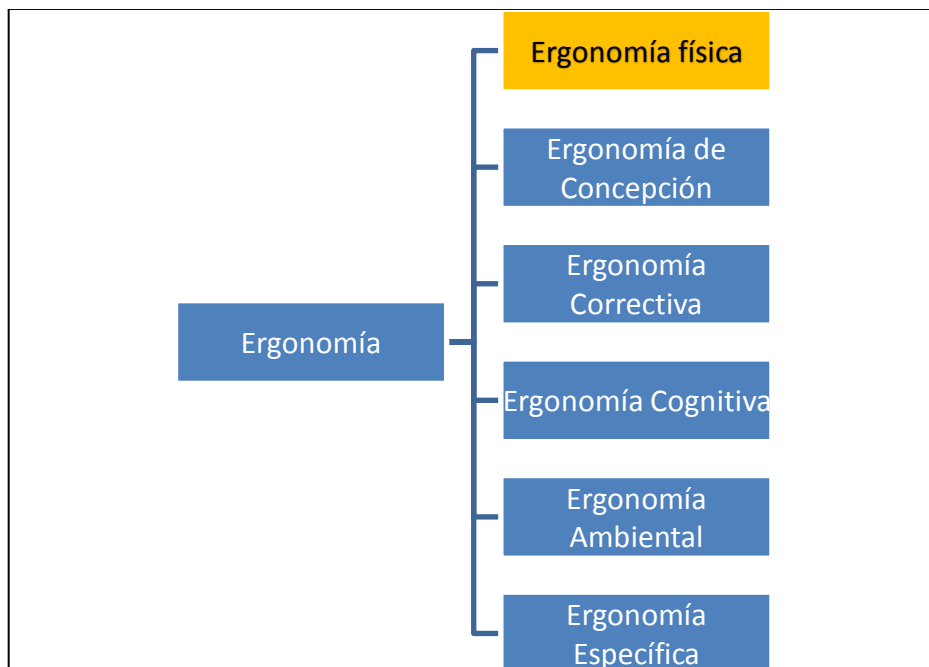
8.1.2 La Ergonomía aplicada a una máquina ejercitadora

Según la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA), la Ergonomía es la disciplina científica que tiene como objetivo “esclarecer las interacciones entre seres humanos y demás

elementos de un sistema y la profesión que aplica principios teóricos, datos y métodos para diseñar optimizando el bienestar humano y el rendimiento global del sistema productivo”.

La Ergonomía es la disciplina que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas, de modo que coincidan con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del individuo. Busca la optimización de los tres elementos del sistema (humano-máquina-ambiente), para lo cual elabora métodos de la persona, de la técnica y de la organización. Para su estudio, aplicación y desarrollo, la Ergonomía se divide de la manera siguiente:

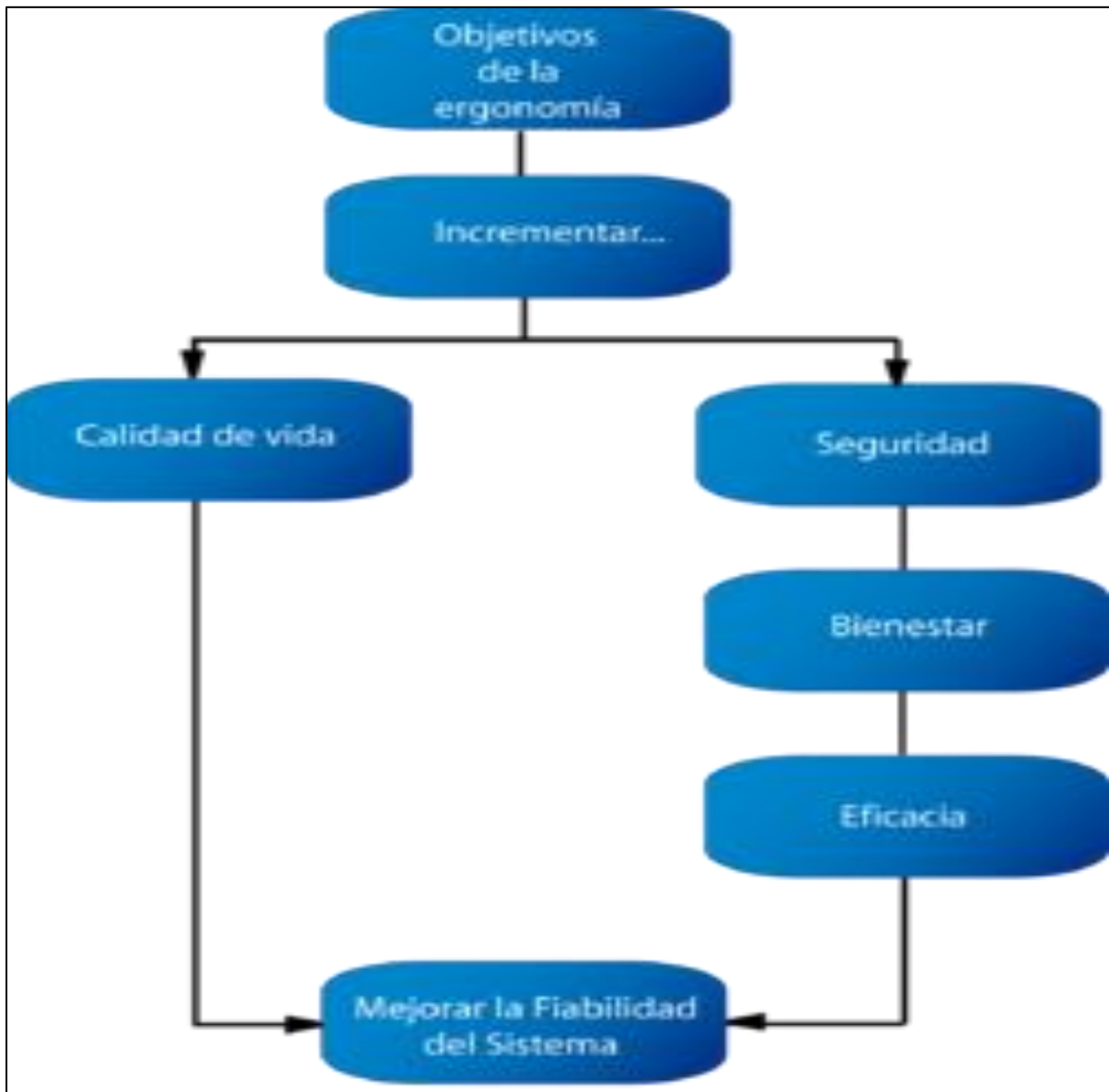
Gráfico No. 1. Tipos de Ergonomía.



Fuente: Barba Gallardo (PTT, 2017).

La ergonomía como ciencia multidisciplinar convoca a los profesionales de diversas áreas: ingenieros, diseñadores, médicos, enfermeras, kinesiólogos, terapeutas ocupacionales, psicólogos, especialistas en recursos humanos, arquitectos y muchos otros.

Figura No. 2. Objetivos de la ergonomía.



Fuente: (CONADIS, 2014).

La ergonomía es una ciencia que produce e integra el conocimiento de las ciencias humanas para adaptar los trabajos, sistemas, productos, ambientes a las habilidades mentales y físicas. Busca al mismo tiempo salvaguardar la seguridad, la salud y el bienestar mientras optimiza la eficiencia y el comportamiento. Dejar de considerar los principios de la ergonomía llevará a diversos efectos negativos que en general, se expresan en lesiones, enfermedad profesional o deterioros de la productividad y la eficiencia. “La ergonomía analiza aquellos aspectos que abarcan al entorno artificial construido por el hombre, relacionado directamente con los actos y acciones involucrados en toda actividad de este, ayudándolo a acomodarse de una manera positiva al ambiente y composición del cuerpo humano En todas las aplicaciones su objetivo

es común: se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores. Desde la perspectiva del usuario, abarca conceptos de comodidad, eficiencia, productividad, y adecuación de un objeto” (Álvarez, 2014, p. 14).

La ergonomía es una ciencia en sí misma que conforma su cuerpo de conocimientos a partir de su experiencia y de una amplia base de información proveniente de otras disciplinas. Portieles (2014) señala que “El planteamiento ergonómico consiste en diseñar los productos y los trabajos de manera de adaptar estos a las capacidades, necesidades y limitaciones de personas; el concepto busca evitar que la solución a los problemas del puesto de trabajo sea el camino contrario, es decir, exigir reiteradas y numerosas adecuaciones a la persona para adaptarse al puesto de trabajo”. “La lógica que utiliza la ergonomía se basa en el axioma de que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer las personas. Como principio, el diseño de productos, tareas o puestos de trabajos debe enfocarse a partir del conocimiento de las capacidades y habilidades, así como las limitaciones de las personas (consideradas como usuarios o trabajadores, respectivamente), diseñando los elementos que estos utilizan teniendo en cuenta estas características” (Santos, 2013, p. 27).

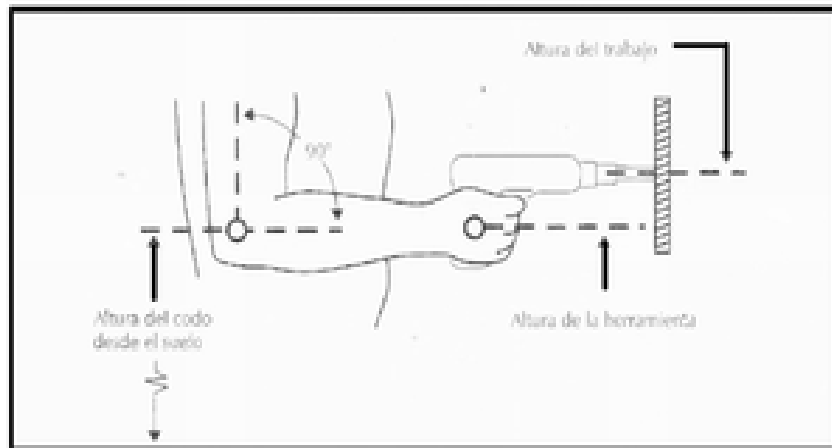
8.1.3 Beneficios de la Ergonomía

Muchos son los beneficios que trae la ergonomía cuando se tienen en cuenta sus preceptos en función de la salud del ser humano, según Álvarez (2014) dentro de los más importantes se puede mencionar:

- Disminución de riesgo de lesiones y accidentes
- Disminución de errores / rehacer
- Disminución de riesgos ergonómicos
- Disminución de enfermedades profesionales
- Disminución de días de trabajo perdidos
- Disminución de Ausentismo Laboral
- Disminución de la rotación de personal
- Aumento de la tasa de producción
- Aumento de la eficiencia

- Aumento de la productividad
- Aumento de los estándares de producción
- Aumento de un buen clima organizacional
- Simplifica las tareas o actividades
- Rendimiento en el trabajo

Figura No. 3. Altura correcta de la superficie de trabajo.

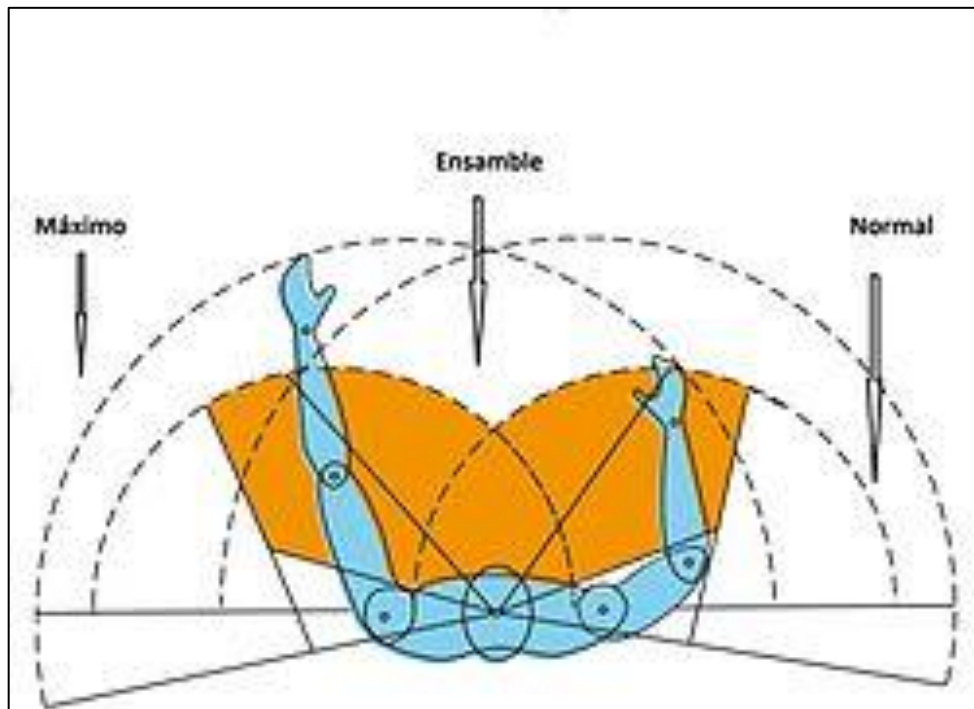


Fuente: (Caillet, 2016).

En las consideraciones universales de diseño, la mayoría de las personas experimentan algún grado de limitación física en algún momento de la vida, tales como huesos rotos, muñecas torcidas, el embarazo o el envejecimiento. Otros, pueden vivir con una limitación o impedimento físico que sufren de por vida.

“Al considerar el diseño del producto, los diseñadores pueden reconocer las necesidades especiales de los diferentes usuarios, incluyendo personas con discapacidades. Cuestiones relacionadas con la accesibilidad para personas con discapacidades son cada vez más frecuentes, y puede requerirse que los empleadores realicen adaptaciones para estas personas en lugares de trabajo y en otros espacios públicos” (Torada, 2013, p. 28). Diseñar teniendo en cuenta a todas las personas es un principio que se conoce como el diseño universal, el cual, es importante tener en cuenta para cualquier diseño de cualquier producto.

Figura No. 4. Áreas operativas de la simetría bilateral del cuerpo humano.



Fuente: (CONADIS, 2014).

8.1.4 Rehabilitación física de personas con apoplejía

La paraplejía es una enfermedad por la cual la parte inferior del cuerpo humano queda paralizado y carece de funcionabilidad. Normalmente es el resultado de una lesión medular o de una enfermedad congénita como la espina bífida. Una polineuropatía puede tener también como consecuencia la paraplejía. Si los brazos se ven afectados, también por la parálisis, entonces se llama tetraplejía. “Cualquier enfermedad que afecte al sistema piramidal de la médula espinal desde la vértebra dorsal hacia abajo puede acabar en una paraplejía, ya que esta estructura transmite las "instrucciones" del movimiento desde el cerebro a los órganos efectores Esta es la causa más común de paraplejía. Un efecto secundario común de la paraplejía es la espasticidad, un trastorno motor del sistema nervioso en el que algunos músculos se mantienen permanentemente contraídos Dicha contracción provoca la rigidez y acortamiento de los músculos e interfiere sus distintos movimientos y funciones” (OMS, 2014).

Es rara la paraplejía que es causada por una lesión en los nervios que sustentan las piernas, esta forma de lesión no suele ser simétrica y podría no causar esta enfermedad. La polineuropatía puede causar paraplejía si las fibras y aunque en teoría, los brazos también, las

fibras que abastecen a las piernas son más largas y por lo tanto más vulnerables. “Mientras que algunas personas que padecen paraplejia pueden caminar hasta cierto punto, la mayoría dependen de una silla de ruedas, prótesis o de otros dispositivos para disponer de movilidad. Impotencia y varios niveles de incontinencia urinaria y fecal son muy comunes en los afectados Muchos de ellos tienen que usar catéteres y/o programas de gestión del intestino (normalmente administrando enemas, supositorios o estimulación digital de los intestinos) para solucionar este problema Con una gestión exitosa de la vejiga y del intestino el paciente puede prevenir todos los problemas de los sistemas digestivos y urinarios, como pueden ser las infecciones que además son una de las principales causas de mortalidad en este colectivo. Otra opción puede ser la de llevar bajo la ropa pañales para una mayor protección de la incontinencia” (Rosales, 2015, p. 23).

Figura No. 5. Pacientes parapléjicos.



Fuente: (Rosales, 2015).

Debido a la reducción de la movilidad y a la pérdida de la capacidad de caminar, la paraplejia puede causar numerosas complicaciones médicas, muchas de las cuales se pueden evitar con varios minutos de ejercicios físicos. Algunas de las complicaciones más comunes se encuentran las úlceras de decúbito, la trombosis, la impotencia y la neumonía. La fisioterapia, realizada con algunos dispositivos técnicos y mecánicos, es una de las estrategias más frecuentes y actuales para evitarla. Según (Rodríguez, 2014), la guía de terapia física para los lesionados medulares más actualizada y de mejores resultados es la siguiente:

- Cinesiterapia.

- Entrenamiento en AVD (Actividades de la vida diaria).
- Hidroterapia.
- Fisioterapia respiratoria.

El trabajo de la terapia física en el paciente con lesión medular es de suma importancia para maximizar las capacidades residuales de la persona y brindarle así la oportunidad de ganar mayor independencia en la vida diaria y mayor funcionalidad en sus tareas, así como poder hacerlo sentir mejor consigo mismo. El objetivo principal del tratamiento fisioterapéutico en los lesionados medulares es conseguir el grado máximo de independencia y bienestar (Rodríguez, 2014, p. 34).

Lograr este objetivo depende de varios factores como lo son:

- Nivel y tipo de lesión.
- Complicaciones post lesionales.
- Estado físico previo del paciente.
- Colaboración del paciente.
- Ambiente familiar y social.
- Otras enfermedades o lesiones del paciente.

De la misma manera que estos objetivos de la fisioterapia o terapia física pueden ayudar para:

- Evitar la contractura muscular.
- Evitar úlceras por decúbito.
- Mantener en buen estado la irrigación sanguínea.
- Aumentar la fuerza muscular en las áreas no afectadas.
- Mejorar fuerza y sensibilidad hasta donde sea posible en áreas afectadas.
- Educar a la familia en cuidados fisioterapéuticos diarios del paciente como la movilización pasiva y los cambios de posición.
- Mantener arcos de movimiento.

Los pilares de cada uno de los tratamientos son:

- **Cinesiterapia:** Es la terapia del movimiento, sumamente útil en estos casos.

Movilizaciones pasivas de las articulaciones por debajo del nivel de lesión. Considerar flacidez y espasticidad.

Buscar posturas inhibitorias en casos de espasticidad.

Colocar al paciente en posturas preventivas de rigideces.

Potenciar la movilización activa de articulaciones no afectadas.

Movilización activas contra resistencia en zonas no afectadas.

- **Reeducación muscular:** Mejorar el estado de los músculos sanos, extremidades, músculos espinales y abdominales.

Entrenar el equilibrio en sedente con apoyo y sin apoyo, luego en bipedestación estática y dinámica.

Enseñar cómo dar cambios de posición y desplazamientos.

Reeducación de la marcha (levantarse, sentarse, caerse, barras paralelas y con ayudas biomecánicas).

Educación en el uso de las ayudas biomecánicas (ortesis).

Masaje descontracturante cuando sea el caso, reactivador si hay flacidez.

- **Entrenamiento en AVD** (Actividades de la vida diaria)

Enseñar al paciente técnicas de aseo personal de acuerdo a sus capacidades.

Enseñar al paciente a vestirse solo o lo más independiente que se pueda.

Dar Terapia manual para mejorar la funcionalidad de la mano, dedos y la función de pinza que serán necesaria para realizar tareas como agarrar la cuchara, el vaso, abotonarse la camisa o amarrarse los zapatos.

- **Hidroterapia:**

La terapia del lesionado medular con agua es muy beneficiosa para lograr muchos objetivos. Se recomienda la terapia en piscina, con temperatura templada, en la cual, al paciente se le facilitará el movimiento.

Trabajo con pesas dentro del agua en miembros inferiores y/o superiores.

Reeducación de la marcha dentro de la piscina, se recomienda utilizar obstáculos, gradas y rampas.

Entrenar y capacitar función respiratoria al sumergirse y salir del agua.

Técnica WATSU.

Técnica Bad Ragaz.

- **Fisioterapia Respiratoria:**

Se debe primero hacer la valoración respiratoria correspondiente bajo los siguientes puntos:

Exploración funcional respiratoria en diferentes posiciones: decúbito, sedestación y bipedestación y valorar:

Espirometría espiratoria máxima.

Curva flujo volumen.

Máxima ventilación voluntaria.

Medición del flujo espiratorio máximo.

Determinación de la capacidad tusígena.

Pulsioximetría diurna y nocturna.

Medida de la presión inspiratoria y espiratoria máxima.

El tratamiento de fisioterapia respiratoria consiste en:

- Técnica de permeabilización de vías aéreas.
- Técnica de control respiratorio.
- Ventilación dirigida de Giménez
- Ventilación lenta controlada.
- Respiración con labios fruncidos.
- Control de la ventilación durante las actividades de la vida diaria (transferencias, desplazamientos en sillas de ruedas, recreación y otras).
- Entrenamiento específico de los músculos espiratorios.

Los objetivos de estas técnicas señaladas son:

- Hacer más lenta la frecuencia respiratoria, aumentando el volumen corriente sin modificar el volumen por minuto.
- Mantener buena permeabilización de las vías aéreas para poder realizar los ejercicios con mayor confort ventilatorio.
- Aumentar la capacidad para toser
- Facilitar la expulsión de secreciones.
- Disminuir la fatiga y la debilidad muscular respiratorias.

En resumen, de acuerdo con los criterios científicos más avanzados con que se trabaja en la actualidad la fisioterapia, una máquina ejercitadora es la mejor opción para ejecutarlos diariamente.

Figura No. 6. Un robot enseña a andar a pacientes paraplégicos.



Fuente: (Rosales, 2015).

8.1.5 Rehabilitación física de adultos mayores

Adulto mayor es el término o nombre que reciben las personas que pertenecen al grupo etario que comprende una edad de más de 65 años. Por lo general son considerados como los adultos mayores solo por haber alcanzado ese rango de edad. Otro término utilizado aunque va cayendo en desuso es el de ancianos. “El adulto mayor pasa por una etapa de la vida que se considera como la última, en la que los proyectos de vida ya se han consumado, siendo posible poder disfrutar de lo que queda de vida con mayor tranquilidad Usualmente las personas de la tercera edad han dejado de trabajar, o bien se jubilan, por lo que su nivel de ingresos decrece en forma considerable, lo que junto con los problemas de salud asociados a la edad pueden traer consecuencias en todos los ámbitos de su vida” (Sosa, 2016, p. 22).

Esta situación hace que las personas de la tercera edad muchas veces sean consideradas como un estorbo para la familia, por lo que por lo general se ha convertido en un creciente problema para la sociedad, uno de los más importante viene siendo el abandono. “Otra opción muchas veces tomada consiste en los asilos que se especializan en sus cuidados (de todas maneras hay que considerar en la actualidad los asilos o casas de reposo para el adulto mayor se han sofisticado crecientemente debido a la demanda del mercado, y los más sofisticados de entre estos establecimientos cuentan con comodidades y cuidados envidiables como spas,

gimnasios, televisores de plasma y otros, aunque por supuesto los servicios van en relación directa con su precio, que puede llegar a ser considerable)” (Sosa, 2016, p. 23).

Como se observa, se trata de un grupo de personas fuertemente discriminado pues se comete el error de considerarlas inoperantes o incapacitadas, enfermas o simplemente “viejos”, que no pueden cumplir con las tareas básicas de cualquier ser humano. Debido a esta situación, muy difícil para las sociedades cuyas edades promedio de vida sobrepasan los 65 años, los gobiernos y municipios se han ocupado de crear centros especializados que sean de una forma u otra responsables de atenderlos y establecer políticas y tratamientos en diferentes áreas de la vida cotidiana, sobre todo, otorgándoles beneficios especiales relacionados con los servicios sociales y de salud. Dicha tarea ha tomado auge en los últimos años al alcanzar una gran aceptación entre familias y amigos los cuales comprueban cómo mejoran su calidad de vida luego de haber incorporado nuevos incentivos y vínculos interpersonales. “La anterior concepción de la tercera edad en la mayoría de los casos se encuentra bastante alejada de la realidad que estas personas viven Muchas veces siguen siendo personas perfectamente sanas y activas, llenas de vitalidad que disfrutan de la tranquilidad de haber cumplido con todos los sus proyectos de vida, pudiendo disfrutar de la familia, los nietos y los triunfos acumulados durante la vida” (Sosa, 2016, p. 24).

Figura No. 7. Adultos mayores.



Fuente: (Oroza, 2013).

8.1.6 Calidad de vida en el Adulto Mayor

Que la esperanza de vida haya aumentado significativamente en los últimos años, dice Acosta (2015), “no necesariamente indica que la calidad con la que se vivan los años en la última etapa de la vida haya mejorado. De ahí que sea necesario buscar estrategias que contribuyan a la mejora de la calidad de vida de los adultos mayores”. El hecho de que la población de la tercera edad vaya en aumento deriva en la necesidad de que se desarrollen planes de acciones para la atención adecuada y necesaria en el ámbito de la salud, en lo social y en lo económico.

Que por un lado se garantice una atención médica y psicológica de calidad, una sociedad que no los segregue y estigmatice, sino al contrario, los dignifique y al mismo tiempo los Estados asuman la responsabilidad en la creación de políticas reales, dirigidas a garantizarles un ingreso económico decoroso llevar una vida de calidad. “Bajo este contexto y debido a las características y cambios asociados al proceso de envejecer, es importante conocer la calidad de vida con la que se vive esta etapa. Este conocimiento es de interés principal en el área de la salud, ya que ésta es la más importante en la percepción de bienestar en los ancianos; sin embargo, la calidad de vida no sólo está enfocada a evaluar este aspecto, sino que también se incluyen los factores sociales, económicos y personales” (OMS, 2014).

Por otro lado, no todas las personas viven una vejez de la misma manera, pues su funcionamiento durante ésta se encuentra relacionado con las acciones y omisiones que cada persona realiza durante el transcurso de su vida; es decir, “la vejez se construye desde la juventud, así, a pesar de que el proceso de envejecimiento es normal, natural inevitable, puede tener distintos resultados, generalmente reflejo de los cuidados o descuidos tenidos a lo largo de la vida”. “El garantizar una vida de calidad a las personas mayores es un nuevo reto que seguirá cobrando importancia en el contexto de la cooperación internacional y en las agendas nacionales en la mayoría de los países durante las próximas décadas. En el plano individual, las personas que ya cumplieron 50 años podrían llegar a cumplir 100; por ende, es urgente reflexionar sobre la calidad de vida que se quiere tener en la vejez y tomar medidas encaminadas a proteger la salud y bienestar en el futuro” (Acosta, 2015, p. 32).

Sin embargo, estas medidas tendrán que tomarse a partir del conocimiento que se derive de dicho fenómeno y su estudio y es por lo que la Psicología promete hacer muchos aportes valiosos al estudio del comportamiento de los adultos mayores y de su entorno, para contribuir con intervenciones dirigidas a mejorar la calidad de vida.

La calidad de vida, explica Oroza (2013), “aparece como objeto de estudio de la Psicología por ser un componente central del bienestar, que está muy relacionado con otros aspectos del funcionamiento humano de naturaleza eminentemente psicológica”. De ahí que sea necesario conocer primeramente una definición: ¿Qué se entiende por calidad de vida?

Históricamente, refiere Campbell (2016), “la calidad de vida estaba vinculada a factores económicos y sociales”, sin embargo, en la actualidad queda claro la participación de diversas disciplinas que han contribuido a profundizar en sus características y necesidades elementales. “De ahí que cuando se pretende dar una definición de calidad de vida, se observan múltiples acercamientos y se encuentra una indefinición del término, el cual se asocia, por un lado, con nivel de vida o estilo de vida, y por otro, con bienestar y salud, satisfacción e incluso con felicidad” (Campbell, 2016, pág. 37).

Así, para la calidad de vida existe una falta de consenso sobre una única definición aunque la mayoría de los autores coinciden en que no existe un enfoque único y transversal que pueda definirla y explicarla totalmente. Algunas de las acabadas definiciones que han sido sugeridas son: “Para Velarde-Jurado y Ávila-Figueroa (2002), la calidad de vida es un estado de bienestar que recibe la influencia de factores como empleo, vivienda, acceso a servicios públicos, comunicaciones, urbanización, criminalidad, contaminación del ambiente y otros que conforman el entorno social y que influyen sobre el desarrollo humano de una comunidad Giusti (1991) define la calidad de vida como un estado de bienestar físico, social, emocional, espiritual, intelectual y ocupacional que le permite al individuo satisfacer apropiadamente sus necesidades individuales y colectivas Por otro lado, a partir de la propuesta de la Organización de las Naciones Unidas que plantea la salud, la alimentación, la educación, el trabajo, la vivienda, la seguridad social, el vestido, el ocio y los derechos humanos como los principales componentes de la calidad de vida, Levi y Anderson(1980) Delimitan el concepto y señalan: “entendemos una medida compuesta de bienestar físico, mental y social, tal y como la percibe cada individuo y cada grupo, y de felicidad, satisfacción y recompensa” (Campbell, 2016, p. 39).

Por tanto, es indudable que el concepto calidad de vida va unido a la evaluación de bienestar de los individuos y del ambiente en que viven y desarrollan su vida las personas, de tal manera que la valoración que cada sujeto hace de su calidad de vida se basa en gran medida en un proceso cognitivo de comparación, cuyos criterios se relacionan con el propio nivel de

aspiraciones personales, expectativas, grupos de referencia, valores personales, actitudes y necesidades.

El concepto de calidad de vida, resalta Campbell (2016), “hace referencia a un proceso dinámico que ha sufrido profundas modificaciones en las tres últimas décadas, evolucionando desde una concepción sociológica hasta la actual perspectiva psicosocial, en la que se incluyen los aspectos tanto objetivos como subjetivos del bienestar o de la satisfacción personal con la vida, siendo estos últimos los que adquieren mayor relevancia”. “La satisfacción y la felicidad son indicadores de bienestar subjetivo y que éste está constituido por tres componentes relacionados entre sí: afecto positivo, ausencia de afecto negativo y satisfacción de la vida como un todo La felicidad como apreciación global de la vida involucra una estimación afectiva y un menor juicio cognitivo y consiste en la preponderancia del afecto positivo sobre el negativo, al evaluarse afectivamente la situación” (Sosa, 2016, p. 42).

Sin embargo, y a los efectos de esta investigación, se requiere dar una definición de calidad de vida que se corresponda con su vinculación de manera integral con la salud física del adulto mayor y los pacientes de apoplejía. En esta definición se tiene en cuenta el estado psicológico, el nivel de independencia, las relaciones sociales y su relación con los hechos importantes del medio ambiente. De ahí que parece apropiada la propuesta que realiza la Organización Mundial de la Salud OMS, 2014, que la ha definido de manera incluyente como “la percepción de los individuos de su posición en la vida en el contexto de su cultura y sistema de valores en la cual ellos viven y en relación a sus metas, expectativas, estándares e intereses”. “Tanto en los medios de comunicación, como en el lenguaje corriente de la gente, se ha incorporado el término “calidad de vida” que se refiere “a una serie de factores que contribuyen a mejorar el bienestar de las personas en su actividad habitual Es necesario reflexionar en qué consiste, o que elementos integran los componentes de la calidad de vida, por ello, básicamente se deben nombrar los siguientes: confort, prevención en salud, equilibrio emocional y tranquilidad espiritual, alimentación adecuada, aptitud física y descanso y tiempo libre” (OMS, 2014).

8.1.7 Beneficios de la práctica de ejercicios para el Adulto Mayor

Con el envejecimiento sobrevienen una serie de modificaciones en el funcionamiento de los órganos y los sistemas del cuerpo humano. En los adultos mayores, suele ocurrir una notable

disminución de la fuerza y la masa muscular como consecuencia de permanecer en inactividad por períodos prolongados. A continuación se citan algunos beneficios que los ejercicios físicos aportan según Sosa (2016), a la salud de los adultos mayores:

- **Área física**

Evita la pérdida de masa muscular.

Favorece la movilidad articular.

Mejora la elasticidad, la fuerza y la agilidad.

Evita la desmineralización ósea.

Aumenta la capacidad respiratoria.

Aumenta la oxigenación de los tejidos.

Evita el deterioro del rendimiento cardíaco.

Hace más efectiva la contracción cardíaca.

Evita la fatiga al mínimo esfuerzo.

Evita la obesidad.

Mejora el rendimiento físico global.

Mejora la capacidad de contracción de la red arterial periférica, disminuye el riesgo de formación de coágulos y el éxtasis venoso.

Estimula la eliminación de las sustancias de desecho.

Marcha más segura y rápida, elimina riesgos de caídas.

- **Área psíquica**

Conserva ágiles y atentos los sentidos.

Aumenta la ilusión de vivir.

Aumenta la alegría y el optimismo.

Refuerza la actividad intelectual.

Mejora la interrelación social.

Combate la soledad y el aislamiento.

Mejora la imagen personal.

Contribuye al equilibrio psicoafectivo.

Mejora y facilita el sueño.

El ejercicio es fuente de salud.

8.1.8 Normas de diseño para una Máquina Ejercitadora Ergonómica

En los países considerados del primer mundo, léase países desarrollados, los tratamientos que utilizan la cultura física terapéutica como método de recuperación para los pacientes que

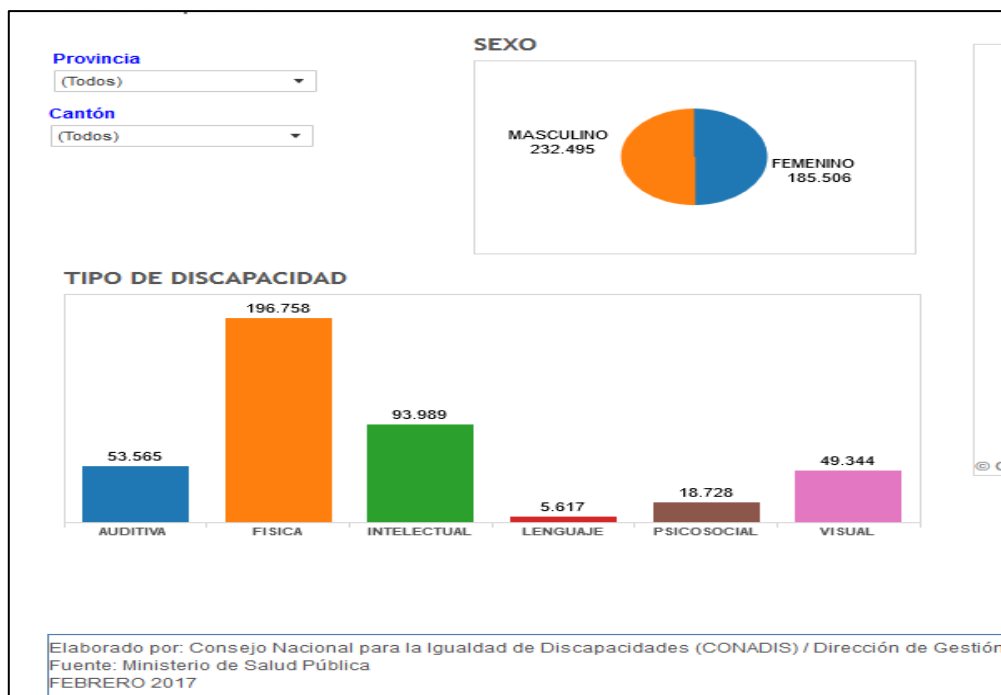
padecen apoplejía y las personas de la tercera edad se encuentra en los niveles más altos de la pirámide curativa debido a su significación biológica, fisiológica y psicológica en la vida del ser humano.

La rehabilitación por medio de los ejercicios físicos en estos países se realiza todo el tiempo mediante máquinas ejercitadoras que los complejizan contribuyendo a disminuir los tiempos de recuperación y la dependencia de sus cuidadoras mejorando a elevar la calidad de vida de los sobrevivientes de accidentes cerebrovasculares y de las personas que han superado los 65 años de edad.

En los países de América Latina, estas máquinas ejercitadoras se han ido introduciendo poco a poco aunque por su alto costo, todavía no son parte de la metodología de trabajo que se aplica en los centros hospitalarios que ofrecen sus servicios a los sectores populares, debido ante todo, a las cantidades de dinero que representa la adquisición de este tipo de aparatos.

De acuerdo con los datos que se ofrecen en la página web del Consejo Nacional para la igualdad de los Discapacitados (CONADIS), se puede conocer desde el punto de vista estadístico, las cifras siguientes:

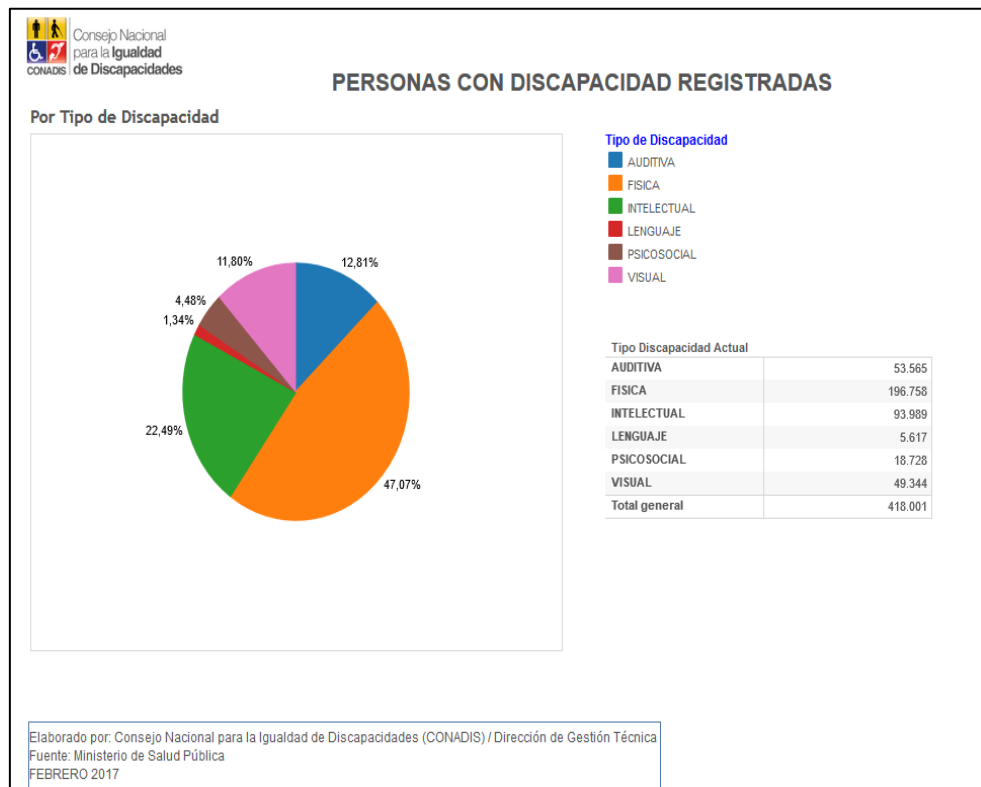
Gráfico No. 2. Personas registradas con discapacidades en Ecuador.



