

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**MECATRÓNICA**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DE  
ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR LA TÉCNICA DE  
REMATE DE LOS JUGADORES DE LA SELECCIÓN DE  
VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

**TESIS**  
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO MECATRÓNICO**  
**PRESENTADA POR**

**Bach. LUNA VILLALBA, JEAN FRANCO**  
**Bach. VELARDE GUTIERREZ, JOSUÉ AUGUSTO**  
**Asesor: Dr. Ing. PALOMARES ORIHUELA, RICARDO J.**  
**LIMA-PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo se lo dedico a mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y a mis hermanos por su apoyo en esta etapa.

Jean Franco Luna Villaba

A mis padres, hermanos y hermanas por estar siempre estar presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me han brindado a lo largo de esta etapa de mi vida.

Josué Velarde Gutierrez

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Jean Franco Luna Villaba

Josué Velarde Gutierrez

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xi</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1. Problematización.....	3
1.1.1. Problema general .....	3
1.1.2. Problema específico .....	4
1.2. Objetivo.....	4
1.2.1. Objetivos Generales .....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.3. Justificación .....	5
1.4. Alcances y Limitaciones de la Investigación.....	6
<b>CAPÍTULO 2: MARCO TEÒRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	8
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	8
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	9
2.2. Ópticas de la Investigación .....	10
2.2.1. Hipótesis General.....	10
2.2.2. Hipótesis Específica.....	10
2.3. Selección de Variables .....	10
2.4. Bases Teóricas .....	11
2.4.1. Técnica de Remate.....	11
2.4.2. Máquina de entrenamiento.....	14
<b>CAPITULO 3: DISEÑO DE LA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO.....</b>	<b>30</b>
3.1. Condiciones iniciales .....	30
3.2. Diseño Mecánico .....	32
3.2.1. Diseño de la estructura.....	32
3.2.2. Elección del material.....	44
3.2.3. Cálculo: .....	45

3.3.	Diseño Electrónico.....	49
3.3.1.	Diseño del sistema electrónico.....	50
3.3.2.	Sensor para medir distancia .....	51
3.3.3.	Selección del microcontrolador .....	53
3.3.4.	Sistema de comunicación.....	54
3.4.	Diseño Eléctrico.....	54
3.4.1.	Cálculo de los componentes eléctricos. ....	55
3.4.2.	Selección de componentes. ....	56
3.4.3.	Código de programación.....	56
3.5.	Interfaz del App. ....	58
3.6.	Implementación: .....	59
<b>CAPITULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS .....</b>		<b>65</b>
4.1.1.	Prueba 1: .....	65
4.1.2.	Prueba 2: .....	65
4.1.3.	Prueba 3: .....	65
4.1.4.	Prueba 4: .....	66
4.2.1.	Resultado de la prueba 1 .....	66
4.2.2.	Resultado de la prueba 2 .....	68
4.2.3.	Resultado de la prueba 3 .....	76
4.2.4.	Resultado de la prueba 4 .....	77
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>81</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>		<b>82</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>84</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ranking Mundial de Voleibol de Mujeres .....	1
Figura 2: Estructura del movimiento del remate. ....	12
Figura 3: Mejor postura para el salto vertical. ....	13
Figura 4: Golpeo del balón durante la ejecución de un remate de voleibol.....	14
Figura 5: Área de juego en el voleibol.....	17
Figura 6: La fuerza y sus diferentes capacidades y formas de manifestación. ....	18
Figura 7: Máquina de entrenamiento de remate “Acuspiké”.....	19
Figura 8. Página de inicio de Acuspiké .....	19
Figura 9: Arquitectura de un microcontrolador .....	23
Figura 10 : Escalabilidad entre dispositivos que comparten el núcleo .....	24
Figura 11: ATmega328P – Registro de entradas/salidas .....	25
Figura 12: Sensor óptico .....	25
Figura 13: Configuraciones para medir proximidad.....	26
Figura 14: Principio del sensor de ultrasonido .....	27
Figura 15: Módulo Bluetooth HC-05.....	28
Figura 16 : MIR App Inventor 2 .....	29
Figura 17: Base de la máquina de entrenamiento. ....	33
Figura 18 : Ficha técnica de la base de la máquina de entrenamiento.....	33
Figura 19: Explosión de los componentes de la base. ....	34
Figura 20: Eje desplazable de la máquina de entrenamiento.....	35
Figura 21: Ficha técnica del eje desplazable. ....	36
Figura 22: Riel de la máquina de entrenamiento. ....	37
Figura 23: Ficha técnica del riel de la máquina de entrenamiento. ....	37
Figura 24: Explosión de los componentes del riel.....	38
Figura 25: Tolva de la máquina de entrenamiento. ....	38
Figura 26: Ficha técnica de la tolva de la máquina de entrenamiento.....	39
Figura 27: Explosión de los componentes de la tolva. ....	40
Figura 28: Grips de la máquina de entrenamiento.....	41
Figura 29: Ficha técnica de la estructura del sistema retenedor de pelotas .....	41
Figura 30: Ficha técnica sistema retenedor de la máquina de entrenamiento. ....	42
Figura 31: Explosión de los componentes del sistema retenedor de pelotas.....	43

Figura 32: Máquina de entrenamiento. ....	44
Figura 33: Máquina de entrenamiento en su máximo alcance.....	46
Figura 34: Von Mises en la máquina de entrenamiento .....	46
Figura 35: Deformación Unitaria en la máquina de entrenamiento.....	47
Figura 36: Factor de Seguridad en la máquina de entrenamiento.....	48
Figura 37: Ingreso del balón por la tolva de la máquina de entrenamiento.....	48
Figura 38: Desplazamiento del balón por el riel de la máquina de entrenamiento.....	49
Figura 39: Balón de voleibol en el sistema retenedor de pelotas.....	49
Figura 40: Diseño de la placa. ....	50
Figura 41: Diseño de la placa en PBC. ....	51
Figura 42 : Módulo de comunicación Bluetooth (HC-05) .....	54
Figura 43: Batería de litio. ....	56
Figura 44: Void Setup.....	57
Figura 45: Void Loop .....	57
Figura 46: Ventana del aplicativo móvil. ....	58
Figura 47: Programación del aplicativo móvil. ....	59
Figura 48: Cotización de las piezas mecánicas. ....	59
Figura 49: Manufacturación de las piezas mecánicas. ....	60
Figura 50: Parte de la máquina de entrenamiento (riel) terminada .....	60
Figura 51: Ensamble de la máquina de entrenamiento.....	61
Figura 52: Módulo bluetooth y sensor de ultrasonido. ....	62
Figura 53: Soldado de los componentes en la placa de baquelita. ....	62
Figura 54: Placa de PBC conectado al Arduino Uno. ....	63
Figura 55: Sensor de ultrasonido instalado en la máquina de entrenamiento. ....	64
Figura 56: máquina de entrenamiento implementada.....	64
Figura 57: Jugador realizando el remate en la posición de ataque 4. ....	66
Figura 58: Jugador realizando el remate en la posición de ataque 3. ....	67
Figura 59: Jugador realizando el remate en la posición de ataque 2. ....	67
Figura 60: Jugador realizando el remate en la posición de ataque por zaguero. ....	68
Figura 61: Maquina de entrenamiento a una altura de 226 cm.....	69
Figura 62. Balón a una altura de 226 cm, flexómetro.....	69
Figura 63. Fase de Acercamiento desde la posición atacante a una altura de 226cm. ..	70

Figura 64. Fase de Impulso y salto a una altura de 226cm.....	70
Figura 65. Fase de Golpeo a una altura de 226cm.....	71
Figura 66. Fase de Aterrizaje y desplazamiento a una altura de 226cm.....	71
Figura 67. Máquina de entrenamiento a una altura de 324 cm.....	72
Figura 68. Máquina de entrenamiento a una altura de 324 cm.....	73
Figura 69. Fase de Acercamiento desde la posición atacante a una altura de 324 cm. ..	73
Figura 70 Fase de Impulso y Salto a una altura de 324 cm. ....	74
Figura 71 Fase de Movimiento de Golpeo a una altura de 324 cm. ....	74
Figura 72 Fase de Aterrizaje y desplazamiento a una altura de 324 cm.....	75
Figura 73: Aplicativo móvil mostrando la altura de la máquina .....	76
Figura 74 Aplicativo móvil mostrando la altura de la máquina .....	77
Figura 75: Precio de la máquina Acuspika. ....	78

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla con las Variables de la presente tesis .....	10
Tabla 2: Selección del material.....	45
Tabla 3: Sensor óptico GP2D12-marca Sharp .....	52
Tabla 4: Sensor de Ultrasonido HC-SR04.....	52
Tabla 5: Selección del sensor para medir distancia .....	53
Tabla 6: Requerimientos de I/O del sistema de control.....	53
Tabla 7: Lista de elementos eléctricos. ....	55
Tabla 8: Lista de gastos realizados.....	78

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar e implementar una máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate de los jugadores de la selección de voleibol de la Universidad Ricardo Palma; pues la incursión de las máquinas y las tecnologías en el deporte está empezando a modificar la dinámica tradicional de los entrenamientos. En el deporte del voleibol, la técnica más importante y que culmina la fase ofensiva de una jugada y por ende la acción que genera puntuación es el remate.

Para haber realizado el diseño de la máquina de entrenamiento, compuesta principalmente por la parte mecánica, se ha utilizado el programa Solidworks (realización y evaluación del diseño), la parte electrónica, diseñada y simulada a través del software Fritzing, y la parte de programación realizada en Atmel AVR.

Tras el diseño, se realizó los cálculos necesarios para ajustar parámetros, tales como el análisis de movimiento y de elementos finitos. Luego se fabricó un prototipo de la máquina para cambiar los entrenamientos tradicionales del equipo de voleibol de la Universidad Ricardo Palma.

Finalmente, Se ha realizado satisfactoriamente las pruebas que demuestran que la máquina de entrenamiento alcanza satisfactoriamente los objetivos planteados, los cuales son la regulación de la altura de balón en un rango de 225 a 324cm, durante la ejecución de la técnica de remate del jugador de voleibol, el desplazamiento de la máquina en las diferentes líneas de ataque y la visualización de la altura del balón a través del dispositivo móvil.

**Palabras Claves:** Máquina de Entrenamiento, Técnica de remate, Solidworks, Fritzing y Atmel AVR.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to design and implement a training machine to improve the finishing technique of the volleyball players of the Ricardo Palma University; the incursion of machines and technologies in sport is beginning to modify the traditional dynamics of training. In the sport of volleyball, the most important technique that culminates the offensive phase of a play and therefore the action that generates punctuation is the auction.

To make the design of the training machine, mainly composed of the mechanical part, the Solidworks program (design realization and evaluation), the electronic part, designed and simulated through the Fritzing software, and the programming part carried out have been used in Atmel AVR.

After the design, the necessary calculations to adjust parameters, such as motion and finite element analysis, are started. Then, a machine prototype begins to be manufactured to change the traditional training of the volleyball team of the Ricardo Palma University.

Finally, the tests that demonstrate that the training machine satisfactorily achieves the objectives set, which are the regulation of the height of the ball in a range of 225 to 324cm, during the execution of the technique have been satisfactorily performed of the volleyball player, the movement of the machine in the different lines of attack and the display of the height of the ball through the mobile device.

**Keywords:** Training Machine, Auction Technique, Solidworks, Fritzing and Atmel AVR.

## INTRODUCCIÓN

El nivel del vóley peruano ha bajado significativamente. Y eso lo podemos ver en el ranking mundial: estamos muy alejados de los primeros lugares. Por años nos mantuvimos en el cuarto lugar del mundo, sin bajar del top 10. Eso ahora es solo un recuerdo, tal como se puede observar en la figura 1.

**FIVB Senior World Ranking - Women**  
As per October 21, 2018

Rk. Teams	Points	+/- Rk. Aug. 2017 Diff.	World Grand Prix 2017		Olympic Games 2016		World Cup 2015		World Championship 2018	
			Rk.	Tot.	Rk.	Tot.	Rk.	Tot.	Rk.	Tot.
1 Serbia	322	2 ↑	3	42	2	90	2	90	1	100
2 China	320	-1 ↓	4	40	1	100	1	100	3	80
3 USA	256	-1 ↓	5	38	3	80	3	80	5	58
4 Brazil	200	0 ↔	1	50	5	50	*	50	7	50
5 Russia	198	0 ↔	9	28	5	50	4	70	7	50
6 Japan	190	0 ↔	7	32	5	50	5	50	5	58
7 Netherlands	178	0 ↔	5	38	4	70			4	70
8 Italy	165	0 ↔	2	45	9	30		0	2	90
9 Republic of Korea	138	1 ↑	14	18	5	50	6	40	17	30
10 Dominican. Rep.	108	-1 ↓	8	30	cq1	3	7	30	9	45
11 Argentina	93	-1 ↓	22	8	9	30	8	25	17	30
12 Turkey	72	0 ↔	11	24	cq1	3			9	45
13 Puerto Rico	70	2 ↑	18	14	11	20			13	36
14 Thailand	65	0 ↔	10	26	wq1	3			13	36
15 Germany	59	-2 ↓	15	17	cq2	2		0	11	40
16 Bulgaria	55	1 ↑	17	15		0			11	40
17 Cameroon	47	2 ↑	30	2	11	20			21	25
18 Canada	44	1 ↑	20	12	cq2	2			17	30
19 Belgium	42	-3 ↓	12	22	cq3	2			EU-A3-3	18
20 Kenya	37	6 ↑		0	wq2	2	10	5	17	30
21 Mexico	35	5 ↑	29	2		0			15	33
22 Azerbaijan	33	2 ↑		0		0			15	33
23 Kazakhstan	32	-2 ↓	24	6	wq4	1			21	25
24 Czech Republic	31	1 ↑	16	16		0			EU-A3-4	15
25 Cuba	30	-2 ↓		0		0	9		21	25
26 Poland	29	-4 ↓	13	20	cq4	1			EU-B2-3	8
27 Peru	27	2 ↑	21	10	cq1	3	11		SA-3	9

Figura 1. Ranking Mundial de Voleibol de Mujeres

Fuente: [http://www.fivb.org/en/volleyball/VB\\_Ranking\\_W\\_2018-10.asp](http://www.fivb.org/en/volleyball/VB_Ranking_W_2018-10.asp)

Hoy en día, los entrenamientos no son muy diferentes de aquellas épocas mientras que las grandes potencias en el voleibol mundial entrenan con nuevos sistemas y máquinas para perfeccionar las técnicas del voleibol de sus jugadores con la finalidad de luchar por los primeros puestos de los campeonatos mundiales y olímpicos.

La finalidad principal de la Máquina de Entrenamiento es la de imitar los grandes sistemas de entrenamiento usados por las potencias mundiales del voleibol para ser empleado en los alumnos de la Universidad Ricardo Palma para demostrar que se logra mejoras en los jugadores para luego ser implantado en el uso del entrenamiento de la selección nacional de Perú y devolverle nivel para que regrese a ser una de las grandes potencias del voleibol de la década anterior.

La tesis se encuentra dividida en cuatro (04) capítulos, un (01) anexo y las referencias bibliográficas.

La estructura de la tesis corresponde a la resolución secuencial del problema de diseño e implementación de la máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate de los jugadores de voleibol de la Universidad Ricardo Palma. En los siguientes párrafos, se describe la composición de los cuatro capítulos y un breve resumen de los mismos.