Fuente: (CONADIS, 2014).

Como se observa en la imagen anterior, la cifra de personas registradas en todo el país con discapacidades físicas supera ampliamente al resto de limitaciones por lo que la Máquina Ejercitadora Ergonómica que se propone puede servir incluso para su aplicación a lo largo y ancho de toda la sociedad ecuatoriana.

Gráfico No. 3. Personas registradas con discapacidades en Latacunga.



Fuente: (CONADIS, 2014).

Para el caso del Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga, la característica de los pacientes que asisten al mismo por padecer de paraplejia, así como las personas de la tercera edad, es que son individuos de escasos recursos económicos, que no se podrían dar el lujo de pagar un servicio de rehabilitación que incluya ejercitarse ayudados por una Máquina Ejercitadora Ergonómica, y es que la clave de una rehabilitación exitosa en la actualidad se encuentra, además de en la actitud de la persona, en la destreza y complejidad del equipo tecnológico con que se ayude a efectuar sus ejercicios terapéuticos.

Para aplicar las normas de diseño de una Máquina Ejercitadora Ergonómica en función de la rehabilitación física de pacientes con paraplejía y personas de la tercera edad, es necesario

ante todo, tener en cuenta una serie de informaciones referentes a las características físicas del ser humano, las cuales se presentan a continuación:

Tabla No. 3. Peso de distintas partes del cuerpo.

PARTE DEL CUERPO	PORCENTAJE
Mano	0,7%
Antebrazo sin la mano	1,6%
Brazo completo	5%
Parte inferior de la pierna con el pie	5,9%
Muslo	10,1%
Pierna completa	16%

Fuente: (Caillet, 2016).

8.1.8.1 Normas ergonómicas aplicadas

Una Máquina Ejercitadora Ergonómica aplicada a la rehabilitación y procesos de ejercicios en el Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga para el uso de las personas con apoplejía y adultos de la tercera edad, puede contribuir incuestionablemente con la elevación de sus niveles de calidad de vida. En el diseño y construcción del prototipo de máquina propuesta se tuvieron presente fueran cumplidas las normas “Normas Jurídicas de Discapacidad Del Ecuador”; Lineamiento 7 “Accesibilidad” de las normas jurídicas plantea:

“7.1 Garantizar a las personas con discapacidad condiciones de seguridad, autonomía y usabilidad mediante la aplicación de principios de diseño universal”.

“7.2 Eliminar las barreras físicas que impiden el acceso y uso de espacios públicos”.

“7.4 Garantizar la seguridad y autonomía de las personas con discapacidades en el uso de servicios de transporte”.

“UNE-EN 614-1:2006+A1:2009 Seguridad de las máquinas Principios de diseño ergonómico Parte 1: Terminología y principios generales, esta norma europea establece los principios ergonómicos a tener en cuenta durante el proceso de diseño de las máquinas, se refiere a las interacciones entre los operadores y las máquinas durante la instalación, operación, preparación, mantenimiento, limpieza, desmontaje, reparación y transporte del equipo y resume los principios a considerar para tener en cuenta la salud, la seguridad y el bienestar del operador Proporciona un marco que abarca una gama de normas sobre ergonomía más específicas, así como, otras normas también aplicables al diseño de máquinas, los principios ergonómicos enunciados en esta norma europea son aplicables a todo el ámbito de las características y capacidades humanas con el objeto de asegurar la salud, la seguridad y el bienestar, así como, el comportamiento global del sistema” (INSHT, 2009).

“UNE-EN 547-2:1997+A1:2009 Seguridad de las máquinas Medidas del cuerpo humano. Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso, especifica las dimensiones de las aberturas de acceso aplicables a las máquinas definidas en la Norma EN 292-1 y aquellas para los que son de aplicación los valores dados en la Norma EN 547-3, los valores para los espacios suplementarios requeridos se incluyen en el anexo A, ha sido elaborada fundamentalmente para máquinas fijas, muestra cómo combinar los datos antropométricos con los espacios suplementarios correspondientes, están basadas en los valores correspondientes al percentil 95, mientras que las distancias de alcance lo están en los valores del percentil 5, tomándose como base la dimensión del cuerpo más desfavorable de la población de usuarios prevista Los mismos principios se aplican al emplazamiento de las aberturas de acceso sistema” (INSHT, 2009).

“UNE-EN ISO 12100-1:2004+A1:2010 Seguridad de las máquinas Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología, el apartado 4.9 de esta norma alerta de los peligros producidos por no respetar los principios de la ergonomía en el diseño de las máquinas, que se pueden manifestar por efectos fisiológicos, efectos psicofisiológicos y errores humanos sistema” (INSHT, 2009).

“ISO 26800:2011. Ergonomics - General approach, principles and concepts, esta norma internacional describe el enfoque general de la ergonomía y especifica sus principios y conceptos de base, estos son aplicables al diseño y evaluación de tareas, puestos de trabajo, productos, herramientas, equipos, sistemas, organizaciones, servicios, instalaciones y entornos, con el fin de hacerlos compatibles con las características, necesidades y valores, y

las capacidades y limitaciones de las personas, las recomendaciones dadas por la esta norma internacional están destinadas a mejorar la seguridad, funcionamiento, eficacia, eficiencia, fiabilidad, disponibilidad y mantenimiento del resultado del diseño a lo largo de todo su ciclo de vida, preservando y favoreciendo la salud, el bienestar y la satisfacción de las personas implicadas o afectadas, los destinatarios de esta norma son los diseñadores, ergónomos y jefes de proyecto, así como, los mandos, trabajadores, consumidores (o sus representantes), y también los suministradores Sirve igualmente como de norma de referencia para la elaboración de otras normas internacionales que incluyan aspectos ergonómicos sistema” (INSHT, 2009).

8.1.8.2 Ergonomía física

La ergonomía que se tuvo en cuenta para el diseño de la Máquina Ejercitadora Ergonómica fue la física, ya que el propósito fundamental de la misma es la rehabilitación física de la población objeto de estudio. La ergonomía física se ocupa de las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas del usuario, en tanto que se relacionan con la actividad física.

Sus temas más relevantes incluyen posturas de trabajo, sobreesfuerzo, manejo manual de materiales, movimientos repetitivos, lesiones músculo-tendinosas (LMT) de origen laboral, diseño de puestos de trabajo, seguridad y salud ocupacional.

8.1.8.3 Riesgos ergonómicos presentes en una máquina ejercitadora

Los riesgos ergonómicos, son una condición relacionada con el esfuerzo físico que puede estar presente o no en un puesto de trabajo. Si está presente, es posible que la persona expuesta pueda sufrir con el tiempo un daño musculo esquelético que afecte a su salud. Para valorar si esta exposición es demasiado peligrosa, se deberá evaluar el riesgo.

De acuerdo con la afirmación anterior, el riesgo ergonómico se define según IEA (2017), como “la probabilidad de sufrir un evento adverso e indeseado (accidente o enfermedad) en el trabajo y condicionado por ciertos factores de riesgo ergonómico”. De esta manera, los actores principales de un riesgo ergonómico, continúa IEA (2017), son “un conjunto de atributos de la tarea o del puesto, más o menos claramente definidos, que inciden en aumentar la probabilidad de que un sujeto, expuesto a ellos, desarrolle una

lesión en su trabajo”. Igualmente, la IEA (2017) considera que los factores de riesgo ergonómico son:

Factores biomecánicos, entre los que destacan la repetitividad, la fuerza y la postura:

- Mantenimiento de posturas forzadas de uno o varios miembros, por ejemplo, derivadas del uso de herramientas con diseño defectuoso, que obligan a desviaciones excesivas, movimientos rotativos, etc.
- Aplicación de una fuerza excesiva desarrollada por pequeños paquetes musculares/tendinosos, por ejemplo, por el uso de guantes junto con herramientas que obligan a restricciones en los movimientos.
- Ciclos de trabajo cortos y repetitivos, sistemas de trabajo a prima en cadena que obligan a movimientos rápidos y con una elevada frecuencia.
- Uso de máquinas o herramientas que transmiten vibraciones al cuerpo.

Factores psicosociales

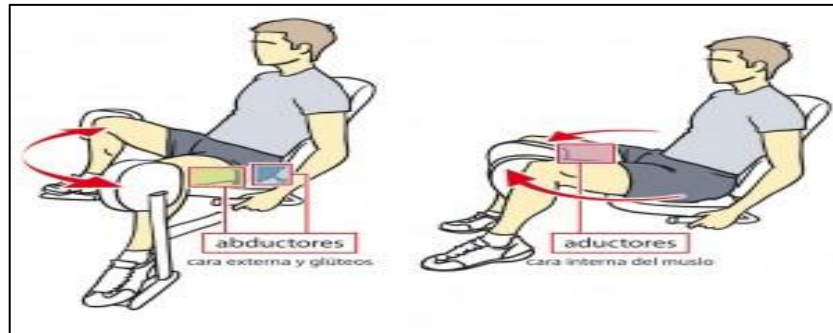
- Trabajo monótono.
- Falta de control sobre la propia tarea.
- Malas relaciones sociales en el trabajo.
- Penosidad percibida o presión de tiempo.

8.1.8.4 Funciones mecánicas

Las funciones de la Máquina Ejercitadora Ergonómica serán de dos tipos, de forma mecánica y/o automática, lo que significa que tanto el profesional encargado (terapeuta) como el paciente, podrán desarrollar los ejercicios orientados de acuerdo con los criterios personales acordados.

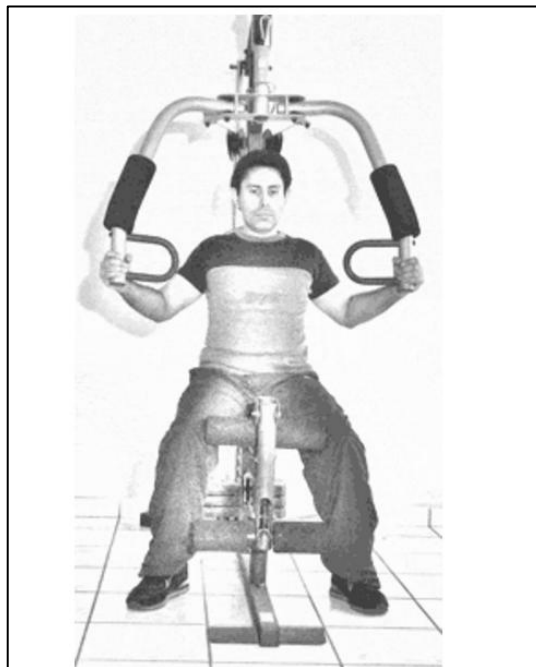
Los ejercicios que se podrán desplegar serán tanto con las extremidades superiores como con las inferiores o ambas a la vez y desde la posición de sentado:

Figura No. 8. Posición a adoptar para trabajar piernas.



Fuente: (Panchi Mallitasig, 2016).

Figura No. 9. Posición a adaptar para trabajar brazos.



Fuente: (Panchi Mallitasig, 2016).

8.1.8.5 Ergonomía de la Máquina Ejercitadora Ergonómica

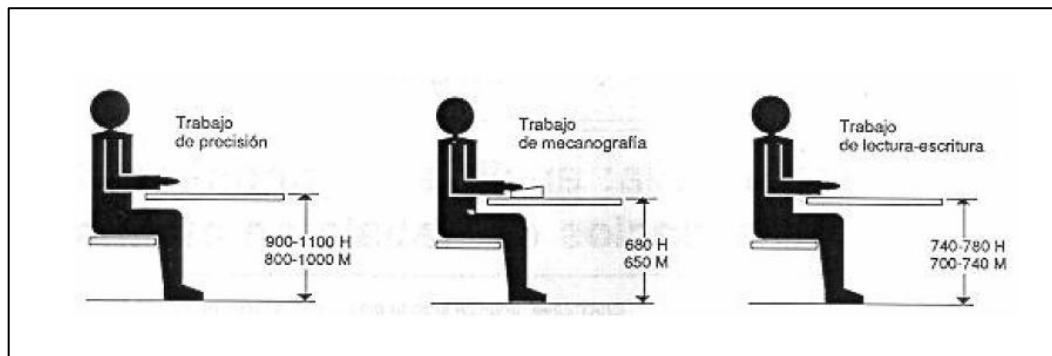
Ante todo se tendrá en cuenta el espacio del entorno donde irá colocada la Máquina Ejercitadora Ergonómica. Para ello, será necesario:

- El espacio será lo suficientemente espacioso para que no haya que adoptar ningún tipo de postura forzada.
- Debe existir un perímetro de trabajo lo suficientemente amplio como para que tanto la persona como el terapeuta puedan moverse de forma amplia y segura.
- El perímetro donde será ubicada la Máquina Ejercitadora Ergonómica deberá tener al menos un área de 6 metros cuadrados.

Las medidas tenidas en cuenta consideradas como satisfactorias a partir de la posición del brazo en posición horizontal o ligeramente hacia abajo fueron:

- Altura del plano de trabajo. (Para hombres: entre 68 y 77 cm y para mujeres: entre 65 y 74 cm)
- Espacio reservado para las piernas. (Al menos 70 cm de ancho por 65 cm de alto).
- Zonas de alcance óptimas de los brazos y manos. (Para hombres: entre 68 y 77 cm y para mujeres: entre 55 y 35 cm).

Figura No. 10. Alturas mínimas para la posición de sentado.



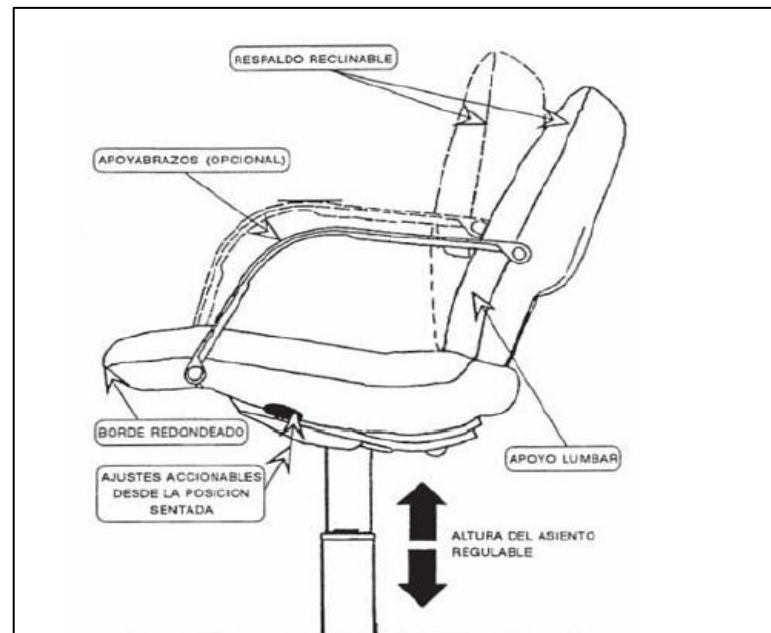
Fuente: (Álvarez, 2014).

La silla de trabajo tiene en cuenta la postura del tronco y la movilidad de la espalda y las piernas. Para ello se diseñó:

El asiento: garantiza la libertad de movimientos y postura cómoda. Tiene forma rectangular, con esquinas redondeadas y sin aristas ni cantos duros. El borde delantero es curvado para evitar compresiones debajo de los muslos y las rodillas.

El respaldo: Llega como mínimo hasta la mitad de la espalda sin que sea demasiado ancha la parte superior para no restar facilidad de movimientos a los brazos. Permite la transpiración y el intercambio de calor.

Figura No. 11. Asiento de la Máquina Ejercitadora Ergonómica.



Fuente (Álvarez, 2014)

8.1.8.6 Riesgos ergonómicos

Sobreesfuerzos producidos por trastornos o lesiones músculo-esqueléticos, originadas fundamentalmente por la adopción de posturas forzadas, la realización de movimientos repetitivos, por la manipulación manual de cargas y por la aplicación de fuerzas.

- **Posturas forzadas:** posiciones que adopta un trabajador cuando realiza las tareas del puesto, donde una o varias regiones anatómicas dejan de estar en posición natural para pasar a una posición que genera hipertensiones, hiperflexiones y/o hiperrotaciones en distintas partes de su cuerpo. Los factores de riesgo son:
 - La frecuencia de movimientos.
 - La duración de la postura.
 - Posturas de tronco.
 - Posturas de cuello.
 - Posturas de la extremidad superior.
 - Posturas de la extremidad inferior.
- **Movimientos repetitivos:** Se considera trabajo repetitivo a cualquier movimiento que se repite en ciclos inferiores a 30 segundos o cuando más del 50% del ciclo se emplea para efectuar el mismo movimiento. Además cuando una tarea repetitiva se realiza

durante el menos 2 horas durante la jornada es necesario evaluar su nivel de riesgo.

Los factores de riesgo son:

La frecuencia de movimientos.

El uso de fuerza.

La adopción de posturas y movimientos forzados.

Los tiempos de recuperación insuficiente.

La duración del trabajo repetitivo.

9. HIPÓTESIS

Una Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación de pacientes parapléjicos y adultos mayores que asisten al Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga, contribuirá a elevar sus niveles de calidad de vida.

- Variable independiente.

Máquina Ejercitadora Ergonómica.

- Variable dependiente

Calidad de vida de los pacientes con paraplejia y adultos mayores.

10. METODOLOGÍA, DISEÑO EXPERIMENTAL Y CONSTRUCCIÓN

10.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es mixto cuanti-cualitativo, cualitativa porque es normativa, explícita y realista a partir su desarrollo con las características que identifican a los Pacientes parapléjicos y personas de la tercera edad; y cuantitativa, porque se realizó un trabajo de cálculo y diseño mecánico en función de una Máquina Ejercitadora Ergonómica.

10.2 Modalidad básica de la investigación

La investigación tuvo las siguientes modalidades: Bibliográfica y De campo.

Bibliográfica: Según Astudillo (2012), tuvo el propósito de detectar, ampliar y profundizar diferentes enfoques teóricos, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre la relación entre la necesidad de incluir en los tratamientos fisioterapéuticos de los pacientes parapléjicos y personas de la tercera edad una Máquina Ejercitadora Ergonómica como forma

de elevar su calidad de vida, basándose en documentos como fuente primaria y libros, revistas y otras publicaciones como fuente secundarias.

De campo: Según Astudillo (2012), es el estudio sistemático de los hechos en el lugar donde se producen. En esta modalidad, el investigador se vinculó directamente en el lugar donde se produce la situación problemática, tanto con los pacientes parapléjicos y personas de la tercera edad como con el personal encargado de ofrecer los tratamientos terapéuticos.

10.3 Tipos de investigación

Exploratoria

Según Astudillo (2012), este nivel de investigación posee una metodología flexible, lo que permite trabajar los datos obtenidos con una mayor amplitud y dispersión para generar hipótesis y reconocer variables de interés social como el proceso actual en el Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga, al profundizar un problema poco investigado o desconocido, en un contexto poco particular.

Descriptiva

Según Astudillo (2012), es un nivel de investigación de medición preciso, requiere de conocimientos suficientes, tiene intereses de acción social y académica, compara entre dos o más fenómenos, situaciones o estructuras, clasifican el comportamiento según ciertos criterios, caracteriza a una comunidad y distribuye datos de variables consideradas aisladamente. En la presente investigación se reseñan las características y los rasgos de la situación objeto de estudio a partir de la necesidad de implementar una Máquina Ejercitadora Ergonómica para los pacientes parapléjicos y personas de la tercera edad que se atienden en el Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga.

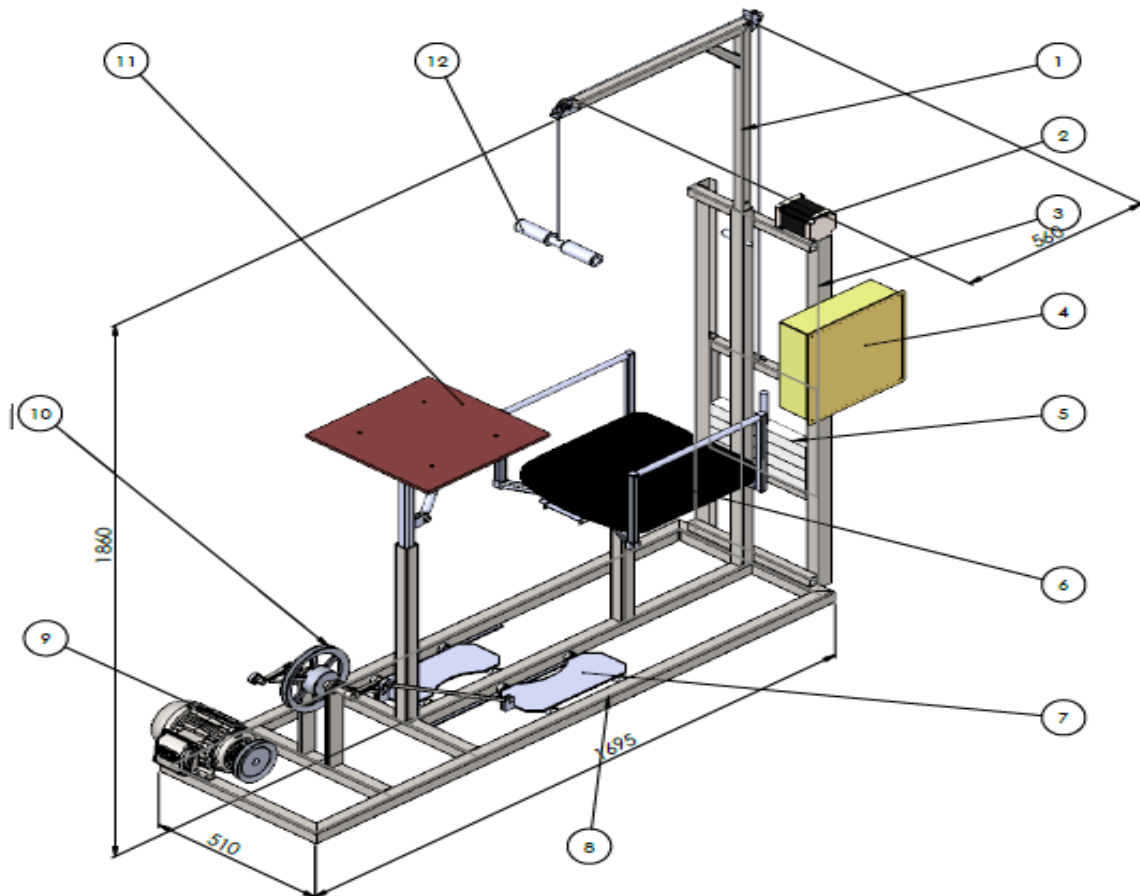
10.4 Diseño de la Máquina Ejercitadora Ergonómica

Los métodos científicos aplicados en este trabajo fueron la deducción e inducción para mediante la búsqueda bibliográfica de libros y artículos científicos, desarrollar la teoría sustento de las variables establecidas. Además, se aplicaron el análisis y la síntesis en función de derivar las conclusiones necesarias para obtener un diseño acorde con los objetivos propuestos.

Las técnicas igualmente aplicadas fueron la investigación y el trabajo de campo, los cuales se vieron reflejados en la aplicación de una encuesta a las personas con paraplejia del Centro de Rehabilitación del Patronato y el trabajo teórico práctico desarrollado para la construcción de la Máquina Ejercitadora Ergonómica que se presenta.

10.4.1 Estructura de la Máquina Ejercitadora Ergonómica

Figura No. 12. Esquema general de la Máquina.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Estructura o soporte

1. Guía de pesas
2. Motor a pasos NEMA 34
3. Estructura de soporte de pesas
4. Tablero de Control
5. Pesas
6. Sillas
7. Soporte de pie
8. Estructura base Principal
9. Motor Eléctrico ¼ HP
10. Sistema de Transmisión
11. Mesa

12. Mango y Cuerda

10.4.2 Sistema de funcionamiento de la Máquina

Se ha dividido la máquina en cuatro partes o sistemas de poder identificar sus componentes y funciones que son las siguientes:

1.2.1. Estructura

1.2.2. Sistema de transmisión por correas

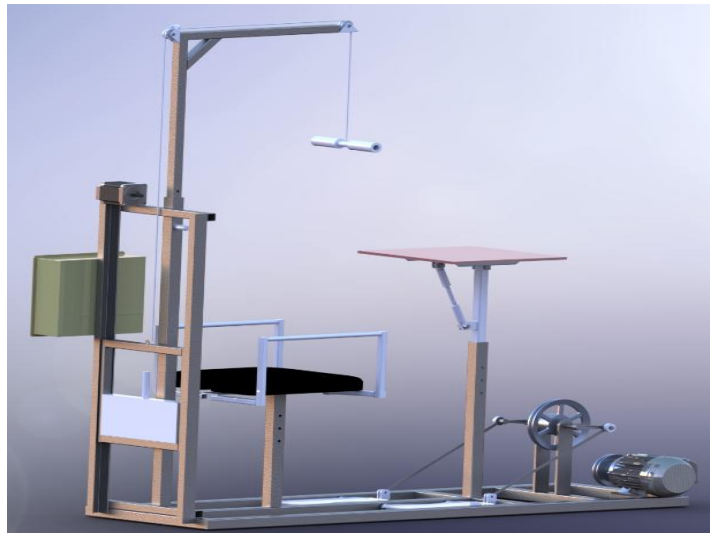
1.2.3. Sistema de transmisión de potencia

1.2.4. Sistema de Control

Estructura

La estructura es el soporte de todos de todos los sistemas y demás componentes, la cual está debidamente ensamblada y diseñada, para que sobre ella reposen, los motores, mesa, Tablero de control, silla, soportes del pie mango y cuerda. Ver (fig. 13).

Figura No. 13. Estructura de la Máquina.

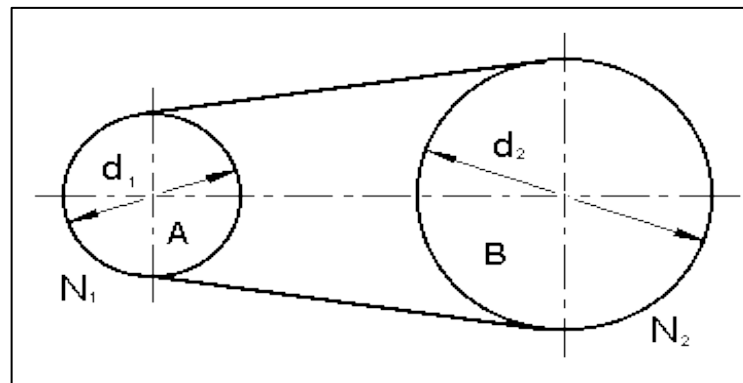


Elaborado por: Freddy Zamora.

10.4.3 Sistema de transmisión por correas

Es un Tipo de transmisión la cual consiste en la unión de dos o más poleas, ruedas sujetas a un movimiento de rotación circular uniforme por medio de una banda, cable, etc. La cual abraza a las poleas ejerciendo fuerza de fricción suministrando energía desde la rueda motriz. Ver (fig. 14).

Figura No. 14. Relación de transmisión.

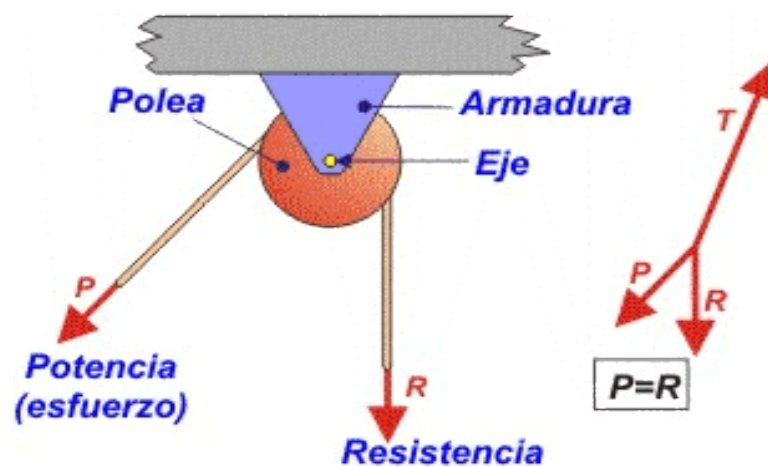


Elaborado por: Freddy Zamora.

10.4.4 Polea Fija

Es una palanca de primer género cuyo eje es fijo, donde la potencia se aplica a un extremo de la cuerda y la resistencia al otro. Ver (fig. 15) (Vallejo, 2012).

Figura No. 15. Relación potencia- fuerza.

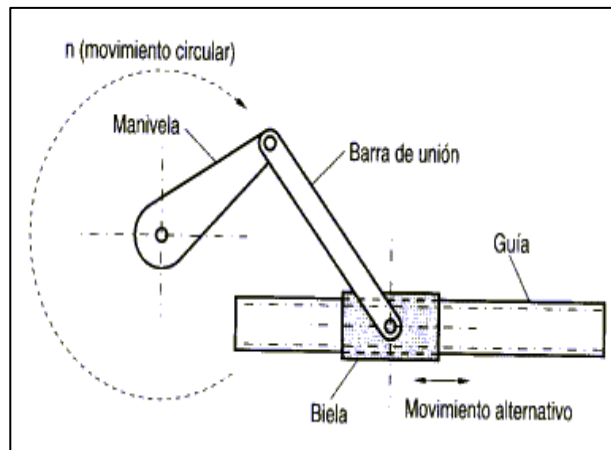


Elaborado por: Freddy Zamora.

10.4.5 Sistema de transmisión de potencia

Es un sistema biela manivela que transmite un esfuerzo motor por medio de un eje con polea y dos brazos que está sometido a un Movimiento Circular Uniforme. Ver (fig. 16).

Figura No. 16. Sistema biela-manivela (A).

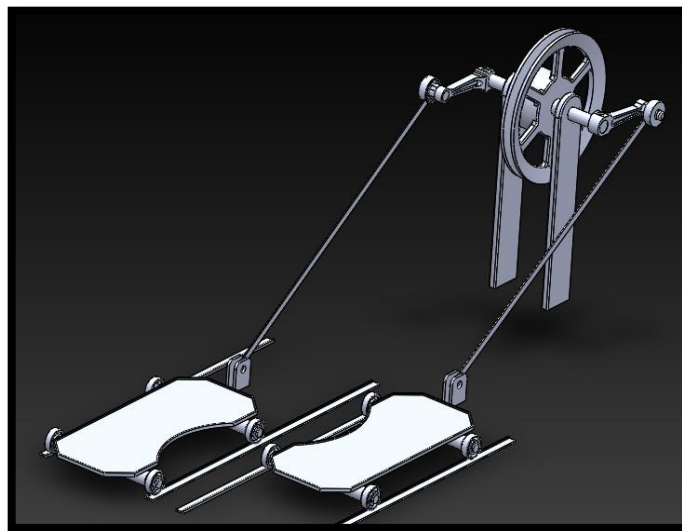


Elaborado por: Freddy Zamora.

10.4.5.1 Soporte del pie

El sistema biela- manivela transmite movimiento a los soportes de los pies por medio de dos ejes, el cual transforma el movimiento circulara uniforme a movimiento rectilíneo uniforme permitiendo el movimiento de las extremidades inferiores de cuerpo humano. (Ver fig.17).

Figura No. 17. Sistema biela-manivela (B).

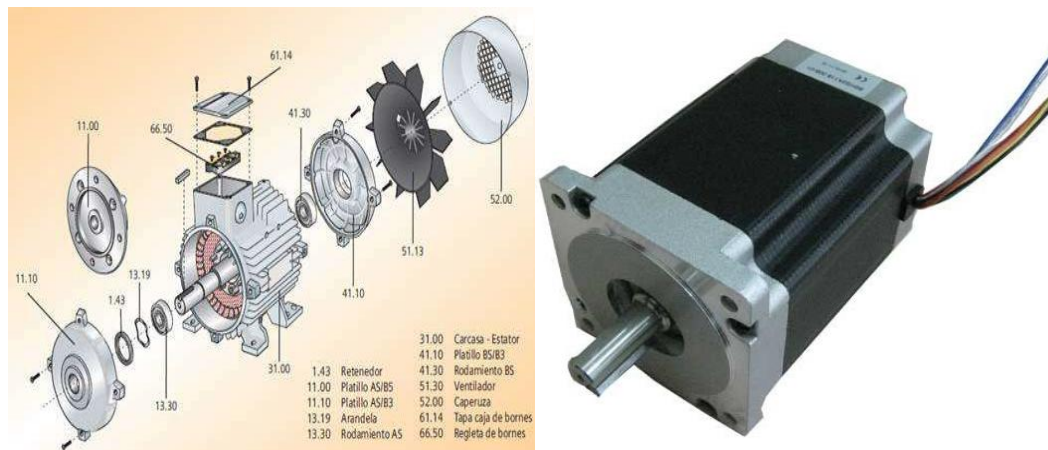


Elaborado por: Freddy Zamora.

10.4.6 Sistema de Control

Es la fuentes de alimentación eléctrica para el Motor Monofásico del movimiento de las extremidades inferíos y el Motor Paso a Paso NEMA 34 el cual permite el movimiento de las extremidades superiores. Ver (fig. 18).

Figura No. 18. Motor Monofásico ¼ HP y Motor NEMA 34.



Elaborado por: Freddy Zamora.

10.4.7 Ecuaciones Fundamentales

10.4.7.1 Sistema de ecuaciones de la maquina ejercitadora ergonómica

Estructura

La estructura es el soporte de todos de todos los sistemas y demás componentes, la cual está debidamente ensamblada y diseñada, para que sobre ella reposen, los motores, mesa, Tablero de control, silla, soportes del pie mango y cuerda

Cálculo del peso de la estructura (Russell, 2016).

Calculo del peso fuerza ejercido por acción de la gravedad en función de la masa presentada.

$$W_{me} = M_{me} * g \quad \text{Ec.1}$$

Donde:

- M_{me} = masa presentada en la tabla 1, estructura compuesta por varios materiales (kg)
- W_{me} = peso fuerza ejercido por acción de la gravedad en función de la masa presentada (N) en la tabla 1
- G = aceleración de la gravedad (m/s^2)

Cálculo de la carga muerta considerando un factor crítico de 20%. (Russell, 2016).

$$W_s = 0.2 * W_{me} \quad \text{Ec.2}$$

Donde:

- W_s = Sobre carga al 20% del peso muerto (N)

- Wme = peso fuerza ejercido por acción de la gravedad en función de la masa presentada (N)
- K= 20% Factor Crítico

Cálculo de la carga muerta total. (Russell, 2016).

$$C_{mt} = W_{me} + W_s \quad \text{Ec.3}$$

Donde:

- Cmt= Carga muerta Total (N)
- Wme = peso fuerza ejercido por acción de la gravedad en función de la masa presentada(N)
- Ws= sobre carga al 20% del peso muerto (N)

Cálculo aproximado de peso ejercido por la persona a rehabilitarse. (Russell, 2016).

$$W_p = M_p * g \quad \text{Ec.4}$$

Donde:

- Mp= Masa aproximada de la persona (lb)
- Wp= peso aproximado de la persona (N)
- g= aceleración de la gravedad (m/s^2)

Cálculo de la carga viva considerando un factor crítico de 20% de seguridad. (Russell, 2016).

$$W_{sp} = 0.2 * W_p \quad \text{Ec.5}$$

Donde:

- Wsp= sobre carga al 20% (N)
- Wp= peso aproximado de la persona. (N)
- K= 0.2

Cálculo de la carga viva total. (Russell, 2016).

$$C_v = W_p + W_{sp} \quad \text{Ec.6}$$

Donde:

- Cvt.= Carga viva Total es el peso adicional que se le suma a la carga muerta (N)
- Wp= peso aproximado de la persona (N)
- Wsp= sobre carga al 20% (N)

Selección de perfiles. (Russell, 2016).

$$\delta = \frac{M \cdot c}{I} \quad \text{Ec.7}$$

Donde:

- δ = Esfuerzo
- M = Momento flexionante
- C = distancia al centro de giro
- I = Momento de inercia respecto a la sección

$$I = I_e - I_i \quad \text{Ec.8}$$

$$I = \frac{behe^3}{12} - \frac{bihi^3}{12} \quad \text{Ec.9}$$

Donde:

- I = Inercia del Perfil
- I_e = Inercia exterior
- I_i = Inercia Interior
- $behe^3$ = Inercia exterior
- $bihi^3$ = Inercia Interior
- $K = 12$ constante

Esfuerzo cortante de los pasadores

Cálculo de la sobre carga máxima que podría producirse en la estructura. (Russell, 2016).

$$C_{max} = C_v + C_m \quad \text{Ec.10}$$

Donde:

- C_{max} = carga Máxima que podría producir en ele pasador (N)
- C_v = Carga Viva (N)
- C_m = Carga Muerta (N)

Cálculo carga mínima. (Russell, 2016).

$$A_{min} = \frac{C_{max}}{\delta_p} \quad \text{Ec.11}$$

Donde:

- A_{min} : Área mínima (mm)
- δp = Esfuerzo del Perfil (Ksi)
- C_{max} = carga máxima que podría producir en el pasador (N)

$$A_p = \pi * r^2 \quad \text{Ec.12}$$

Donde:

- A_p = Área de perfil (mm²)
- π =
- r^2 = Radio al cuadrado (mm)

10.4.7.2 Sistema de transmisión por correas

Es un Tipo de transmisión la cual consiste en la unión de dos o más poleas, ruedas sujetas a un movimiento de rotación circular uniforme por medio de una banda, cable, etc. La cual abraza a las poleas ejerciendo fuerza de fricción suministrando energía desde la rueda motriz.

Fórmula para la relación de transmisión de poleas. (Russell, 2016).

$$i = \frac{D_1}{D_2} \quad \text{Ec.13}$$

Datos:

- D_1 = Diámetro de la polea acoplada al motor (mm)
- D_2 = diámetro de la polea del sistema de transmisión (mm)

i = relación de transmisión

10.4.7.3 Sistema de transmisión de potencia

Es un sistema biela manivela que transmite un esfuerzo motor por medio de un eje con polea y dos brazos que está sometido a un Movimiento Circular Uniforme.

10.4.7.4 Sistema Biela-Manivela

Velocidad en los pedales

$$v_p = i * v_m \quad \text{Ec.14}$$

$$v_p = \omega * r \quad \text{Ec.15}$$

Datos:

- v_m = velocidad del motor 1200 Datos tomados de las tablas del motor (rpm)
- v_p =velocidad de los pedales (rpm)
- i = Polea de 203mm segunda polea
- V_p = Velocidad Pedal (m/s)
- W = Velocidad angular (rad/s)
- R : Radio (mm)

Cálculo de los ángulos α y β . (Russell, 2016).

$$v_B = \frac{v_A \cos \alpha}{\cos \beta} \quad \text{Ec.16}$$

Datos:

- V_A = velocidad manivela
- V_B = velocidad del pedal
- AD = DISTANCIA

10.4.7.5 Sistema de Control

Es la fuentes de alimentación eléctrica para el Motor Monofásico del movimiento de las extremidades inferiores y el Motor Paso a Paso NEMA 34 el cual permite el movimiento de las extremidades superiores.

Selección del motor

$$T = m * g \quad \text{Ec.17}$$

Datos:

- T = Tensión (N)
- M = masa (kg)
- G = Gravedad (m/s^2)

$$T_o = F * d \quad \text{Ec.18}$$

Donde:

- T_o = Torque necesario para levantar la fuerza F , en este caso la tensión de 200N (Nm)

- F= Tensión de la cuerda (N)
- D= Distancia del centro de la polea al punto donde se ejerce la fuerza (N)

$$T_o = T_r p \quad \text{Ec.19}$$

Donde:

- T_o = Torque (Nm)
- $T_r p$ = Tensión revolución por minuto (N)

10.4.8 Cálculo de la Máquina Ejercitadora Ergonómica

Para el diseño de la maquina ergonómica se realizó los siguientes análisis que se detallan a continuación:

- Estructura
- Sistema de transmisión por correas
- Sistema de transmisión de potencia
- Sistema de control

10.4.8.1 Cálculos del peso de la estructura

Tabla No. 4. Tabla de cálculos para el peso de la estructura.

No.	NOMBRE	MATERIAL	PESO LB	CANTIDAD	TOTAL
1	Mesa	Madera	4	1	4
2	Polea Grande	Aluminio	1	1	1
3	Pesas	Acero Aisi 1020	7.5	4	30
4	Brazo De Extremidades Superiores	Acero Astm A36	6	1	6
5	Espaldar Del asiento	Acero Astm A36	1	1	1
6	Tapizado Del asiento	Varios	3	1	3
7	Brazo De Transmisión De Los Patines	Acero Aisi 1020	1	2	2
8	Brazo De Base De La Polea Grande	Acero Aisi 1020	2.5	2	5
9	Bocín De Inclinación De La Mesa	Acero Aisi 1020	0-ene	2	0.5
10	Eje De Transmisión Pedales	Varios	1	1	1
11	Pedales De Transmisión	Varios	0.25	2	0.5
12	Patines De Los Pies	Varios	5 1/2	2	11
13	Motor Extremidades Superiores	Acero Aisi 1020	9	1	9
14	Motor Extremidades Inferiores	Acero Aisi 1020	9	1	9
15	Sujetador De Brazos Con Las Pesas	Varios	0.5	1	0.5
16	Base De Las Pesas	Acero Astm A36	2	1	2
17	Caja De Control E Implementos	Hierro Aleado	1.5	1	1.5
18	Estructura Del asiento	Acero Astm A36	8	1	8
19	Base Estructura De La Maquina	Acero ASTM A36	100	1	100
20	Llantas	Varios	4	4	0
21	Pernos	ASTM 307			0
22	Repasador De Brazos asiento	Varios	1	2	2
23	Eje De Extensión De La Mesa	Acero Aisi 1010	0.25	1	0.25
24	Brazo De Extensión De La Mesa	Acero Aisi 1010	0.25	1	0.25
TOTAL					162.5

Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 5. Tabla de resultados de los cálculos.

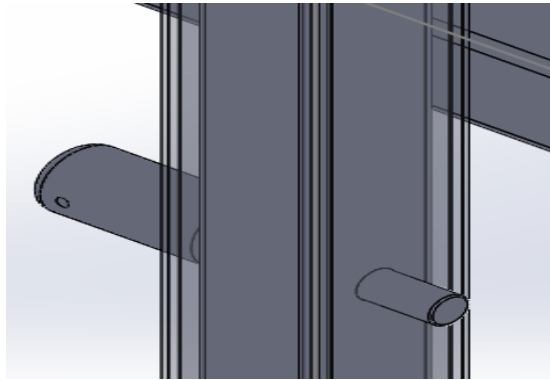
Cálculo del peso de la estructura			
Cálculo del peso de la estructura	Wme	723.86	N
Cálculo de la carga muerta considerando un factor crítico de 20%.	Ws	144.77	N
Calculo de la carga muerta	Cmt	868.63	N
Cálculo aproximado de peso ejercido por la persona a rehabilitarse	Wp	534.54	N
Cálculo de la carga viva considerando un factor crítico de 20% de seguridad	Wsp	106.91	N
Cálculo de la carga viva total	Cv	641.45	N
Calculo de la Inercia del perfil	I	$1.45 \times [10]^{(-7)}$	
Calculo del esfuerzo	δ	7.9	Ksi
Calculo del perfil	δp	34.13	Ksi
Calculo de la sobre carga máxima que podría producirse en la estructura	Cmax	1510.08	N
Área Mínima	Amin	6.42	$[mm]^2$
Área del perfil	Ap	289.53	$[mm]^2$
Cálculos del sistema de transmisión por correas			
Fórmula para la relación de transmisión de poleas	i	0.625	
Calculo del sistema de transmisión del Sistema			
Velocidad en los pedales	vp	750	rpm
Para realizar los cálculos se necesita trabajar con la velocidad angular	ω	78.54	rad/s
Velocidad en los pedales	vp	7.23	m/s
Calcular los ángulo β	β	4.75	°
Calcular los ángulo β	α	60.25	°
Cálculos del sistema de Control			
Tensión de la cuerda	T	196	N
Torque requerido del motor paso a paso	To	10	Nm
Torque del motor Obtenido	Tm	12.066	Nm
12. 6201-RS Rodamientos			

Capacidad de carga dinámica básica	C	7.28	kN
Capacidad de carga estática básica	C_0	3.1	kN
Carga límite de fatiga	P_u	0.132	kN
Velocidad de referencia		50000	r/min
Velocidad límite		32000	r/min
Factor de cálculo	k_r	0.025	
Factor de cálculo	f_0	12	

Elaborado por: Freddy Zamora.

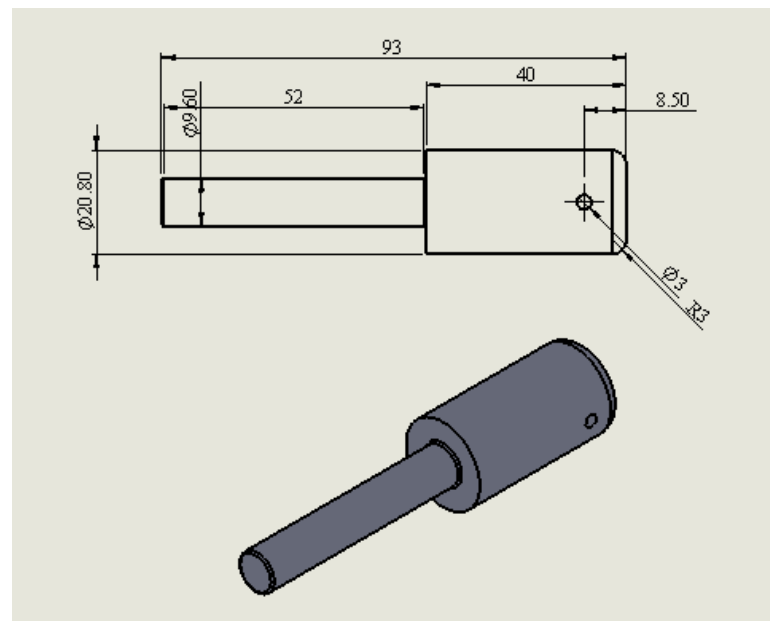
10.4.9 Esfuerzo cortante de los pasadores

Figura No. 19. Esfuerzo cortante de los pasadores (A).



Elaborado por: Freddy Zamora.

Figura No. 20. Esfuerzo cortante de los pasadores (B).



Elaborado por: Freddy Zamora.

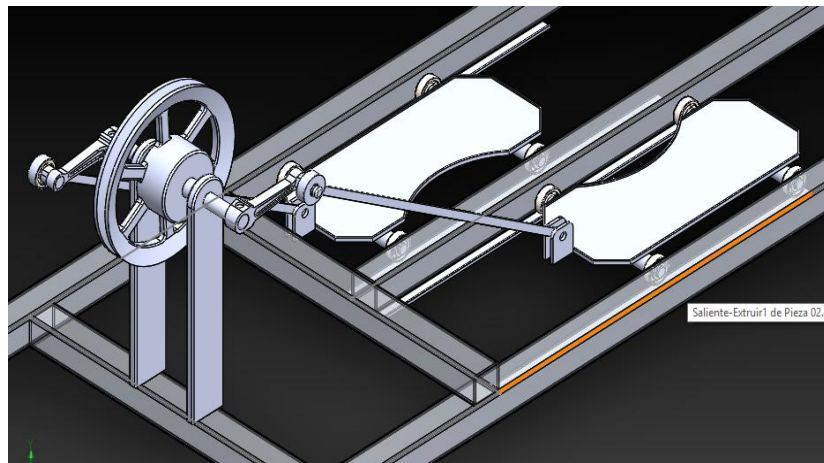
10.4.10 Sistema de transmisión por correas

Es un Tipo de transmisión la cual consiste en la unión de dos o más poleas, ruedas sujetas a un movimiento de rotación circular uniforme por medio de una banda, cable, etc. La cual abraza a las poleas ejerciendo fuerza de fricción suministrando energía desde la rueda motriz.

10.4.10.1 Sistema Biela Manivela

El sistema de transmisión funciona como mecanismo biela manivela para generar movimiento lineal en los soportes de los pies.

Figura No. 21. Sistema biela manivela (C).



Elaborado por: Freddy Zamora

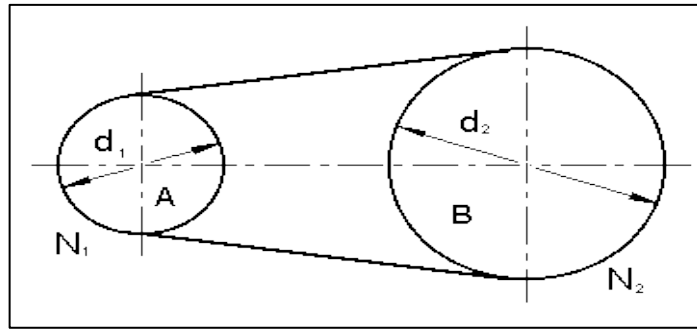
Donde la manivela es el pedal del sistema de transmisión, la barra de unión es la platina usada para unir la cajuela de rodamiento con los soporte de pies y la biela (movimiento lineal) son los soportes de pie.

El paciente no genera movimiento, por lo tanto la velocidad aplicada en los soportes de pie están en función de la posición angular de la manivela y la velocidad en la misma.

La velocidad lineal en el pedal, es la misma en el sistema de transmisión, es decir la misma que en la polea de 203mm de diámetro.

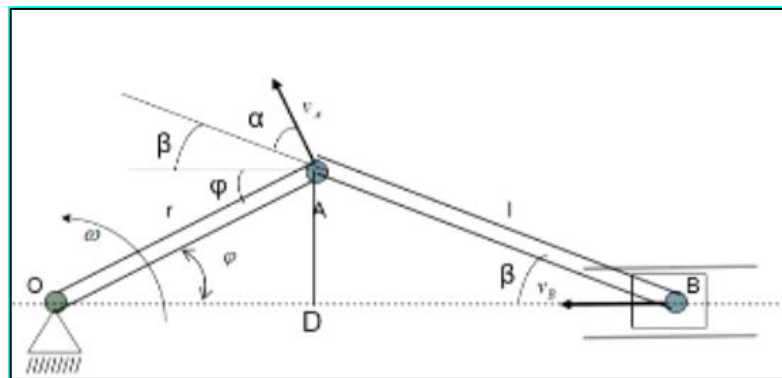
Para obtener dicha velocidad, se procede a realizar la relación de transmisión entre la polea del motor (127mm) y la polea del sistema de transmisión (203mm)

Figura No. 22. Relación de transmisión.



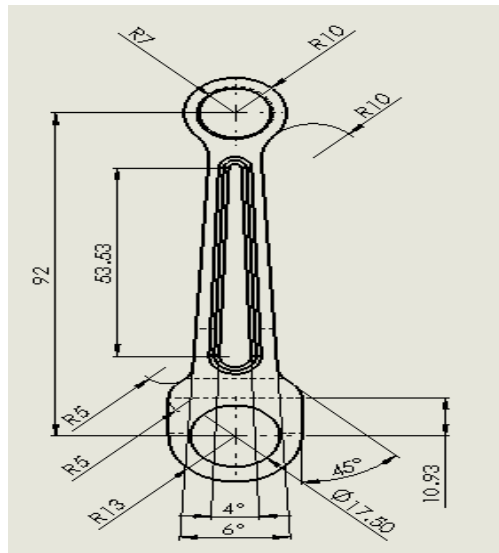
Elaborado por: Freddy Zamora.

Figura No. 23. Cálculo de velocidades (A)



Elaborado por: Freddy Zamora.

Figura No. 24. Cálculo de velocidades (B).



Elaborado por: Freddy Zamora.

Sirve para el cálculo la velocidad del pie.

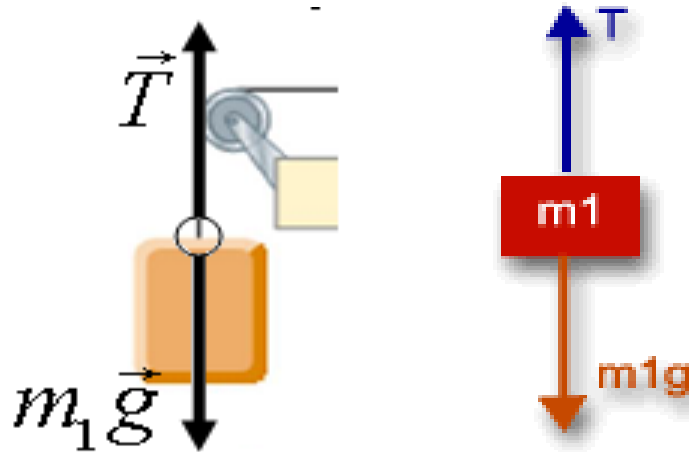
El valor de la velocidad en el soporte de pie varía en función del ángulo, es decir la posición del pedal, por ejemplo la velocidad en un punto del soporte de pie, se realizó usando un ángulo de 25° .

10.4.11 Sistema de control

Pesos: Los pesos son aproximadamente de 20kg, tomando en cuenta que es una máquina para rehabilitación, en este caso, si soporta la tensión de 20kg de masa y la estructura también soporta la fuerza ejercida por esta masa, entonces se concluye que el diseño es correcto y el factor de diseño está sobredimensionado.

La tensión en la cuerda es la misma en todo su trayecto por tanto se toma el siguiente diagrama:

Figura No. 25. Tensión de la cuerda.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Al ser una máquina para rehabilitación, los movimientos deben ser lo menos bruscos posibles, por tanto deben ser estables y a una velocidad relativamente baja. Por este motivo se utiliza un motor a pasos, el cual mantiene el torque constante sin importar la velocidad, no es así con un motor eléctrico común.

Se ha seleccionado el motor NEMA 34 con las siguientes características:

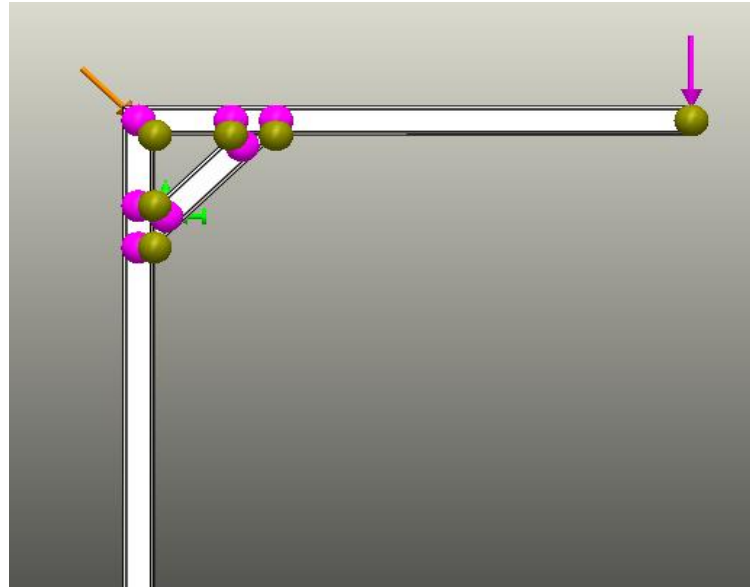
- Hasta 1710 oz-in. (8.9 lb-ft) de torsión
- Resolución de 1.8 grados
- Un solo eje para lazo abierto o doble eje para lazo cerrado con codificador
- Habilidad de funcionar con drives de pasos y controladores de movimiento de NI para mejor rendimiento

El motor soporta la carga, por tanto el diseño y selección son adecuados

10.4.12 Análisis críticos en estructuras de la maquina

Tomando en cuenta la tensión de la cuerda que soportan las dos poleas en las esquinas de la guía superior. $T = 200\text{N}$.

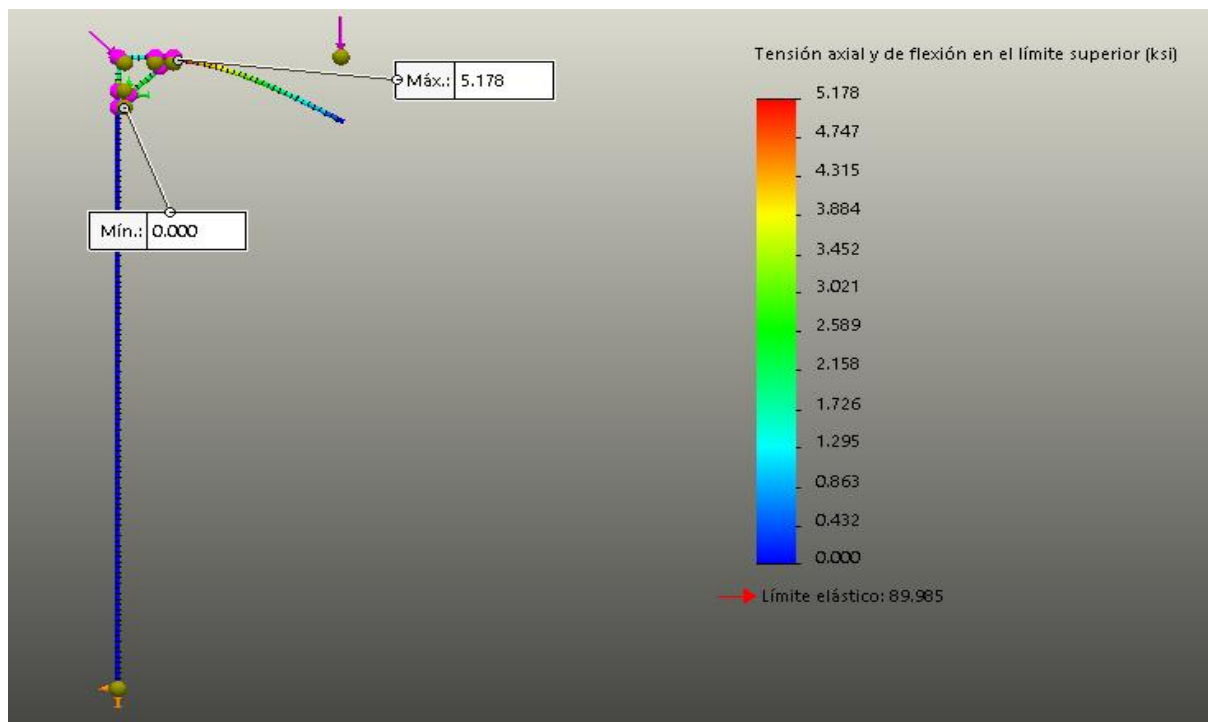
Figura No. 26. Tensión de la cuerda que soportan las dos poleas.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Las fuerzas aplicadas a esta estructura son de 200N en las posiciones indicadas por las flechas en la imagen.

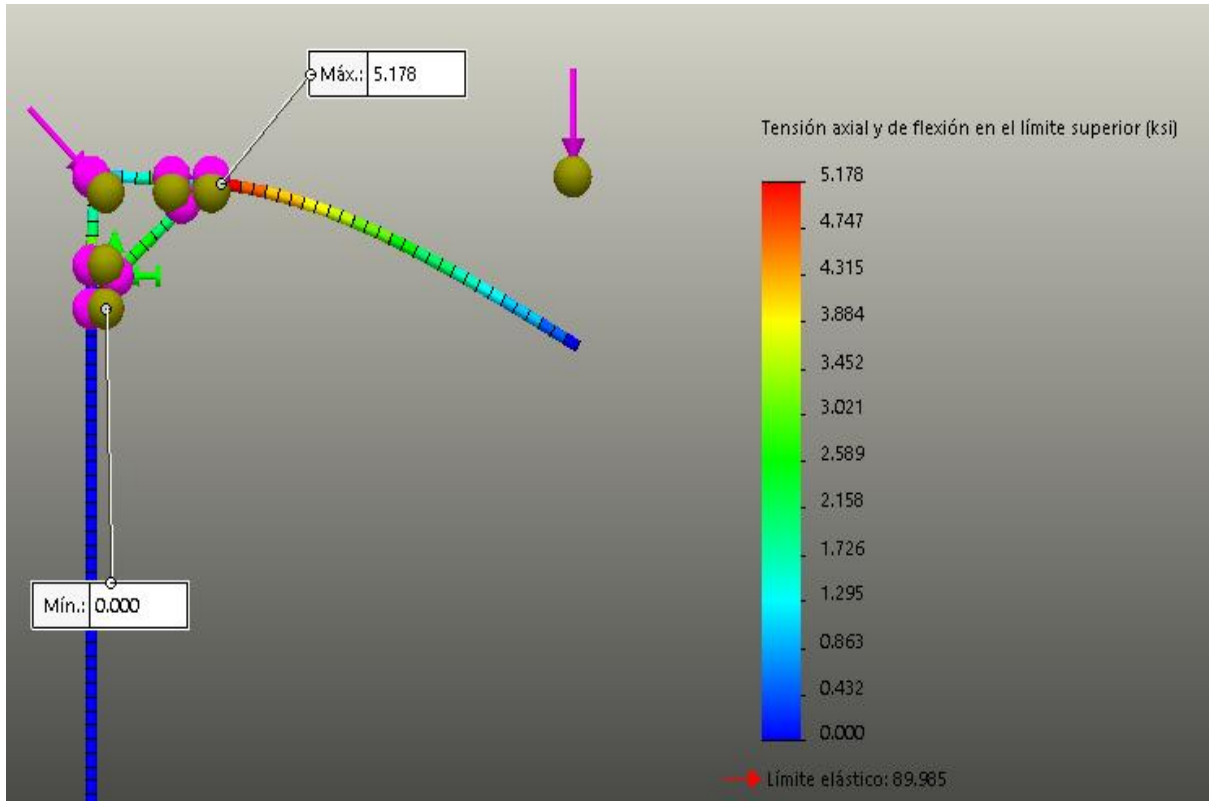
Figura No. 27. Tensiones axial y de flexión.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Como se puede observar en el grafico el máximo esfuerzo que se aplicara a esta estructura es de 5.178 ksi y la tensión que soporta el material es de 34 ksi, por lo tanto el diseño es adecuado.

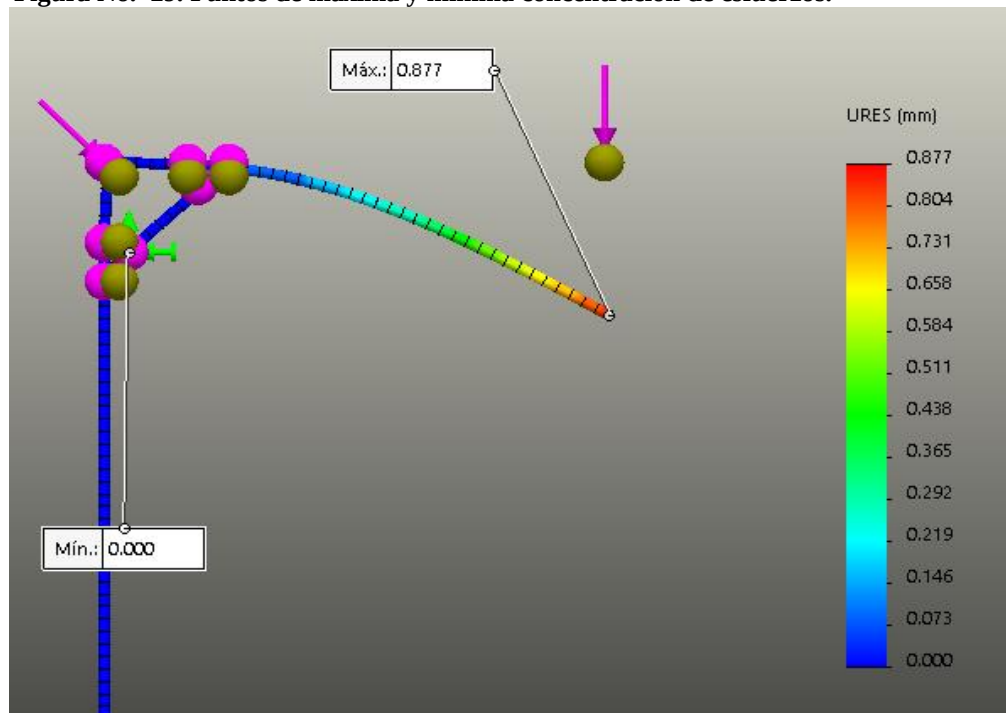
Figura No. 28. Tensiones en la estructura.



Elaborado por: Freddy Zamora.

El grafico muestra los puntos donde sufre la máxima y mínima concentración de esfuerzos, colores cálidos mientras más esfuerzos soportan y colores fríos para los puntos donde casi no existe la aplicación de esfuerzos.

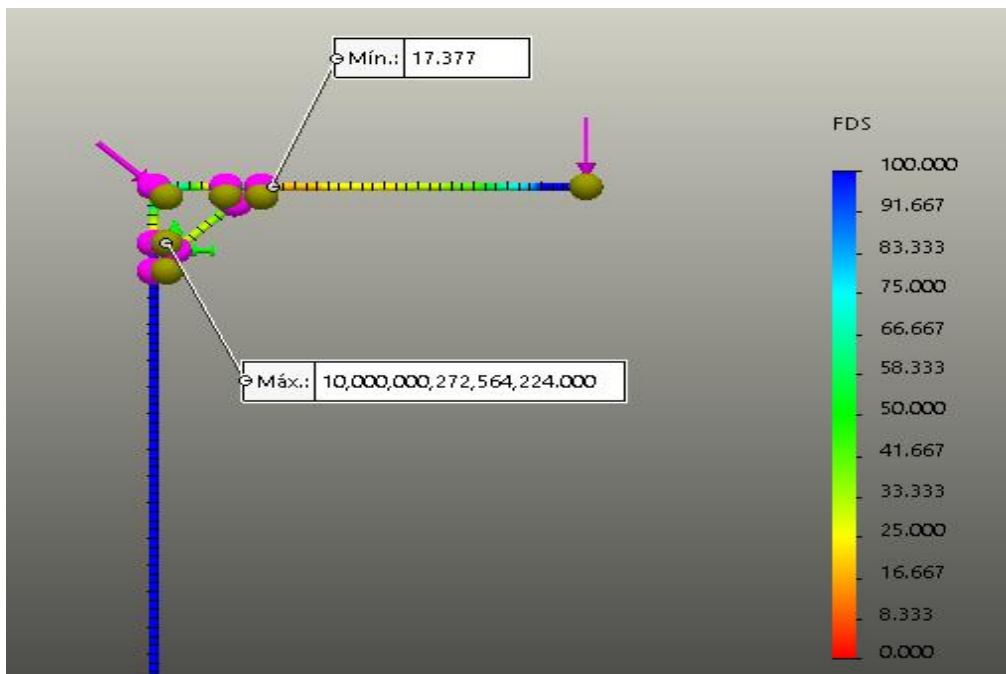
Figura No. 29. Puntos de máxima y mínima concentración de esfuerzos.



Elaborado por: Freddy Zamora.

La deformación máxima es de 0.87 mm, no llega ni a 1mm por tanto se puede concluir que la estructura no sufrirá deformaciones significativas.

Figura No. 30. Deformación máxima.

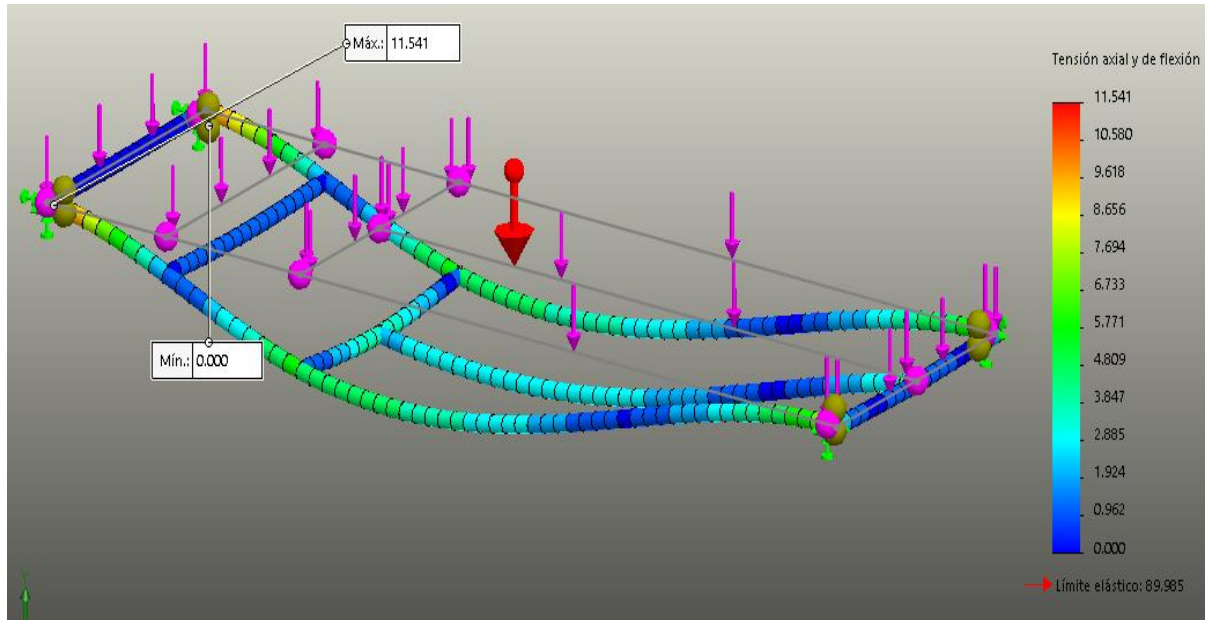


Elaborado por: Freddy Zamora.

El factor de seguridad es alto en todos los puntos, gracias a la resistencia a fluencia del material, la estructura se encuentra sobredimensionada para los esfuerzos que esta soportara,

un diseño adecuado señala que el factor de seguridad debe ser igual a 2.5, en este caso el factor de seguridad mínimo es de 17.37, por lo tanto el diseño es adecuado.

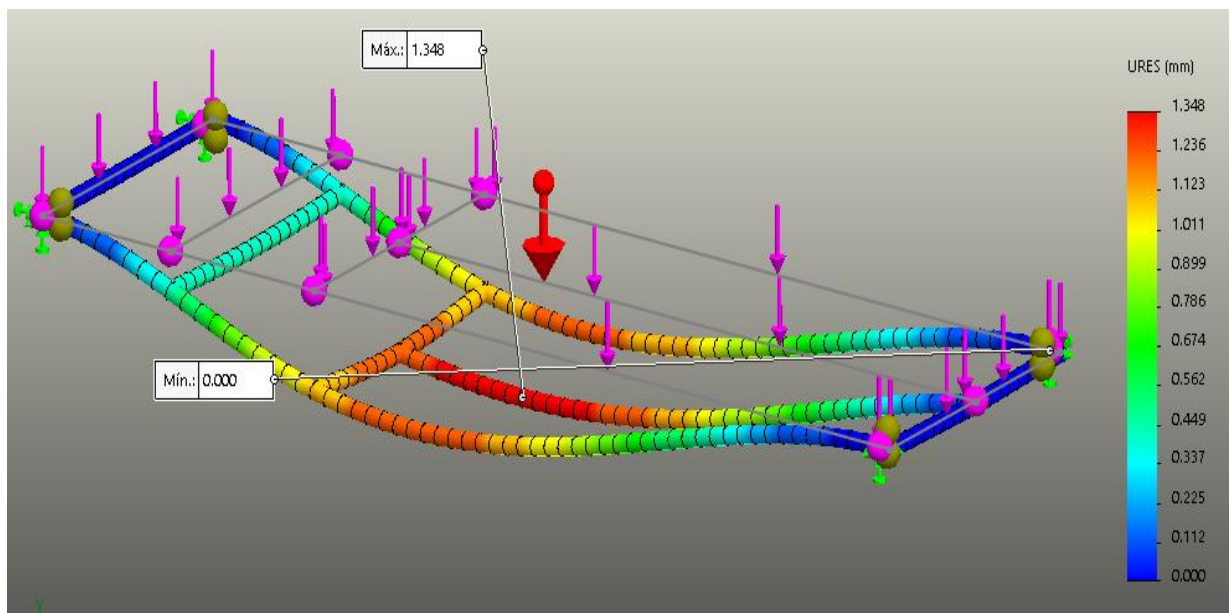
Figura No. 31. Estructura base.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Las tensiones axiales y la flexión máxima son de 11.541 ksi, la resistencia del material es de 34 ksi, por tanto el diseño es adecuado para soportar sobre esfuerzos.

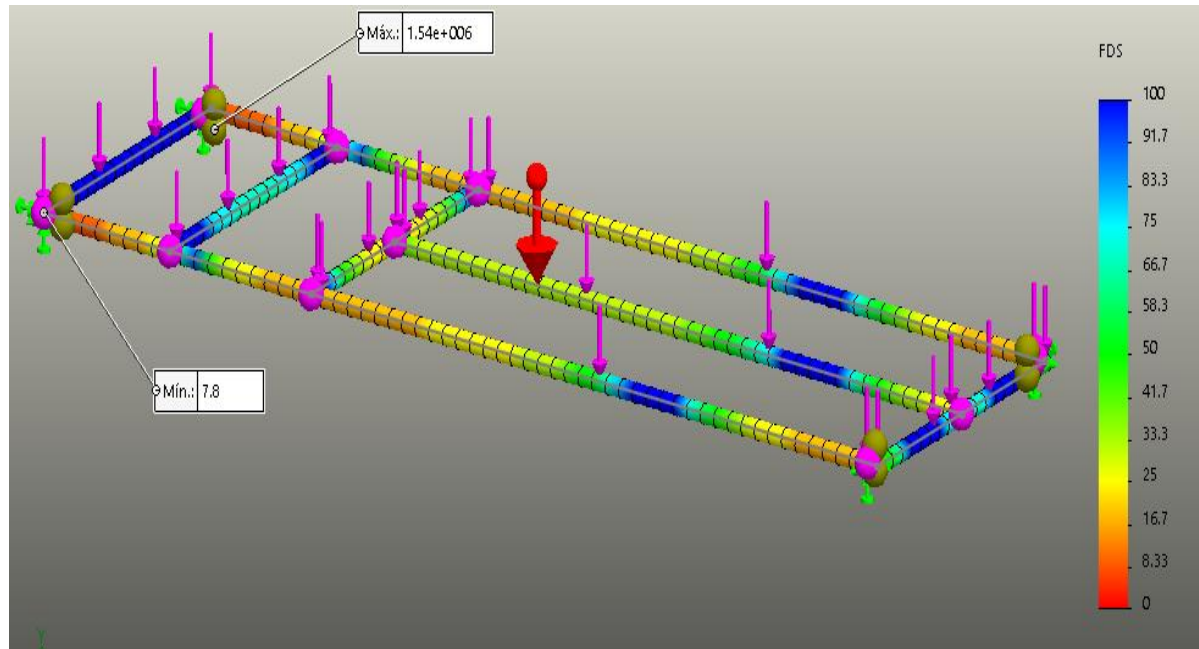
Figura No. 32. Tensiones axiales y la flexión máxima.



Elaborado por: Freddy Zamora.

La deformación máxima es de 1.348mm, en donde soporta la carga de la persona, para los puntos restantes es menor a 1mm, se puede concluir que el diseño se encuentra sobredimensionado.

Figura No. 33. Deformación máxima.



Elaborado por: Freddy Zamora.

El factor de seguridad mínimo de la estructura que soporta la mayor cantidad de esfuerzos es de 7.8 por tanto las otras estructuras y elementos que componen la maquina se encuentran sobredimensionados y soportan esfuerzos mucho mayores para los que esta máquina está diseñada.

10.4.13 Rodamientos

SKF 6201-RS rodamientos. DIN 628-1. 7201B

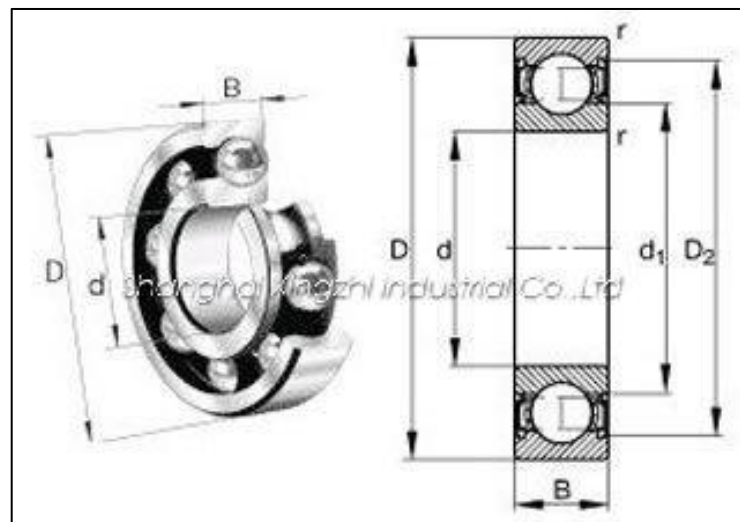
Tabla No. 6. SKF 6201-RS Rodamientos

MARCAS	SKF RODAMIENTOS
categoría:	Rodamientos rígidos de bolas
Modelo:	6201-RS
Diámetro interior(d):	12 mm
Diámetro exterior(D):	32 mm
Ancho(B):	10 mm
Cr:	7.28 N

CONTINUACIÓN Tabla No. 7. SKF 6201-RS Rodamientos planteados.	
C _{0r} :	3.1 N
Grease RPM:	32000 1/min
RPM Aceite:	50000 1/min
peso(m):	0.037 kg
Nuevo Modelo:	6201-RS
Viejo Modelo:	6201-RSL

Elaborado por: Freddy Zamora.

Gráfico No. 4. 6201-RS Rodamientos de dibujo.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 8. Datos del cálculo.

Capacidad de carga dinámica básica	C	7.28	kN
Capacidad de carga estática básica	C ₀	3.1	kN
Carga límite de fatiga	P _u	0.132	kN
Velocidad de referencia		50000	r/min
Velocidad límite		32000	r/min
Factor de cálculo	k _r	0.025	
Factor de cálculo	f ₀	12	

Elaborado por: Freddy Zamora.