En el primer capítulo se expone una introducción al presente trabajo de investigación, el planteamiento del problema, los objetivos de la misma y la justificación de la investigación. Asimismo, se describe la estructura de la tesis, dando a conocer el contenido de cada uno de los capítulos, luego en el segundo se describe los antecedentes relacionados con el desarrollo de esta tesis y conceptos teóricos que enmarcan y sirven de guía para el diseño e implementación de la máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate, lo cual sirve como base para el capítulo 3, el cual se describe el diseño e implementación de la máquina de entrenamiento propuesta, la cual se valida en capítulo 4, en donde se describe las pruebas realizadas, cuando se utiliza la máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate, por último se redactan las conclusiones en función a los objetivos propuestos inicialmente y las observaciones y recomendaciones que se deberán tomar en cuenta para futuras líneas de investigación que se puedan generar a partir del presente trabajo de investigación.

# **CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. Problematización**

La Universidad Ricardo Palma cuenta con un Instituto de deportes y recreación, la cual es la entidad de dictar diferentes disciplinas deportivas como aeróbicos, ajedrez, atletismo, básquetbol, fútbol, fustal, Voleibol, entre otros.

En la actualidad los entrenamientos que realiza la selección de voleibol son tradicionales, los cuales consisten en ejercicios manuales y rutinarios, esto hace que los entrenamientos no sean los más eficientes para mejorar las técnicas de los jugadores, toda vez que estos no suelen ser exactos y demandan mucho tiempo, el cual es limitado para muchos jugadores debido a las clases que tienen que asistir según sus carreras universitarias.

Los ejercicios que se emplean en la técnica de remate, el cual es el fundamento más importante, necesitan de al menos 2 personas y como se ha mencionado antes, el horario universitario no permite lograr que se practique dicho fundamento y por ende, no se mejore la técnica para poder ganar los partidos de la Liga Universitaria.

Este problema ocasiona que, al no contar con una máquina de entrenamiento, los estudiantes no podrán entrenar en sus ratos libres de la Universidad para mejorar sus técnicas individuales; por lo que, al momento de jugar un partido oficial de la Liga Universitaria, no logrará un desempeño bueno que aporte a la victoria de su equipo.

### **1.1.1. Problema general**

¿Cómo una máquina de entrenamiento mejorará la técnica de remate de los jugadores de la selección de voleibol de la Universidad Ricardo Palma?

### **1.1.2. Problema específico**

- a) ¿Cómo será el diseño mecánico de la estructura a implementar de la máquina de entrenamiento para lograr que sea móvil y permita al jugador entrenar la técnica de remate en cualquier parte del área de juego?
- b) ¿Cómo será el diseño mecánico de la estructura para que pueda regular la altura para la ejecución de la técnica de remate y de esto modo mejorar las fases de salto vertical y golpeo?
- c) ¿Cómo será el diseño electrónico y la interfaz para que la máquina de entrenamiento muestre el valor exacto de la altura del balón de voleibol durante la ejecución de la técnica de remate?
- d) ¿Cómo implementar la máquina de entrenamiento a bajo costo en comparación a las otras máquinas del mercado?

## **1.2. Objetivo**

Para el presente trabajo de investigación, se proponen los siguientes objetivos, que al ser alcanzados permitirán resolver el problema planteado.

### **1.2.1. Objetivos Generales**

Diseñar e implementar una máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate de los jugadores de la selección de voleibol de la Universidad Ricardo Palma.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- a) Diseñar la estructura de la máquina de entrenamiento para lograr que sea móvil y permita al jugador entrenar la técnica de remate en cualquier parte del área de juego.
- b) Diseñar la estructura de la máquina de entrenamiento de tal manera que se pueda regular la altura para la ejecución de la técnica de remate y de esto modo mejorar las fases de salto vertical y golpeo.

- c) Diseñar la parte electrónica e interfaz para que la máquina de entrenamiento muestre el valor exacto de la altura del balón de voleibol durante la ejecución de la técnica de remate.
- d) Implementar la máquina de entrenamiento de bajo costo en comparación a otras máquinas del mercado.

### **1.3. Justificación**

El diseño de máquinas y sistemas para solucionar un problema u optimizar los procesos productivos en las industrias es el fin de un ingeniero mecatrónico; sin embargo, este fin no solo se limita a las industrias, ya que puede aplicarse en otros ámbitos como salud, educación y deporte.

Este último ámbito, es dónde el presente trabajo de investigación se desarrollará, ya que tiene como finalidad el diseño e implementación de una máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate de los jugadores de la selección de voleibol de la Universidad Ricardo Palma en un menor tiempo a comparación del entrenamiento manual y tradicional, ya que los jugadores tienen un tiempo limitado para mejorar sus habilidades en los entrenamientos y a su vez tienen que invertir su tiempo en sus estudios universitarios, aplicando y utilizando las teorías sobre el diseño de máquinas, software de diseño y análisis como Solidworks y aplicación de sensores.

Por lo antes mencionado, el presente trabajo de investigación tiene un aporte científico, el cual se desarrolla en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecatrónica de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Ricardo Palma. El trabajo de tesis permitirá ampliar y consolidar conocimientos referentes al diseño e implementación de máquinas para la solución de un problema.

Por otro lado, tiene un aporte social, ya que, con el uso de esta máquina, los jugadores podrán mejorar su técnica de remate en un menor tiempo y por ende se mejorará el rendimiento de la selección de voleibol de la universidad Ricardo Palma y sin que estos descuiden sus cursos durante el ciclo académico.

#### **1.4. Alcances y Limitaciones de la Investigación**

El presente trabajo de investigación contempla el diseño e implementación de una máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate de los jugadores de la selección de voleibol de la Universidad Ricardo Palma.

El diseño de la máquina de entrenamiento para su óptimo funcionamiento con una persona debe contar con una cesta en la cual se puedan poner doce balones o más para que practique sin tener que colocar un nuevo balón después de haber realizado un remate y a su vez, debe variar la altura para que se acomode al alcance de remate de cada persona que llegue utilizarlo. Esta máquina debe ser móvil para que pueda ser desplazado en cualquier ubicación de la cancha para que el jugador pueda practicar desde distintas posiciones y perfeccionar su técnica de remate.

Sus características principales son:

- a) Una estructura que permite que la máquina sea móvil de modo que el jugador de voleibol pueda practicar su técnica de remate en cualquier parte del área.
- b) Un sistema mecánico que permita a la máquina regular la altura con precisión para la ejecución de la técnica de remate.
- c) Un interfaz que permita mostrar la altura de alcance de un jugador.
- d) Una máquina funcional y estable construida al menor costo.

Las limitaciones que se presentaron fueron las siguientes:

- a) Limitación Teórica: Para hacer el presente proyecto de investigación para optar el título profesional de ingeniero mecatrónico se requiere conocimientos de ingeniería relacionada al diseño de máquinas, funcionamiento de sensores, utilización de software SOLIDWORKS y conocimientos relacionados a la técnica de remate.
- b) Limitación Espacial: Debido a que nuestra máquina será desplazable, su estructura deberá ser liviana y ocupe el mínimo espacio posible en la cancha durante los entrenamientos.

- c) Limitación Temporal: La realización de esta tesis comprende el periodo de mayo a noviembre del presente año (2019).
- d) Limitación Sociocultural: Para probar la máquina de entrenamiento de remate con los jugadores de voleibol de la selección se tiene la limitación de horario, ya que se debe coordinar con cada uno de ellos para que puedan realizar el entrenamiento sin descuidar sus clases.
- e) Limitación económica: Para el diseño y la implementación del mecanismo de la máquina de entrenamiento se utilizará componentes que existen en el mercado, de este modo la máquina será de bajo costo.

## **CAPÍTULO 2: MARCO TEÒRICO**

En el presente capítulo se mencionan los antecedentes de la investigación que se tomaron como referencia y como bases para el diseño e implementación de una máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate de los jugadores de la selección de Voleibol de la Universidad Ricardo Palma. Asimismo, se menciona y describe la óptica de la investigación, en la cual se define la hipótesis de la investigación, también se establece la selección de variables y la correlación entre ellas. Finalmente, se presentan las bases teóricas que se utilizaron para la realización del presente proyecto de investigación.

### **2.1. Antecedentes de la Investigación**

A continuación, mostramos tesis anteriores que contribuyeron con el desarrollo de la presente tesis.

#### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Bernedo, H. (2014), en su tesis de pregrado señala que la enseñanza del voleibol es característico del deporte, teniendo patrones natos que hacen que este juego sea único y uno de los más aceptados a nivel mundial. El aprendizaje en las deportistas fue bueno, como indica el trabajo de investigación, no obstante, el aprender los fundamentos, no garantiza el resultado de partidos o campeonatos. Solo es una base de toda una pirámide de conocimientos que se deben de aplicar y aprender, siendo este, otro tema de estudio en un futuro.(p.64).

Condori, M. & Condori, Y. (2016), en su tesis de pregrado concluye que la aplicación de un programa de iniciación al voleibol, bajo una estrategia metodológica para el perfeccionamiento de los fundamentos del voleibol, nos han permitido identificar las bondades de la aplicación del programa, por cuanto, en el dominio de los fundamentos se encontró un desarrollo del 75% como promedio, que se hace notorio en los cuadros estadísticos, para el aprendizaje del servicio, antebrazo, voleo y el remate. (p.106).

Palma, S. & Jesús, R. (2012). En su tesis de pregrado se puede concluir que el conocimiento adquirido durante la carrera nos da la capacidad de proporcionar una alternativa de solución ante un problema que se presenta en una empresa cualquiera que sea el rubro, ya que somos capaces de diseñar e innovar modelos de máquinas que pueden optimizar la operación o proceso en una Empresa. (p.208).

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

Sarmiento, J. & Chilpe, D. (2010), en su tesis de pregrado señala que el interés de los jóvenes de aprender algo nuevo, este entusiasmo contrastó con nuestras expectativas iniciales, las cuales eran cautas, limitadas e inclusive temerosas; todo lo contrario, se observó en el trabajo de campo, en el cual el interés y entusiasmo de los jóvenes aumentaba con cada nuevo componente del Voleibol que aprendían. (p.112).

Blanco, M. (2018), en su tesis de pregrado señala que las tecnologías apropiadas son aquellas que en su diseño han considerado condicionantes técnicos, económicos, ambientales y socioculturales de la comunidad en que se utilizará, así como su sostenibilidad en el tiempo. Se ha visto en el estado del arte que existen numerosos ejemplos de proyectos de tecnologías apropiadas y de análisis de los factores de éxito y fracaso de estas tecnologías en diferentes ámbitos y contextos. El estudio de esta bibliografía muestra que las barreras que pueden impedir el éxito del proyecto tienen relación principalmente con el contexto y la desinformación del equipo de diseño. (p.161).

Godoy, P. & Mora, C. (2009), en su tesis de grado concluye que cuando se construye un prototipo de una máquina siempre se incurre en costos adicionales por diseño y en riesgos en la adquisición de elementos o en la construcción misma ya que en ocasiones un elemento se lo construye o se lo adquiere más de una vez debido a errores e inexperiencia. Sin embargo, una gran ayuda para minimizar estos egresos son los programas computacionales con aplicaciones CAD. En este caso se utilizó el software SolidWorks. (p.135).

## 2.2. Ópticas de la Investigación

### 2.2.1. Hipótesis General

La máquina de entrenamiento mejorará significativamente la técnica de remate de los jugadores de la selección de voleibol de la Universidad Ricardo Palma.

### 2.2.2. Hipótesis Específica

- a) El correcto diseño de la estructura de la máquina de entrenamiento permitirá que sea de fácil desplazamiento y pueda trabajar en cualquier parte de la zona de ataque.
- b) El correcto diseño de la estructura de la máquina de entrenamiento permitirá que sea de fácil regulación en la altura para la ejecución de la técnica de remate.
- c) El correcto diseño electrónico e interfaz de la máquina de entrenamiento permitirá que se muestre la altura en la que se encuentra el balón de voleibol durante la ejecución de la técnica de remate a través de un aplicativo móvil.
- d) El correcto diseño y la selección de materiales hará que la implementación sea funcional y tenga un presupuesto menor a comparación de otras máquinas de entrenamiento del mercado.

## 2.3. Selección de Variables

Para demostrar y comprobar la hipótesis, se tiene las variables y los indicadores que a continuación se indican en la tabla 1:

Tabla 1: Tabla con las Variables de la presente tesis

VARIABLES	INDICADORES
<u>Variable independiente X:</u> Máquina de entrenamiento	Altura de Golpeo. Desplazamiento. Costo de implementación
<u>Variable dependiente Y:</u> Técnica de Remate	Salto. Golpeo.

Fuente: Elaboración propia

## **2.4. Bases Teóricas**

El desarrollo de las bases teóricas del presente trabajo de investigación fue realizado en base de las variables independiente y dependiente: “máquina de entrenamiento” y “técnicas de remate” respectivamente.

### **2.4.1. Técnica de Remate.**

“El remate es el principal gesto técnico de ataque de un equipo, es el elemento que culmina la fase ofensiva de una jugada, teniendo como misión superar la red y la defensa contraria, tanto el bloqueo como la defensa de campo”. (Iglesias Gonzales, Novoa Alvarez, Otero Desentre, & Regueiro Sousa, 2008)

Por lo tanto, según Palao, J. *et al* (2004): “El remate es la acción técnica a través de la cual se consigue el mayor porcentaje de puntos”.

La estructura del movimiento del remate, según, Toyoda, H. (2011) está dividido en 4 pasos y son:

- Acercamiento desde la posición del atacante.
- Impulso y salto.
- Movimiento del brazo y modalidad de remate.
- Aterrizaje y desplazamiento hacia la posición conveniente para la fase de juego siguiente. (p.90.)

En la figura N°2, se aprecia la estructura del movimiento de la técnica de remate que incluye las 4 fases o pasos ya mencionados.



Figura 2: Estructura del movimiento del remate.  
Fuente: (Toyoda, 2011, pág. 96)

Siendo los más importantes las fases del salto y el golpeo, tal y como lo indica Valades, D. *et al* (2013), en la mecánica de ejecución del remate en voleibol.

#### 2.4.1.1. Salto.

El salto vertical es un elemento crucial para el voleibol ya que está presente en numerosas acciones y juega un papel importante en el rendimiento, en muchas de ellas, especialmente en el remate y el bloqueo. Como norma general, a mayor altura de estas acciones se generan más opciones de puntuar. Por eso, el salto en voleibol ha sido tema principal de estudios y desde la perspectiva del entrenamiento físico ha sido uno de los objetivos prioritarios para los entrenadores. (Escaño, 2015, pág. 1)

“Cuando se realiza un SV, el impulso vertical de aceleración, corresponde a la fuerza aplicada desde que comienza el impulso vertical contra el suelo, hasta que se separan los pies del mismo. El impulso será mayor mientras mayor sea la fuerza y el tiempo de aplicación”. (Escaño, 2015, pág. 28)

Según Toyoda, H. (2011) “ para saltar más alto, el jugador debe hallarse en la mejor postura para despegar. Si se inclina demasiado o demasiado poco, no saltará todo lo alto que

puede. Las mejores posturas quedan indicadas en la figura 3. Un buen salto requiere una poderosa coordinación muscular”.