Masa

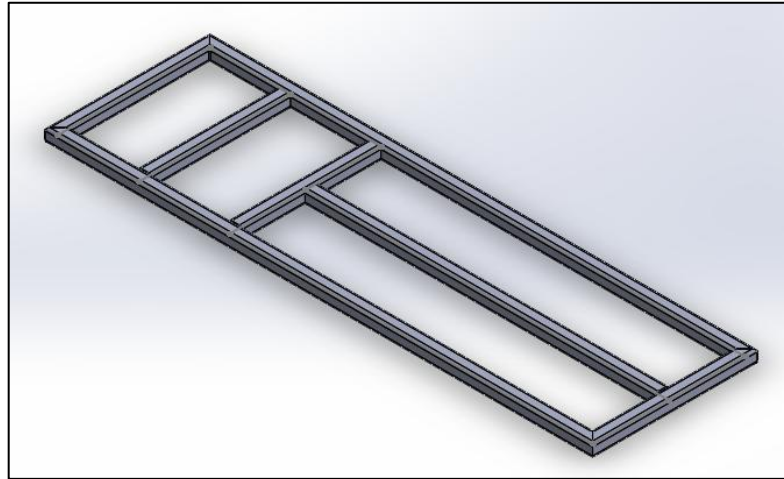
Rodamiento de masa 0.038 kg

10.4.14 Materiales utilizados

El material utilizado fue el acero ASTM A-36, por su bajo costo y facilidad de adquisición en el mercado.

10.4.14.1 Estructuras

Figura No. 34. Figura estructura base.

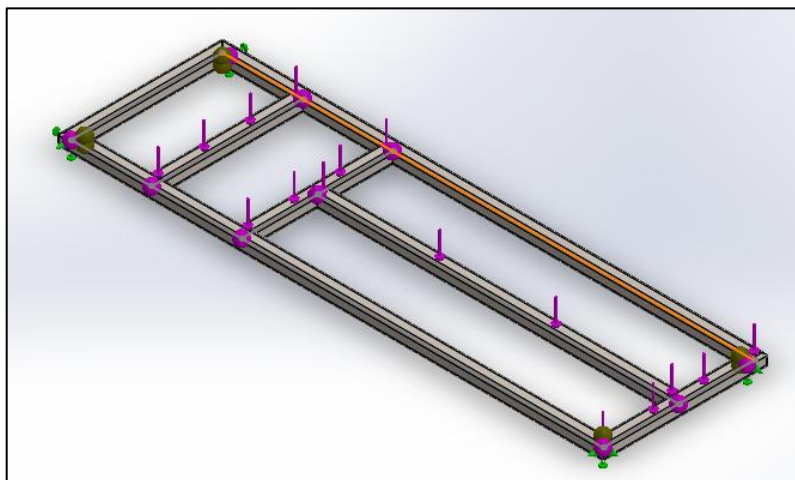


Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuerzas aplicadas a la estructura base:

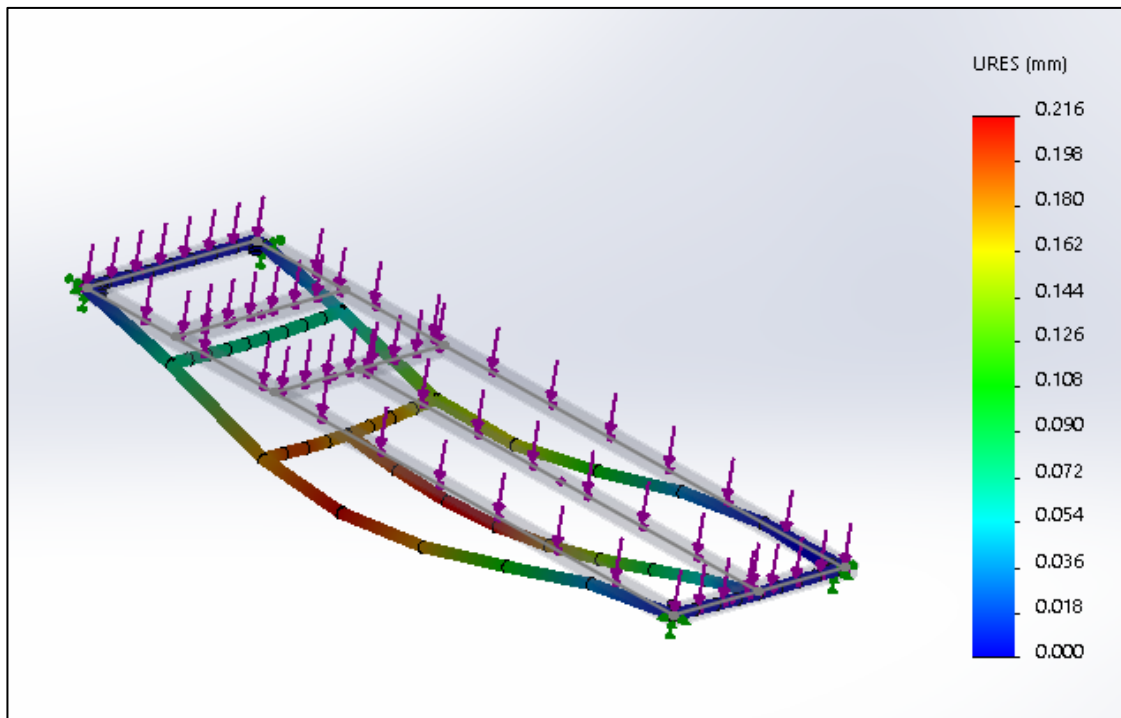
Peso de una persona aproximadamente 60 kg aproximadamente 588N, se aplica carga distribuida sobre las vigas.

Figura No. 35. Simulación donde ocurren las deformaciones máximas, puntos críticos.



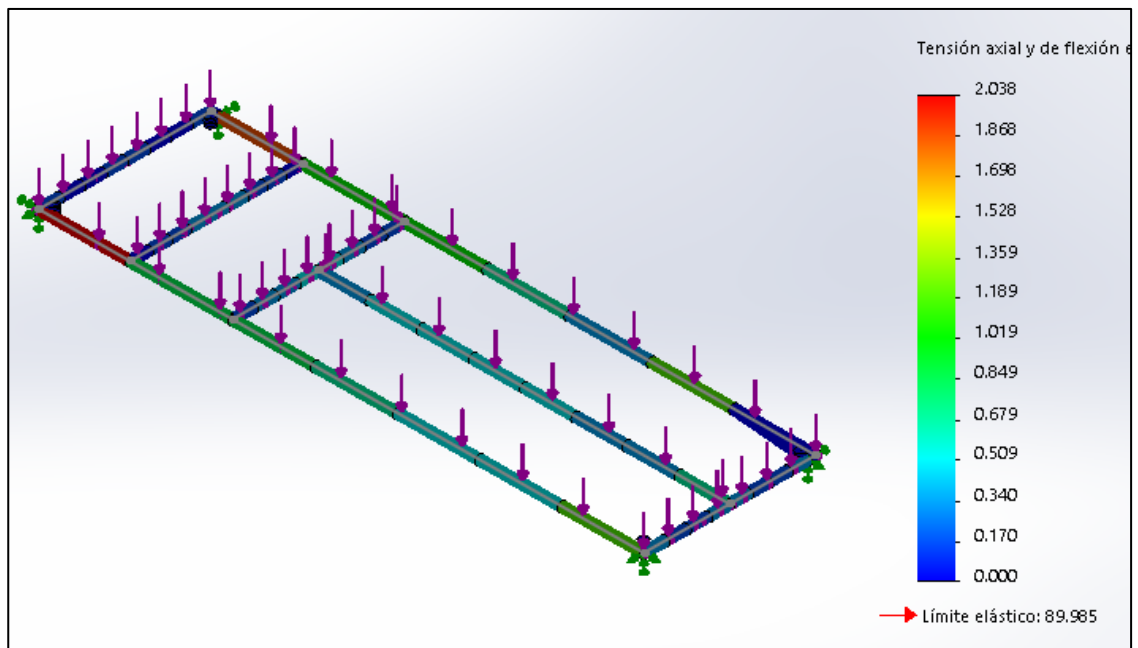
Elaborado por: Freddy Zamora.

Figura No. 36. Deformación real, colores cálidos donde se produce la máxima deformación.



Elaborado por: Freddy Zamora.

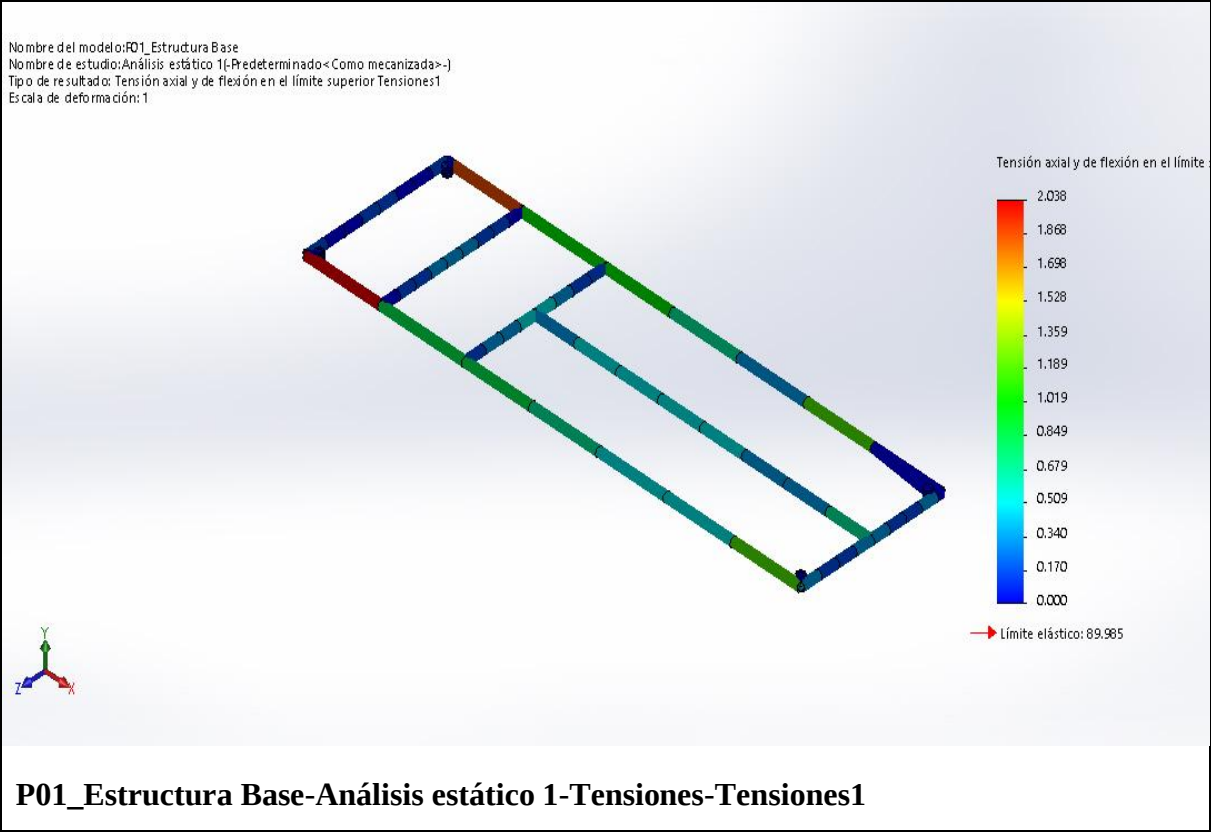
Figura No. 37. Tensiones y esfuerzos máximos y mínimos. Presentados en Ksi.



Elaborado por: Freddy Zamora.

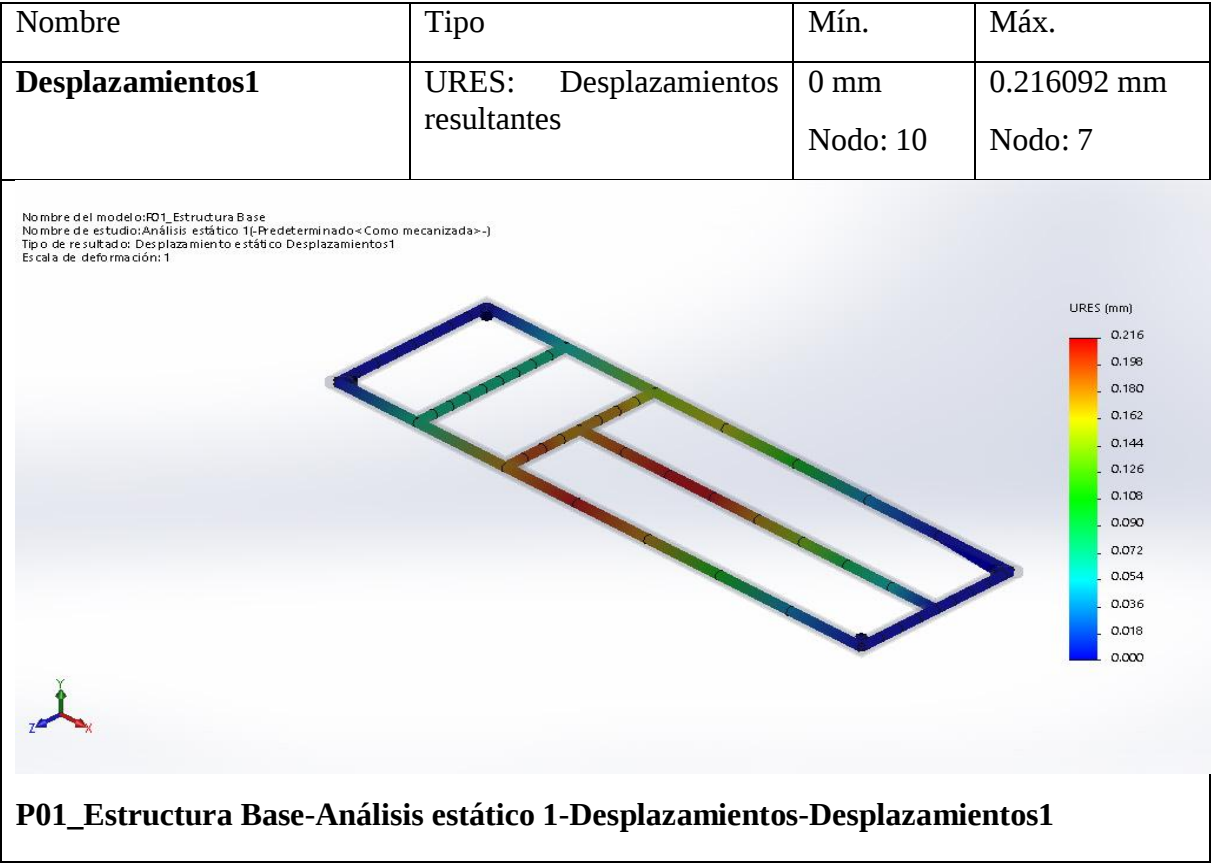
Figura No. 38. Resultados del estudio proporcionado por Solidworks.

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Tensiones1	TXY: Tensión cortante en dir. Y en plano YZ	0 ksi Elemento: 9	2.03778 ksi Elemento: 27



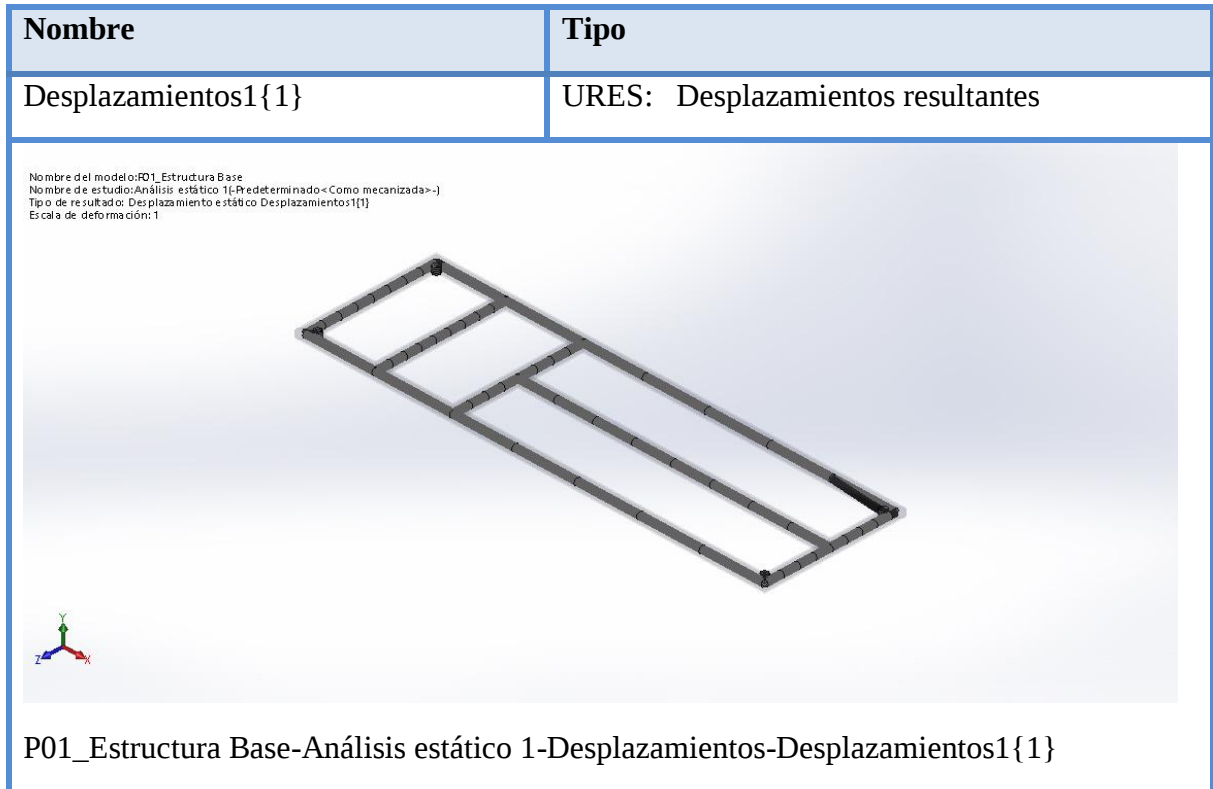
Elaborado por: Freddy Zamora.

Figura No. 39. Estructura Base-Análisis estático 1-Desplazamientos 1.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Figura No. 40. Estructura Base-Análisis estático 1-Desplazamientos1{1}.



Elaborado por: Freddy Zamora.

10.5 Construcción de la Máquina Ergonómica Ejercitadora

11.5.1 Vista superior

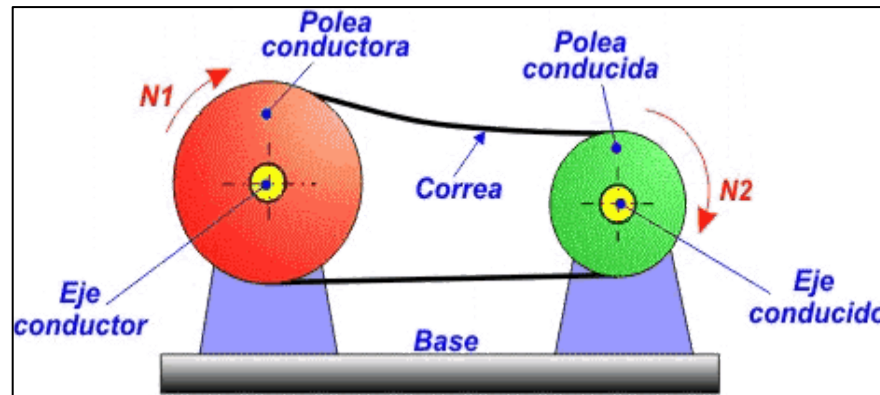
Figura No. 41. Vista general de la Máquina Ergonómica Ejercitadora.



Elaborado por: Freddy Zamora.

10.5.2 Multiplicador de velocidad por poleas

Figura No. 42. Figura Multiplicador de velocidades por polea.



Fuente: (Acosta, 2015).

El multiplicador de velocidad por poleas, es el más elemental que puede construirse emplea, al menos, los siguientes operadores: dos ejes (conductor y conducido), dos poleas fijas de correa (conductora y conducida), una correa y una base sobre la que fija todo el conjunto; a todo ello se le pueden añadir otros operadores como poleas tensoras o locas cuya finalidad es mejorar el comportamiento del sistema.

Permite transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes paralelos, pudiendo modificar la velocidad pero no el sentido de giro (no es posible hacer que un eje gire en sentido horario y el otro en el contrario).

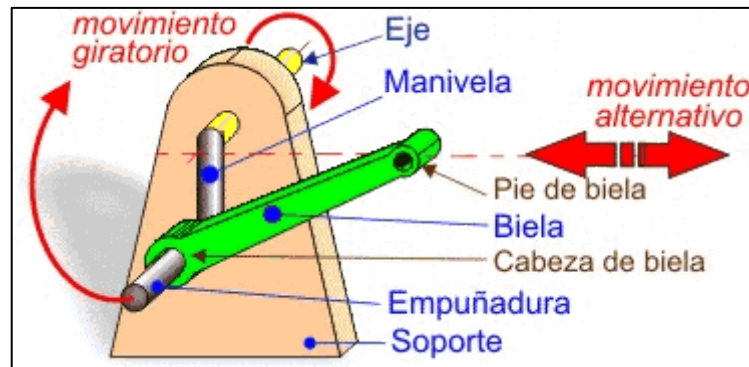
En las bicicletas se emplean mucho el "*cambio de velocidad*" compuesto por varias ruedas en el eje del pedal (catalina) y varias en el de la rueda (piñón), lo que permite obtener, modificando la posición de la cadena, entre 15 y 21 velocidades diferentes.

Respecto a los operadores se tiene que las cadenas empleadas en esta transmisión suelen tener libertad de movimiento sólo en una dirección y tienen que *engranar* de manera muy precisa con los dientes de los piñones. Las partes básicas de las cadenas son: placa lateral, rodillo y pasador.

Las ruedas dentadas suelen ser una placa de acero sin cubo (aunque también las hay de materiales plásticos).

El sistema biela-manivela emplea, básicamente, una manivela, un soporte y una biela cuya cabeza se conecta con el eje excéntrico de la manivela empuñadura.

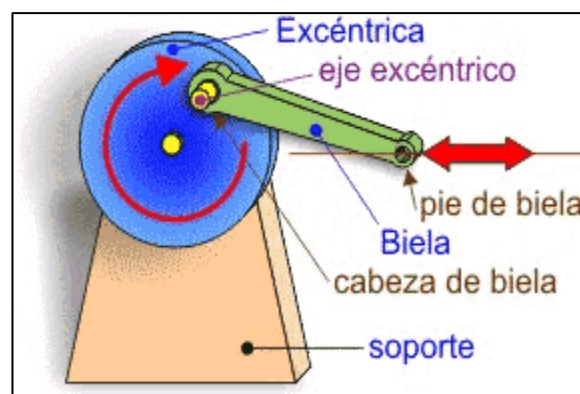
Figura No. 43. Sistema Eje-Manivela.



Fuente: (Acosta, 2015).

Para el sistema excéntrica-biela se sustituye la manivela por una excéntrica, conectando la biela al eje excéntrico y siendo el resto del mecanismo semejante al anterior.

Figura No. 44. Sistema excéntrica-Biela.



Fuente: (Acosta, 2015).

10.5.3 Restricciones y limitaciones

Las principales restricciones que presenta la caminadora se detallan a continuación:

- **Costo máximo.** Un costo accesible para la clase de escasos recursos económicos ya que la mayor cantidad de pacientes pertenecen a ésta clase social, además de ser competitiva ante los precios en el mercado, por lo que el valor límite de la caminadora a diseñar es 800 USD, el mismo que comprende materiales, equipos y accesorios.
- **Funcionalidad.** Permitir un movimiento simple y de bajo esfuerzo para regular la altura, como también para transportarse.
- **Físicos.** Se debe considerar la geometría y el peso del equipo, para su transporte y operación.

- **Tecnología.** Los elementos utilizados deben estar disponibles en el mercado local a un precio adecuado. Por otro lado por la falta de capacitación del operador, la operación de la caminadora debe ser simple.
- **Seguridad.** Tiene que trabajar con un peso máximo de 170 Kg.

10.5.4 Construcción de la Máquina Ejercitadora Ergonómica

A continuación se muestra cómo fue la evolución constructiva de las partes de la máquina y su ensamble por etapas:

Primera Etapa: construcción de piezas

Figura No. 45. Construcción de la Mesa.



Elaborado por: Freddy Zamora.

La mesa tiene unas medidas de 40x40 cm² la cual sirve de soporte para los brazos, tiene un cuadrado de 70 cm de largo permitiendo regular su altura por medio de un pasador para asegurarla, también consta de un eje regulable que permite la inclinación hasta de 80°, ofreciendo la posibilidad de utilizarla de diferentes maneras. (Ver. Plano 29 -30).

Figura No. 46. Construcción del Asiento.



Elaborado por: Freddy Zamora.

El diseño del Asiento resulta ergonómicamente cómodo y seguro, consta de repasadores de brazos giratorios y un eje de 30cm regulable a partir de su base con un pasador como

sujetador que permite controlar su altura de acuerdo con la estatura requerida para la rehabilitación física de las extremidades inferiores. (Ver. Plano.31).

Figura No. 47. Construcción de Pesas, Guía de las pesas



Elaborado por: Freddy Zamora

La Máquina Ejercitadora consta de 4 pesas de 8lb cada una las cuales contribuyen a la ejercitación de las extremidades inferiores actuando como contrapeso. Su funcionamiento puede ser de forma automática o mecánica. (Ver. Plano.24-25).

Segunda Etapa: Estructura

Figura No. 48. Construcción de la Estructura



Elaborado por: Freddy Zamora.

La Estructura se construyó de acuerdo con el diseño planificado, el cual tuvo en cuenta el soporte del peso adecuado así como el montaje de cada una de las piezas. (Ver Plano .32).

Tercera Etapa: Pintado

Figura No. 49. Aplicación de la pintura.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Se utilizaron dos tipos y colores de pintura de pintura (Gris y Azul). (Ver Plano.32).

Tabla No. 9. Tipos de pintura utilizados.

Color	Tipo	Descripción
Gris	Pintura anticorrosiva	Fondo
Azul	Pintura esmalte	Pintado final

Elaborado por: Freddy Zamora.

Cuarta Etapa: Montaje.

Figura No. 50. Montaje de la Máquina.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Etapla Quinta: Pruebas de funcionamiento.

Figura No. 51. Pruebas de funcionamiento.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Para la realización de las pruebas de funcionamiento se fueron tomando los tiempos de acuerdo con las series que se muestran a continuación:

Tabla No. 10. Pruebas de funcionamiento.

Extremidades inferiores. Tomas de tiempo en 1 serie.		
1	Ida	½ seg
2	Vuelta	½ seg
Total	Serie	1seg
Nota: Estatura mínima requerida para su uso: 1,20 metros.		
El tiempo total en que se demora en hacer una serie es de 1 segundo.		

Extremidades superiores. Tomas de tiempo en 1 serie.		
1	Subida	1 seg
2	Bajada	1 seg
3	Reposo de 4 seg Subida y 4 seg bajada	8seg
Total	Serie	10 seg
El tiempo total que se demora en hacer una serie es de 10 seg.		

Elaborado por: Freddy Zamora.

Sexta Etapa: Final.

Figura No. 52. Acabado final.



Elaborado por: Freddy Zamora. (Ver Plano. 32).

10.6 Plan de Mantenimiento Preventivo

Tabla No. 11. Datos generales de la Máquina Ejercitadora Ergonómica.

Equipo:	Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación física de pacientes parapléjicos y adultos mayores.
Área:	Rehabilitación
Peso:	74 kg
Dimensiones:	510x1700x1900mm
Partes:	Estructura Sistema de control

Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 12. Datos del fabricante.

Nombre:	Freddy Edmundo Zamora Oñate
Teléfono:	0992557676
Dirección:	Ambato
Correo electrónico:	freddyzao@hotmail.com

Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 13. Estructura.

Materiales:	Limpiador anticorrosivo (WD-40) Aceite lubricante
Partes:	
Elementos estáticos:	Perfiles, platinas, soportes, soldas
Frecuencia:	Trimestral
Procedimiento:	1. Limpieza general de la estructura. 2. Inspección visual de cada uno de los componentes estáticos. 3. Determinar puntos críticos sometidos a oxidación 4. Retirar residuos de oxidación u otros. 5. Revestir con anticorrosivo ligeramente utilizando una franela.
Elementos móviles	Ejes, rodamientos, poleas, cadenas, tensores, pernos.
Frecuencia:	Trimestral
Procedimiento:	1. Limpieza general de los elementos 2. Inspección visual de cada uno de los componentes. 3. Determinar si existen grietas o roturas, si es el caso cambiar el elemento por uno nuevo. 4. Limpiar los elementos con WD-40 o cualquier producto que no produzca humedad. 5. Revestir los elementos con aceite lubricante para proteger de la humedad y evitar el rozamiento 6. Retirar el exceso.

Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 14. Sistema de control.

Materiales:	Limpiador para placas y elementos electrónicos (Contact Cleaner) Multímetro Diagramas eléctricos y datasheet Tairas Bornero Terminales Taípe Brocha
Partes:	
Elementos de control:	Placas, driver, bobinas, contactos, cables
Voltaje:	110V AC Alimentación general 5VDC Arduino

	48VCD Driver motor a pasos
Frecuencia:	400 horas
Procedimiento:	1. Desenergizar la alimentación eléctrica 2. Limpieza general del tablero 3. Inspección visual de cada uno de los componentes del tablero. Tabla No. 9. Sistema de control (Continuación). 4. Limpiar los contactos con contact cleaner 5. Verificar que cables y contactos se encuentren en buen estado, aislar cables sueltos. 6. Verificar que las conexiones se encuentren maquilladas. 7. Ajustar los contactos flojos. 8. Verificar que no genere calor significativo y que exista olor a quemado (corto circuito). 9. Verificar con multímetro: Enchufe al cual es conectado el tablero sea de 110-120V AC. Cargador que alimenta a la placa Arduino 5V DC. Voltaje en la bobina del Driver del motor a pasos sea de 48V CD. No exista voltaje o corriente de fuga entre cualquier contacto o placa y la carcasa del tablero. 10. Retirar polvo u óxido de las placas como arduino y driver.
Elementos de potencia	Motor a pasos NEMA 24 Motor eléctrico AC de 1/4HP
Voltaje:	110 V AC
Velocidad del motor eléctrico:	1200 rpm
Frecuencia:	200 horas, 400 horas, 1000 horas.
Procedimiento:	200 horas: para ambos motores el procedimiento es el mismo a un poco tiempo de operación. 1. Desenergizar la alimentación eléctrica 2. Limpieza de general del motor 3. Inspección visual de las conexiones de los motores. 4. Separe los cables de alta tensión de los de baja tensión, acorte la longitud del cableado. 5. Ausencia de ruidos y vibraciones extrañas en los motores en operación 6. Verificar que no exceda la temperatura de operación. 7. Lubricar los elementos móviles (eje del motor) 400 horas: 1. Desenergizar la alimentación eléctrica 2. Revisar el estado del motor, lubricar los casquillos o rodamientos del eje del motor. 3. Comprobar alineación y asegurar el amarre del motor, reapretando fijación. 4. Comprobar y asegurar conectores eléctricos de alimentación;
CONTINUACION de la Tabla No. 15. Sistema de control.	
	Revisar cables y sus fijaciones. Asegúrese de que los cables no quedan atrapados por ningún movimiento del mecanismo movido

	por el Motor. 5. Comprobar el aislamiento de los cables, conectores, terminales, etc. del Controlador del motor. 6. Controlar que no exceda la temperatura considerablemente en operación.
	Tabla No. 9. Sistema de control (Continuación). 1000 horas: Este procedimiento solo puede realizarlo un técnico especializado en mantenimiento de motores eléctricos: Motor eléctrico: 1. Desmontaje y desensamblado del motor. 2. Inspección de bobinas, rotor y estator, lavar el devanado con solvente eléctrico y secado en horno de luz infrarroja. Verificar que el alambre no tenga rasgaduras, el devanado es el lugar principal donde se producen los cortos circuitos. 3. Verificar ajustes: medir holguras entre pistas, flechas y alojamientos, realizar el ajuste según las especificaciones del fabricante, rectificado de partes en caso de no cumplir las tolerancias. Ajuste aproximadamente de 2mm/in. 4. Sustitución de baleros o lubricación de en el caso de baleros desarmables. Extracción o colocación de los baleros se realiza utilizando herramientas específicas para este procedimiento. 5. Prueba de resistencia del aislante y continuidad. Procedimiento que se realiza utilizando el megger para comprobar que no exista continuidad entre las líneas del motor con la carcasa, la resistencia debe ser igual a 0. 6. Barnizar el devanado. Utilizando barniz impregnación rojo dieléctrico. 7. Ensamblaje y pintura, reposición del aceite lubricante y limpieza con solventes anticorrosivos. 8. Pruebas de arranque, comprobar voltajes y sentido de rotación. Pruebas en vacío alrededor de 3 minutos.
Zona de falla	
Circuito de potencia:	Desbalances de voltaje Desbalances de corriente Generación de armónicos
Alta resistencia:	Terminales corroídos Cables sueltos Hilos abiertos Conexiones entre aluminio y cobre Diferentes tamaños o rasgaduras de los conductores.
Vibraciones:	Desbalance el eje del motor Cojinetes y rodamientos en mal estado, descentrados o desbalanceados. Alineación del motor incorrecta. Mal ajuste de los elementos móviles.
Observaciones:	
Motores:	Seleccionar correctamente la velocidad del motor Realizar en forma correcta la conexión a tierra de los motores.

	Evitar concentrar motores en locales reducidos o en lugares que puedan dificultar su ventilación. Reparar o cambiar los ejes del motor y de la transmisión, si se han doblado por sobrecarga o por mal uso. Tabla No. 9. Sistema de control (Continuación). Mantener en buen estado los medios de transmisión entre el motor y la carga, tales como: poleas, engranes, bandas. Efectuar rutinariamente la limpieza del motor, con el propósito de eliminar la suciedad, el polvo y objetos extraños.
Placas y elementos de control	Evitar la humedad en el sistema de control Operar al menos una vez por semana para evitar la corrosión de las placas u otros.
Elementos de máquinas: rodamientos poleas.	Mantener una lubricación constante para evitar la fricción entre los elementos. Efectuar rutinariamente la limpieza eliminando la suciedad, el polvo y objetos extraños que impidan la transmisión de movimiento.

Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 17. Cronograma de trabajo.

N o.	ACTIVIDADES	SEMANAS														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Diseño de planos	X	X	X	X											
2	Identificación de piezas		X	X	X	X										
3	Identificación de partes		X	X	X	X										
4	Cotización partes y piezas					X	X									
5	Compra partes y piezas					X	X									
6	Construcción Máquina						X	X	X	X	X	X	X			
7	Montaje de la Máquina										X	X	X	X		
8	Pruebas de funcionamiento												X	X		
9	Pintura de la Máquina													X	X	
10	Pruebas de acabado														X	X

Elaborado por: Freddy Zamora.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1 Resultados de la encuesta aplicada a los pacientes del Centro de Rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga.

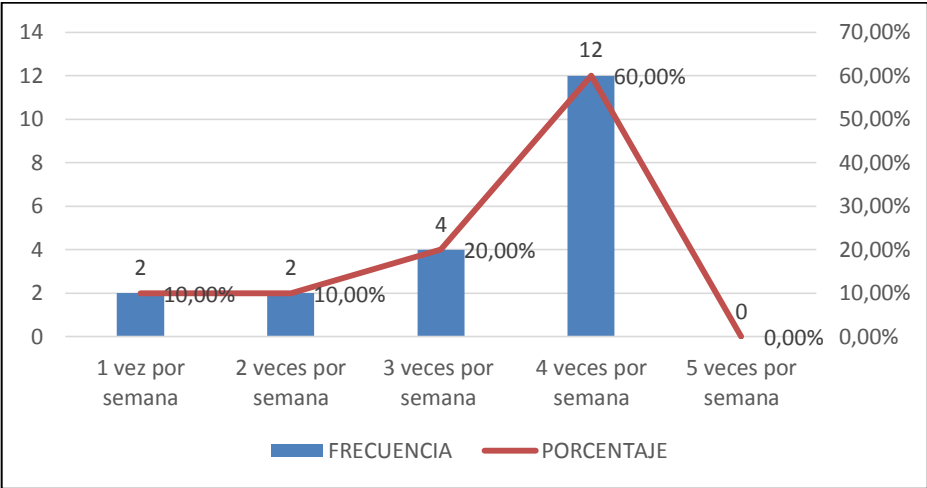
Pregunta 1. Frecuencia con que asisto a los ejercicios de fisioterapia:

Tabla No. 18. Frecuencia con que se asiste a los ejercicios de fisioterapia.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
1 vez por semana	2	10,0%
2 veces por semana	2	10,0%
3 veces por semana	4	20,0%
4 veces por semana	12	60,0%
5 veces por semana	0	0,0%
TOTALES	20	100%

Elaborado por: Freddy Zamora.
Fuente: investigación de campo (encuesta).

Gráfico No. 5. Frecuencia con que se asiste a los ejercicios de fisioterapia.



Elaborado por: Freddy Zamora.
Fuente: investigación de campo (encuesta).

Análisis e interpretación

De acuerdo con la información ofrecida por los encuestados, el 60% de los mismos (12) y el 20% (4), realizan sus ejercicios con una frecuencia respectiva de 4 y 3 veces por semana, por lo que se concluye que el 80% de la población objeto de estudio acude a la rehabilitación física de forma casi diaria.