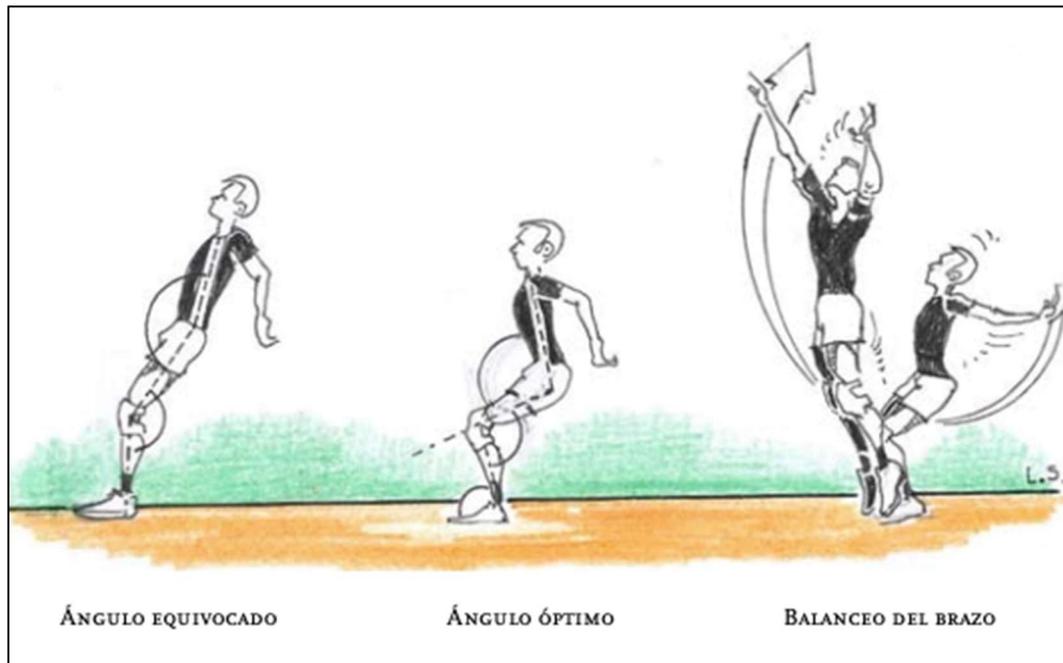


Figura 3: Mejor postura para el salto vertical.  
Fuente: (Toyoda, 2011, pág. 91)

#### 2.4.1.2. Golpeo

Después del armado, empieza el golpeo con la rotación del tronco, extensión del brazo y flexión de la muñeca. Esta acción transmite la energía generada desde los músculos proximales a los músculos distales. (Bobbert & Van Ingen Schenau, 1988).

Cuando se produce el golpeo del balón durante la ejecución de un remate de voleibol, el brazo actúa como una palanca. La potencia se encuentra en la inserción del deltoides en la tuberosidad deltoidea, la resistencia está en el peso del miembro superior, y el punto de apoyo está la articulación del hombro (articulación glenohumeral). Por tanto, se define como una palanca de tercer grado o palanca de potencia. La fuerza aplicada es mayor que la obtenida en el movimiento. Cuando se contrae el músculo se mueve una palanca muy grande (brazo, antebrazo, y mano). (Valades Cerrato, Palao Andres, & Bermejo Frutos, 2013, pág. 42)

Lo antes mencionado, se aprecia en la figura 4.

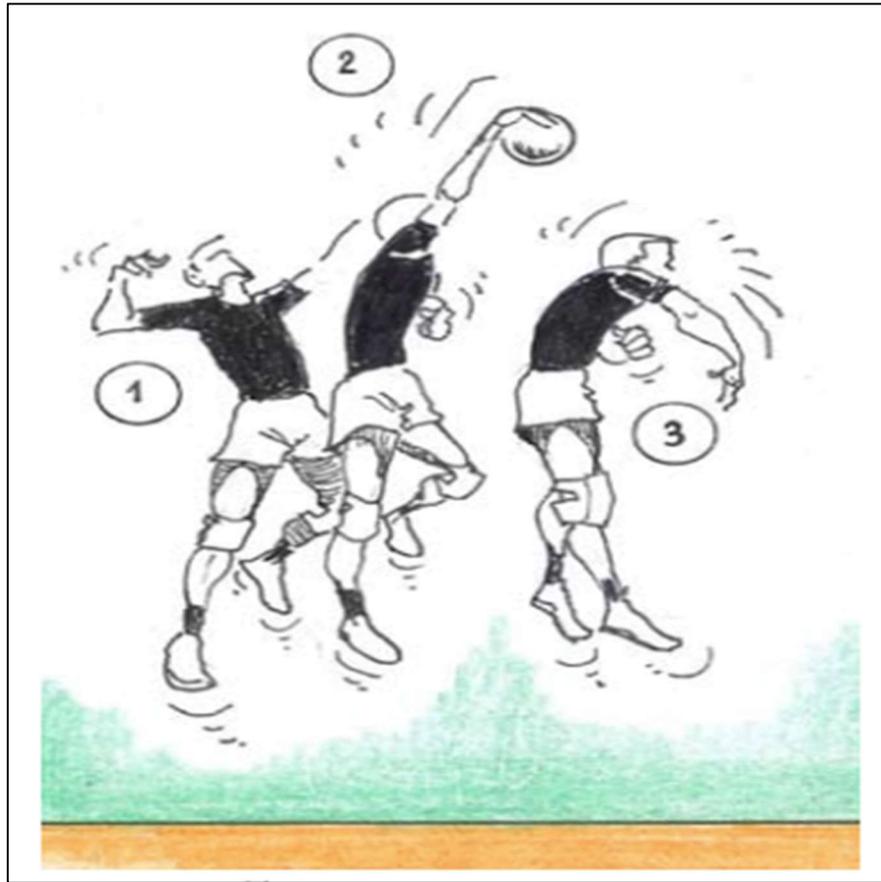


Figura 4: Golpeo del balón durante la ejecución de un remate de voleibol.  
Fuente: (Toyoda, 2011, pág. 95)

#### 2.4.2. Máquina de entrenamiento

Para la definición de una máquina de entrenamiento, en primer lugar, debemos definir que es una máquina y en que consiste un entrenamiento.

##### a) Máquina:

La historia de la invención de máquinas está caracterizada por la necesidad del ser humano en utilizar un “medio” para realizar actividades de la vida cotidiana, de manera más efectiva y sin tanto esfuerzo, sin embargo, estas tienen una significancia mayor, ya que permite al ser humano aumentar la producción de dicha actividad que si se realizaría de manera manual en un tiempo determinado.

Según Alejo, I. (2014): “Una máquina es una combinación de cuerpos dispuestos de tal forma que producen un trabajo. Actualmente el concepto de máquina

connota la capacidad para transmitir niveles de fuerza/momento considerable como ocurre, por ejemplo, con el motor de un automóvil.” (p.2).

Por lo tanto, la definición técnica de una máquina es la de un conjunto de elementos fijos y/o móviles, utilizados por el hombre, y que permiten reducir el esfuerzo para realizar un trabajo (o hacerlo más cómodo o reducir el tiempo necesario) (Perez Porto & Merino, 2010).

b) Entrenamiento:

Según Weineck, J. (2005): “El concepto “entrenamiento” se utiliza en la lengua coloquial para los ámbitos más diversos y se suele utilizar en el sentido de un proceso de ejercicio que busca un grado más o menos acentuado de mejora en los objetivos de cada momento.”(p.15).

“Es decir, es la preparación para perfeccionar el desarrollo de una actividad, especialmente para la práctica de un deporte”. (Perez Porto & Merino, 2010).

Por lo tanto, la definición de una máquina de entrenamiento es el conjunto de elementos fijos y/o móviles, utilizados para realizar una serie de ejercicios para mejorar la capacidad, performance y productividad de una persona, especialmente para la práctica de un deporte.

Según, Weineck, J. (2005): los objetivos del entrenamiento se pueden distinguir principalmente por:

- Objetivos de Aprendizaje psicomotor
- Objetivos de Aprendizaje Cognitivo
- Objetivos del Aprendizaje afectivo (p.20.)

Siendo, uno de los objetivos de la máquina de entrenamiento el aprendizaje psicomotor para mejorar la técnica de remate, el cual según Weineck, J. (2005): “Incluyen, por una parte, los factores de condición física como la resistencia, fuerza, velocidad y sus categorías subordinadas, y por otra parte, las capacidades y destrezas coordinativas (técnicas), que constituyen el núcleo del proceso de aprendizaje motor”. (p.20).

De los factores indicados, Toyoda, H. (2011) considerará que los más importantes son la fuerza, velocidad y las capacidades y destrezas coordinativas, tal y como menciona:

Los equipos más poderosos basan su fortaleza en cada uno de estos seis bloques:

1. Características físicas (tamaño, agilidad, velocidad, fuerza, poderío)
2. Táctica de equipo con pericia y alto nivel técnico de los jugadores
3. Nivel de experiencia del equipo
4. Agilidad mental, capacidad para cambiar de táctica y estrategia (sofisticación de equipo)
5. Trabajo de equipo, los jugadores se complementan y cooperan
6. Dinamismo de las sesiones de entrenamiento. (p.18).

#### **2.4.2.1. Diseño Mecánico**

Por lo antes mencionado, para el diseño mecánico de la estructura de la máquina de entrenamiento, se deberá tener en cuenta que el entrenamiento de los jugadores de voleibol está orientado en la mejora de la parte psicomotora, principalmente a la fuerza que realiza al momento de la ejecución de la técnica de remate en las fases más importantes (salto y golpeo) , poniendo el balón en una altura definida y estática para el entrenamiento de estas fases, ya que para la fase del salto, tener el balón en una altura exacta permitirá que el jugador entrene de manera repetitiva y regular, de esto modo mejorará su parte psicomotora para saltar a altura mayor y en el fase golpeo, en la fuerza y la precisión de esta, ya que del mismo modo tener un balón en un punto estático permitirá realizar el entrenamiento de manera repetitiva y regular, así mismo esta máquina deberá situarse en cualquier parte del campo de juego (ver figura 5), pues la ejecución del remate se realiza en cualquier parte de este e inclusive en algunos casos puede darse fuera, por lo antes mencionado el diseño de la máquina deberá regular la altura del balón dónde se realiza la ejecución del remate y deberá ser móvil, para que pueda situarse en cualquier parte del campo, a continuación se definirán lo que es fuerza y móvil, así como la importancias de estos en la ejecución del remate.

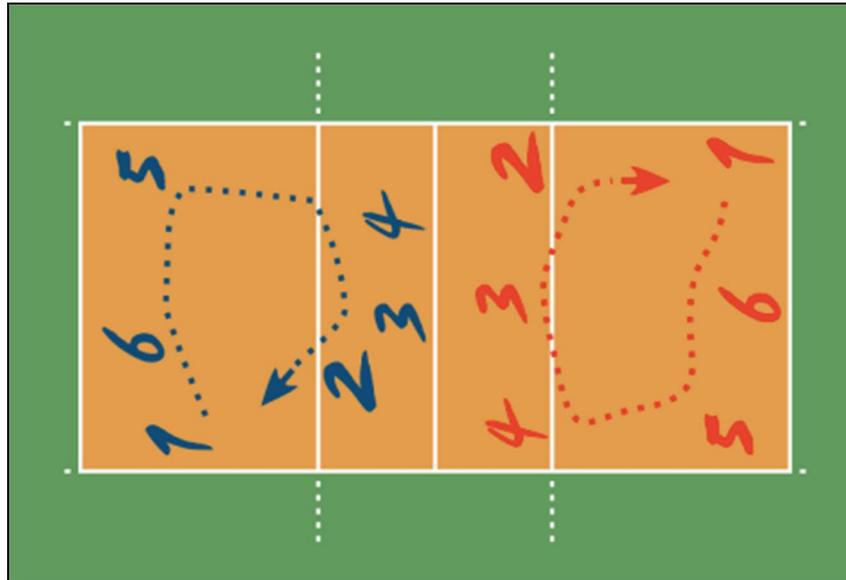


Figura 5: Área de juego en el voleibol  
Fuente: <https://solovoleibol.com/5/>

a) Fuerza:

Una definición precisa de “fuerza”, que abarque sus aspectos tanto físicos como psíquicos, presenta, al contrario de su determinación física (mecánica), dificultades considerables debido a la extraordinaria variedad existente en cuanto a los tipos de fuerza, de trabajo y de contracción muscular, y a los múltiples factores que influyen en este complejo. (Weineck, 2005, pág. 215).

Según Weineck, J. (2005), la fuerza se puede manifestar de diferentes formas dependiendo de sus capacidades y son:

**Fuerza Máxima:** Es la máxima fuerza posible que el sistema neuromuscular es capaz de ejercer en contracción máxima voluntaria. (p.216).

**Fuerza Rápida:** La fuerza rápida tiene que ver con la capacidad del sistema neuromuscular para mover el cuerpo, partes del cuerpo ( p. ej., brazos, piernas) u objetos ( p.ej., balones, pesos, jabalinas, discos, etc.) con velocidad máxima) (p.217).

**Resistencia de Fuerza:** La resistencia de la fuerza es la capacidad del organismo para soportar la fatiga con rendimientos de fuerza prolongados. (p.217).

En la figura 6, se aprecian las diferentes manifestaciones de la fuerza antes mencionadas.

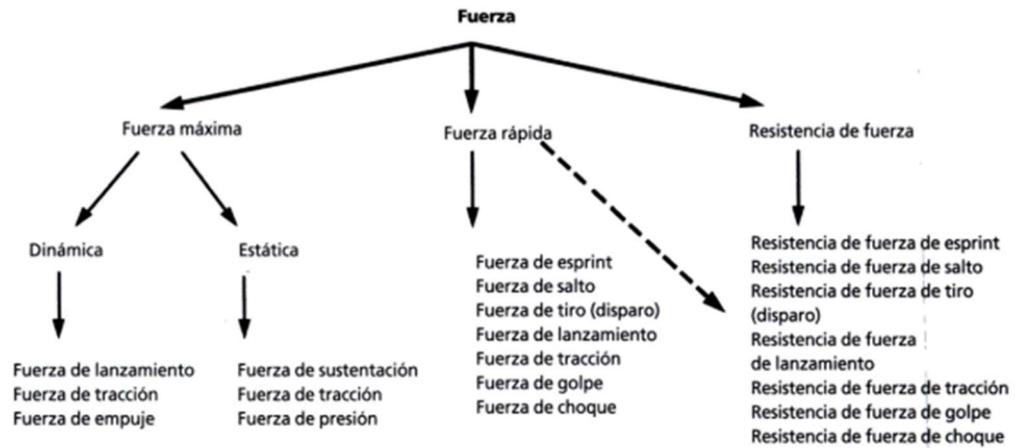


Figura 6: La fuerza y sus diferentes capacidades y formas de manifestación.  
Fuente: (Weineck, 2005, pág. 216)

b) Móvil:

Según, Pérez, J. & Merino, M. (2009): “(...) la noción de móvil permite el desarrollo de varios conceptos vinculados. En esencia, un móvil es aquello que tiene movilidad o que no está fijo o quieto.”(párrafo 1)

Por lo expuesto, la máquina de entrenamiento, ya indicando que es móvil, deberá tener como fin regular la altura del balón en cualquier parte de la cancha de voleibol, al momento de que el jugador realice la ejecución de la técnica de remate, de este modo se mejorará la fuerza, tanto en el salto y golpeo en diferentes puntos del área donde se desarrolla esta, los cuales estos últimos como ya se ha mencionado en el apartado 2.4.1 del presenta capítulo son las fases más importantes de esta técnica.

Por otro lado, es preciso indicar que en el mercado existe una máquina de entrenamiento para la técnica de remate en voleibol, este es el “Acuspiké”, tal y como se puede observar en la figura 7, el cual se enfoca en que el jugador de voleibol tenga un salto más alto y un golpe más fuerte, tal y como se indica en su página de inicio y que se presenta en la figura 8.



Figura 7: Máquina de entrenamiento de remate “Acuspike”  
Fuente: <https://www.acuspike.com/team-trainer-space-saver.html>



Figura 8. Página de inicio de Acuspike  
Fuente: <https://www.acuspike.com>

Así mismo, otro factor importante en el diseño mecánico de una máquina según Alejo, I. (2014): “Al diseñar un mecanismo para realizar una determinada tarea, se suelen seguir

los siguientes pasos: en primer lugar, se realiza un diseño conceptual en el que se escoge el tipo de máquina o mecanismo que se va a utilizar”. (p.1).

Para realizar el diseño de la máquina de entrenamiento se utilizara, el software CAD, el cual es definido por Autodesk (2019) como “CAD, o diseño y dibujo asistido por computadora (CADD), es una tecnología para el diseño y la documentación técnica, que sustituye el dibujo manual por un proceso automatizado”.

Si eres diseñador, dibujante, arquitecto o ingeniero, es probable que hayas usado programas CAD 2D o 3D como AutoCAD o AutoCAD LT. Estos programas de software ampliamente usados pueden ayudarte a redactar documentación de construcción, explorar ideas de diseño, visualizar conceptos mediante renderizaciones fotorrealistas y simular el rendimiento de un diseño en el mundo real. (Autodesk, Autodesk, 2019, pág. 1)

Los programas más utilizados para el diseño mecánico son:

a) Autocad: Según (Autodesk, Qué es AutoCAD?, s.f.):

AutoCAD® es un software de diseño asistido por computadora (CAD) en el que confían arquitectos, ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D.

- Dibuje y edite geometría 2D y modelos 3D con sólidos, superficies y objetos de malla
- Anotar dibujos con texto, dimensiones, líderes y tablas.
- Personalice con aplicaciones y API adicionales

b) SolidWorks:

SOLIDWORKS es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño. (SolidBi, 2019, pág. 1)

Luego del diseño se debe realizar un análisis que aseguren y valide diseño mecánico, para resolver los problemas físicos de interés, a través del:

- Análisis de elementos finitos, según Cubo, J. (2010): “(...) permite resolver casos que hasta hace poco tiempo eran prácticamente imposibles de resolver por métodos matemáticos tradicionales. Esta circunstancia obligaba a realizar prototipos, ensayarlos e ir realizando mejoras de forma iterativa, lo que traía consigo un elevado coste tanto económico como en tiempo de desarrollo.” (p.12).
- Análisis de Movimiento, “les puede ayudar a determinar los parámetros importantes de diseño, como velocidades, aceleraciones, fuerzas, momentos, etc”. (Corporation, 2009)

Por último, se debe seleccionar el material en que se realizará el diseño, se presenta a continuación se menciona los metales más comerciales en el mercado:

- Acero al carbono: Según (Enciclopedia, s.f.): “Acero al carbono, metal fabricado a partir de los elementos hierro y carbono, con el carbono impartiendo dureza y resistencia y determinando el grado en que existen tales propiedades físicas.”

Así mismo, según Metalium (2014) indica que: “(...), también es conocido como acero maleable, esto quiere decir que es flexible y puede tomar cualquier forma. Está considerado como de alta resistencia y baja aleación.”

- Aluminio: El aluminio es el metal más abundante de la Tierra con un 8,13%. Su principal característica en este conjunto es la ligereza, pero además posee otras útiles características como su gran conductividad eléctrica, resistencia a la corrosión. Además, tiene abundantes aplicaciones debido a su bajo punto de fusión (660,3°C), una larga vida útil y un precio muy estable. Por el contrario, la dificultad de su uso se debe a que se necesita una gran cantidad de energía para su obtención.

La resistencia a la corrosión que posee es debido a que, en su superficie, al contactar con el oxígeno del aire, se crea una capa de óxido de aluminio que impide que se esta se oxide. Esta película transparente, sin embargo, dificulta las operaciones de soldadura sobre este material

- Acero inoxidable:

Según Rafferty (s.f.): Acero inoxidable, uno de cualquiera de la familia de aleación de aceros que contienen usualmente 10 a 30 por ciento cromo. En combinación con un bajo contenido de carbono, el cromo imparte una notable resistencia a la corrosión y al calor. Se pueden agregar otros elementos, como níquel, molibdeno, titanio, aluminio, niobio, cobre, nitrógeno, azufre, fósforo o selenio, para aumentar la resistencia a la corrosión en entornos específicos, mejorar la resistencia a la oxidación e impartir características especiales.

#### **2.4.2.2. Diseño electrónico**

Para el diseño electrónico de la estructura de la máquina de entrenamiento, este deberá realizar el entrenamiento de los jugadores orientado en la mejora de la parte psicomotora, orientado principalmente en la fuerza y velocidad al momento de realizar el remate al momento de ejecutar el remate en las fases más importantes (salto y golpeo), así mismo esta pueda situarse en cualquier parte del campo de juego (ver figura 6), pues la ejecución del remate se realiza en cualquier parte de este e inclusive en algunos casos puede darse fuera, es por ello que la estructura deberá ser móvil, a continuación se definirán lo que es fuerza, velocidad y móvil, así como la importancias de estos en la ejecución del remate.

##### a) Microcontrolador

Un microcontrolador es un circuito integrado o “chip” (es decir, un dispositivo electrónico que integra en un solo encapsulado un gran número de componentes) que tiene la característica de ser programable. Es decir, que es capaz de ejecutar de forma autónoma una serie de instrucciones previamente definidas por nosotros. (Torrente, 2013, p. 62). Ver Figura 9.

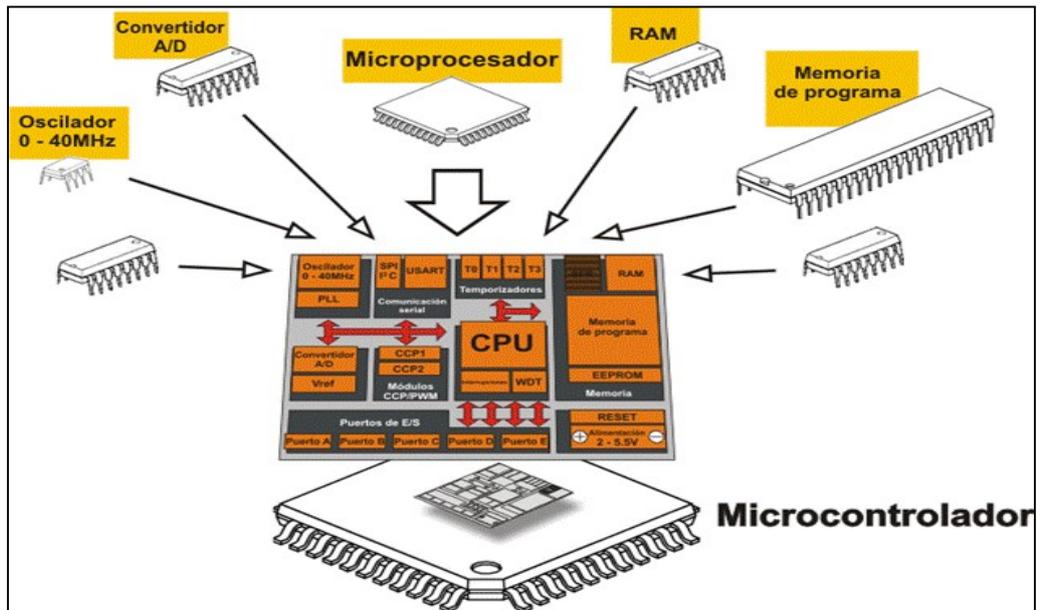


Figura 9: Arquitectura de un microcontrolador  
Fuente : <http://microsintrouccion.blogspot.com/2014/04/arquitectura-interna-y-externa-del.html#>

- Microcontroladores PIC

Los microcontroladores PIC se pueden clasificar, atendiendo al tamaño de sus instrucciones, en tres grandes grupos o gamas: microcontroladores con instrucciones de 12 bits (Gama baja), microcontroladores con instrucciones de 14 bits (Gama media) y microcontroladores con instrucciones de 16 bits (Gama alta).

Los microcontroladores PIC también se agrupan en cinco grandes familias: PIC10, PIC12, PIC16, PIC17 y PIC18. Los PIC10 son, básicamente, microcontroladores de 6 terminales. La familia de los PIC12 agrupa a los microcontroladores disponibles en encapsulado de 8 terminales. Algunas de estas cinco familias tienen numerosas subfamilias, como sucede con los PIC16. Además, algunas de estas familias incluyen dispositivos de más de una gama, como los PIC16 y PIC12, que tienen dispositivos de gama baja y media. Los PIC17 y PIC18 son de gama alta. (Valdés y Pallás, 2007, p. 45).

- Microcontroladores AVR de ATMEL

Los microcontroladores AVR incluyen un procesador RISC de 8 bits, su arquitectura es del tipo Harvard y sus operaciones se realizan bajo un esquema Registro-Registro. (Santiago, 2012, p. 35).

Se basan en un núcleo cuya arquitectura fue diseñada por Alf-Egil Bogen y Vegard Wollan, estudiantes del Instituto Noruego de Tecnología, arquitectura que posteriormente fue refinada y desarrollada por la firma Atmel. El término AVR no tiene un significado implícito, a veces se considera como un acrónimo en el que se involucra a los diseñadores del núcleo, es decir AVR puede corresponder con Alf-Vegard-RISC. (Santiago, 2012, p. 35).

El núcleo es compartido por más de 50 miembros de la familia, proporcionando una amplia escalabilidad entre elementos con diferentes recursos. En la figura 10 se ilustra este hecho, los miembros con menos recursos caen en la gama Tiny, los miembros con más recursos pertenecen a la categoría Mega, además de que se cuenta con miembros orientados para aplicaciones específicas. (Santiago, 2012, p. 35).

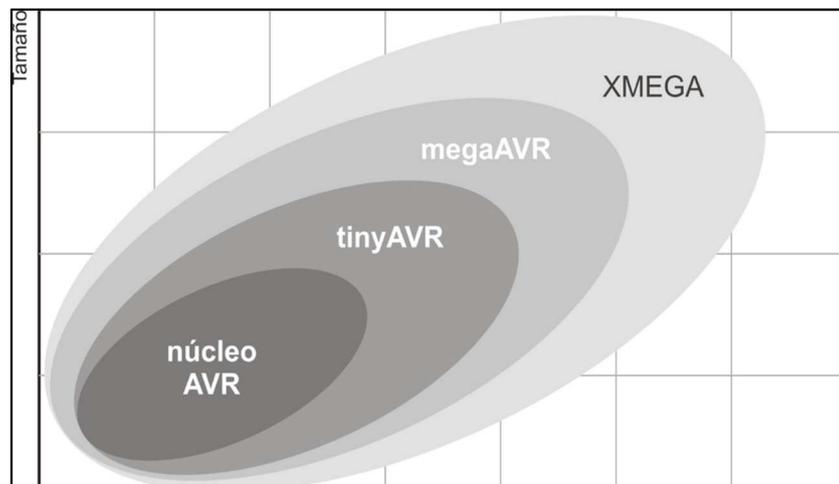


Figura 10 : Escalabilidad entre dispositivos que comparten el núcleo  
Fuente : (Santiago, 2012, p. 35)

- ATmega328P

El microcontrolador ATmega328P tiene una arquitectura de tipo AVR (Fig.11), arquitectura desarrollada por Atmel y en cierta medida “competencia” de otras arquitecturas como por ejemplo la PIC del fabricante Microchip. Más concretamente, el ATmega328P pertenece a la subfamilia de microcontroladores “megaAVR”. La “P” del final significa que este chip incorpora la tecnología “Picopower” (propietaria de Atmel), la cual permite un consumo eléctrico sensiblemente menor. (Torrente, 2013, p. 74).

Atmel ATmega328P			
(PCINT14/RESET) PC6	1	[A5] 28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2 [0]rx	[A4] 27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3 [1]tx	[A3] 26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4 [2]	[A2] 25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5 [3]~	[A1] 24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6 [4]	[A0] 23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	[13] 19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11 [5]~	[12] 18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12 [6]~	~[11] 17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13 [7]	~[10] 16	PB2 ( $\overline{SS}$ /OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14 [8]	~[9] 15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Figura 11: ATmega328P – Registro de entradas/salidas

Fuente: [http://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/INF\\_EST\\_COM\\_U3\\_R1\\_T.pdf](http://www.cartagena99.com/recursos/alumnos/apuntes/INF_EST_COM_U3_R1_T.pdf)

## b) Sensores

Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida. (Pallás, 2004, p. 3). Existen diferentes tipos de sensores como se aprecia a continuación:

- Sensor óptico

Los medidores de proximidad ópticos constan de dos elementos principales: 1) emisor de luz infrarroja y 2) elemento fotosensible, conocido como receptor; en general, los encapsulados están en un solo dispositivo. (Corona, 2014, p. 142). Ver figura 12.



Figura 12: Sensor óptico

Fuente : (Corona, 2014, p. 144)

La configuración más utilizada para medir proximidad con este tipo de sensores se conoce como configuración de foco fijo, donde la intensidad de la señal registrada en el receptor depende de la proximidad del objeto al emisor. Esta configuración se utiliza para medidores de proximidad. (Corona, 2014, p. 142).

Lo figura 13 representa de manera gráfica lo mencionado en el anterior párrafo.

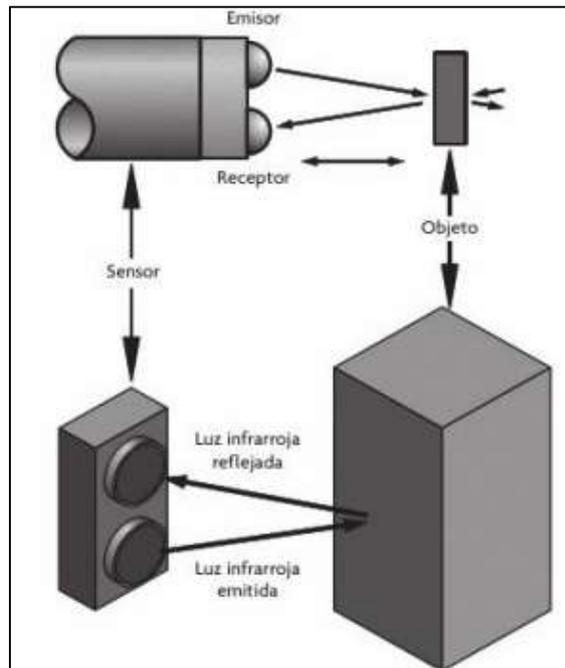


Figura 13: Configuraciones para medir proximidad  
Fuente : (Corona, 2014, p. 144)

- Sensor de ultrasonido

Los sensores de ultrasonido son muy utilizados en sistemas de medición no invasivos para determinar la distancia del emisor a un objeto dado. Por ejemplo, en la mayoría de los vehículos se usan para avisar al conductor la proximidad de un objeto cuando maneja de reversa, otra aplicación es la medición de distancias, profundidades y alturas que cambian dinámicamente. Las principales ventajas de este tipo de sensado es que, al realizar la medición no invasiva, es decir, que no requiere contacto alguno para realizar la medida, la variedad de objetos que es posible medir es muy amplia. Debido a la naturaleza de la señal ultrasónica, es posible realizar mediciones en superficies variadas, líquidas y en ambientes hostiles. (Corona, 2014, p. 142).