Pregunta 2. Me siento satisfecho con los ejercicios que realizo:

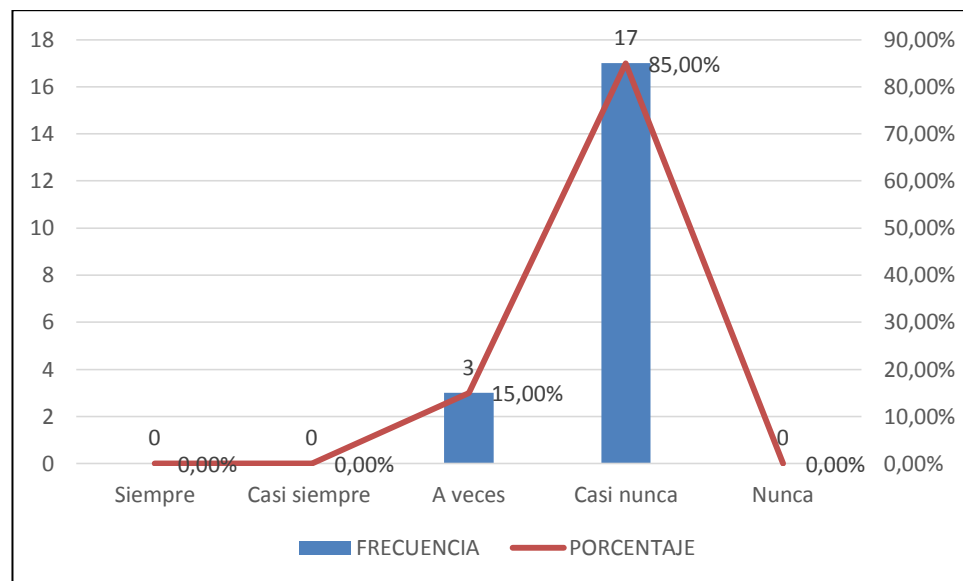
Tabla No. 19. Satisfacción con los ejercicios que realizo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Siempre	0	0,0%
Casi siempre	0	0,0%
A veces	3	15,0%
Casi nunca	17	85,0%
Nunca	0	0,0%
TOTALES	20	100%

Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Gráfico No. 6. Satisfacción con los ejercicios que realizo.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Análisis e interpretación

Las respuestas dadas al nivel de satisfacción que siente los pacientes con los ejercicios que realizan señalan que el 85% de los mismos casi nunca se siente satisfecho, por lo que se concluye que se necesita en el Centro de rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga al menos una máquina ejercitadora que contribuya a complementar los tipos de ejercicios que se efectúan el dicho lugar.

Pregunta 3. Siento realmente que los ejercicios benefician mi salud:

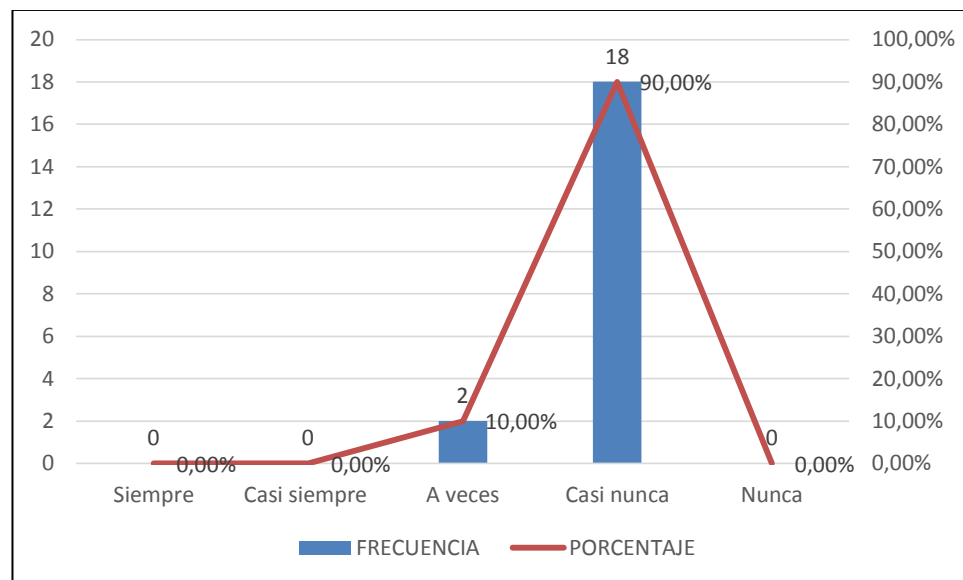
Tabla No. 20. Siento realmente que los ejercicios benefician mi salud.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Siempre	0	0,0%
Casi siempre	0	0,0%
A veces	2	10,0%
Casi nunca	18	90,0%
Nunca	0	0,0%
TOTALES	20	100%

Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Gráfico No. 7. Siento realmente que los ejercicios benefician mi salud.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Análisis e interpretación

El 90% (18) de los encuestados refiere como respuesta que “casi nunca” mientras que el 10% (2) restante señaló la opción de “a veces”, por lo que se concluye que una Máquina Ejercitadora Ergonómica puede contribuir sustancialmente a cambiar ese criterio casi general.

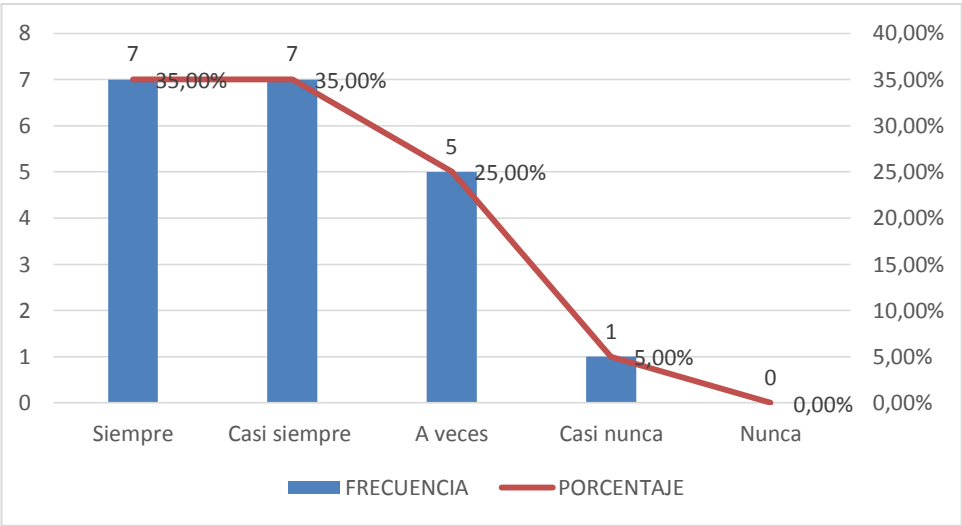
Pregunta 4. Utilizo alguna máquina para realizar los ejercicios:

Tabla No. 21. Utilización de alguna máquina para realizar los ejercicios.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Siempre	7	35,0%
Casi siempre	7	35,0%
A veces	5	25,0%
Casi nunca	1	05,0%
Nunca	0	0,0%
TOTALES	20	100%

Elaborado por: Freddy Zamora.
Fuente: investigación de campo (encuesta).

Gráfico No. 8. Utilización de alguna máquina para realizar los ejercicios.



Elaborado por: Freddy Zamora.
Fuente: investigación de campo (encuesta).

Análisis e interpretación

El cien por ciento de los encuestados utiliza alguna máquina para realizar ejercicios y solo varía la frecuencia con que lo hacen, en este caso, el 35% (7) lo hacen siempre o casi siempre mientras que el 25% (5) y solo el 5% (1) casi nunca lo hace, por lo que se concluye que una Máquina Ejercitadora Ergonómica, resultaría utilizada con una alta frecuencia por los pacientes que asisten al Centro de rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga.

Pregunta 5. Los ejercicios los realizo con la guía de:

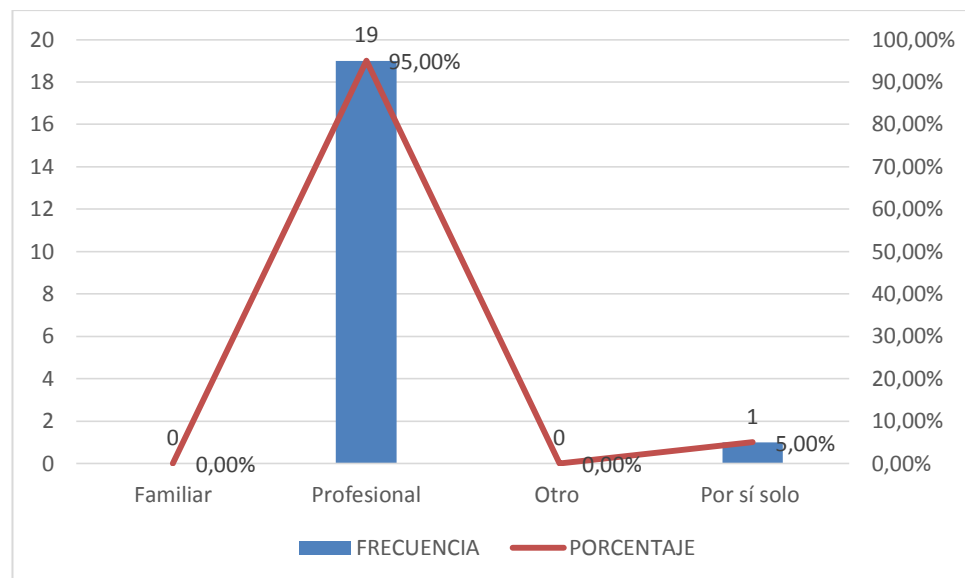
Tabla No. 22. Personal que guía los ejercicios.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Familiar	0	0,0%
Profesional	19	95,0%
Otro	0	0,0%
Por sí solo	1	05,0%
TOTALES	20	100%

Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Gráfico No. 9. Personal que guía los ejercicios.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Análisis e interpretación

Muy importante conocer que el 95% del personal que guía los ejercicios es efectuado por profesionales por lo que se concluye que de implementar una Máquina Ejercitadora Ergonómica en el Centro de rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga, dicho aparato será utilizado de forma correcta de acuerdo con las indicaciones específicas para cada paciente.

Pregunta 6. Tipo de ejercicios o actividad que realiza regularmente:

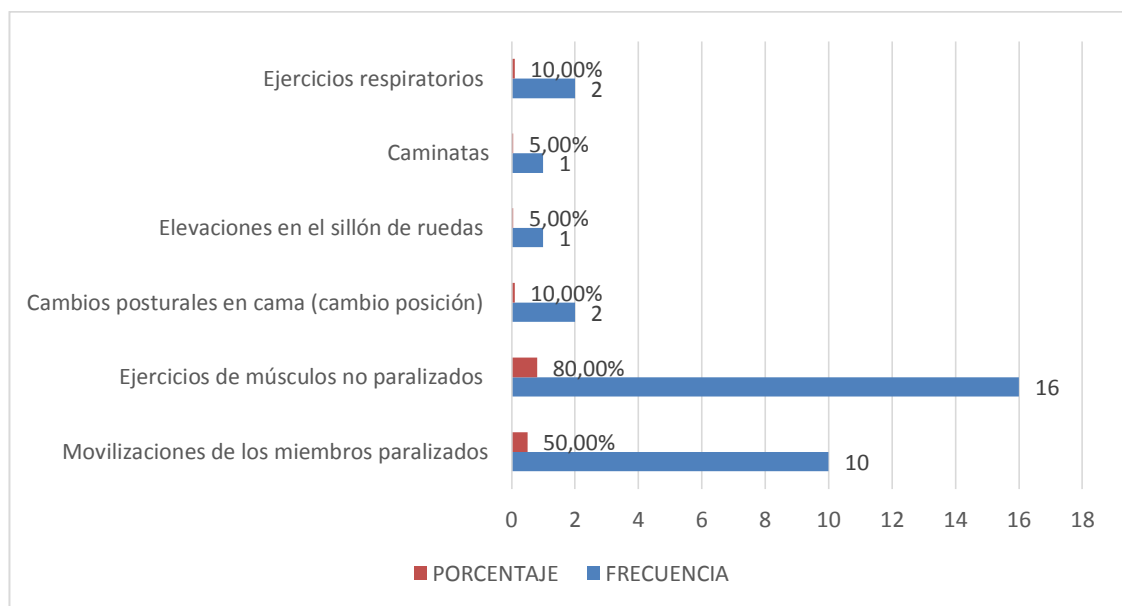
Tabla No. 23. Tipo de ejercicios o actividad que se realiza regularmente.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Movilizaciones de los miembros paralizados	10	50,0%
Ejercicios de músculos no paralizados	16	80,0%
Cambios posturales en cama (cambio posición)	2	10,0%
Elevaciones en el sillón de ruedas	1	05,0%
Caminatas	1	05,0%
Ejercicios respiratorios	2	10,0%
TOTALES	20	100%

Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Gráfico No. 10. Tipo de ejercicios o actividad que se realiza regularmente.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Análisis e interpretación

Los ejercicios que más se realizan son las movilizaciones de los miembros paralizados y para los músculos no paralizados con un 80% y 50% respectivamente, si se conoce que ambos tipos necesitan como apoyo una Máquina Ejercitadora Ergonómica, se puede concluir que incuestionablemente existe la necesidad en el Centro de rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga de implementar la máquina que se propone en este estudio.

Pregunta 7. Siento necesidad de complejizar mis ejercicios con una máquina ergonómica:

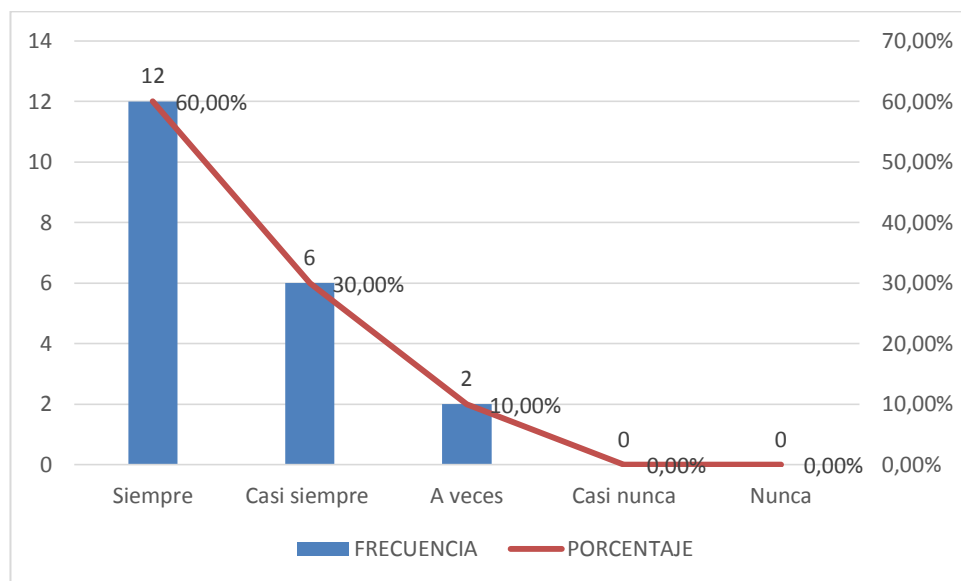
Tabla No. 24. Necesidad de complejizar los ejercicios.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Siempre	12	60,0%
Casi siempre	6	30,0%
A veces	2	10,0%
Casi nunca	0	0,0%
Nunca	0	0,0%
TOTALES	20	100%

Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Gráfico No. 11. Necesidad de complejizar los ejercicios.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Análisis e interpretación

El 90% de los pacientes encuestados, 60%, (10) y 30% (6), afirma que sienten necesidad de complejizar los ejercicios que realizan con una máquina ergonómica por lo que se confirma la propuesta de esta investigación.

Pregunta 8. Aceptaría con gusto la implementación de una máquina ergonómica en el área de fisioterapia:

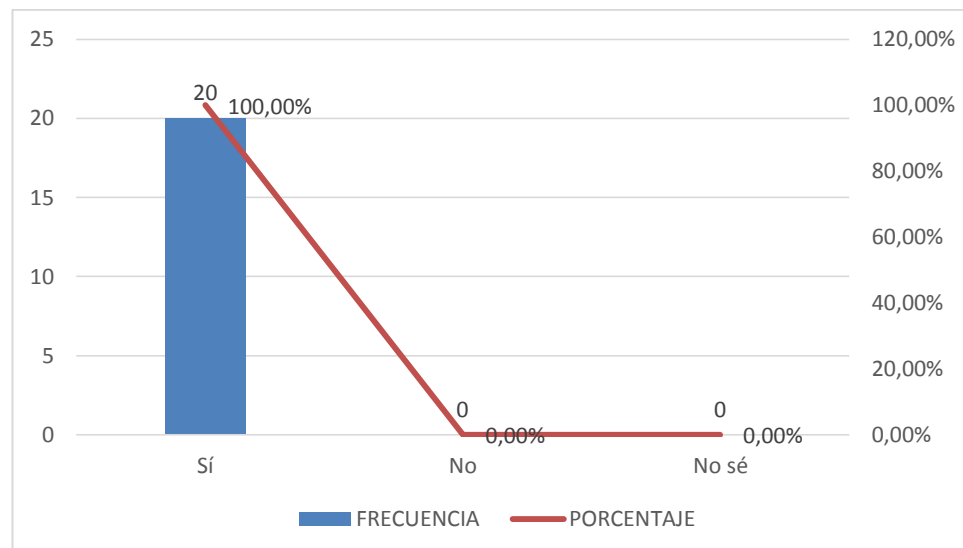
Tabla No. 25. Aceptación de la implementación de una máquina ergonómica.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Sí	20	100,0%
No	0	0,0%
No sé	0	0,0%
TOTALES	20	100%

Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Gráfico No. 12. Aceptación de la implementación de una máquina ergonómica.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Fuente: investigación de campo (encuesta).

Análisis e interpretación

Con la respuesta afirmativa del cien por ciento de los pacientes encuestados (20) sobre su aceptación con gusto de la implementación de una máquina ergonómica en el área de fisioterapia en el Centro de rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga, se confirma científicamente el problema planteado en esta investigación así como la propuesta de implementar una Máquina Ejercitadora Ergonómica en dicho lugar.

12. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

12.1 Evaluación general

Para evaluar la aceptación y limitaciones de la Máquina Ejercitadora Ergonómica, se decidió someter al criterio de expertos (Ingeniero mecánico (1), operario (2), directivos (1) y especialista ortopédico (1) del Centro de Rehabilitación objeto de estudio, quienes estuvieron vinculados directamente con el proceso de diseño y construcción de la misma; en total ofrecieron su criterio 5 entendidos sobre el tema mediante una matriz de impacto la cual se muestra a continuación:

Para realizar el cálculo correspondiente en cada área especificada, se utilizó la fórmula:

Total del impacto del área seleccionada= Total del IMPACTO/Cantidad de INDICADORES establecidos.

Luego de obtenido el valor promedio del impacto total del área seleccionada, dicho valor fue comparado con los valores determinados en la matriz de impacto para fijar el impacto final que se presenta a continuación:

Tabla No. 26. Criterio cuali-cuantitativo de impacto.

3	Impacto alto positivo
2	Impacto medio positivo
1	Impacto bajo positivo
0	Sin impacto
-1	Impacto bajo negativo
-2	Impacto medio negativo
-3	Impacto alto negativo

Elaborado por: Freddy Zamora.

Matriz general de impacto

Estimado especialista:

Para realizar una evaluación del diseño y construcción de la Máquina Ejercitadora Ergonómica que usted conoce ha sido terminada, por favor, marque con una cruz en cada una de los cuadros que usted considere adecuado según su criterio de cumplimiento:

Tabla No. 27. Matriz general de impacto.

No.	IMPACTO INDICADOR	-3	-2	-1	0	1	2	3
	Impacto económico							
1	Mano de obra especializada							
2	Facilidad de acceso a la Máquina							
3	Tarifas accesibles							
4	Acceso familias escasos recursos							
	Impacto social							
1	Atención personalizada							
2	Fácil acceso de las personas							
3	Relaciones con los compañeros							
4	Calidad de vida adecuada							
	Impacto ambiental							
1	Aplicación de las 4 R							
2	Amplios espacios de trabajo							
3	Limpieza permanente							
4	Área libre de humo							
	Impacto tecnológico							
1	Diseño innovador							
2	Materiales reutilizables							
3	Tecnología de punta							
4	Comodidad de manejo							

Elaborado por: Freddy Zamora.

12.2 Evaluación específica de impacto

Impacto económico: el impacto económico de la Máquina Ejercitadora Ergonómica que se presenta, se encuentra determinado por el análisis comparativo del costo-precio de la misma con respecto a las que se pueden adquirir en el mercado, el cual es mucho menor, lo que beneficia directamente al comprador ecuatoriano respecto a los compradores de los demás países.

Tabla No. 28. Impacto económico.

No.	IMPACTO INDICADOR	-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Mano de obra especializada						X	
2	Facilidad de acceso a la Máquina Ejercitadora Ergonómica							X
3	Tarifas accesibles							X
4	Acceso familias escasos recursos							X
	TOTAL							11

Elaborado por: Freddy Zamora.

Resultados

Total del impacto económico = $11/4 = 2,75$

Nivel de impacto económico = Alto positivo.

Otro impacto económico importante se refiere a los costos que significan los tratamientos médicos que reciben las personas con apoplejías y los adultos mayores, los cuales se verán disminuidos a partir del mejoramiento físico que tendrá dicha población luego de mantener una estabilidad con los ejercicios físicos planificados. El impacto económico puede ser de interés para diferentes actores, en este sentido, puede ser tenido en cuenta desde distintas perspectivas: de la sociedad, del ministerio de salud, de los gobiernos regionales, de las instituciones proveedoras de atención médica (públicas y/o privadas), etc., por lo que para la identificación de los costos a incluir en la evaluación es importante considerar los costos comunes a los programas o tratamientos alternativos a ofrecer con la Máquina Ejercitadora Ergonómica.

Impacto social: el impacto social se vincula directamente con la disminución del sufrimiento de las personas objeto de estudio y sus familias. Supone desde las lesiones físicas que

conviven en las primeras que implican dolor, pérdida de calidad de vida, necesidad de atenciones médicas y/o rehabilitación, hasta, en determinados casos pérdida de autonomía

Tabla No. 29. Impacto social.

No.	IMPACTO INDICADOR	-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Atención personalizada							X
2	Fácil acceso de las personas						X	
3	Relaciones con los compañeros							X
4	Calidad de vida adecuada						X	
	TOTAL							10

Elaborado por: Freddy Zamora.

Resultados

Total del impacto social = $10/4 = 2,5$

Nivel de impacto social = Alto positivo.

Los familiares también sufren la angustia de estas personas, quienes en la mayoría de las ocasiones han sido los allegados más queridos por su relación de sangre (Abuelos, padres, hermanos, hijos, nietos). Con la implementación de la Máquina Ejercitadora Ergonómica propuesta, inobjetablemente se contribuirá a mejorar la calidad de vida de las personas objetos de estudio y por ende, la de sus familiares.

Impacto ambiental: Desde el punto de vista ambiental, la Máquina Ejercitadora Ergonómica propuesta provocará un impacto positivo debido a que todos sus componentes han sido amigables con el entorno ya que son piezas recicladas que incluyen el fenómeno de las 4 R (Reciclar, Rechazar, Reutilizar y Reducir).

Tabla No. 30. Impacto ambiental.

No.	IMPACTO INDICADOR	-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Aplicación de las 4 R						X	
2	Amplios espacios de trabajo						X	
3	Limpieza permanente							X
4	Área libre de humo							X
	TOTAL							10

Elaborado por: Freddy Zamora.

Resultados

Total del impacto ambiental = $10/4 = 2,5$

Nivel de impacto ambiental = Alto positivo.

Impacto tecnológico: El impacto tecnológico de la Máquina Ejercitadora Ergonómica, tiene en cuenta lo novedoso e innovador de su diseño a partir de la facilidad de su construcción y el bajo costo de los materiales usados, cuya innovación puede servir como base para establecer en la ciudad una fábrica dedicada a su construcción y venta a todo el país y en un futuro, como producto exportable completamente de producción nacional.

Tabla No. 31. Impacto tecnológico.

No.	IMPACTO INDICADOR	-3	-2	-1	0	1	2	3
1	Diseño innovador							X
2	Materiales reutilizables							X
3	Tecnología de punta						X	
4	Comodidad de manejo							X
	TOTAL							11

Elaborado por: Freddy Zamora.

Resultados

Total del impacto tecnológico = $11/4 = 2,75$

Nivel de impacto tecnológico = Alto positivo.

12.3 Evaluación comparativa entre Máquinas Ejercitadoras Ergonómicas

A continuación se muestra la oferta de un grupo de máquinas ejercitadoras con el precio de mercado, para que se pueda comprobar desde el punto de vista económico el aporte de la Máquina Ejercitadora Ergonómica diseñada por el autor de esta propuesta (Ver Anexo No. 5).

Tabla No. 32. Comparación de precios de Máquinas Ejercitadoras.

TIPO DE MÁQUINA	PRECIO DE MERCADO	PAÍS
Caminadora Multifuncional 4 En 1-Negro.	\$2,899.00 USD.	USA
Bicicleta Fija de Ejercicio Benotto XT-2...	\$2,790.00 USD.	Alemania
Aparato Ejercitador Slim Rider 2 En 1 Cr...	\$3,099.99 USD.	Japón
Elíptica Multifuncional 3 En 1 Body Fit	\$3,190.00 USD.	Gran Bretaña
Aparato Ejercicio Multi Ejercitador Gym...	\$1,799.00 USD.	Francia
Elíptica Multifuncional BodyFit Max4	\$4,990.00 USD.	Canadá
Bicicleta Spinning Profesional Fija Ejer...	\$6,201.00 USD.	Australia
Maquina fabricada en Ecuador	\$1,900,00 USD	Ecuador
PRECIO PROMEDIO	\$3,567.00 USD	-
MÁQUINA EJERCITADORA ERGONÓMICA PROPUESTA PRECIO FINAL	\$1 500,00 USD	FEEL AGAIN UTC

Elaborado por: Freddy Zamora.

De acuerdo con los datos obtenidos sobre las máquinas que se ofertan en el mercado (Ver Anexo No. 5), la máquina que se propone “FEEL AGAIN MACHINE”, presenta dos importantes mejoras así como beneficios adicionales:

1. Se puede trabajar con el ejercitador de las extremidades superiores e inferiores de forma automática y mecánica, lo que permite que la utilicen además de las personas con paraplejia adultos mayores, cualquiera otra interesa.
2. El precio de mercado de las máquinas hasta ahora construidas en el Ecuador (Provincia de Manta) asciende a \$1 900,00 USD mientras que el costo del prototipo que se presenta es de 1 500,00 USD.

13. PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA MÁQUINA EJERCITADORA ERGONÓMICA

Tabla No. 33. Presupuesto inicial para el desarrollo de la propuesta.

	Presupuesto para la elaboración			
Materiales	Cantidad	Unidad	Unitario \$	Total \$
Tubo redondo de 2 pulgadas	1	u	25	25
Tubo cuadrado de 2 pulgada	2	u	25	50
Intercambiador de polaridad	1	u	60	60
Lijas	6	u	0,8	4,8
Tinner	1	litro	5	5
Compresor (Alquiler/hora)	12	h	8	96
pinturas en espray	1	u	15	15
Suelda (Alquiler/hora)	3	h	10	30
Tabla Triple 4 líneas	3	u	1	3
Banda	1	u	8	8
Polea de aluminio 20cm	1	u	6	6
Polea de aluminio 15cm	1	u	5	5
Motor con caja reductora 1/4hp	1	u	100	100
Interruptor eléctrico	1	1	2	2
Lamina de acero 70*50cm	1	1	12	12
Tapizado	3	u	25	75
Transporte y salida de campo (detallar)				
Llegada a taller	32	u	0.5	16
salida de taller	32	u	0.5	16
Material bibliográfico y fotocopias.				
Impresiones	120	u	0,08	96
Copias	300	u	0,04	120
Internet	100	h	0,5	50
Otros recursos (detallar)				
Anillado	8	u	3	24
Flash memory	1	u	10	10
Cuaderno de apuntes	1	u	1,8	2
Sub Total				830,8
10%				83,08
Total				913,88

Elaborado por: Freddy Zamora.

El costo estimado que se presupuestado es de 913,88

Tabla No. 34. Costo real de materiales.

	Unidad			
Descripción	Medida	Cant.	V. Unit+IVA.	V. Total
Perfil cuadrado hierro 40X40X4	MTS	6	3,5	21
Platina ACERO AISI 1020 de 40x10mm	MTS	0.50	4	2
Acero AISI 1020 Eje de 22mm	MTS	4	3	12
Brazo de la manivela Izquierdo y derecho 11cm	UN	2	5	10
Soporte de polea de 2cm	UN	2	3	6
Perfil cuadrado 30x30x2.6mm	MTS	6	3	18
Ángulo de 40mm	MTS	4	3	12
Platina acero AISI 1020 de 20x2mm	MTS	4	2	8
Intercambiador de polaridad trifásico	UN	1	40	40
Lijas de hierro	UN	5	0,7	3,5
Tinner	UN	3	4	12
Pintura Esmalte Sintético Ploma marca El Cóndor (para fondo)	LT	2	4	8
Pintura esmalte azul marca El Cóndor	LT	2	4	8
Pintura En Spray Color Negro Brillante Marca Evans Paints 300MI	UN	1	4	4
Tabla Triple 4 líneas de 15x30 cm	UN	1	0,75	0,75
Tabla Triple 4 líneas de 40 cm2	UN	2	1	2
SKF 6201-RS Rodamientos	UN	12	2	24
Polea una ranura 203MM de Aluminio	UN	1	5	5
Polea una ranura 127MM de Aluminio	UN	1	4	4
polea una ranura 76.2MM de aluminio	UN	1	2,5	2,5
Motor de paso a paso NEMA 34	UN	1	260	340
Garrucha 3" 50kg con seguro	UN	2	4,12	8,24

Garrucha 3" 50kg sin seguro	UN	2	2,13	4,26
Lamina de acero 2mm de 70x50cm	UN	1	8	8
Tapizado	UN	5	20	100
Grillete de 1/8	UN	2	0,4	0,8
Manguera corrugada Diámetro de 2cmx 2m largo	UN	1	2	2
Canaleta de 2cm x2m	UN	1	2	2
Cable gemelo de X12 R 1000M	MTS	4	1,3	5,2
Tabla No. 26. Costo real de materiales (continuación).				
Cable de 12	MTS	4	1	4
Taype negro	UN	1	1	1
Silikon en barra 1/2x8" grueso	UN	3	0,5	1,5
Amarra Plástica 4x15cm	UN	15	0,06	0,9
Aduino	UN	1	16	16
Caja de paso pintada 300x300x100mm	UN	1	10,7	10,7
Cable flexible conelsa 18 color Azul	MTS	5	0,3	1,5
Cable flexible conelsa 18 color rojo	MTS	5	0,3	1,5
Cable flexible conelsa 18 color Amarillo	MTS	4	0,3	1,2
Enchufe Blindado Aéreo polarizado cooper	UN	1	2,25	2,25
Para de Emergencia c/Retención	UN	1	2,51	2,51
Selector Metálico 22mm de 2 posiciones	UN	1	2,07	2,07
Pulsador Plástico 22mm verde	UN	1	1,68	1,68
Toma Corriente sobrepuesto t/cooper	UN	1	1	1
Paquete electrodo 6011 AGA	UN	1	19	19
Piedra de Pulir	UN	2	3	6
Pernos 5/16 de 1" acerados	UN	16	0,25	4
Tuercas 5/16	UN	4	0,1	0,4
Tira fondo de 1"	UN	6	0,1	0,6
Velcro HU 10cm 4" negro cinta adhesiva	MTS	1	1,18	1,18
Velcro HU 5cm 2" negro cinta adhesiva	MTS	1	0,44	0,44

Reata 2096 Nylon Negro 50MM	MTS	2	0,22	0,44
Reata Nylon Negro 25MM	MTS	3	0,2	0,6
Hebilla pastica jd Tensor 51mm 2" Negra	UN	2	0,1	0,2
Hebilla pastica jd Tensor 20mm 1" Negra	UN	4	0,5	0,2
Argolla Toy Triangular níquel DF-058-40X26X3	UN	2	0,05	0,1
Relé	UN	1	75	75
Fuente Transforma el voltaje de 110V a 40V	UN	1	40	40
Mosquetón toy 38x7x2.8mm níquel	UN	2	0,1	0,2
TOTAL		182	708,51	961,42

Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 35. Costo mano de obra.

Descripción	Horas Hombre	Cant.	V. Unit+IVA.	V. Total
Maestro tornero	H	4	15	60
Costurera	H	1	10	10
Soldador	H	4	15	60
Electricista	H	1	20	20
TOTAL		10	60	150

Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 36. Costo de maquinaria.

Descripción	Medida	Tiempo	V. Unit+IVA.	V. Total
Compresor	H	2	10	20
Soldadora	H	3	10	30
Torno	H	3	15	45
Esmeril	H	0,3	2	1
Remachadora	H	0,3	2	1
Pulidora	H	2	5	10
Taladro	H	1	5	5
TOTAL	-	11,6	49	112

Elaborado por: Freddy Zamora.

Tabla No. 37. Costo total del proyecto.

Costo Total		Porcentaje
Costo de materiales	961,42	68,75%
Costo indirectos de fabricación	138,6	13,86%
Costo de mano de obra	150	11,70%
Costo de maquinaria	112	8,73%
Otros (10%)	136,2	5,85%
Total	\$1 498,22	100,00%
Total aproximado	\$1 500,00	100,00%

Elaborado por: Freddy Zamora.

Podemos concluir que el costo más alto en la materialización de propuesta fue el de la compra de materiales que representa el 68%, mientras que el costo más bajo es el de la maquinaria que representa el 8,73%.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir del análisis de los resultados del trabajo realizado, se pueden extraer las conclusiones siguientes:

Conclusiones

- Se diseñó un prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación física de personas con paraplejia y adultos mayores, con base en las siguientes normativas vigentes en el Ecuador, UNE-EN 614-1:2006+A1:2009;, UNE-EN 547-2:1997+A1:2009: UNE-EN ISO 12100-1:2004+A1:2010 y ISO 26800:2011.
- Se construyó un prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica, cumpliendo con los parámetros establecidos por el diseño con un costo total de \$1 500 USD.
- Se evaluó el funcionamiento del prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica construida a partir de su impacto económico, social, ambiental y tecnológico, recibiendo una valoración de “Alto positivo” en cada uno de dichos aspectos.
- Se elaboró un plan de mantenimiento preventivo para el prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica construida de acuerdo con los criterios técnico-económicos actuales.

Recomendaciones

- Presentar el prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica construido como producto final de esta investigación.
- Implementar lo más rápido posible el prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación para personas con paraplejia y adultos mayores que asisten al Centro de Rehabilitación y Terapia Física del Patronato de Amparo Social de la ciudad de Latacunga.
- Someter durante 30 días el prototipo de Máquina Ejercitadora Ergonómica a un período de prueba en el centro de Rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga.
- Aplicar el plan de mantenimiento preventivo que se presenta en esta propuesta.

15. Referencias bibliográficas

- Acosta, A. (2015). *Multiplicador de velocidad por poleas*. Recuperado el 22 de 04 de 2017, de http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_poor.htm
- Acosta, M. (2015). La esperanza de vida, una panacea en el mundo actual. *Salud al día*, XXI(23). Recuperado el 12 de 05 de 2017
- Álvarez, N. (2014). La Ergonomía actual. *Ciencia y Técnica*, 32(15), 22-24. Recuperado el 11 de 05 de 2017
- Astudillo, M. (2012). Investigaciones socio-educativas. *Educación*, 31-34.
- Caillet, R. (2016). *Anatomía funcional biomecánica*. Madrid. Recuperado el 02 de 07 de 2017, de librosysolucionarios.net
- Campbell, J. (2016). *Calidad de vida*. Madrid: Spices SA. Recuperado el 11 de 05 de 2017
- CONADIS. (2014). *Normas Jurídicas en Discapacidad Ecuador*. Quito: Don Bosco.
- Gómez, I. (2012). Alcance de la investigación científica. *Investigación científica*, 17-19.
- Herrera, G. (2012). Los enfoques investigativos. *La investigación científica*, 27-31.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. (2009). *Normas técnicas sobre principios ergonómicos*. (M. d. Social, Ed.) Madrid, España. Recuperado el 12 de 06 de 2017
- López, E. (2015). *Revista electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, v. 12, n.1. Obtenido de Educación compensatoria: efectos recientes de un estudio clásico: http://www.uv.es/RELIEVE/v12n1/RELIEVEv12n1_5.htm
- OMS. (2014). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 19 de 11 de 2016, de www://OMS.org
- Oroza, T. (2013). La tercera edad. *ECURED*, 12. Recuperado el 05 de 05 de 2017, de https://www.ecured.cu/Tercera_Edad
- Panchi Mallitasig, N. d. (2016). *Técnica De Stretching, Como Coadyuvante En El Tratamiento De Cervicalgia Mecánica Crónica En Los Pacientes Que Acuden Al Área De Rehabilitación Del Patronato De Amparo Social Latacunga*. Facultad De Ciencias De La Salud, Carrera De Terapia Física. Ambato: Universidad Técnica De Ambato. Recuperado el 05 de 05 de 2017

- Portieles, J. (2014). Historia de la Ergonomía. *Educación*, 11(2), 31-33. Recuperado el 09 de 05 de 2017
- Rodríguez, E. G. (2014). La fisioterapia tecnológica. *Revista de Ciencias Médicas*. Recuperado el 11 de 05 de 2017
- Rosales, C. (2015). Apuntes sobre la paraplejía. (U. N. Colombia, Ed.) *Medicina al día*, XXII(16), 31-33. Recuperado el 12 de 05 de 2017
- Russell, H. (2016). *Análisis de estructuras*. (8. Edición, Ed.) México DF: Universidad Autónoma Metropolitana. Recuperado el 22 de 07 de 2017, de <https://www.freelibros.org/ingenieria/analisis-estructural-8va-edicion-r-c-hibbeler.htm>
- Sáenz, M. V. (2015). *El Kinesio Taping Como Complemento Del Tratamiento Convencional De La Parálisis Facial Periférica Idiopática En Pacientes Del Patronato Municipal De Amparo Social De Latacunga*. sangolquí: ESPE. Recuperado el 06 de 05 de 2017
- Santos, D. R. (2013). *El papel de la ergonomía en la prevención y evaluación de la carga física en un centro hospitalario*. La Coruña: Universidad de La Coruña. Recuperado el 06 de 05 de 2017
- SENPLADES, Secretaria Nacional de Planificion y Desarrollo. (2013- 2017). *Plan Nacional para el Buen Vivir* (Primera Edición ed.). Quito, Ecuador. Obtenido de https://www.unicef.org/ecuador/Plan_Nacional_Buen_Vivir_2013-2017.pdf
- Sosa, M. (2016). La tercera edad y su calidad de vida. *Ciencia, salud y calidad de vida*, 22. Recuperado el 11 de 05 de 2017
- Torada, P. R. (2013). *Objetivo de la Ergonomía*. Mc Graw Hill: Editorial Alfaomega. Recuperado el 11 de 05 de 2017, de [www//:objetivodelaergonomia.34882311](http://www.objetivodelaergonomia.com)
- UNESCO. (1997). Areas y Subareas del conocimiento. En *UNESCO* (pág. 2).
- UTC, .. L. (2016). *Universidad Técnica de Cotopaxi*. Obtenido de Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://www.utc.edu.ec/>
- Zorrilla, M. (2011). Enfoques investigativos. *Investigaciones científicas*, 22-25.

ANEXOS

Anexo. Hoja de vida del equipo de trabajo

I. Datos personales

APELLIDOS: Salazar Cueva
NOMBRES: Edison Patricio
CÉDULA: 0501843171
CIUDAD DOMICILIARIA: Latacunga
CEL: 0983304033
E-MAIL: edison.salazar@utc.edu.ec

II. Formación académica

- Magister en Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales
- Ingeniero Industrial Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA – FAE)

Anexo. Coordinador del Equipo de Trabajo

I. Datos personales

NOMBRE: Freddy Edmundo
APELLIDOS: Zamora Oñate
CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0503952509
CIUDAD DOMICILIARIA: Ambato
DIRECCIÓN: Huachi Solis
TELÉFONO FIJO: 032825245
CELULAR: 0992557676
E-MAIL: freddy.zamora9@utc.edu.ec

Anexo. Encuesta aplicada a los pacientes.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

ENCUESTA

Estimado Sr. / Sra., la presente encuesta busca conocer su criterio acerca de las necesidades que tiene el área de fisioterapia del Patronato de la ciudad de Latacunga de implementar una Máquina Ejercitadora Ergonómica para la rehabilitación física de pacientes parapléjicos y personas de la tercera edad.

CUESTIONARIO

1. Frecuencia con que asisto a los ejercicios de fisioterapia:

- a) 1 vez por semana _____
- b) 2 veces por semana _____
- c) 3 veces por semana _____
- d) 4 veces por semana _____
- e) 5 veces por semana _____

2. Me siento satisfecho con los ejercicios que realizo:

- a) Siempre _____
- b) Casi siempre _____
- c) A veces _____
- d) Casi nunca _____
- e) Nunca _____

3. Siento realmente que los ejercicios benefician mi salud:

- a) Siempre _____
- b) Casi siempre _____
- c) A veces _____
- d) Casi nunca _____
- e) Nunca _____

4. Utilizo alguna máquina para realizar los ejercicios:

- a) Siempre _____
- b) Casi siempre _____

- c) A veces_____
- d) Casi nunca_____
- e) Nunca_____

5. Los ejercicios los realizo con la guía de:

- a) Familiar_____
- b) Técnico_____
- c) Otro _____
- d) Por sí solo _____

6. Tipo de ejercicios o actividad que realizo regularmente:

- a) Movilizaciones de los miembros paralizados_____
- b) Ejercicios de músculos no paralizados _____
- c) Cambios posturales en cama (cambio posición) _____
- d) Elevaciones en el sillón de ruedas _____
- e) Caminatas_____
- f) Ejercicios respiratorios _____

7. Siento necesidad de complejizar mis ejercicios con una máquina ergonómica:

- a) Siempre_____
- b) Casi siempre _____
- c) A veces_____
- d) Casi nunca_____
- e) Nunca_____

8. Aceptaría con gusto la implementación de una máquina ergonómica en el área de fisioterapia:

- a) Sí_____
- b) No_____
- c) No sé_____

Muchas gracias

Anexo. Estructura funcional del Centro de Rehabilitación.



Elaborado por: Freddy Zamora.

Anexo. Enfermedades que se atiende en el centro de Rehabilitación del Patronato de la ciudad de Latacunga.

1).- Enfermedades en la parte superior

- Tendinitis de Mongeto
- Capsulitis adhesiva
- Fractura de Codo
- Luxación de Hombro

2).- Enfermedades en la parte Inferior del Cuerpo

- Movilización de rodillo
- Tendón de Aquiles
- Desguince de Tobillo

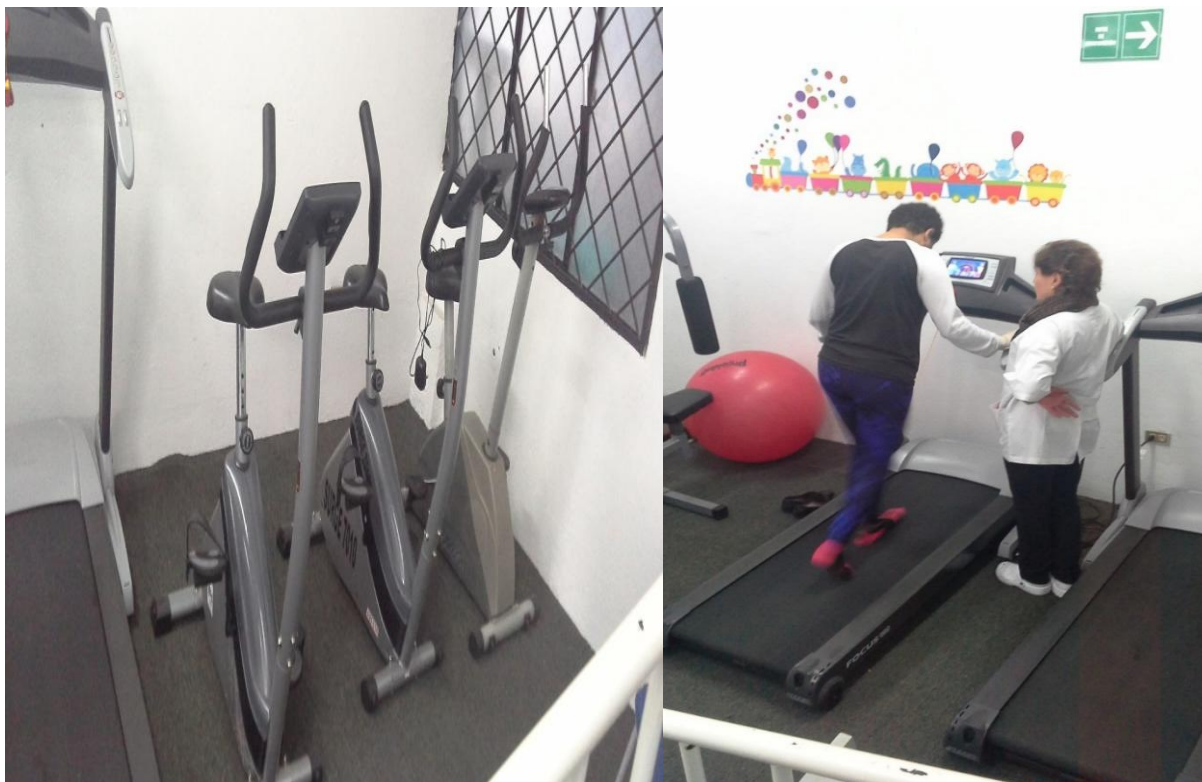
Principales causas de las enfermedades

- Traumáticas
- Caídas
- Accidentes de Transito

Causas degenerativas

- Diabetis mellitus

Anexo. Área del gimnasio donde estará ubicada la Máquina Ergonómica Ejercitadora.



Tomada por: Freddy Zamora.



Tomada por: Freddy Zamora.

Anexo. Análisis comparativo con otras máquinas ejercitadoras.

Figura No. 53. Caminadora Multifuncional 4 En 1-Negro. USA.



\$2,899.00 USD.

Figura No. 54. Bicicleta Fija de Ejercicio Benotto XT-2... ALEMANIA.



\$2,790.00

Figura No. 55. Aparato Ejercitador Slim Rider 2 En 1 Cr... JAPÓN.



\$3,099.99

Figura No. 56. Elíptica Multifuncional 3 En 1 Body Fit. GRAN BRETAÑA.



\$3,190.00

Figura No. 57. Aparato Ejercicio Multi Ejercitador Gym... FRANCIA.



\$1,799.00

Figura No. 58. Elíptica Multifuncional BodyFit Max4. CANADÁ.



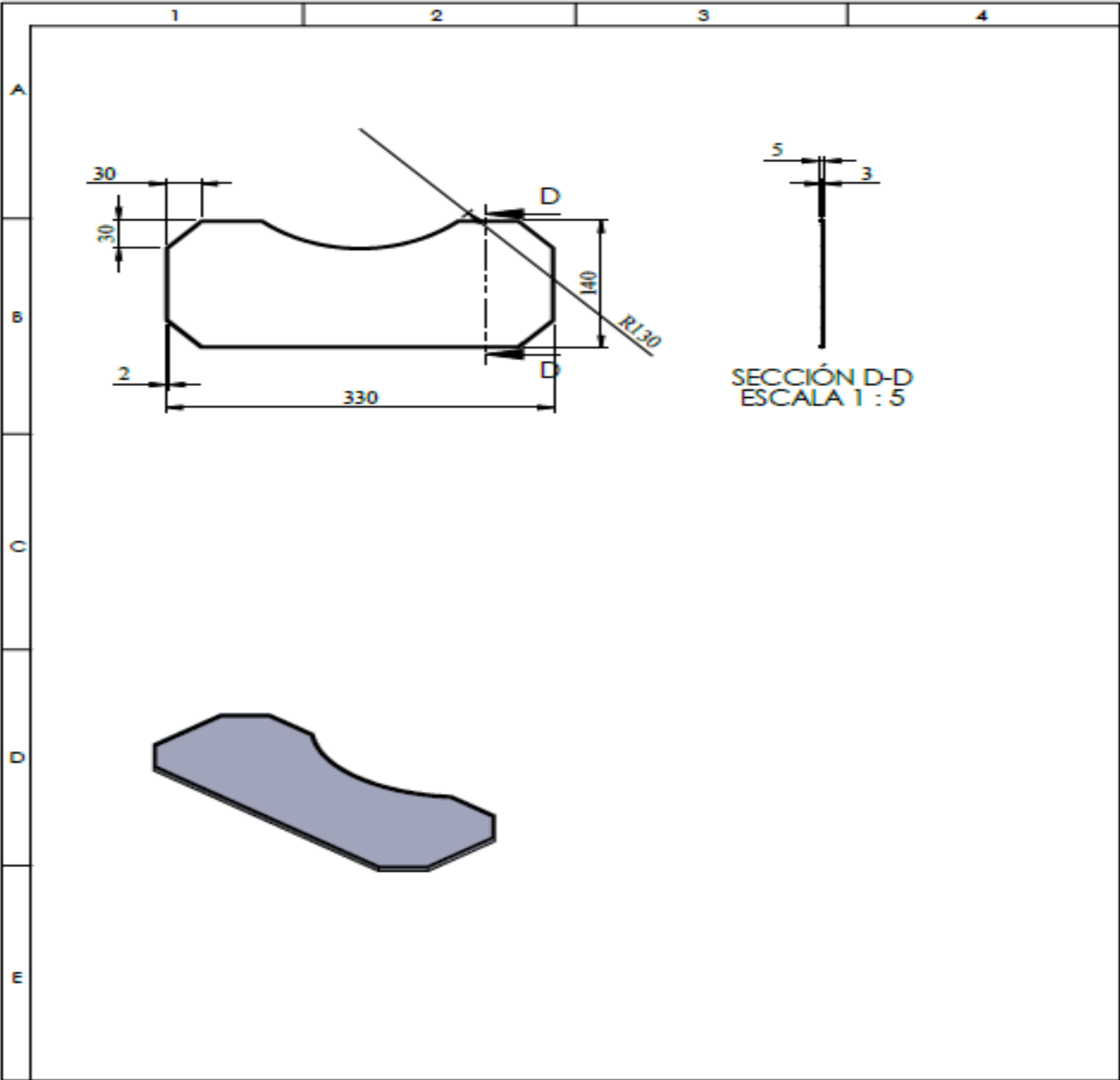
\$4,990.00

Figura No. 59. Bicicleta Spinning Profesional Fija Ejer... AUSTRALIA.

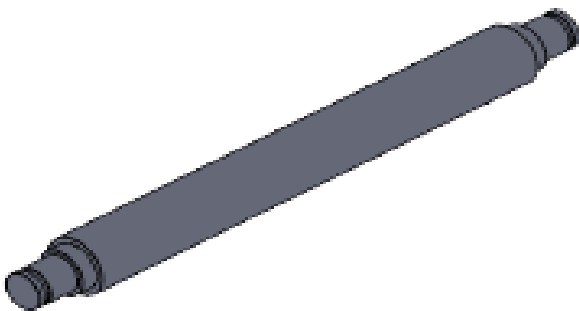
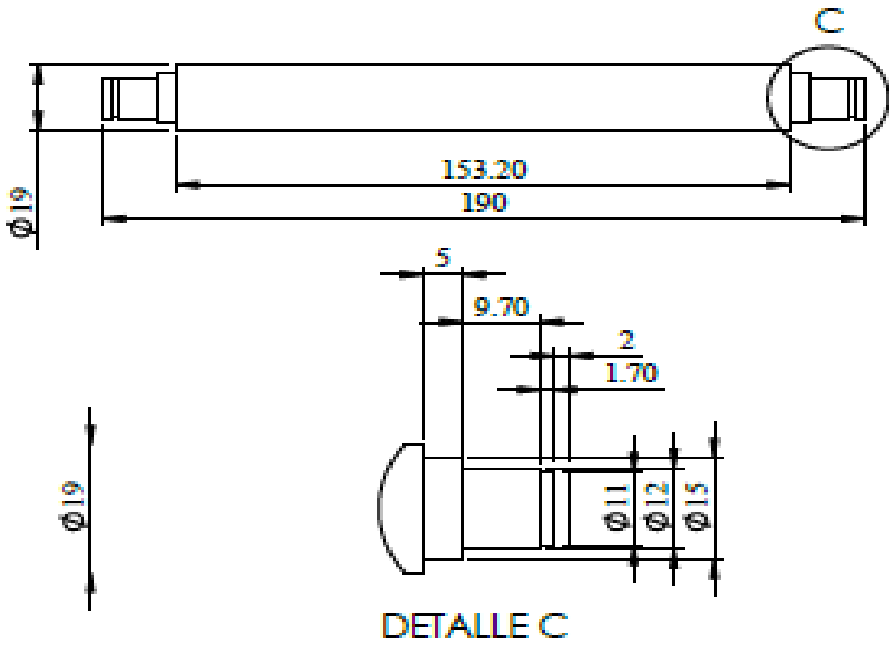


\$6,201.00

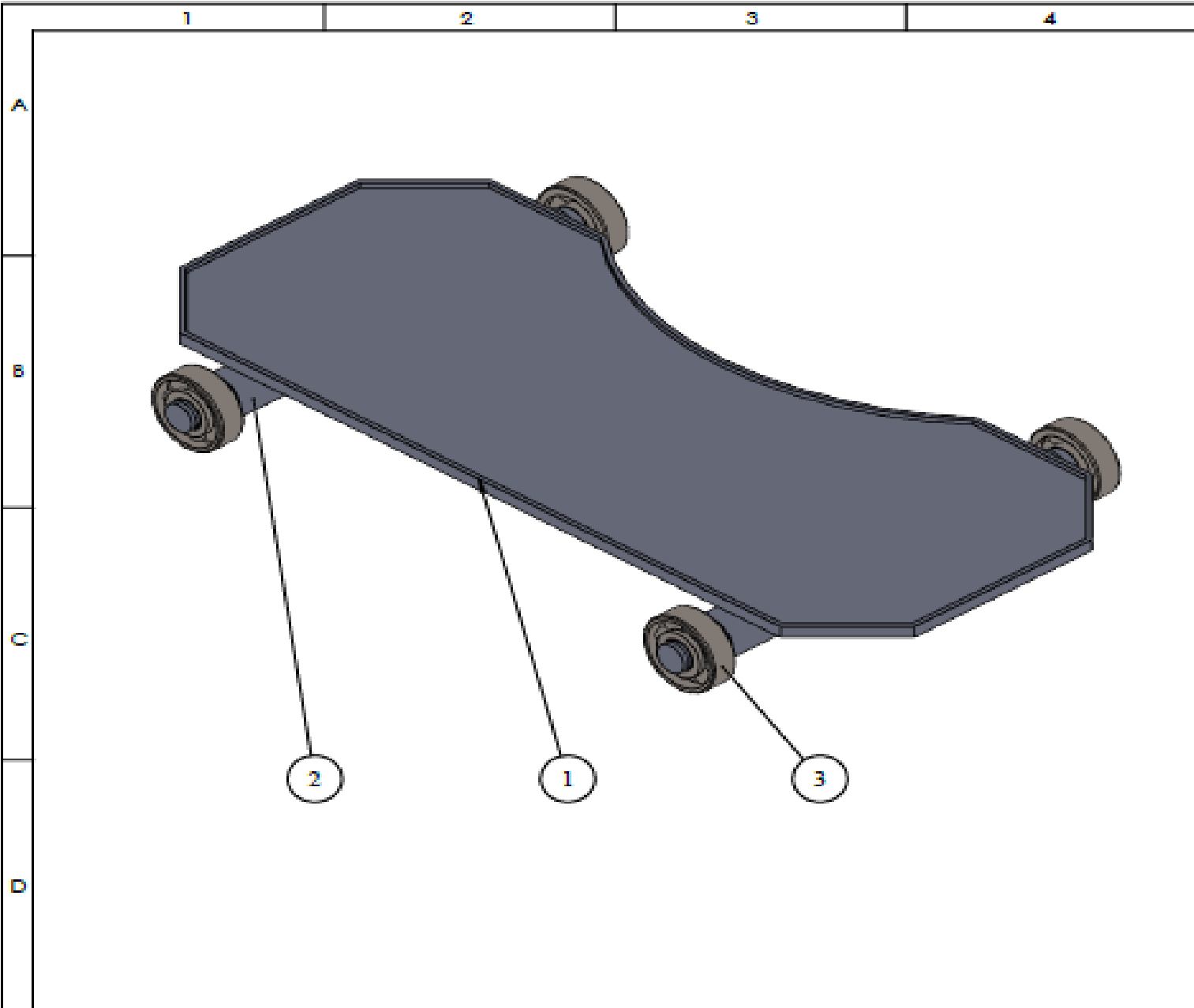
Anexo. Diseño planométrico de la Máquina Ergonómica Ejercitadora propuesta.



--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



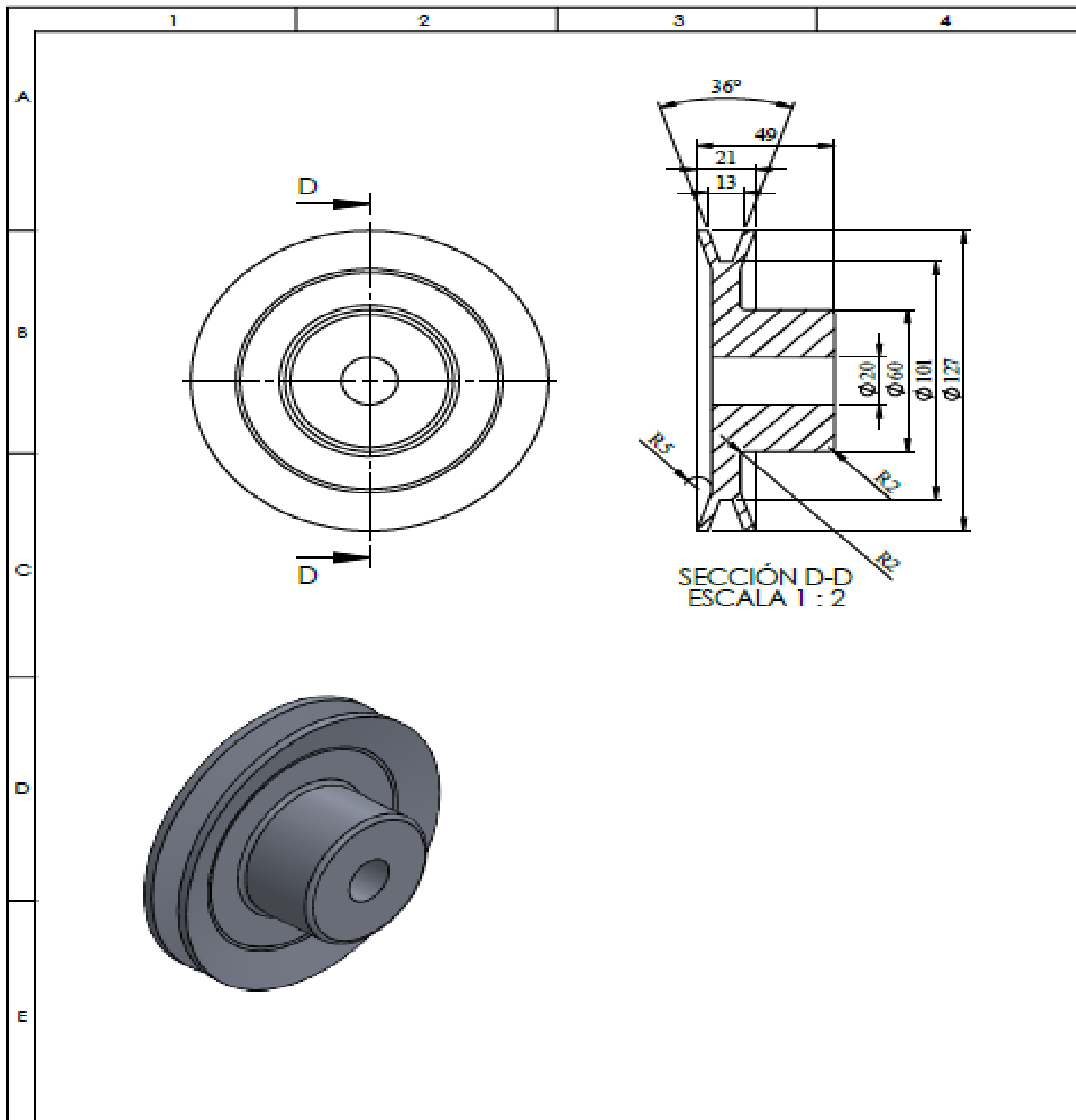
				TOLERANCIA	PESO	ACERO AISI 1020	
				±0.1	10 N		
					FECHA	NOMBRE	
				DIB.	JUL-2017	Zacarias Ochoa Freddy	EJE DE BASE PIE
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR	
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR	
				UNIVERSIDAD TECNICA			PLANO 2
				DE COTOPAXI			
				INGENIERIA			
				INDUSTRIAL			
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre				



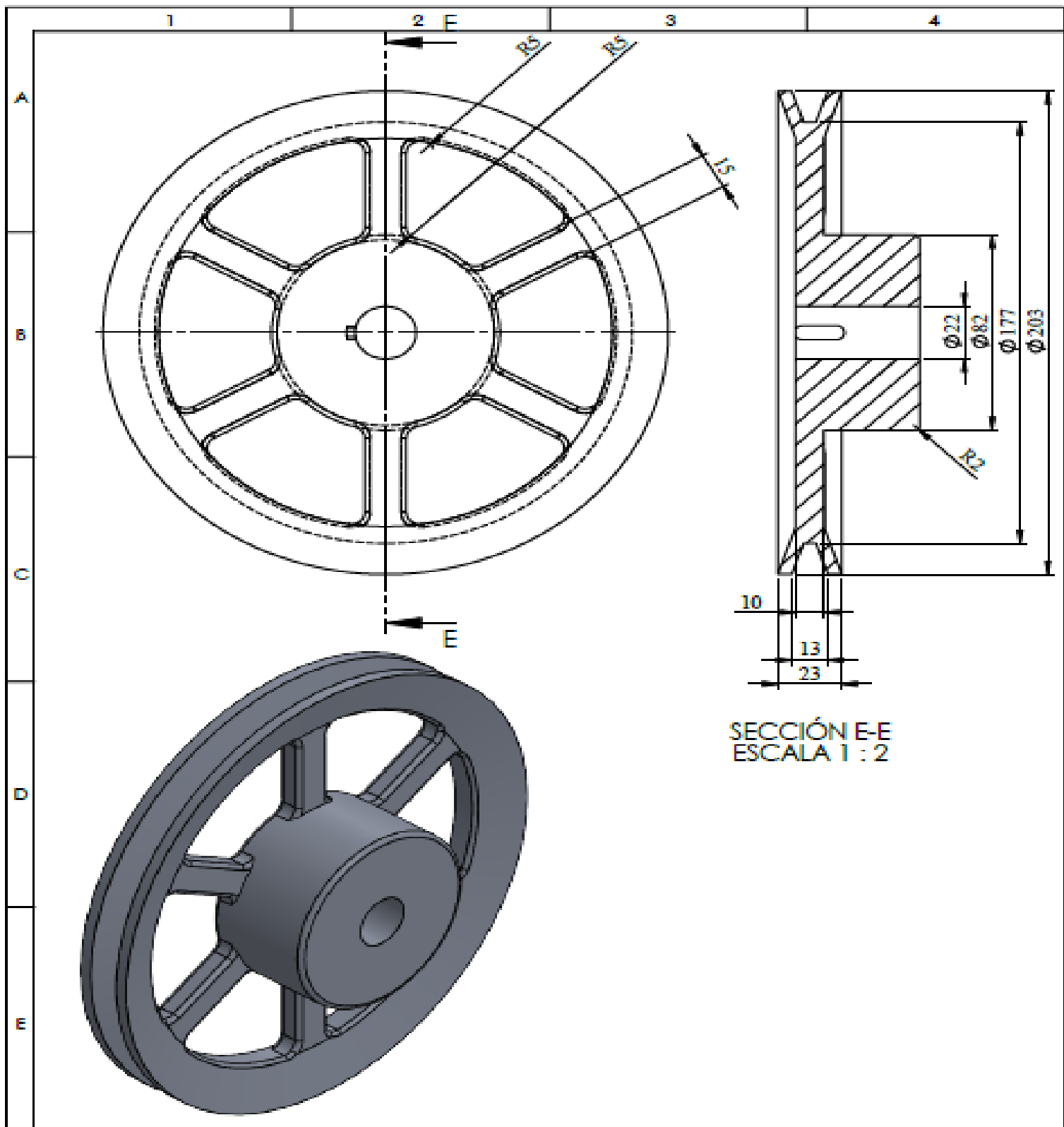
E	N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	1	Soporte de pie		1
	2	Eje de base pie		2
	3	DIN 628 - 7201B - 8, DE, NC, 8_68, SKF 6201-RS		4

				TOLERANCIA	PESO	VARIOS			
				±0.1	10 N				
					FECHA	NOMBRE	SOPORTE DE PIE		ESCALA: 1:2
				DIB.	JUL-2017	Zamora Olean Freddy			
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR			
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR			
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL			PLANO 3		
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre						



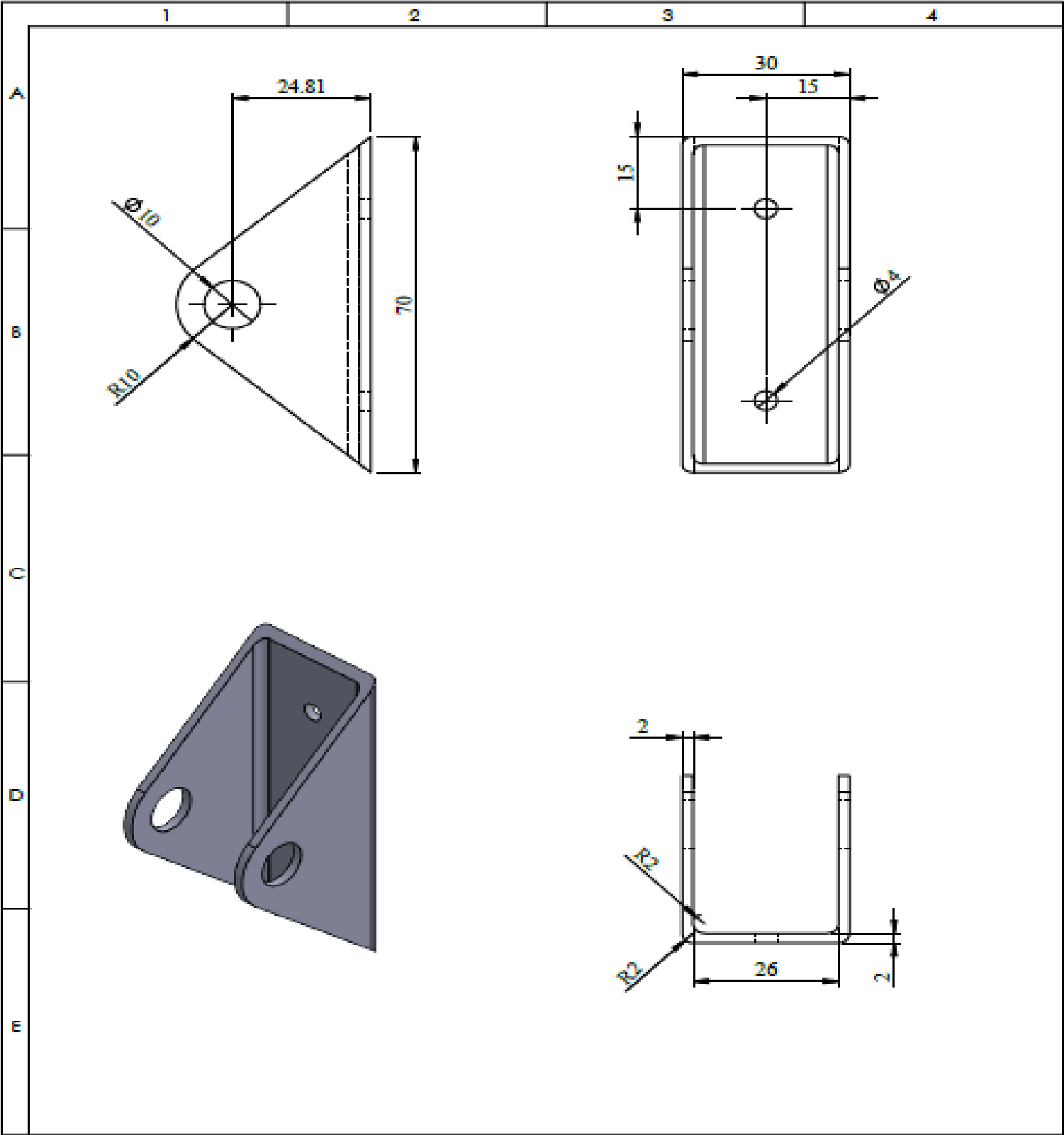


				TOLERANCIA		PESO	ALUMINIO	
				±0.1		10 N		
					FECHA	NOMBRE		
				DIB.	JUL.-2017	Zamora Oñate Freddy	POLEA 127MM	
				REV.	JUL.-2017	EVALUADOR		
				APRO.	JUL.-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL			PLANO 4	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					

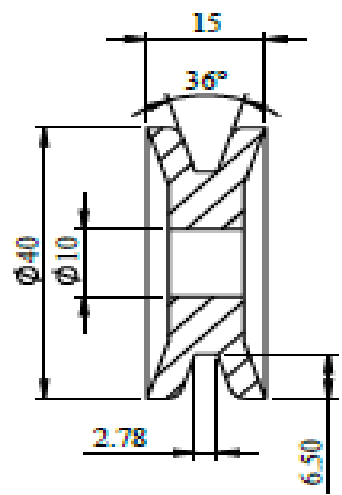
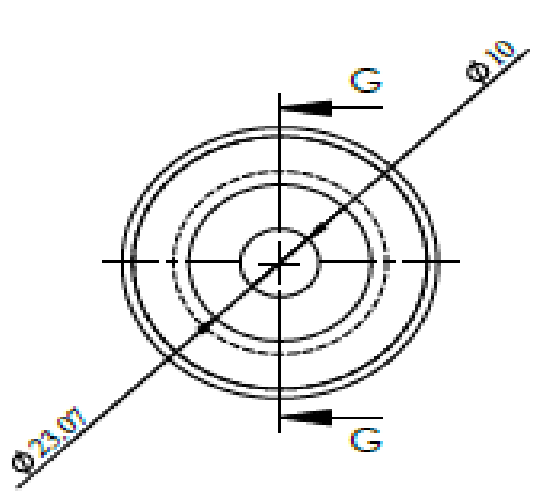


SECCIÓN E-E
ESCALA 1 : 2

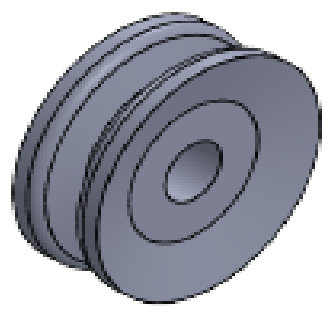
				TOLERANCIA		PESO		ALUMINIO	
				±0.1		10 N			
					FECHA	NOMBRE		POLEA 203MM	ESCALA: 1:2
				DIB.	JUL-2017	Zamora Ochoa Freddy			
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR			
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR			
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL				PLANO 5	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre						



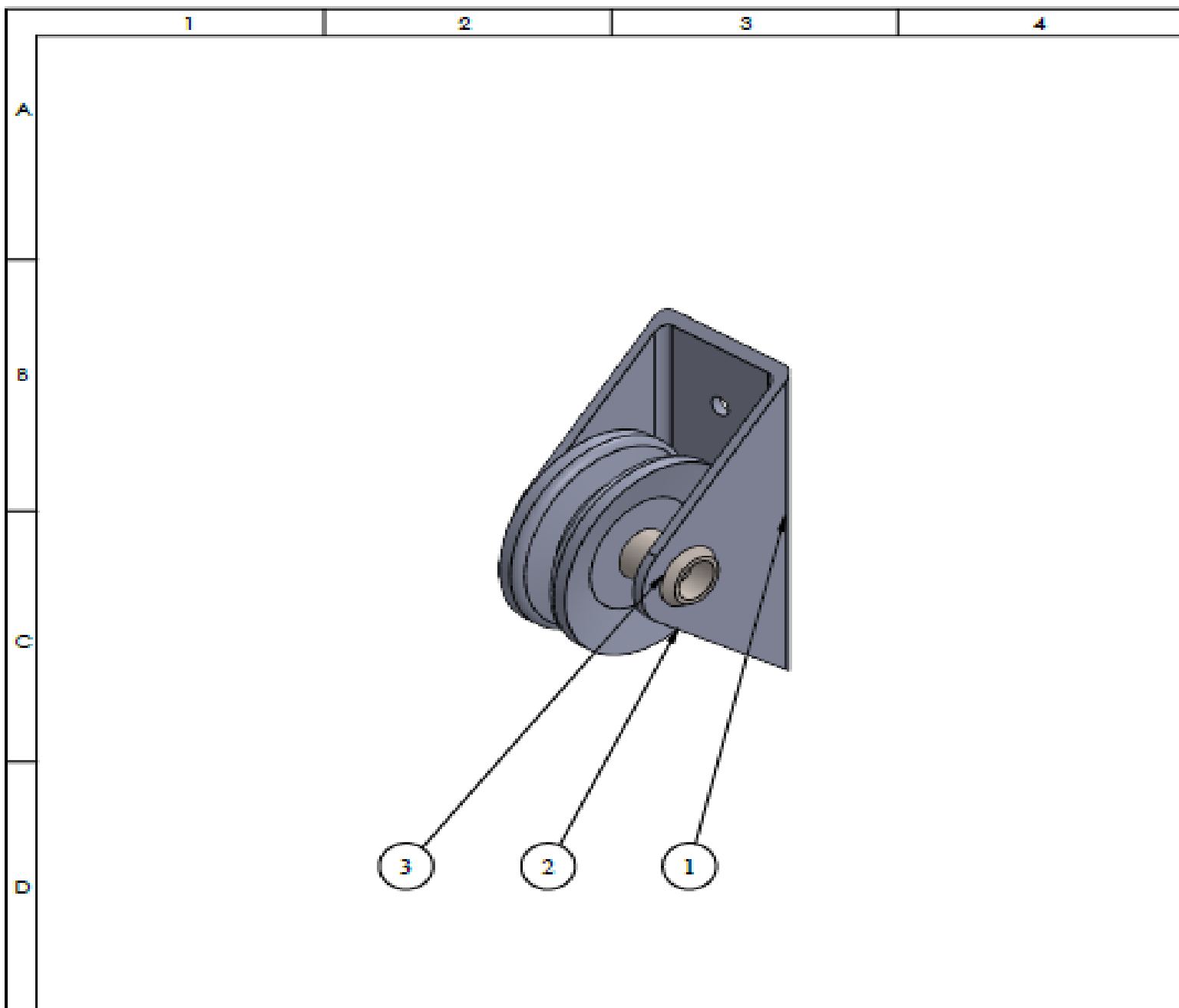
				TOLERANCIA ±0.1	PESO	VARIOS		
					FECHA	NOMBRE	SOPORTE DE POLEA	ESCALA: 1:1
				DIB.	JUL-2017	Zamora Otilio Freddy		
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR		
				AFRO.	JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO 6		
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					



SECCIÓN G-G

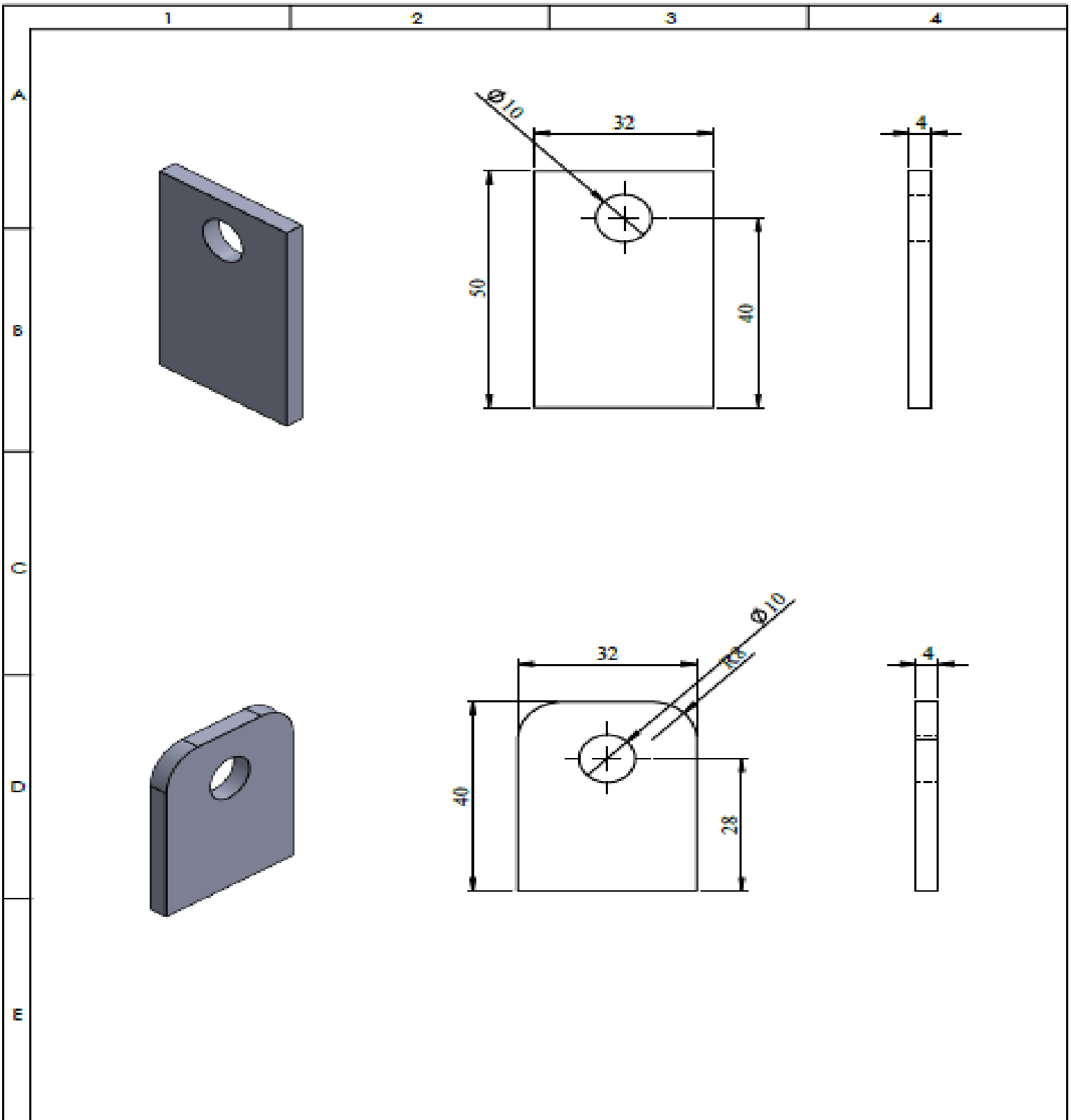


				TOLERANCIA ±0.1	PESO	VARIOS		
					FECHA	NOMBRE	POLEA 40mm	ESCALA: 1:1
				DIB.	JUL-2017	Zamora Otilio Freddy		
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR		
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO 7		
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					