Se dice que una onda sonora es ultrasónica cuando está por encima de la frecuencia audible para el oído humano, esto es, por encima de los 20 KHz

aproximadamente. Un sensor ultrasónico se auxilia del efecto Doppler, ya que un elemento ultrasónico (considerado emisor) emite una onda ultrasónica, la cual es absorbida en parte y reflejada en parte por el objeto a medir, así, a través de la medición de la atenuación de la onda percibida por el receptor, el tiempo que le toma a esta ser percibida por el receptor, o por la presencia o ausencia de dicha onda en el emisor, es posible obtener características de la variable física que sea determinar. (Corona, 2014, p. 142). (Ver Figura 14).

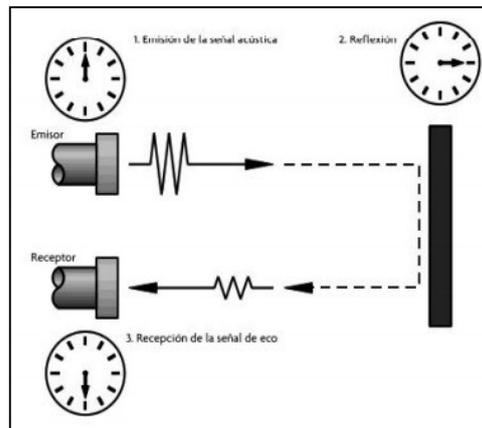


Figura 14: Principio del sensor de ultrasonido  
Fuente : (Corona, 2014, p. 144)

Con base en el montaje de la figura 14, a través de la siguiente ecuación es posible calcular el tiempo que tarda el receptor en percibir la señal reflejada en el objeto a medir:

$$d = \frac{1}{2} * v_s * t \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

$d$  = Distancia del emisor-receptor al objeto (m)

$v_s$  = Velocidad del sonido

$t$  = Tiempo transcurrido (s)

### c) Interfaz de comunicación de Bluetooth

Bluetooth es el nombre de una especificación industrial (estandarizada oficialmente con el nombre de IEEE 802.15.1) que define las características de un tipo de redes inalámbricas de corto alcance. Su principal uso es proporcionar un protocolo de comunicación entre distintos dispositivos electrónicos de consumo (computadores,

impresoras, teléfonos, cámaras digitales, dispositivos de audio, etc.) relativamente próximos (a unos pocos metros de distancia) sin que haya la necesidad de llevar un control explícito por parte del usuario de direccionamientos de red, permisos y otros aspectos típicos de redes tradicionales. La principal ventaja de usar Bluetooth es que permite simplificar el descubrimiento y configuración automática de dispositivos cercanos, ya que estos pueden indicarse entre sí los servicios que ofrecen de forma autónoma. (Torrente, 2013, p. 545).

El estándar Bluetooth utiliza para la transmisión de voz y datos un enlace de radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz. Las bandas ISM (“Industrial, Scientific and Medical”) están reservadas internacionalmente para el uso no comercial de radiofrecuencia electromagnética. Esto quiere decir que se pueden utilizar abiertamente por todo el mundo sin necesidad de licencia, simplemente respetando las regulaciones que limitan los niveles de potencia transmitida. (Torrente, 2013, p. 545).

Para el envío de información entre la máquina de entrenamiento a un dispositivo móvil (Smartphone) que tenga sistema operativo Android se utilizará el módulo Bluetooth HC-05. (Ver Figura 15).



Figura 15: Módulo Bluetooth HC-05

Fuente : <http://hobbycomponents.com/wired-wireless/432-hc-05-master-slave-bluetooth-module>

### 2.4.2.3. Diseño de la interfaz

Para el presente diseño de la interfaz del dispositivo móvil que se comunicará con la máquina de entrenamiento se utilizará el programa MIT App Inventor 2 que se presenta a continuación:

- MIT App Inventor 2

El MIT App Inventor 2 (Ver Figura 16) es un lenguaje de programación visual libre basado en bloques libres de arrastrar y soltar que permiten a las personas, independientemente de su experiencia de codificación, crear aplicaciones móviles para dispositivos Android. (Kamriani y Roynte, 2016, p. 2).



Figura 16 : MIT App Inventor 2

Fuente : <http://blog.aulaformativa.com/manual-base-para-mit-app-inventor-2/>

## CAPITULO 3: DISEÑO DE LA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO

### 3.1. Condiciones iniciales

Para poder alcanzar el objetivo, la máquina de entrenamiento tuvo las siguientes características básicas.

#### a) Diseño Mecánico

- La altura de acción de la máquina de entrenamiento trabaja en un rango de altura de: 2.25 a 3.20 m.
- La estructura de la máquina de entrenamiento permite que esta pueda pasar por una puerta de 2 m x 0.90 m. (HxW).
- La máquina de entrenamiento es móvil para que pueda ser desplazado por cualquier parte del área de juego.
- El material de la estructura cuenta con una rigidez necesaria.
- La máquina de entrenamiento cuenta con un sistema mecánico de elevación vertical compacta y de gran resolución.

#### b) Diseño Eléctrico

- Suministro eléctrico de corriente continua a través de batería.
- Una fuente de 5 V para el circuito de control.
- La duración de la batería es de 2 a 3 horas, ya que es el tiempo aproximado que dura los entrenamientos de voleibol.

#### c) Diseño electrónico

- Los sensores que se utilizaron detectan una variación mínima de 1cm, lo que hace que la máquina se regule a la mínima variación en el salto vertical de los jugadores de voleibol.
- El módulo de comunicación debe conectarse con la interfaz de manera eficiente.

d) Interfaz

- La interfaz debe conectarse rápidamente con el sensor.
- La interfaz mostró los datos del sensor referentes a la altura de salto vertical del jugador.

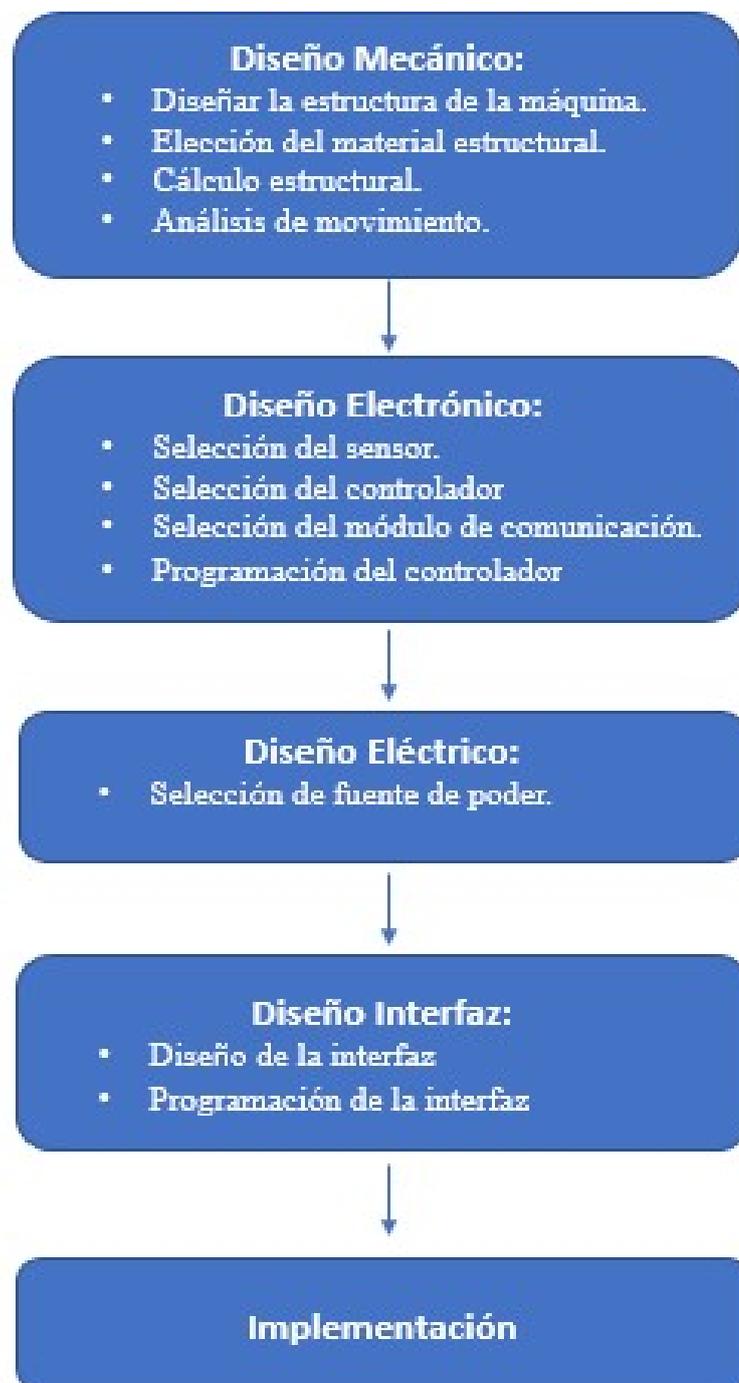


Figura 17: Procedimiento el diseño e implementación de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

## **3.2. Diseño Mecánico**

En esta sección se explica que consideraciones fueron tomadas para el diseño de la estructura y mecanismo de funcionamiento de la máquina de entrenamiento.

### **3.2.1. Diseño de la estructura.**

Tomando como referencia los objetivos presentados para el diseño mecánico de la estructura de nuestra máquina de entrenamiento y tomando como referencia la máquina “Acuspiké”, presentada en el capítulo 2, el diseño de nuestra máquina (elaborado en Solidworks) fue en base a este, es decir de tipo telescópico y con un brazo con una pendiente validada en SolidWorks, donde se sitúa las pelotas y un sistema retenedor que permita que las pelotas caigan de uno en uno a una altura establecida cuando se realizó el remate; de este modo, como se ha indicado en el capítulo 2, se entrenó las fases de salto y golpeo, para la mejora de la técnica de remate.

#### **a) Base:**

En ella está situado el circuito electrónico y a su vez es el componente que le da el soporte y la estabilidad necesaria a la máquina de entrenamiento. Por otro lado, cuenta con las ruedas que permite el desplazamiento para cumplir con el primer objetivo de la máquina de entrenamiento, que se realice la ejecución de la técnica de remate en cualquier parte de la cancha, tal y como se aprecia en la figura 18.

Así mismo, esta base tiene las medidas necesarias para que le dé la estabilidad necesaria a la máquina de entrenamiento, estas se pueden observar en la Figura 19.

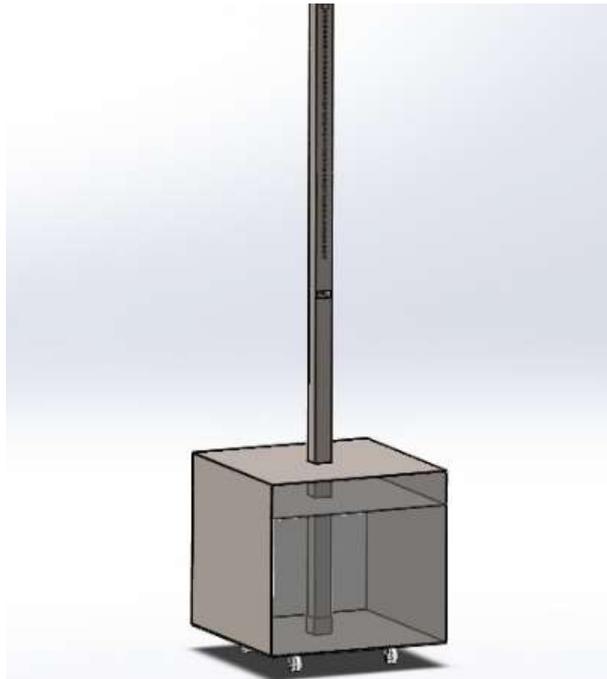


Figura 18: Base de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

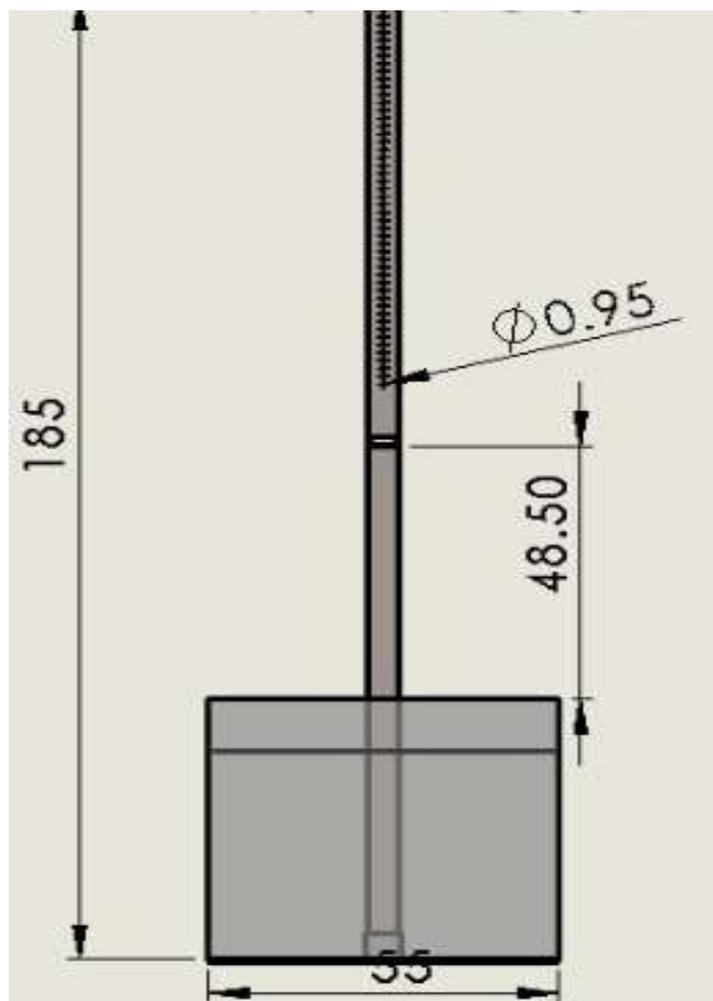


Figura 19 : Ficha técnica de la base de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

La base de la máquina de entrenamiento cuenta con 6 piezas distintas y en su totalidad de 16 piezas, en la Figura 20 se observa todas las piezas utilizadas correspondientes a la base de la máquina de entrenamiento.

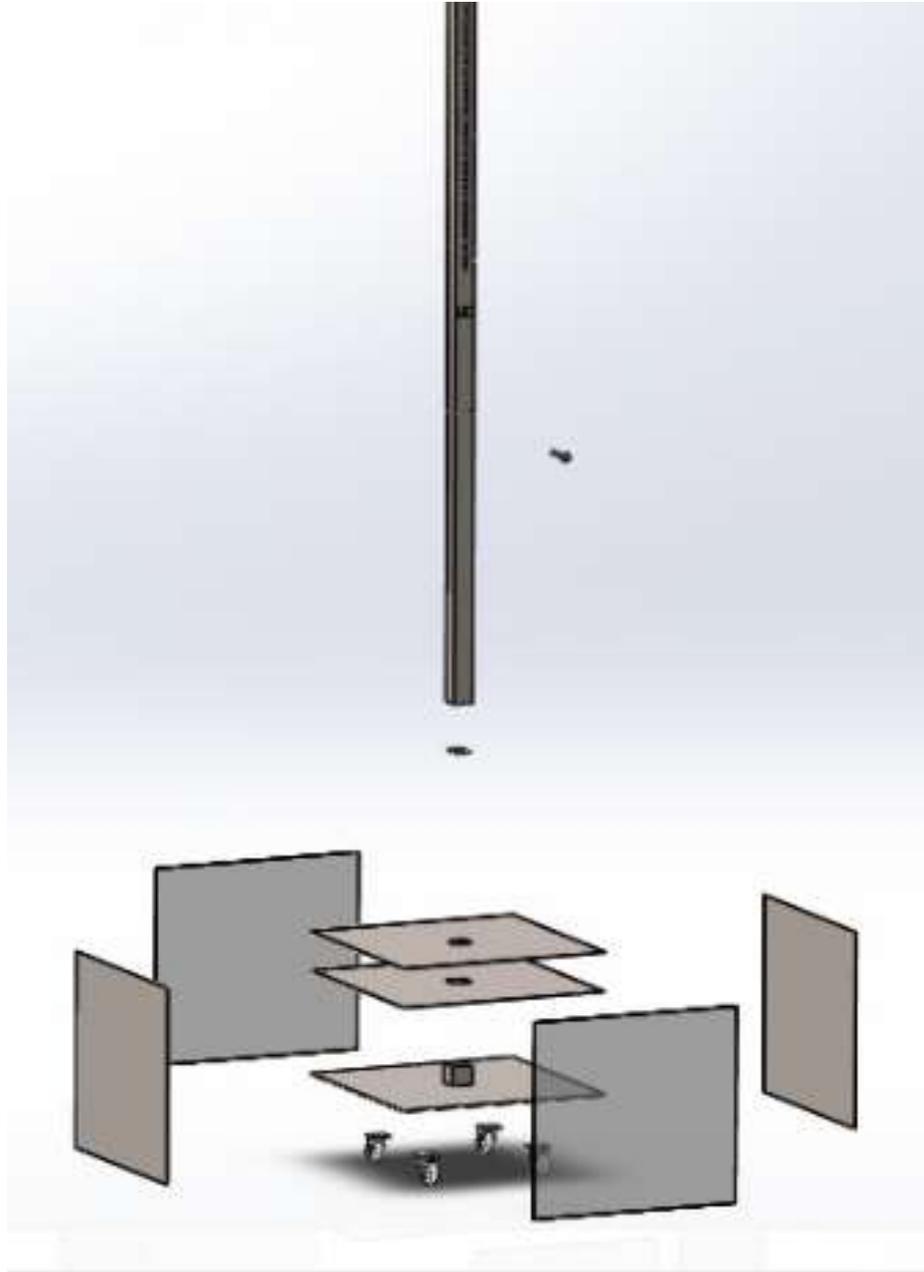


Figura 20: Explosión de los componentes de la base.  
Fuente: Elaboración propia.

#### **b) Eje desplazable.**

Es unido por encima de la base, este sistema permite el desplazamiento vertical del eje para que se consiga la altura deseada, cumpliendo así el segundo objetivo, la de poder regular la altura del balón en el rango expuesto de 2.25 a 3.20 metros. En la

Figura 21 se observa el eje desplazable correspondiente a la máquina de entrenamiento.

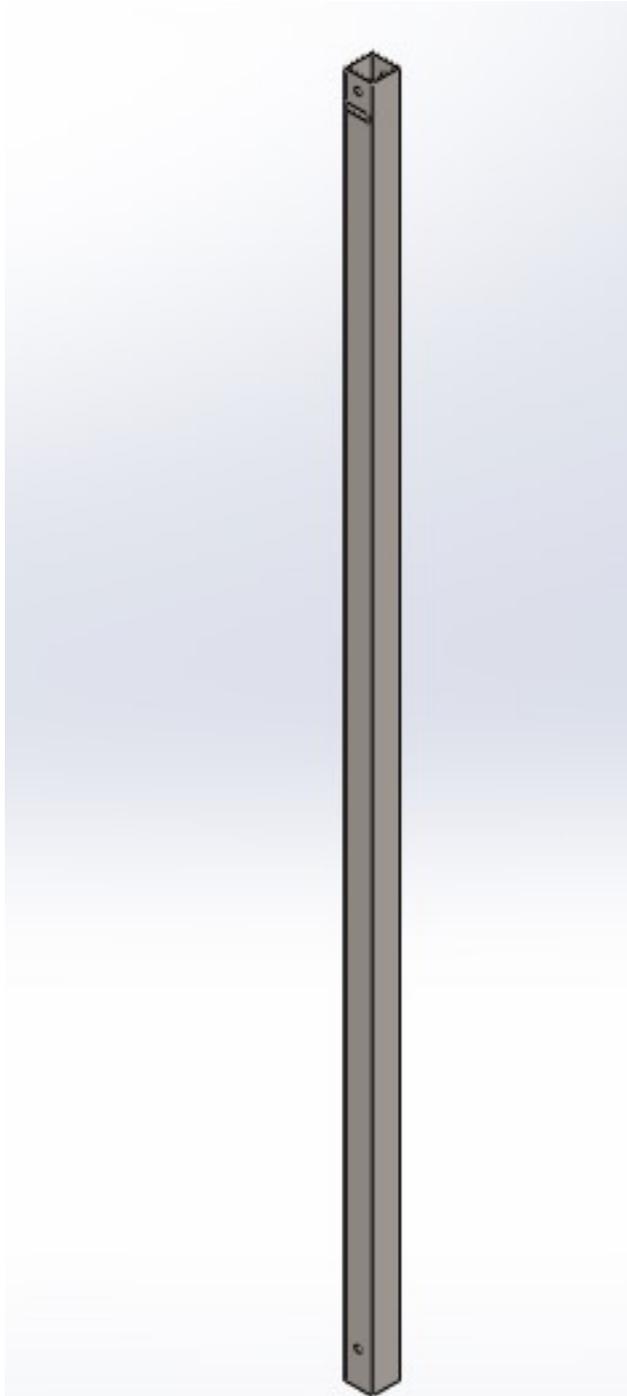


Figura 21: Eje desplazable de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

Este eje tendrá las siguientes medidas que se indican en la Figura 22.

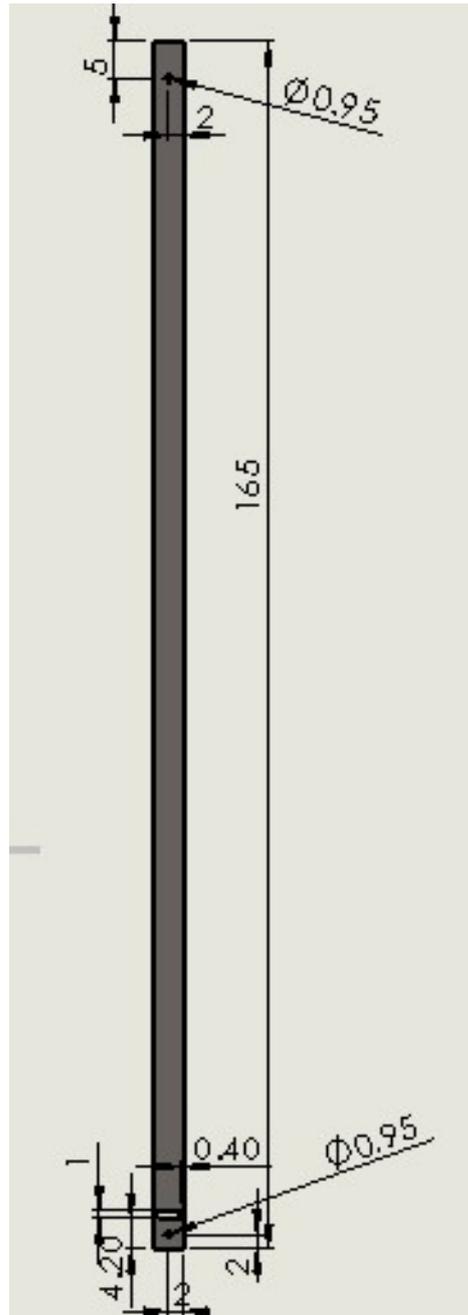


Figura 22: Ficha técnica del eje desplazable.  
Fuente: Elaboración propia.

### c) Riel.

El riel se encarga de ser puente de desplazamiento de las pelotas que ingresan por la tolva y que terminan en el sistema de pelotas debido a la pendiente de caída que es de  $7^\circ$  con respecto al eje horizontal, este valor fue validado con el análisis de movimiento que se describe en líneas posteriores. En la Figura 23 se observa el riel correspondiente a la máquina de entrenamiento.



Figura 23: Riel de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

El riel tiene las siguientes medidas, la cual se indica en la Figura 24.

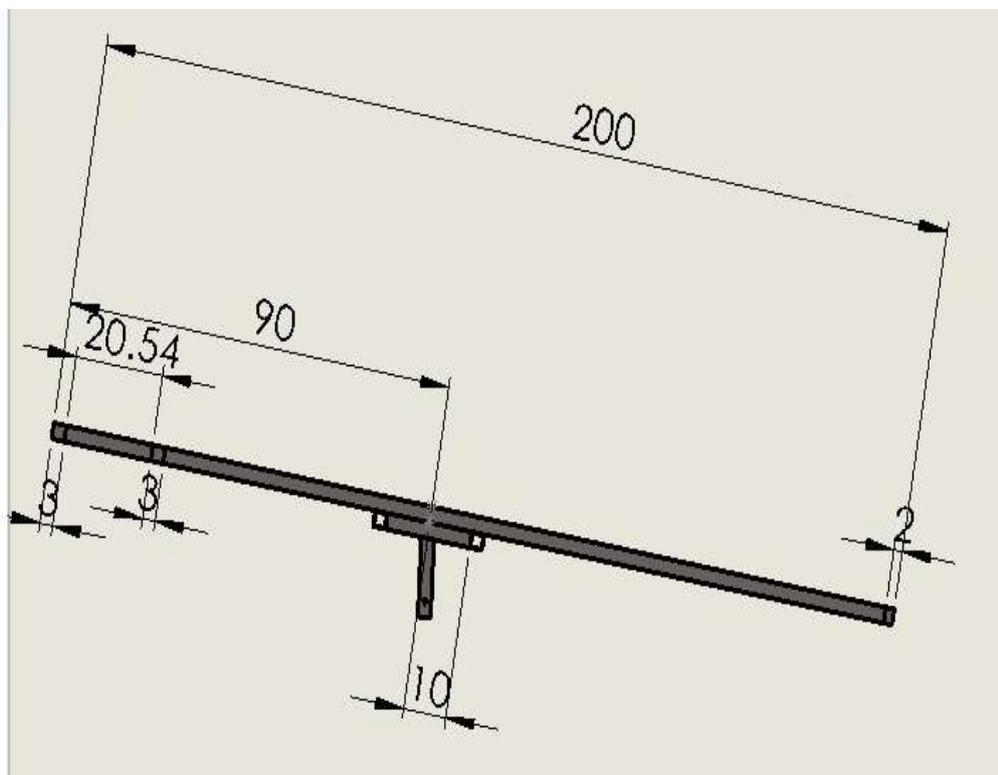


Figura 24: Ficha técnica del riel de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

El riel de la máquina de entrenamiento cuenta con 5 piezas distintas, en la Figura 25 se observa las diferentes piezas correspondientes al riel de la máquina de entrenamiento.



Figura 25: Explosión de los componentes del riel.  
Fuente: Elaboración propia.

#### d) Tolva.

La tolva está por encima del riel, en ella se ingresa las pelotas y también sirve para almacenar una cantidad de 16 pelotas de voleibol. En la Figura 26 se observa la tolva correspondiente a la máquina de entrenamiento.

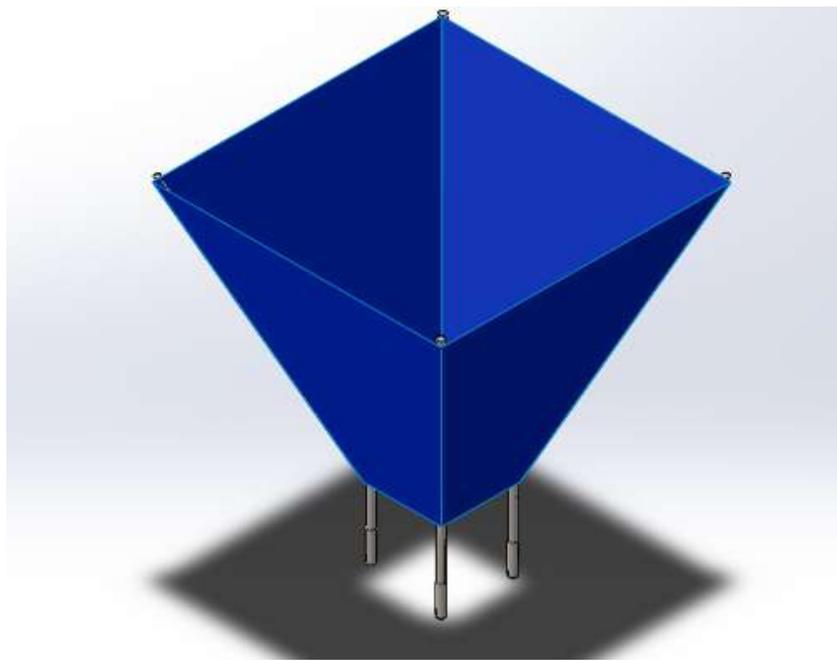


Figura 26: Tolva de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

Esta tolva, está sujeto por 4 tubos, lo cuales tienen las siguientes medidas, la cual se indica en la Figura 27.