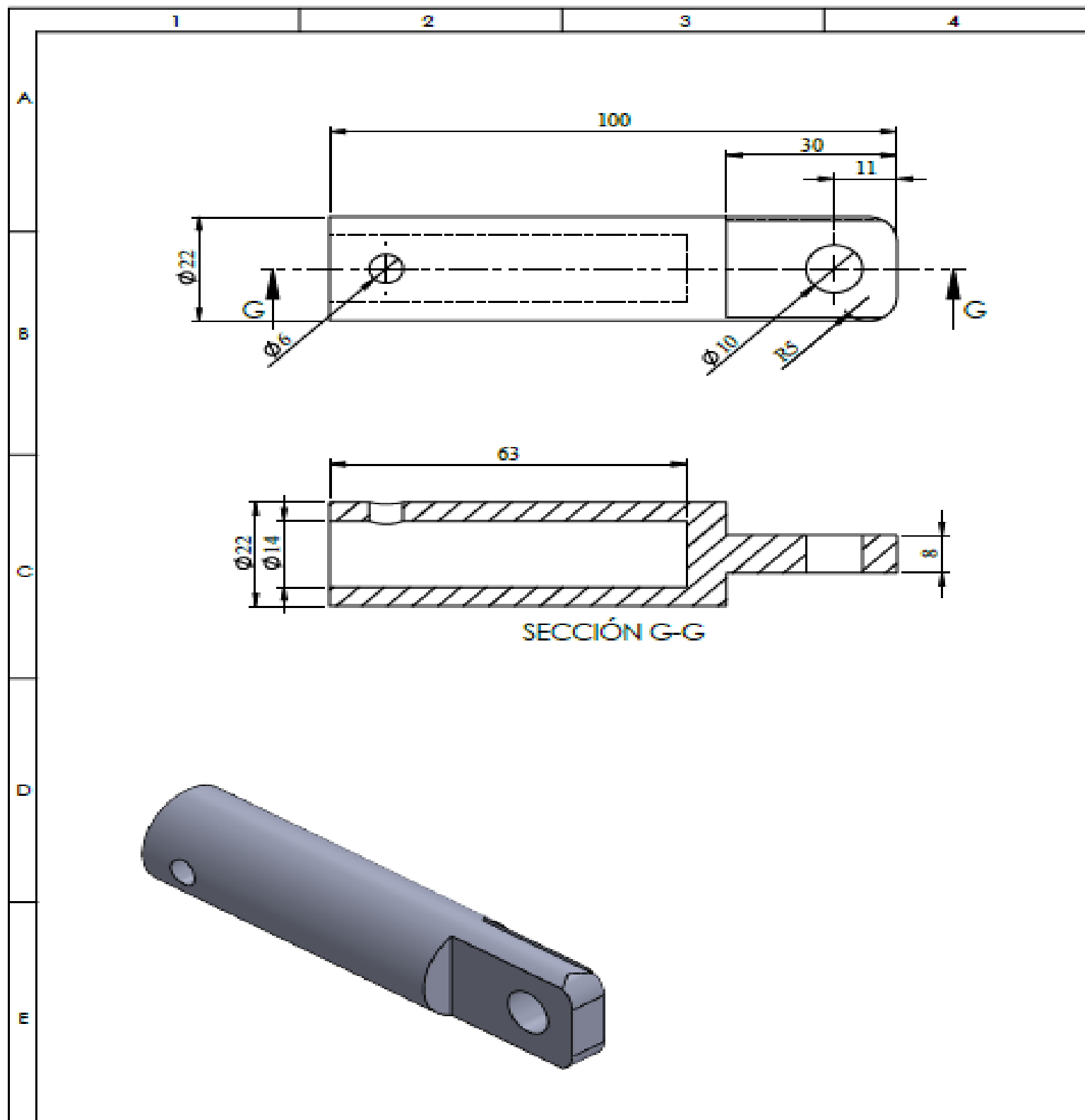


E	N.º DE ELEMENTO		N.º DE PIEZA		DESCRIPCIÓN		CANTIDAD	
	1		Soporte de polea				1	
	2		Polea 2cm				1	
	3		Pasador DIN 7341-A10x35-St-AF-31				1	

				TOLERANCIA		PESO		VARIOS		
				±0.1						
					FECHA	NOMBRE				
				DIB.	JUL-2017	Zamora Olean Freddy				
					REV.	JUL-2017	EVALUADOR		SOPORTE DE POLEA	ESCALA: 1:1
					APRO.	JUL-2017	EVALUADOR			
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL						
							PLANO 8			
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre							

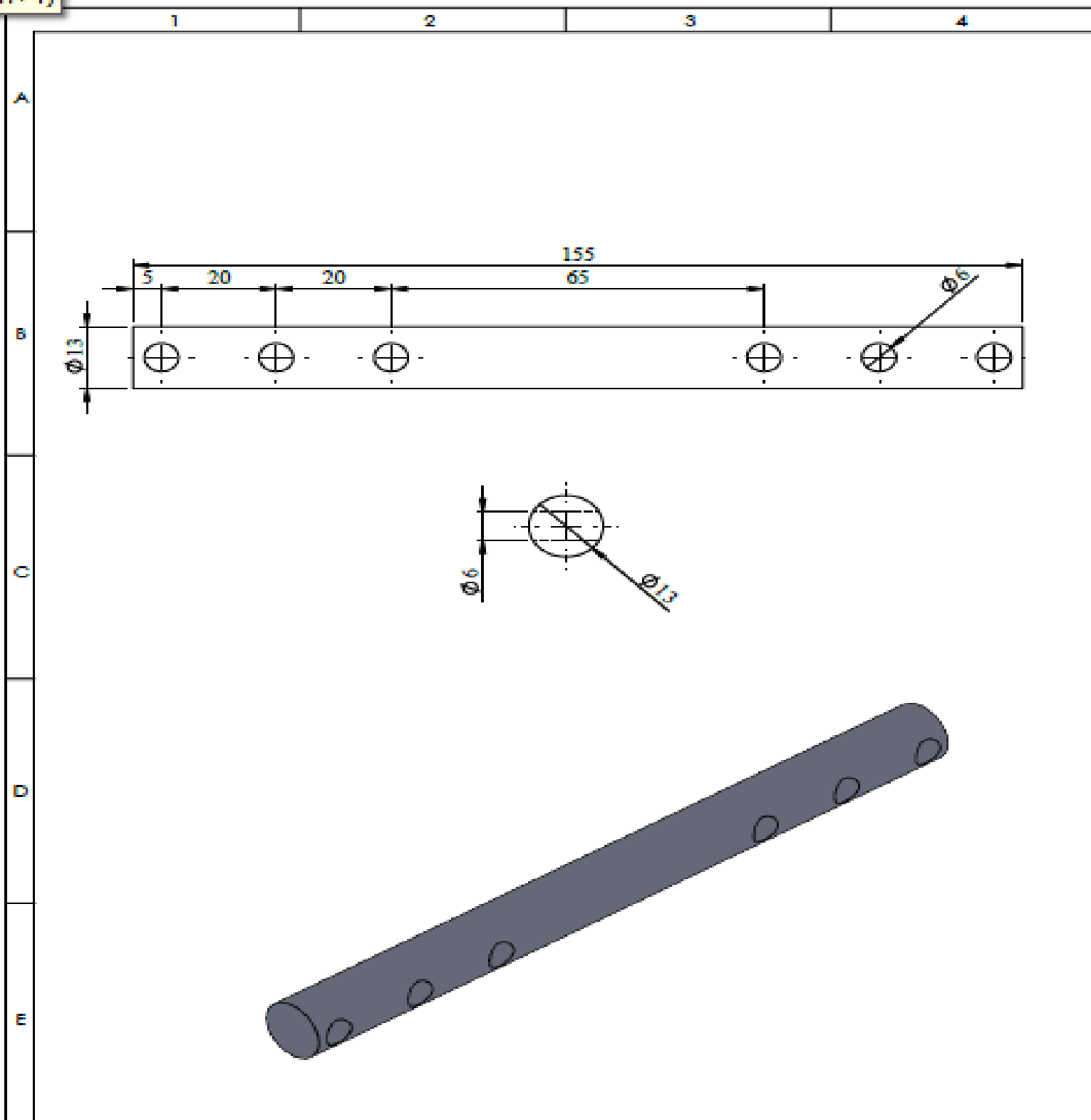


				TOLERANCIA ±0.1	PESO 10 N	ACERO AISI 1020		
						SUJETADORES	ESCALA: 1:1	
				DIB.	JUL-2017			Zamora Otilio Freddy
				REV.	JUL-2017			EVALUADOR
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO 9		
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					

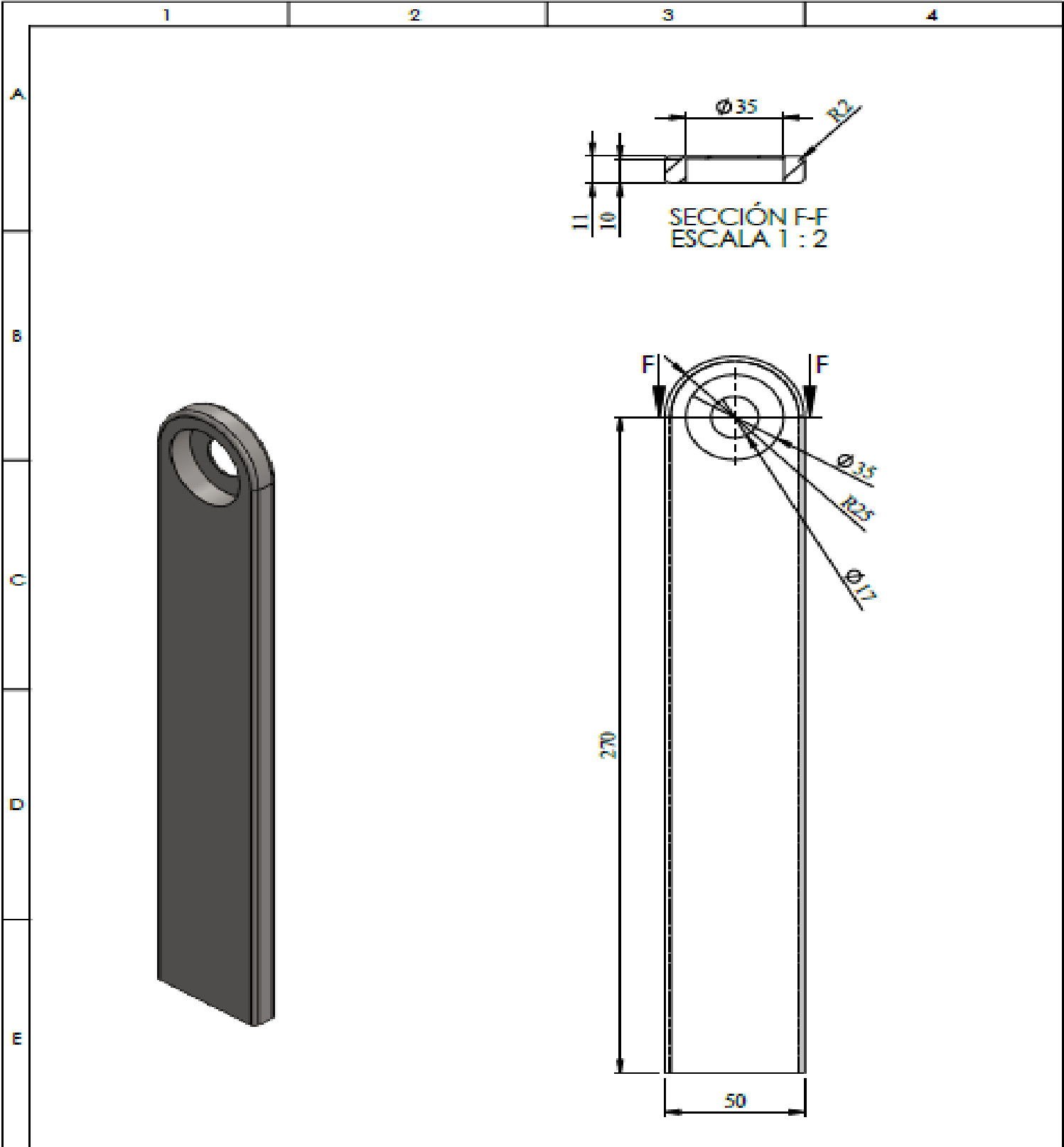


				TOLERANCIA ±0.1	PESO	AISI 1020		
					FECHA	NOMBRE	SUJETADOR DE MESA	ESCALA: 1:1
				DIB.	JUL-2017	Zamora Olan Freddy		
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR		
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL			PLANO 10	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					

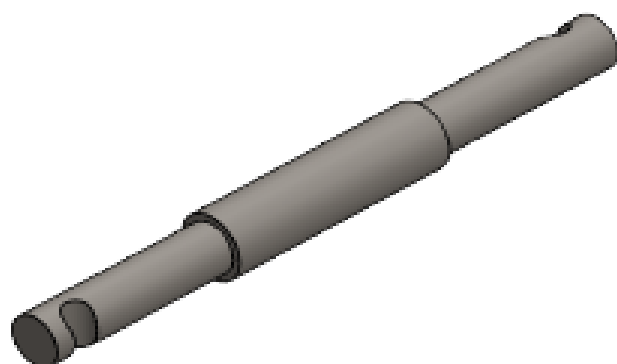
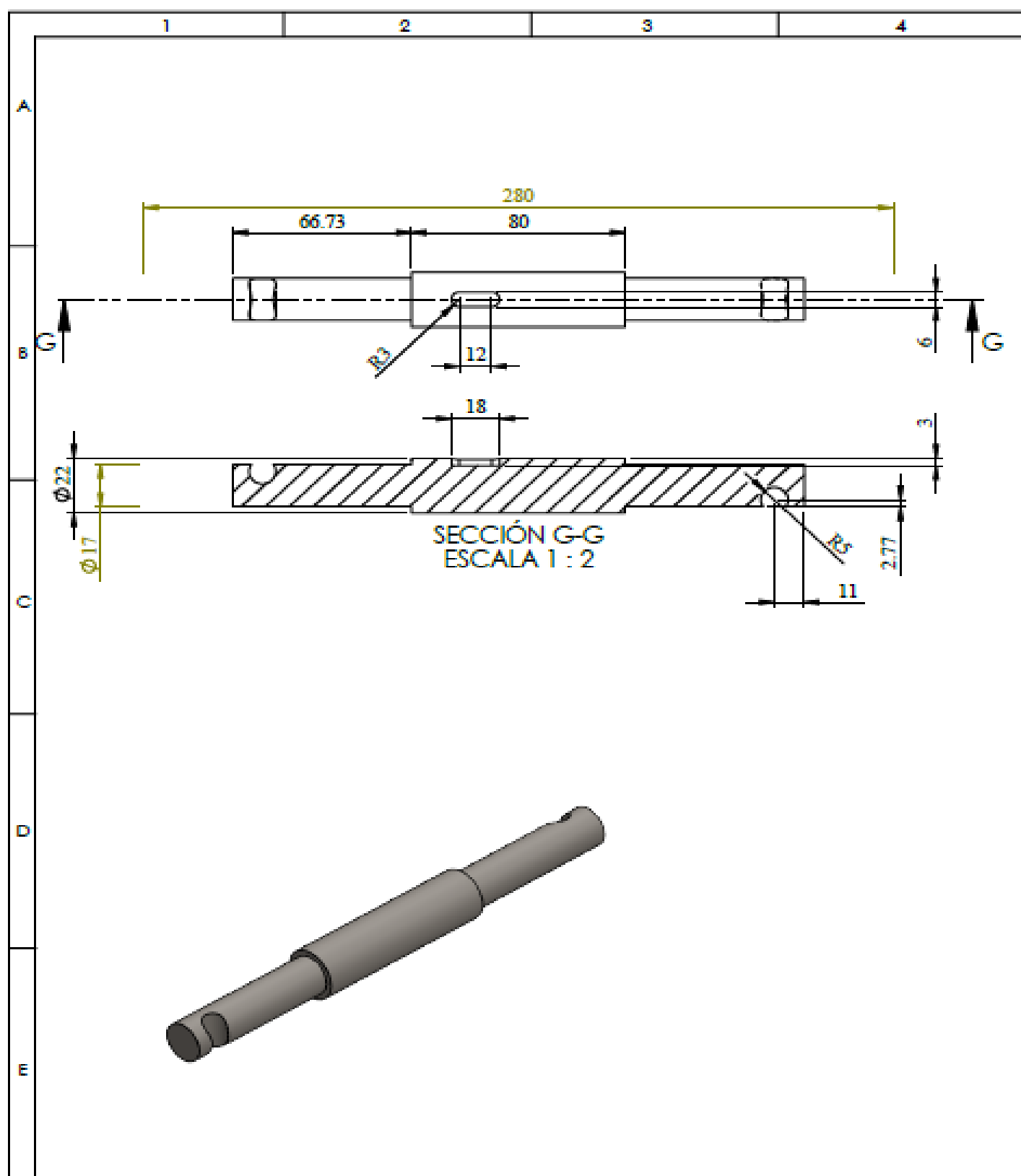
Ctrl+1)



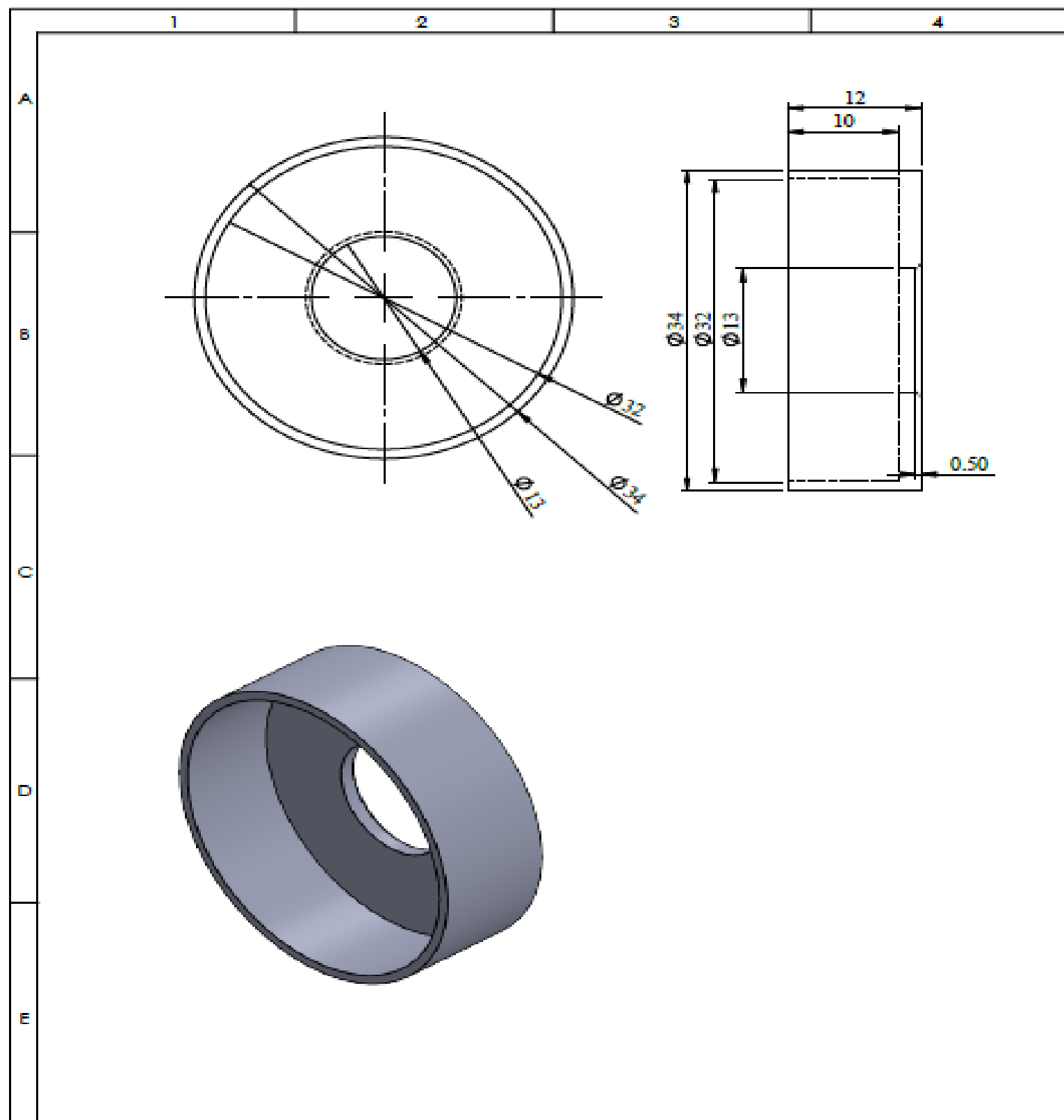
				TOLERANCIA		PESO	ACERO AISI 1020		
				±0.1					
					FECHA	NOMBRE	PASADOR DE MESA		ESCALA: 1:1
				DIB.	JUL-2017	Zamora César Freddy			
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR			
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR			
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL			PLANO 11		
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre						



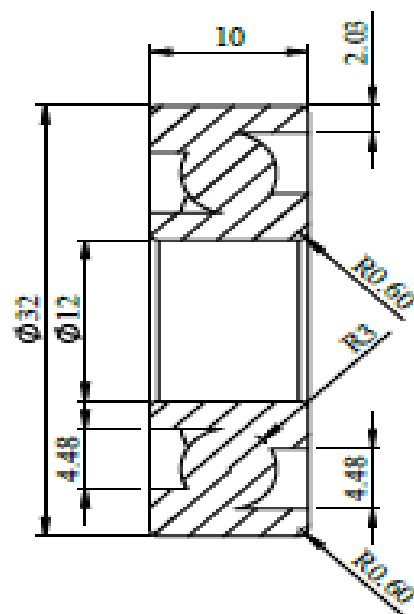
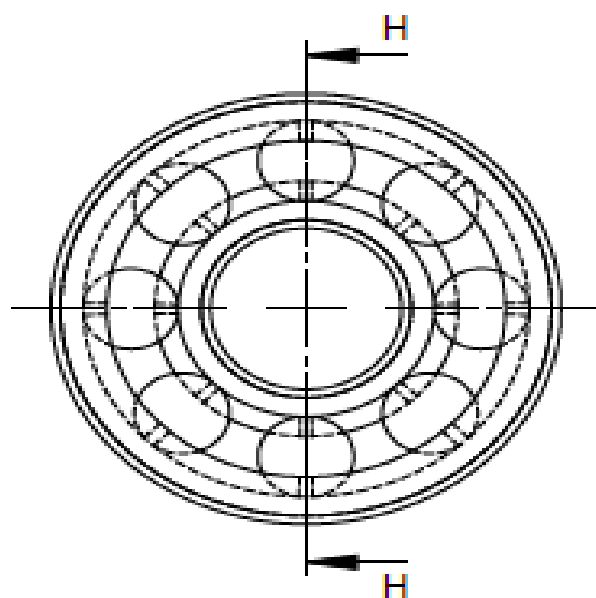
				TOLERANCIA ±0.1	PESO	ACERO AISI 1020	
						SOPORTE DE POLEA	ESCALA: 1:2
						PLANO 12	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre	UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL			



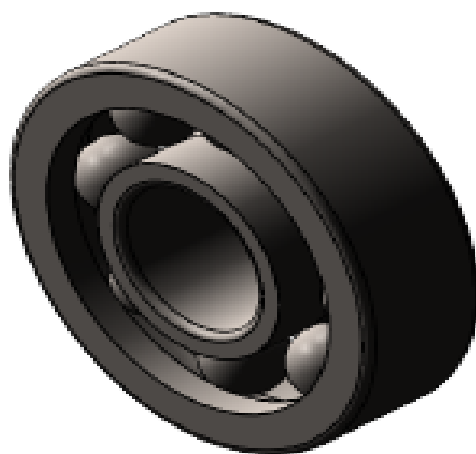
				TOLERANCIA	PESO	ACERO AISI 1020	
				±0.1			
				FECHA	NOMBRE		
				DIB. JUL-2017	Zamora Ochoa Freddy		
				REV. JUL-2017	EVALUADOR		
				APRO. JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL			
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre			EJE DE POLEA	ESCALA: 1:2
						PLANO 13	



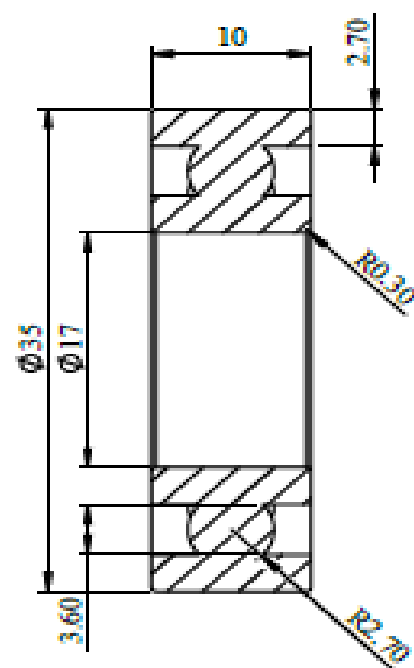
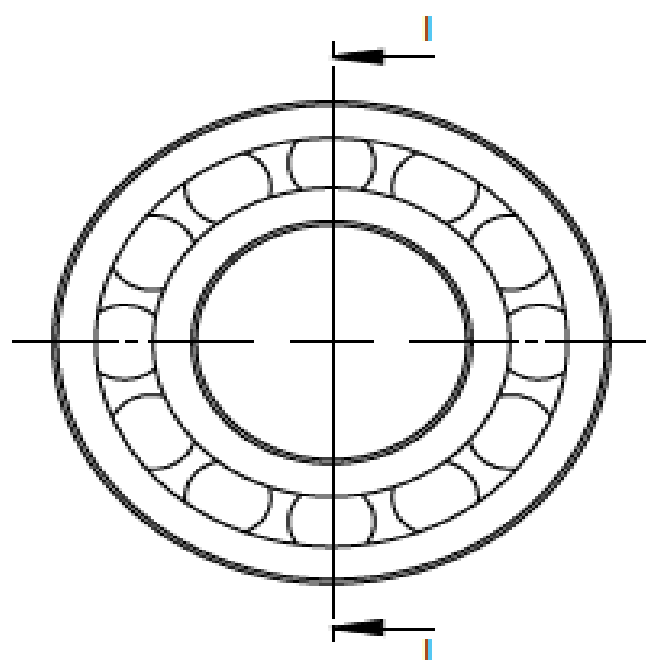
				TOLERANCIA ±0.1	PESO	ACERO AISI 1020		
					FECHA	NOMBRE	CAJUELAS DE PEDAL	ESCALA: 2:1
				DIB.	JUL-2017	Zamora Otero Freddy		
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR		
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL			PLANO 15	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					



SECCIÓN H-H
ESCALA 2 : 1



				TOLERANCIA		PESO	VARIOS	
				±0.1				
					FECHA	NOMBRE		
				DIB.	JUL-2017	Zacora Ofelia Freddy		
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR	RODAMIENTO DE BOLAS DIN 628-7201B	
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL				
							PLANO 16	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre				ESCALA: 2:1	
								

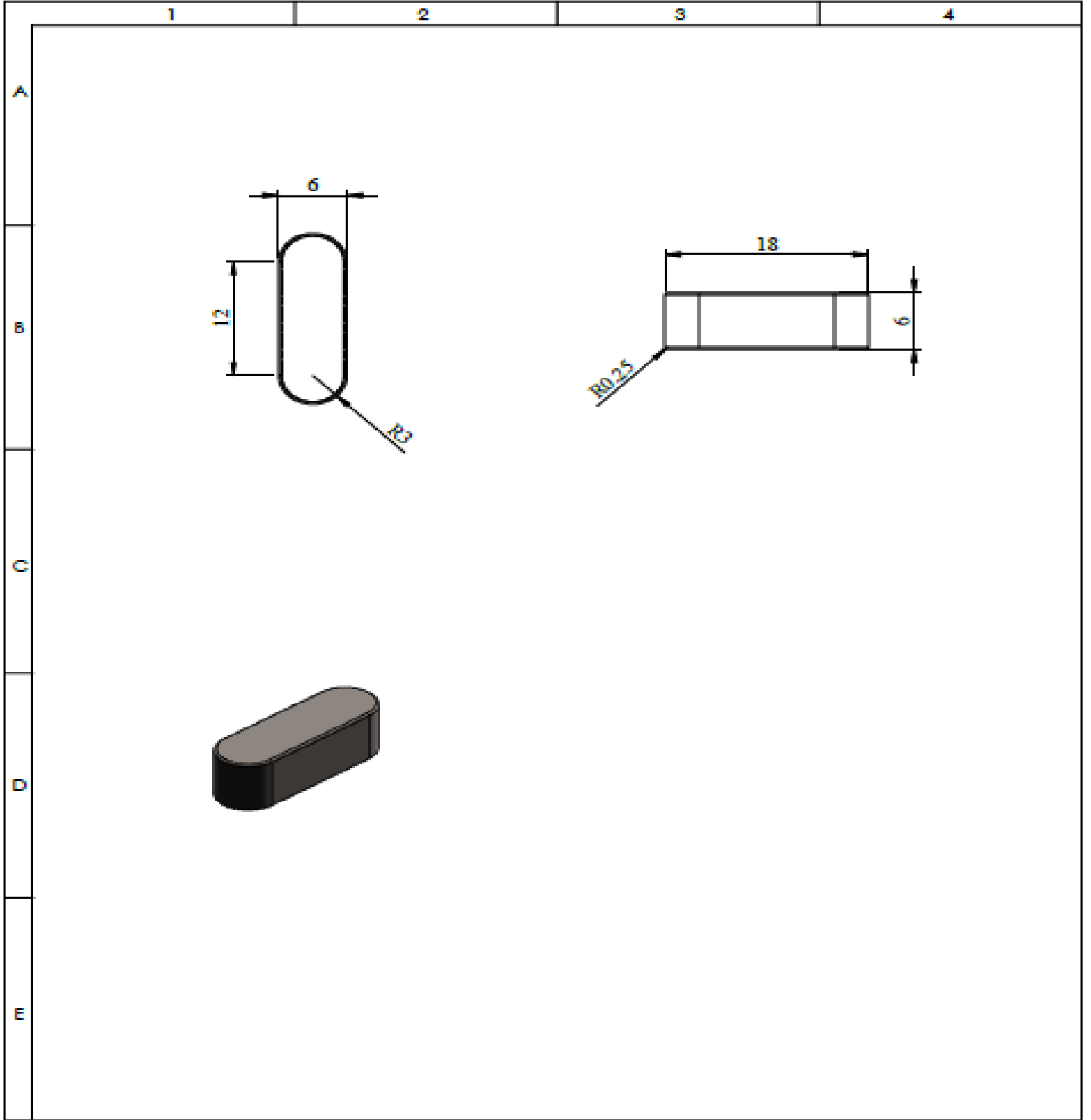


SECCIÓN H
ESCALA 2 : 1

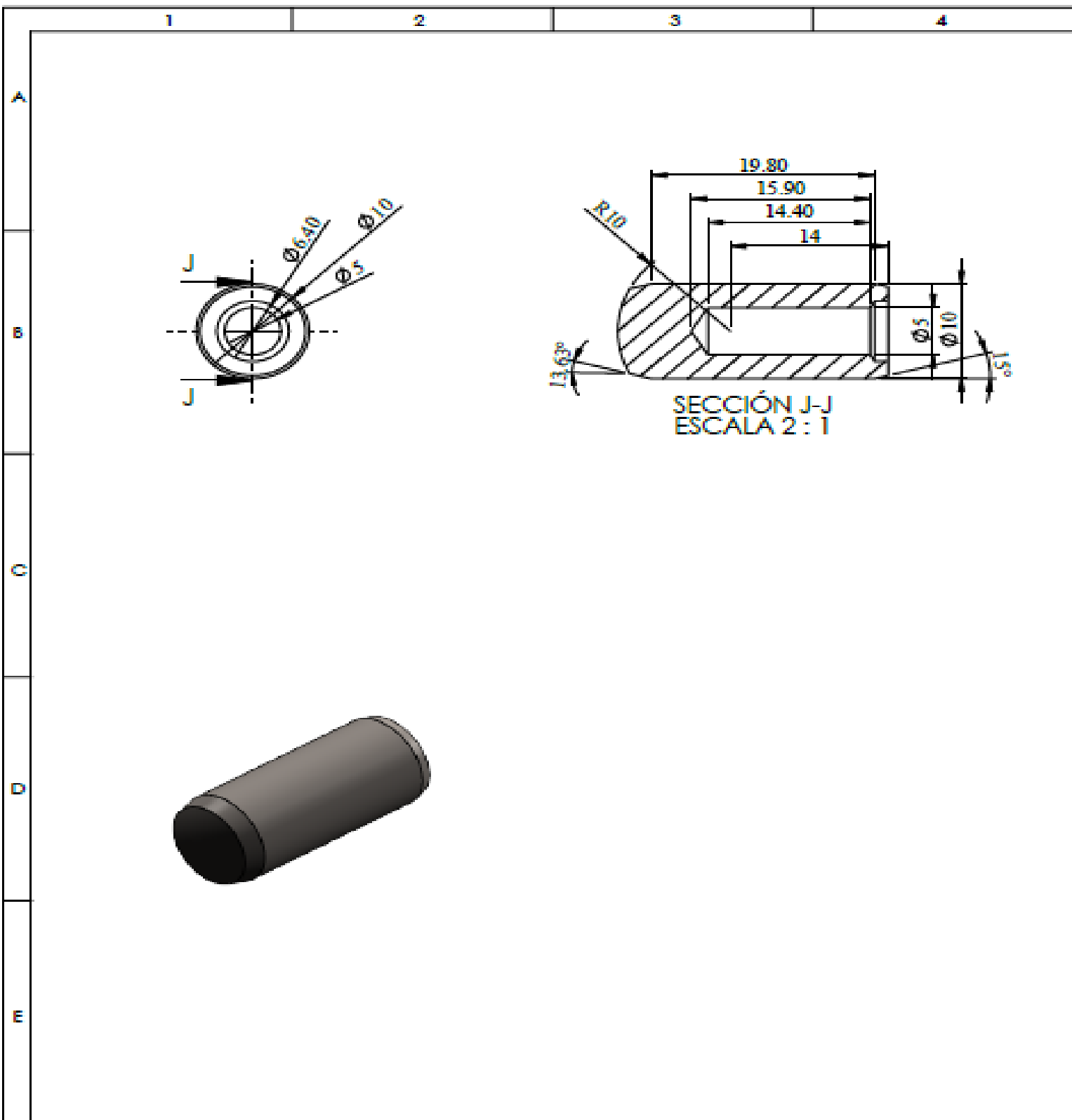


				TOLERANCIA	PESO	VARIOS		
					FECHA	NOMBRE	RODAMIENTO DE BOLAS DIN 6003	ESCALA: 2:1
				DIB.	JUL-2017	Zamora Otara Freddy		
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR		
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL			PLANO 17	
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					

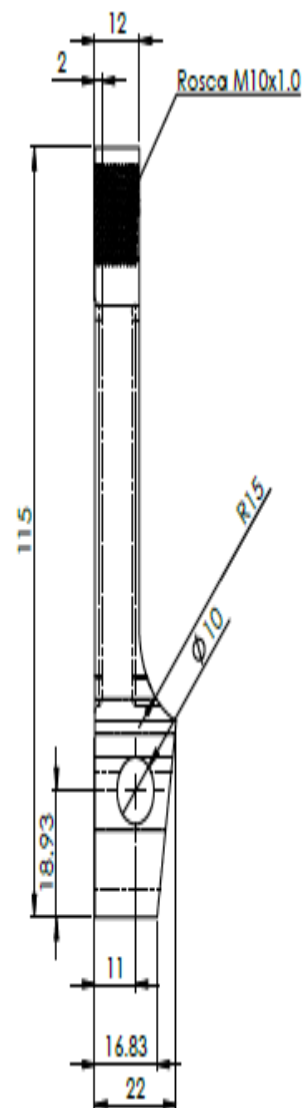
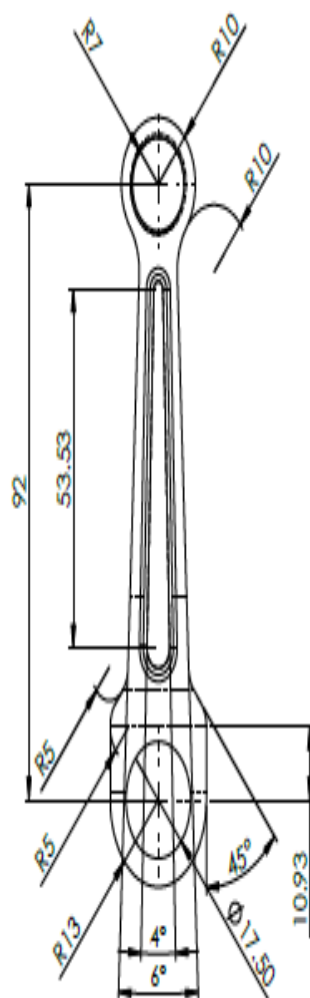
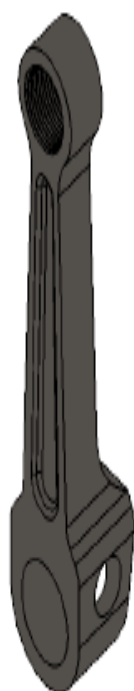