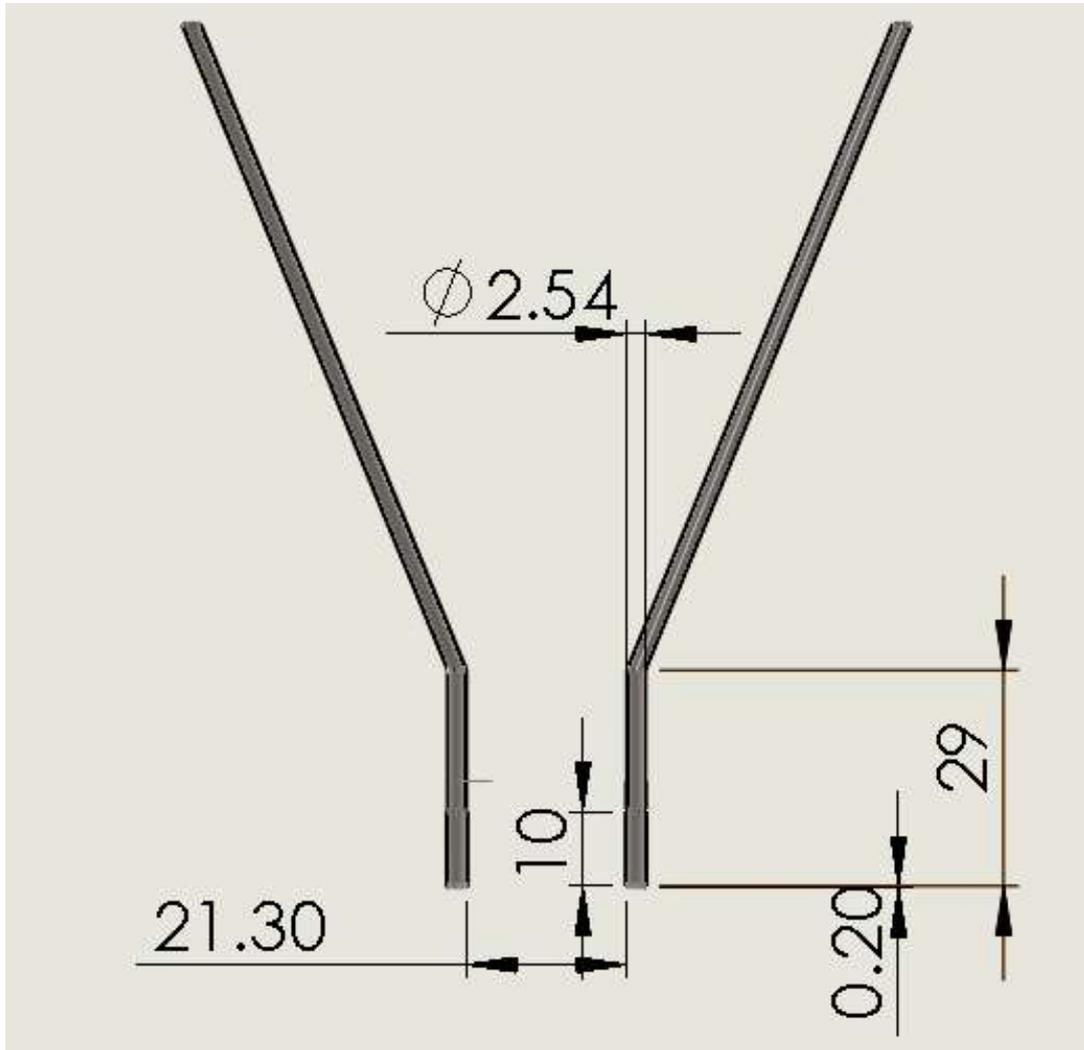


Figura 27: Ficha técnica de la tolva de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

La tolva de la máquina de entrenamiento cuenta con 4 piezas distintas, en la Figura 28 se observa las diferentes piezas correspondientes a la tolva de la máquina de entrenamiento.

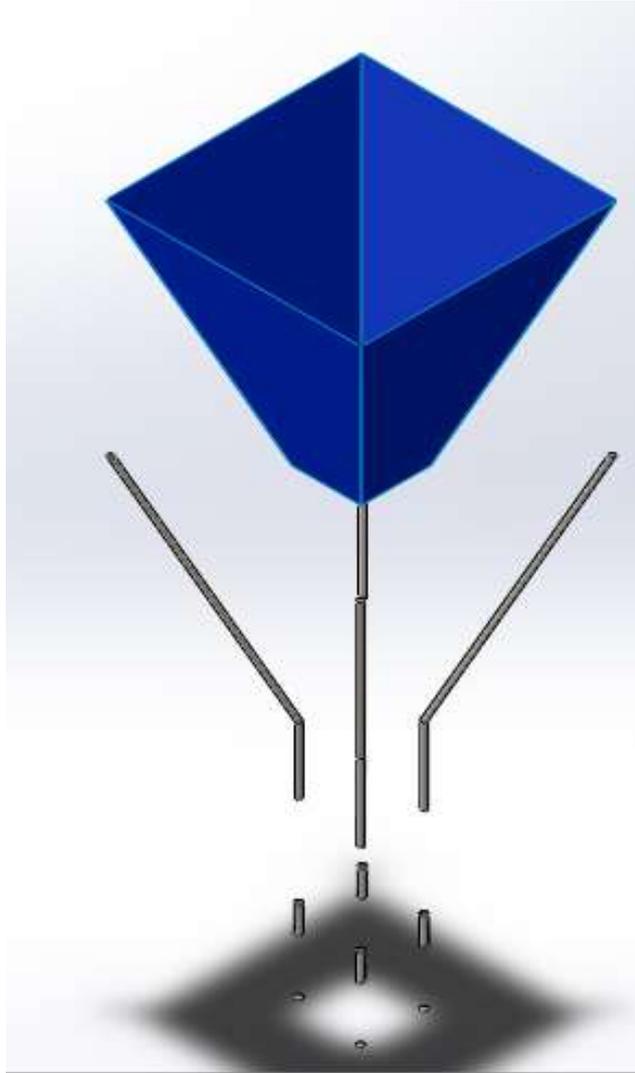


Figura 28: Explosión de los componentes de la tolva.  
Fuente: Elaboración propia.

#### e) Sistema retenedor de pelotas.

Este sistema se encuentra en la parte final del riel, el cual se une con este a través de pernos, este sistema tiene como finalidad que las pelotas caigan de uno a uno hasta las pinzas de sujeción, que se encuentra a una altura establecida, en el cual se realice el remate del jugador en turno; es decir, este sistema cuenta con un mecanismo que habilita la caída de las pelotas cuando se realice el remate del balón. En la Figura 29 se observa este sistema y sus componentes ensamblados.



Figura 29: Grips de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

Este sistema tiene las siguientes medidas, las cuales se aprecian en la Figuras 30 y 31.

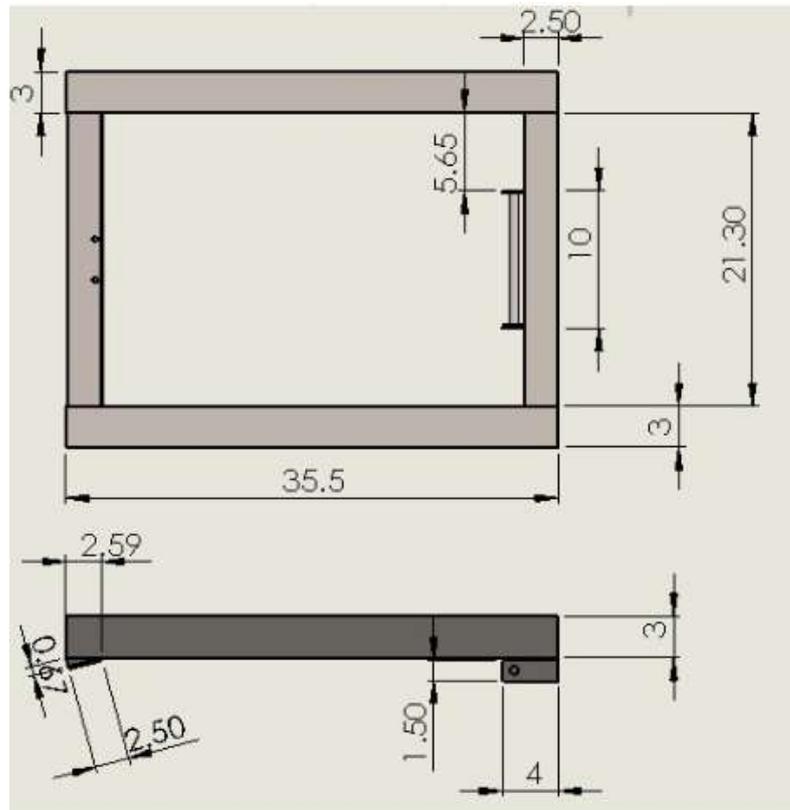


Figura 30: Ficha técnica de la estructura del sistema retenedor de pelotas de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

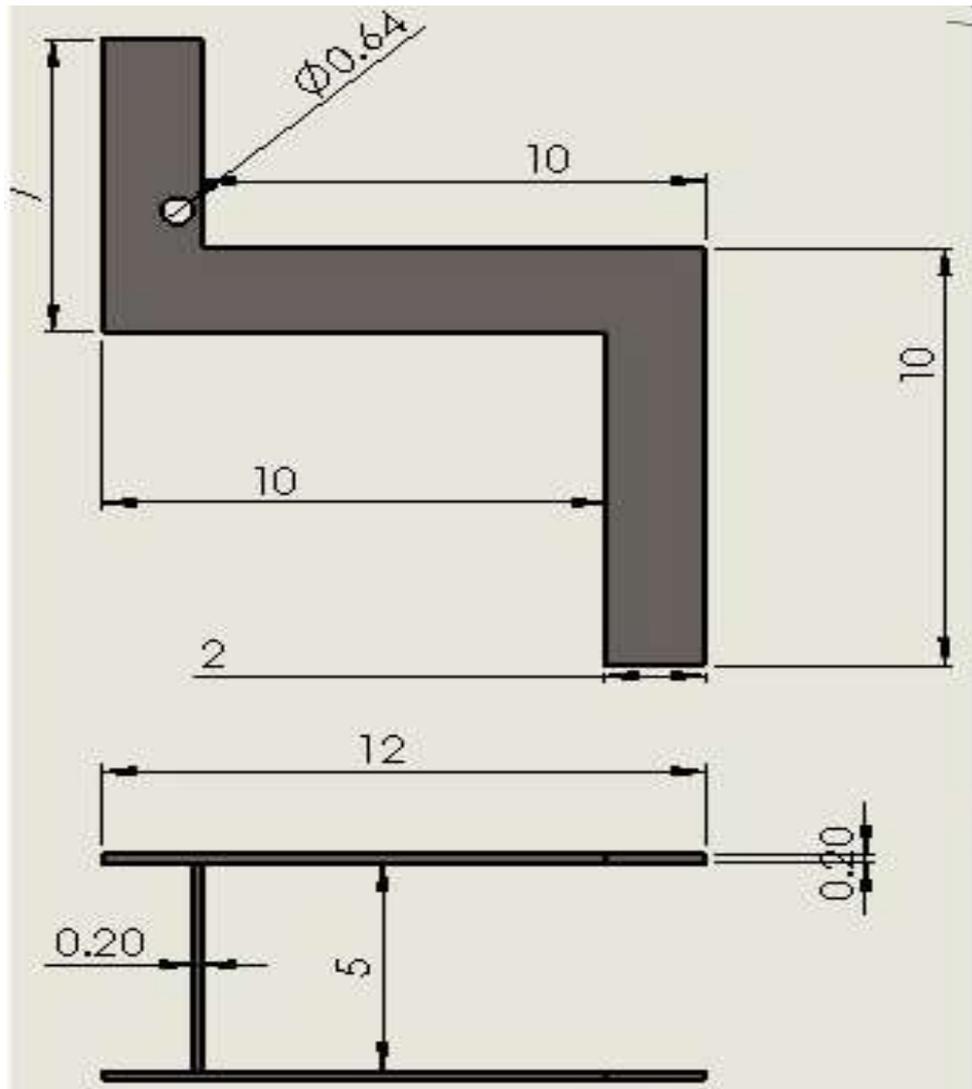


Figura 31: Ficha técnica sistema retenedor de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

Este sistema retenedor de pelotas de la máquina de entrenamiento cuenta con 9 piezas distintas, en la Figura 32 se observa las diferentes piezas correspondientes a los grips de la máquina de entrenamiento.

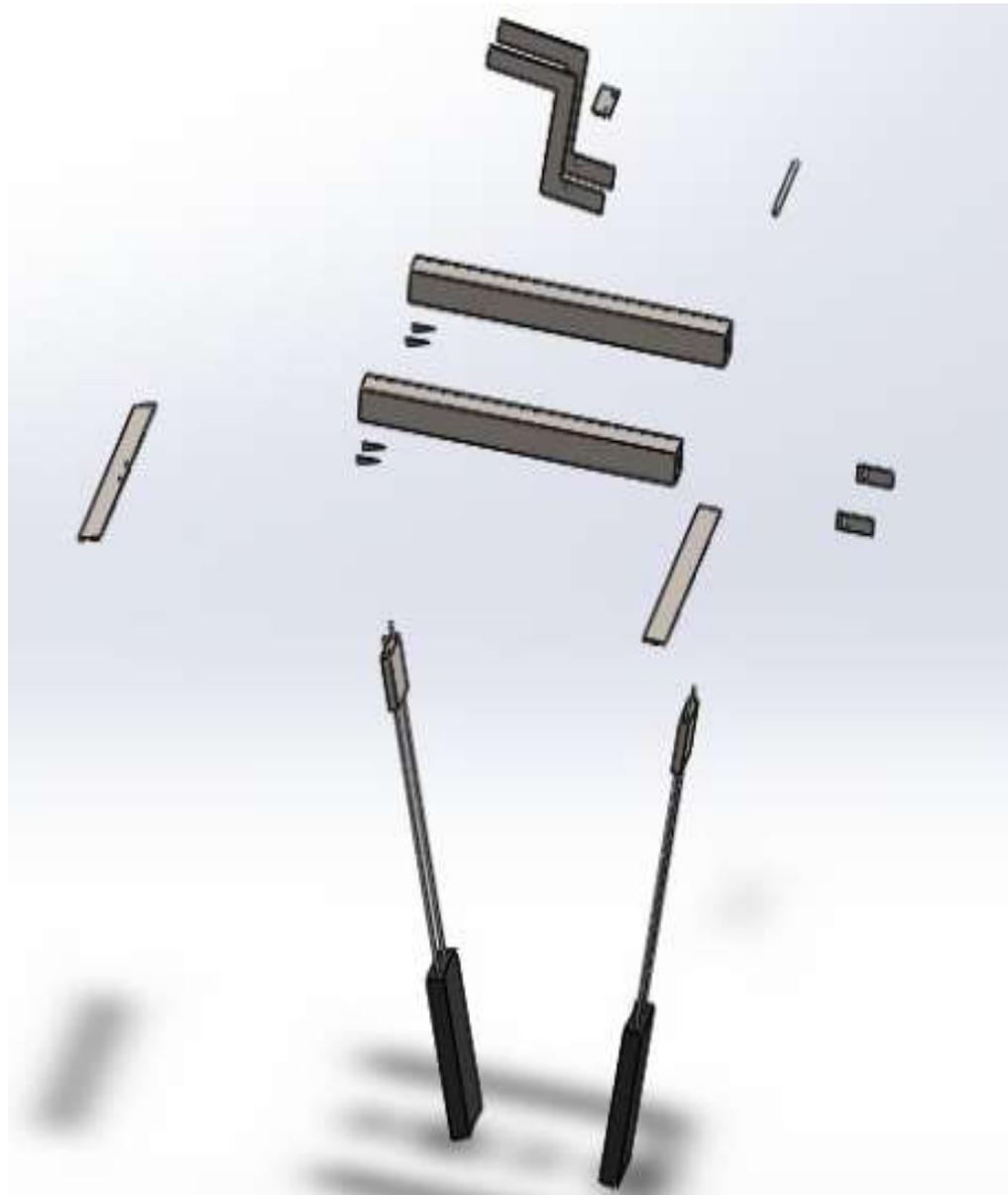


Figura 32: Explosión de los componentes del sistema retenedor de pelotas.  
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se presenta la máquina de entrenamiento con todas sus partes ensambladas, el cual se puede observar en la Figura 33.