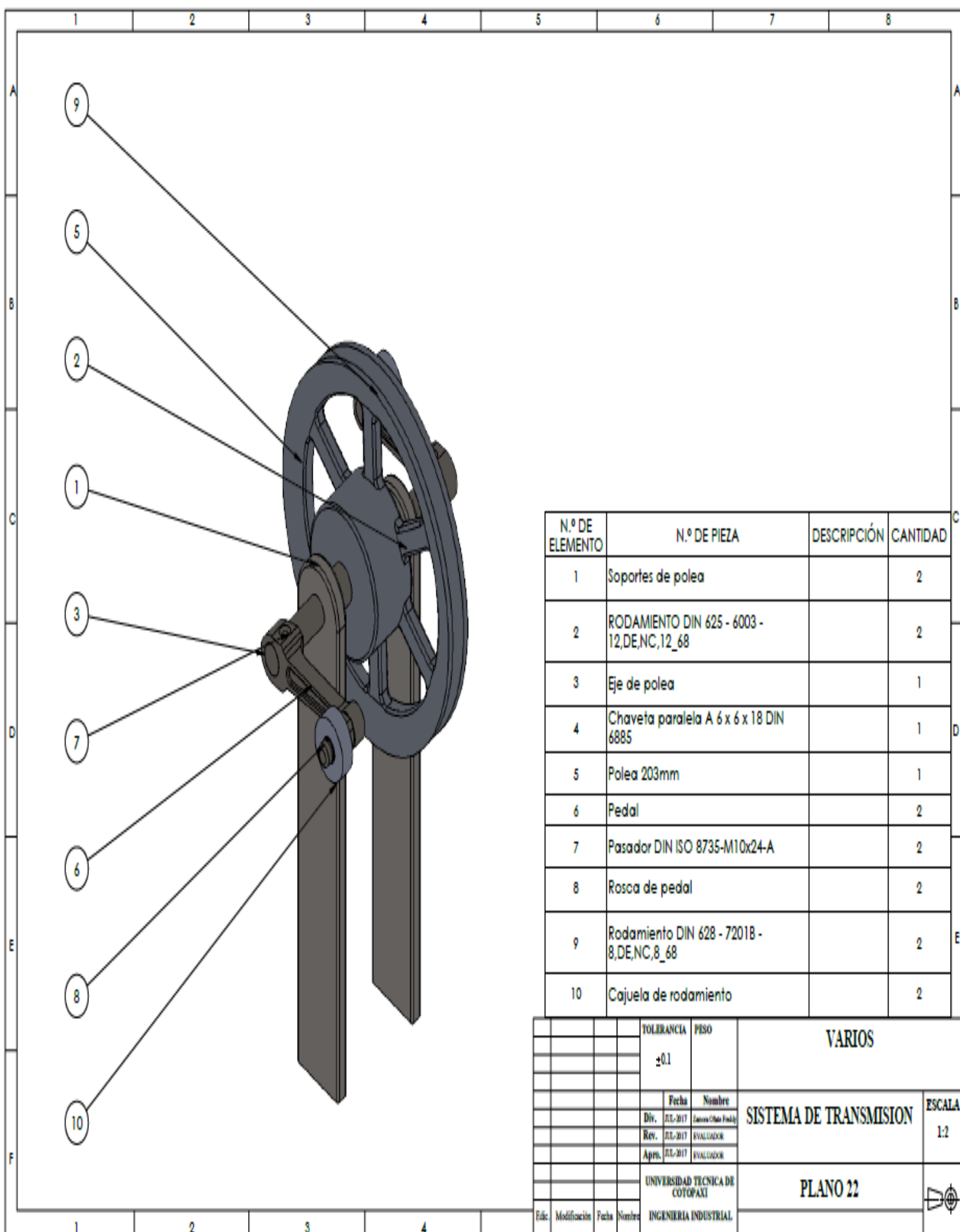
				TOLERANCIA ±0.1	PESO	AISÍ 1020		
				FECHA	NOMBRE	CHAVETA DIN 6885 6X6X18	ESCALA: 2:1	
			DIB.	JUL-2017	Zamora Oñate Freddy			
			REV.	JUL-2017	EVALUADOR			
			APRO.	JUL-2017	EVALUADOR			
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL		PLANO 18		
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre					

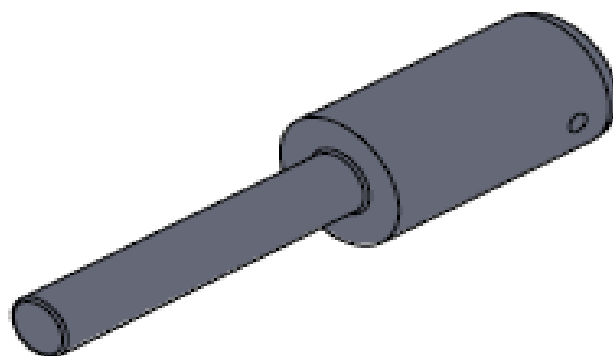
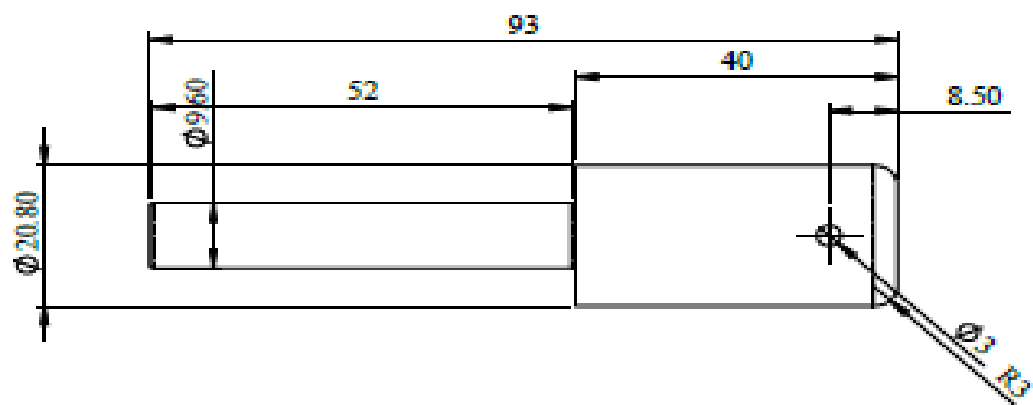


																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

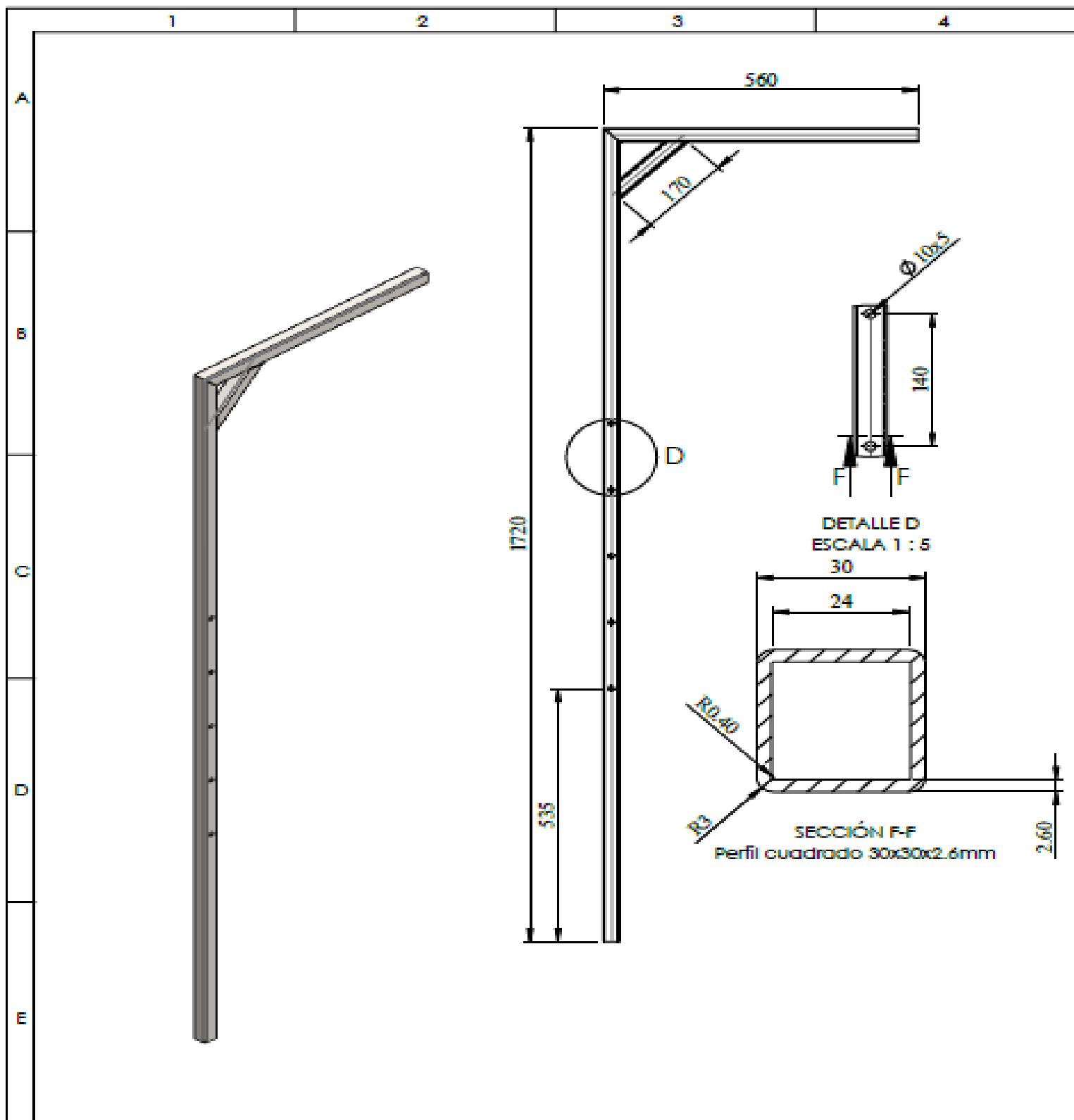


				TOLERANCIA	PESO	AISI 1020	
				±0.1			
				Fecha	Nombre	PEDAL	ESCALA 1:1
			Div.	JUL-2017	Camilo Ochoa Pardo		
			Rev.	JUL-2017	EVALUADOR		
			Apro.	JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		PLANO 20	
Edic.	Modificaci3n	Fecha	Nombre	INGENIERIA INDUSTRIAL			

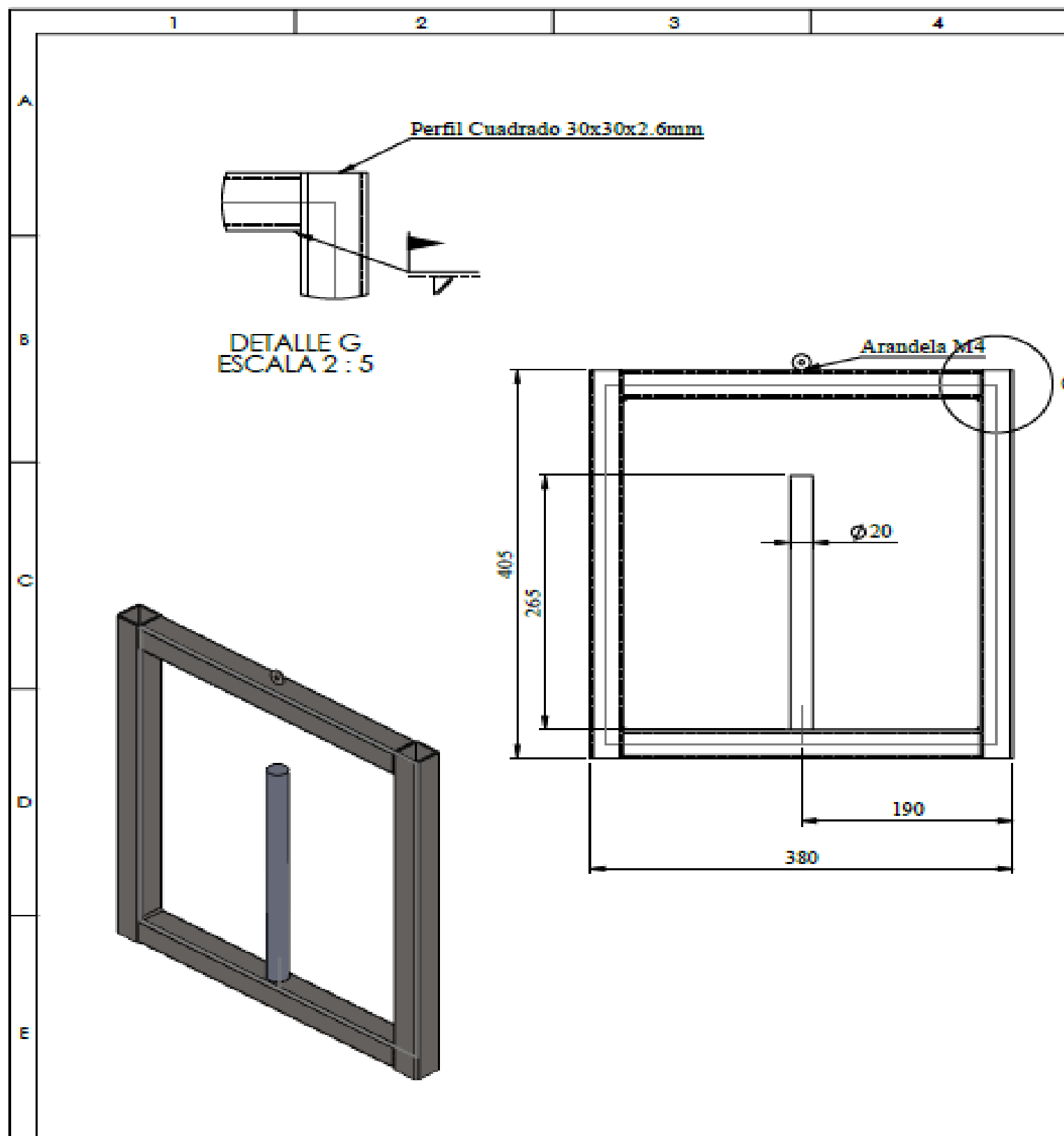




				TOLERANCIA		PESO		ACERO AISI 1020			
				±0.1		10 N					
					FECHA	NOMBRE		FIJADOR	ESCALA: 1:1		
				DIB.	JUN-2017	Zamora Ortega Freddy					
				REV.	JUN-2017	EVALUADOR					
				APRO.	JUN-2017	EVALUADOR		PLANO 23			
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL							
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre								

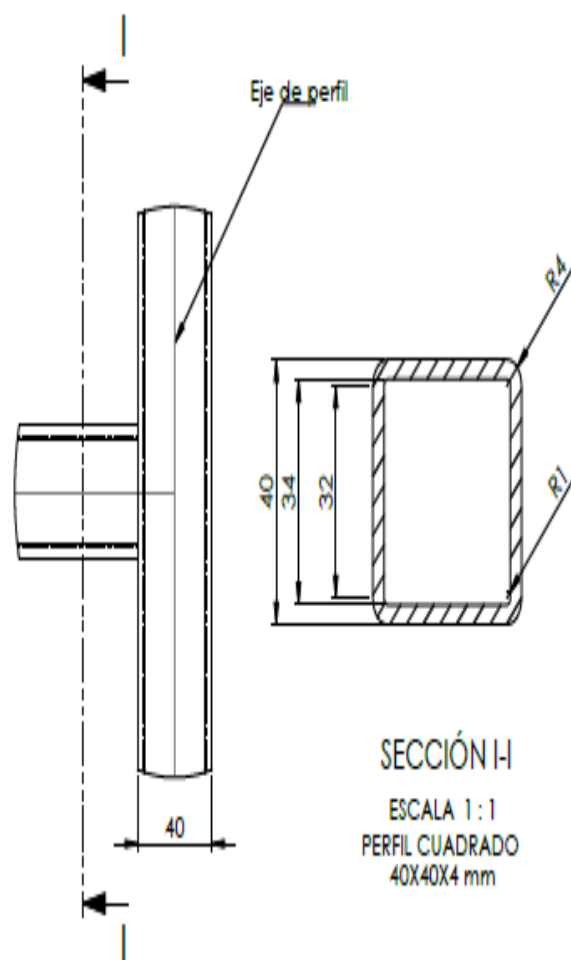
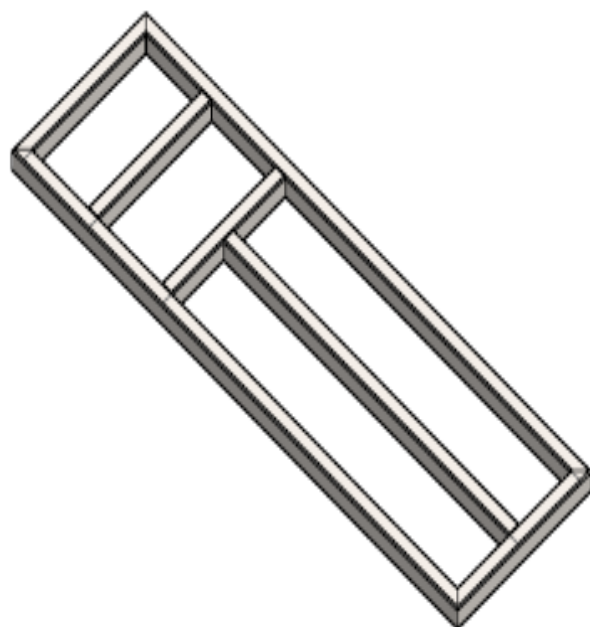
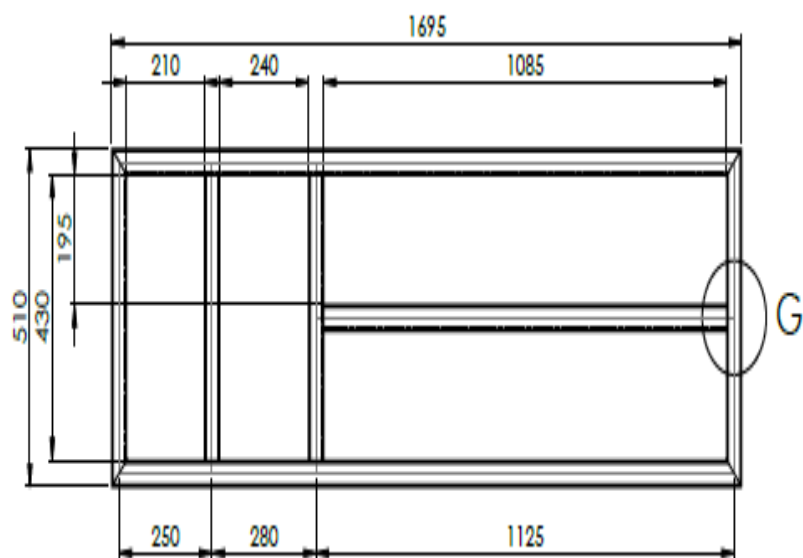


				TOLERANCIA		PESO		ACERO ALEADO					
				±0.1		10 N							
					FECHA	NOMBRE		GUÍA DE PASADOR				ESCALA: 1:10	
				DIB.	JUL-2017	Zamora Ortega Freddy							
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR							
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR							
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL				PLANO 24					
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre										



				TOLERANCIA		PESO		ACERO ALEADO					
				±0.1		10 N							
					FECHA	NOMBRE		SOPORTE DE PESAS				ESCALA: 1:5	
				DIB.	JUL-2017	Zamora Ortega Freddy							
				REV.	JUL-2017	EVALUADOR							
				APRO.	JUL-2017	EVALUADOR							
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI INGENIERIA INDUSTRIAL				PLANO 25					
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre										





DETALLE G
ESCALA 1:2

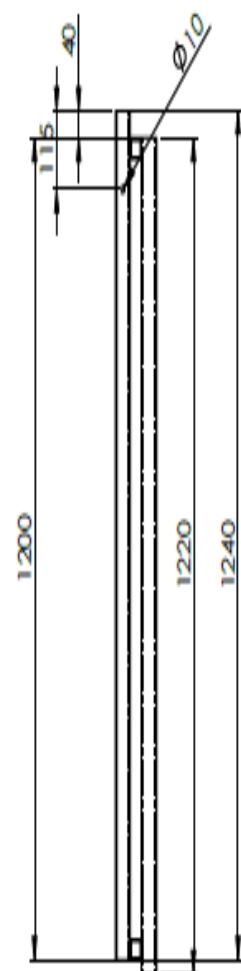
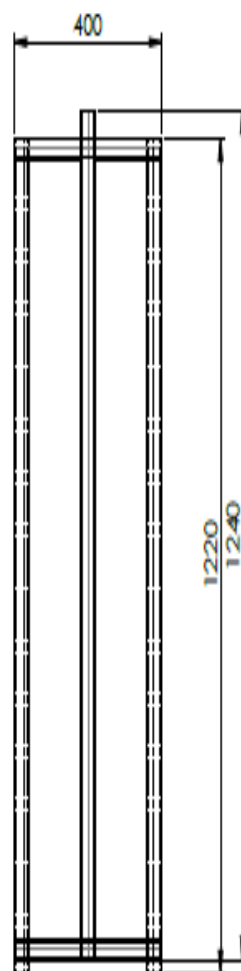
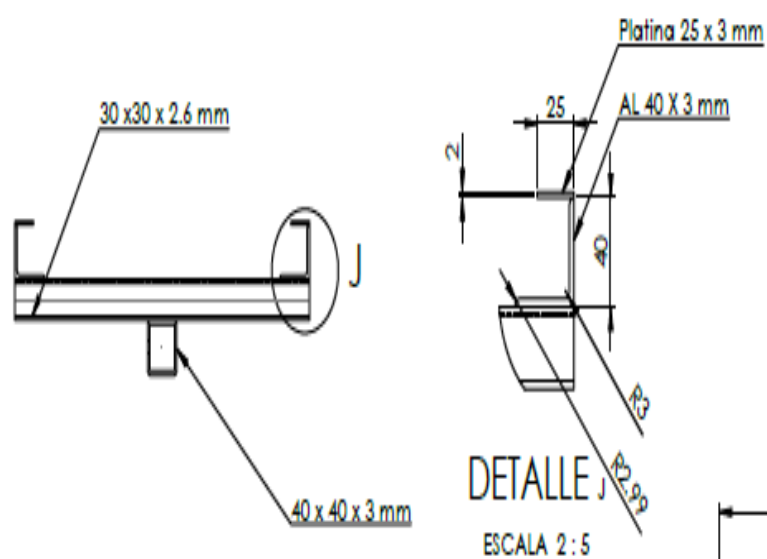
SECCIÓN I-I

ESCALA 1:1
PERFIL CUADRADO
40X40X4 mm

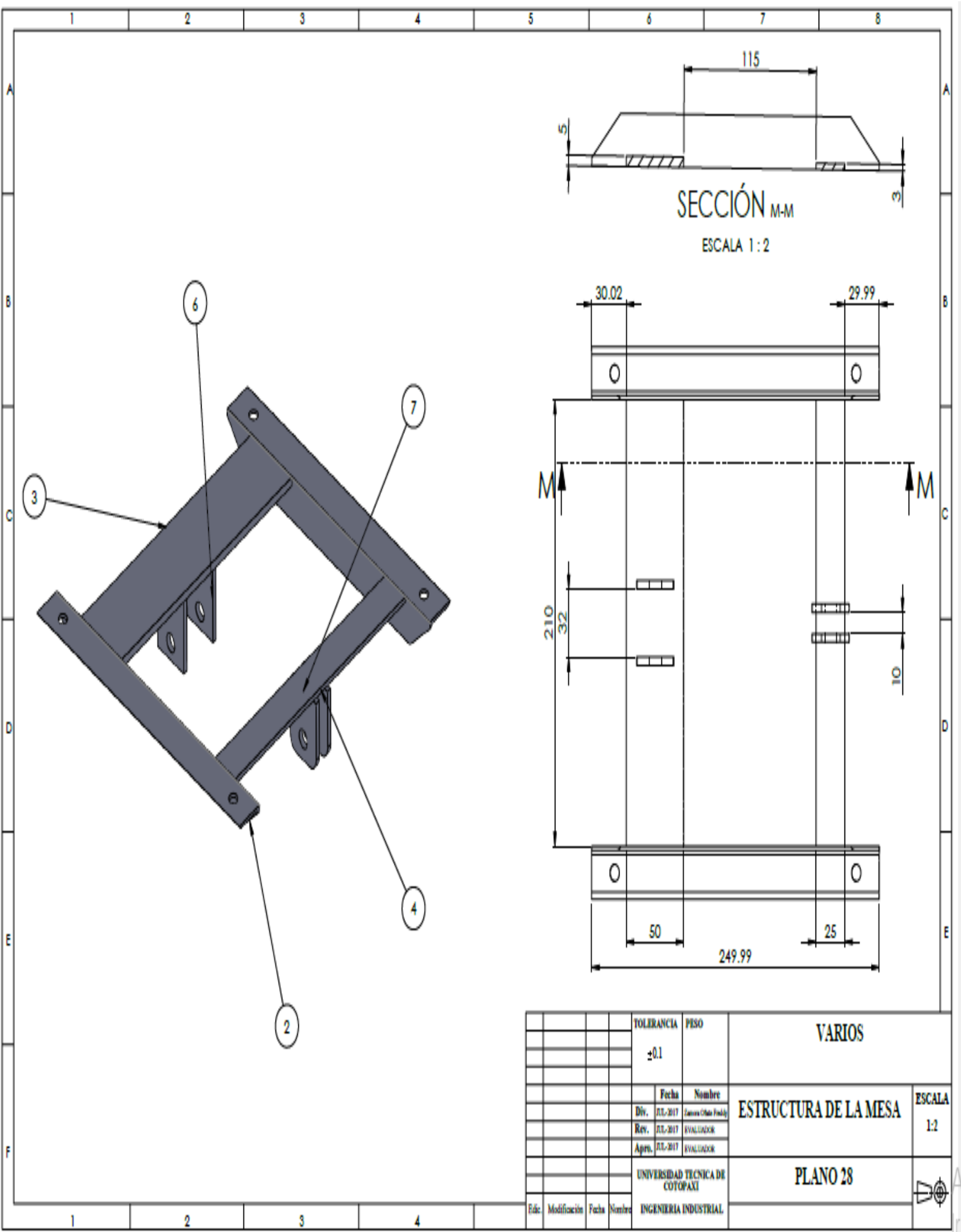
				TOLERANCIA	PESO	PERFIL CUADRADO HIERRO 40X40X3	
				±0.1			
				Fecha	Nombre	ESTRUCTURA BASE	ESCALA 1:10
				Dir. JUL-2017	Camilo Ochoa Pareda		
				Rev. JUL-2017	EVALUADOR		
				Apr. JUL-2017	EVALUADOR		
				UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI		PLANO 26	
				INGENIERIA INDUSTRIAL			
Edic.	Modificación	Fecha	Nombre				

ESCALA
1:10

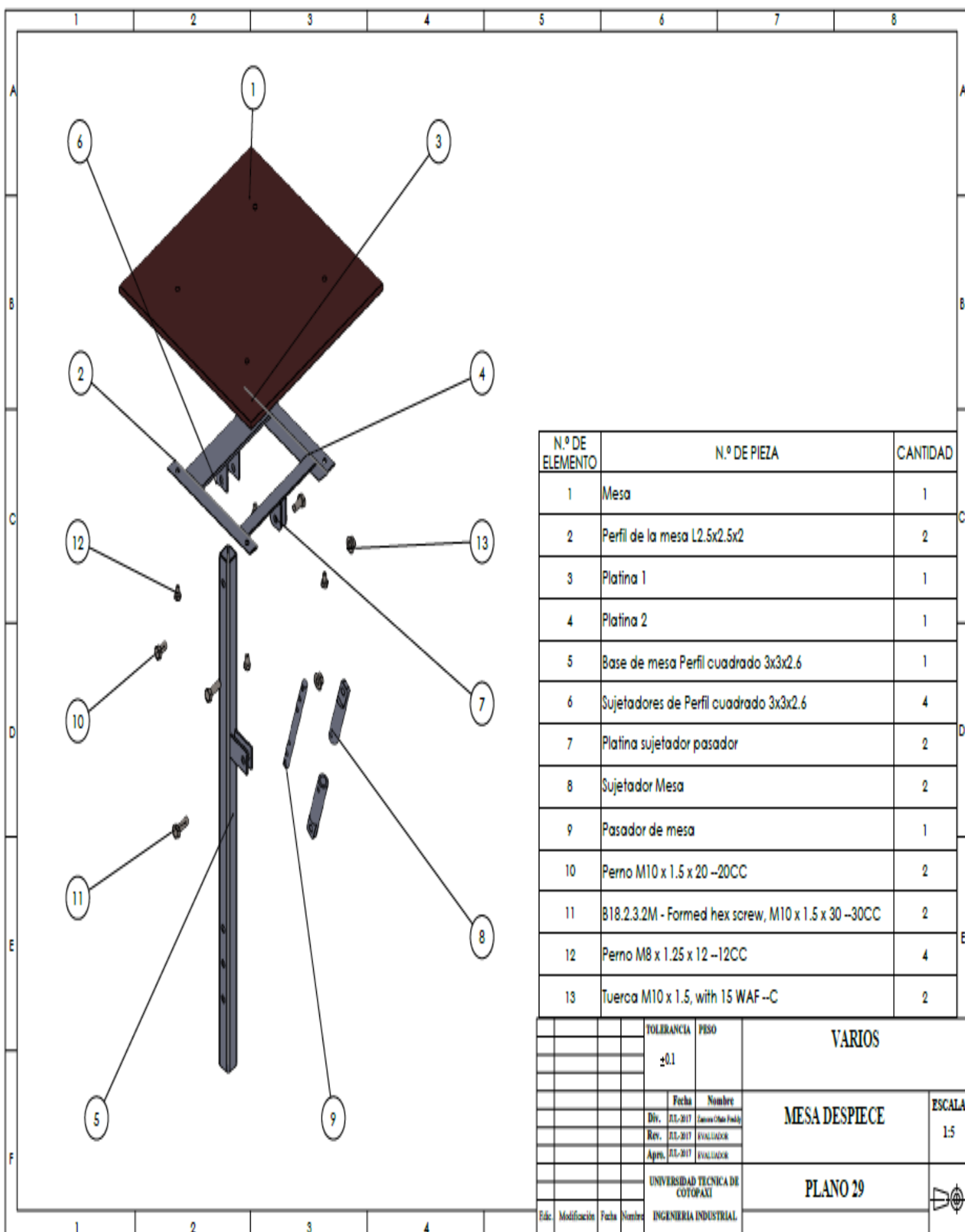




				TOLERANCIA	PESO	VARIOS	
				±0.1			

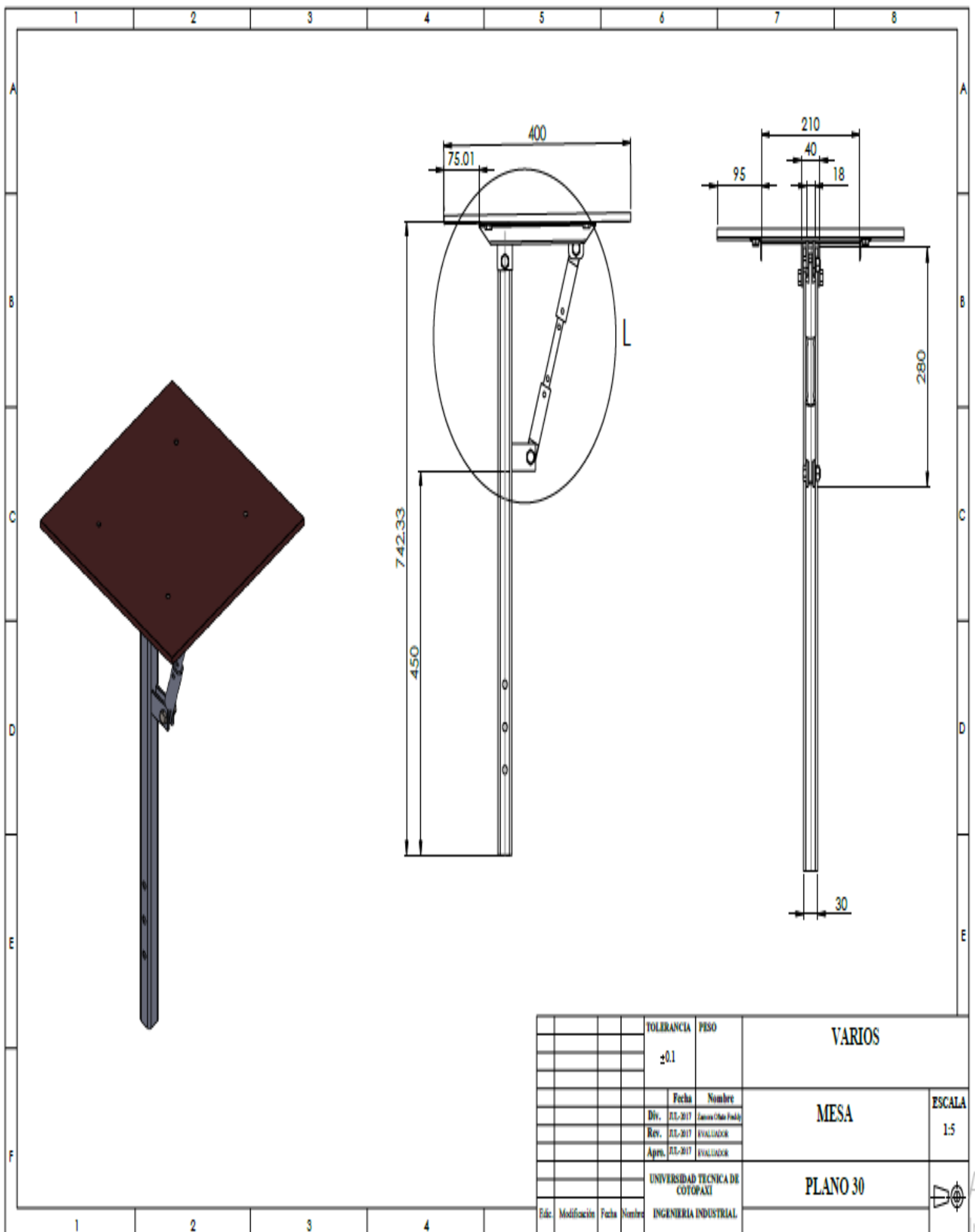


				TOLERANCIA	PISO	VARIOS	
				±0.1			

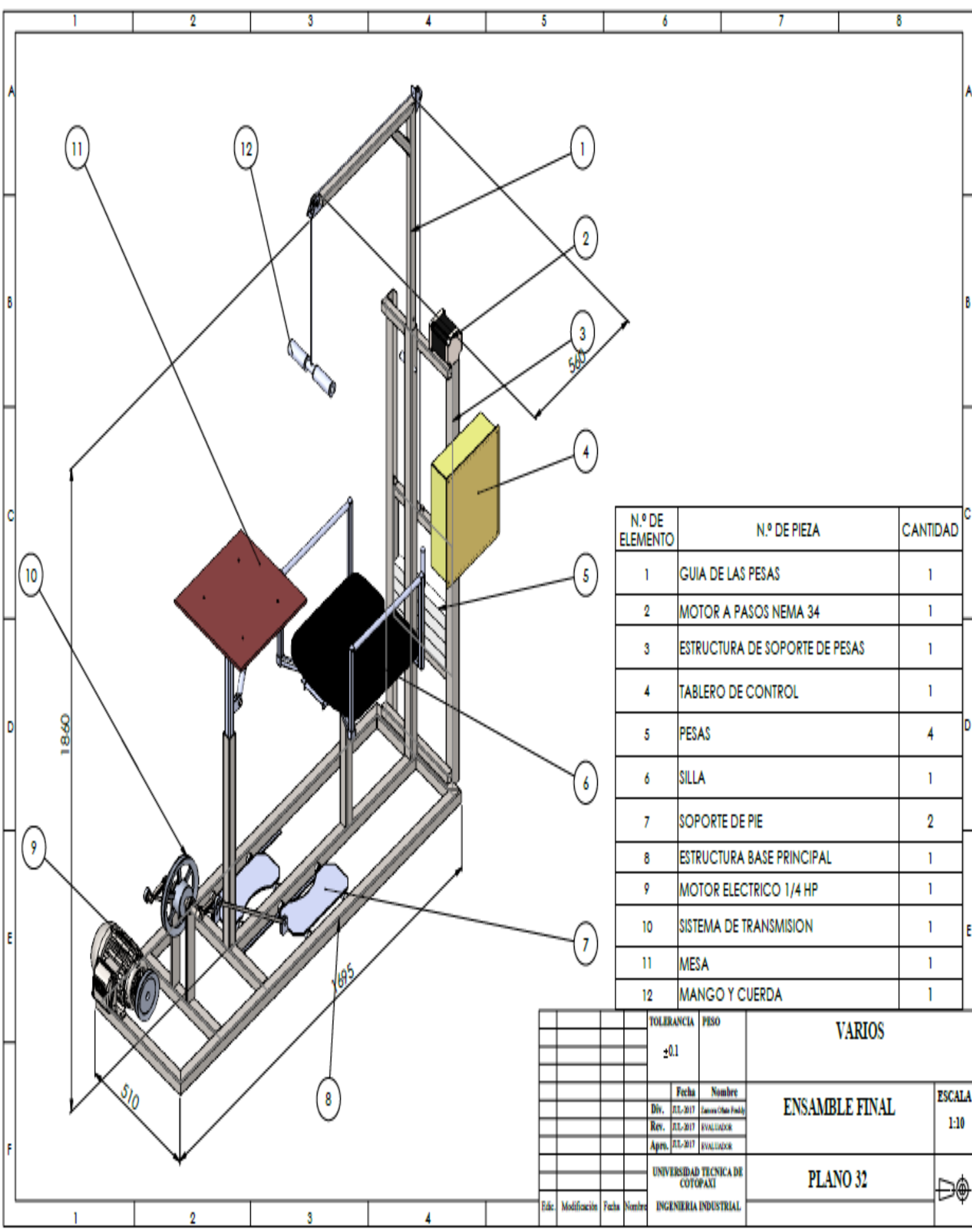


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Mesa	1
2	Perfil de la mesa L2.5x2.5x2	2
3	Platina 1	1
4	Platina 2	1
5	Base de mesa Perfil cuadrado 3x3x2.6	1
6	Sujetadores de Perfil cuadrado 3x3x2.6	4
7	Platina sujetador pasador	2
8	Sujetador Mesa	2
9	Pasador de mesa	1
10	Perno M10 x 1.5 x 20 –20CC	2
11	B18.2.3.2M - Formed hex screw, M10 x 1.5 x 30 –30CC	2
12	Perno M8 x 1.25 x 12 –12CC	4
13	Tuerca M10 x 1.5, with 15 WAF –C	2

																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					</
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----



				TOLERANCIA	PESO	VARIOS	
				±0.1			
	</						



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	GUIA DE LAS PESAS	1
2	MOTOR A PASOS NEMA 34	1
3	ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PESAS	1
4	TABLERO DE CONTROL	1
5	PESAS	4
6	SILLA	1
7	SOPORTE DE PIE	2
8	ESTRUCTURA BASE PRINCIPAL	1
9	MOTOR ELECTRICO 1/4 HP	1
10	SISTEMA DE TRANSMISION	1
11	MESA	1
12	MANGO Y CUERDA	1

					TOLERANCIA	PESO	VARIOS	
					±0.1			

ESCALA
1:10