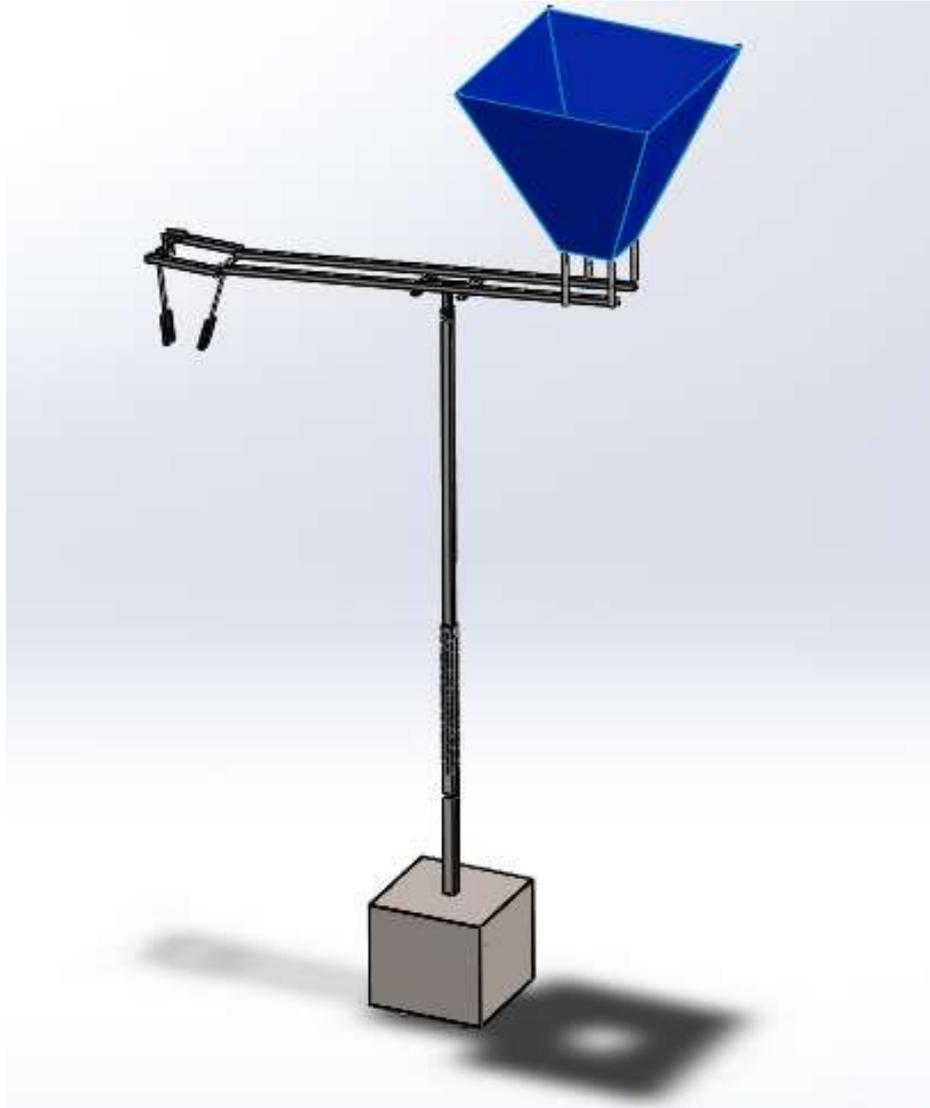


Figura 33: Máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Elección del material.

Para la selección del material a utilizar, se empleó la (Tabla 2), en la cual se utiliza los siguientes criterios de selección:

- Practicidad (Peso: Alto)
- Resistencia física (Peso: Alto)
- Módulo de elasticidad (Peso: Alto)
- Soldable (Peso: Alto)
- Resistencia a la corrosión (Peso: Medio)
- Costo (Peso: Alto)

Tabla 2: Selección del material

<b>Alternativas</b>				
<b>Criterios</b>	<b>Peso</b>	<b>Acero al Carbono</b>	<b>Aluminio</b>	<b>Acero Inoxidable</b>
<b>Practicidad</b>	Alto	Alto	Alto	Medio
<b>Resistencia física</b>	Alto	Alto	Medio	Alto
<b>Módulo elástico</b>	Alto	Alto	Alto	Alto
<b>Soldable</b>	Alto	Alto	Bajo	Medio
<b>Resistencia a la corrosión</b>	Alto	Bajo	Alto	Alto
<b>Costo</b>	Bajo	Bajo	Medio	Alto

Fuente : Elaboración propia

De la tabla se escogió el acero al carbono, por su Alta practicidad, para manipular y cortar, así mismo tiene mayor facilidad a ser soldado que el aluminio y el Acero inoxidable y principalmente tiene un costo menor a los otros metales, lo cual hizo que se reduzca significativamente el costo de implementación de la máquina, en el caso de la resistencia de corrosión se utilizó el esmalte anticorrosivo para aumentar su resistencia a la corrosión y su durabilidad.

### 3.2.3. Cálculo:

#### 3.2.3.1. Análisis de elementos Finitos

Para que el análisis del diseño propuesto soporte las cargas a las que fue sometida, se realizó un análisis a la máquina de entrenamiento utilizando el método de elementos finitos, para este cálculo se siguió los siguientes pasos:

Se procedió a colocar la máquina de entrenamiento en su altura máxima de alcance (3.20 m), se usó la herramienta de animación y simulación Solidworks, en ella nos permitió realizar una simulación realista, en la cual se tomó en cuenta la gravedad, la masa de los componentes, y las propiedades físicas y mecánicas otorgadas a todo el ensamble, la animación dura un total de 60 segundos. En la Figura 34 se observa la posición en la cual la estructura de la máquina de entrenamiento fue analizada.



Figura 34: Máquina de entrenamiento en su máximo alcance.  
Fuente: Elaboración propia.

Se generó el análisis al conjunto del ensamble de la máquina de entrenamiento y se observó el resultado obtenido usando el Solidworks Simulation.

- a) Von Mises, con la ayuda de este tipo de análisis se obtuvo las tensiones máximas y mínimas del conjunto de piezas analizadas, esto nos ayudó a conocer a cuanta tensión está sometido el modelo.

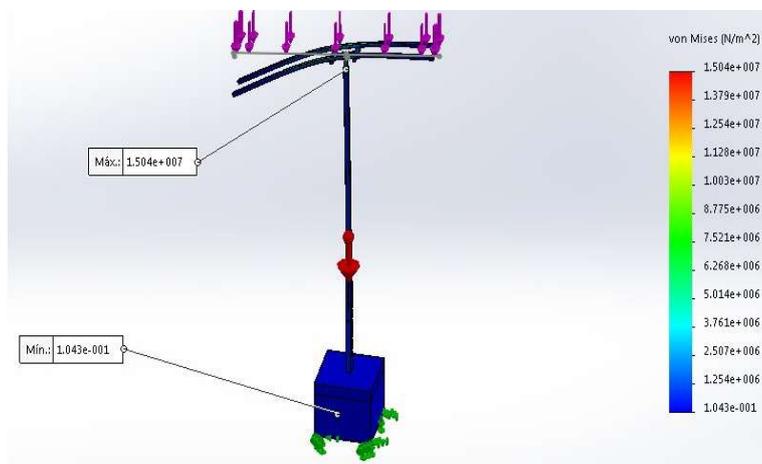


Figura 35: Von Mises en la máquina de entrenamiento  
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Figura 35, el análisis de tensiones de Von Mises nos muestra que podemos obtener una tensión máxima de  $1.5 \times 10^7$  N-m<sup>2</sup> y una tensión mínima de  $1.04 \times 10^{-1}$  N-m<sup>2</sup>. También podemos observar que la estructura ensamblada no llega a valores críticos, lo cual garantizó un correcto diseño para su buen funcionamiento.

- b) Deformación unitaria (ESTRN), mediante el análisis de deformación unitaria, obtuvimos un valor máximo de deformación de  $6.4 \times 10^{-5}$  y una deformación mínima de  $1.13 \times 10^{-10}$ . En la Figura 36 se observa que la deformación máxima se encuentra en la unión del riel y el eje móvil.

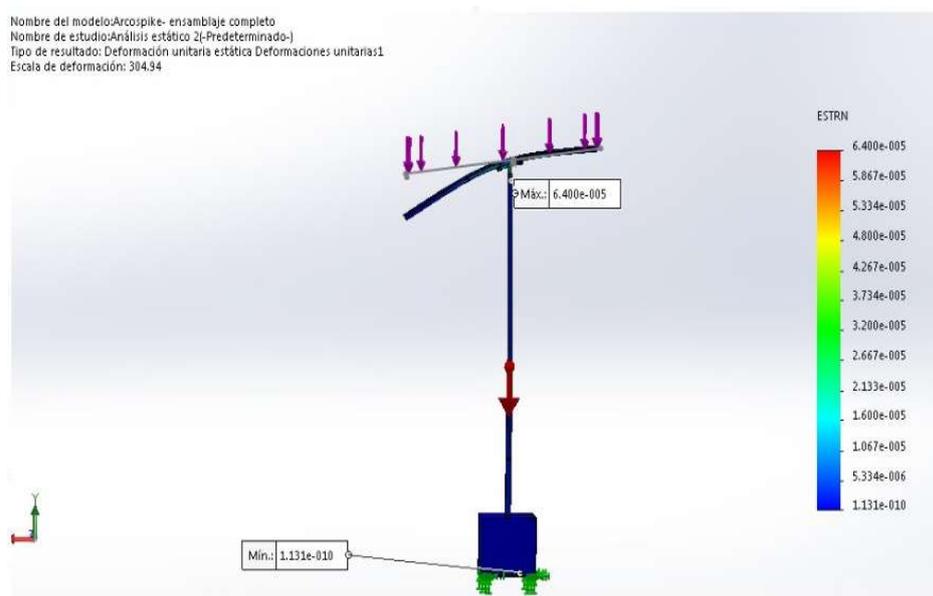


Figura 36: Deformación Unitaria en la máquina de entrenamiento  
Fuente: Elaboración propia.

- c) Factor de seguridad, este análisis arrojó como resultado que el modelo computacional presenta un factor de seguridad mínimo de 8 y máximo de  $1.3 \times 10^9$ . En la Figura 37 se observa el análisis del factor de seguridad realizado.

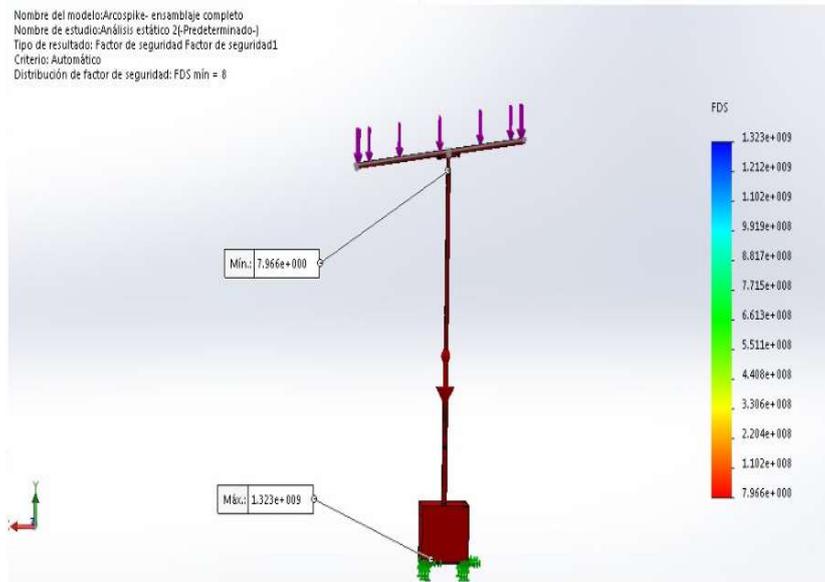


Figura 37: Factor de Seguridad en la máquina de entrenamiento  
 Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3.2. Análisis de movimiento.

En este análisis se simuló la caída del balón de voleibol que ingresó por la tolva para luego desplazarse por el riel, el cual cuenta con una caída de  $7^\circ$  con respecto al eje horizontal, y terminó en los grips. Con este proceso se validó la pendiente de caída del riel y el funcionamiento de retenedor de balones.

En la Figura 38 se observa como el balón de voleibol ingresa por la tolva.



Figura 38: Ingreso del balón por la tolva de la máquina de entrenamiento.  
 Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 39 se nota como el balón de voleibol se desplazó a través del riel de la máquina de entrenamiento.

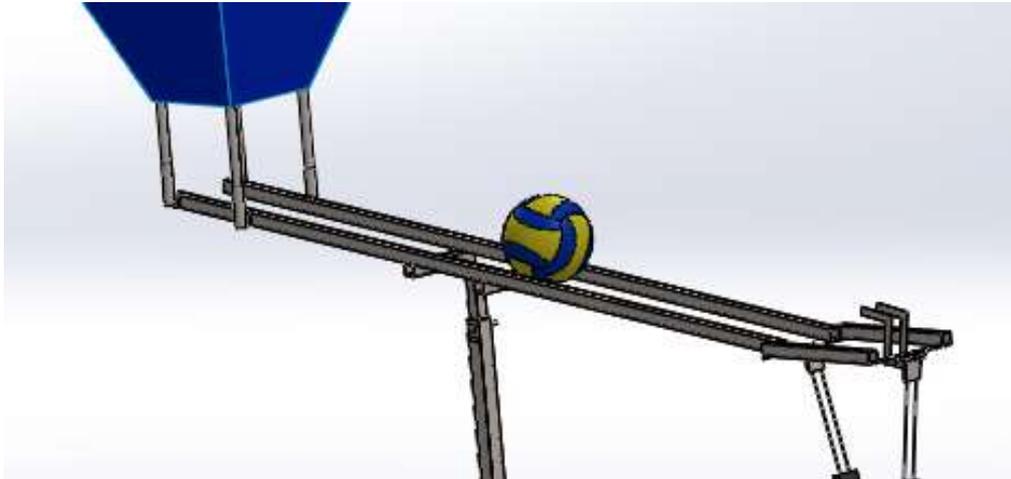


Figura 39: Desplazamiento del balón por el riel de la máquina de entrenamiento.  
Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la Figura 40, se observa como el balón de voleibol termino en su posición final, entre los grips para que sea sostenido hasta el momento que se ejecute la técnica de remate.



Figura 40: Balón de voleibol en el sistema retenedor de pelotas.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.3. Diseño Electrónico.

El diseño electrónico del circuito embebido, en donde se explica las partes principales de este circuito tales como:

- Diseño del sistema electrónico.
- Sensor para medir distancia
- El microcontrolador.
- Sistema de comunicación.

### 3.3.1. Diseño del sistema electrónico.

Para el diseño y desarrollo de la placa se utilizó un software especializado y dinámico para el diseño de placas electrónicas, este programa es Fritzing. Con la ayuda de este programa, logramos diseñar la placa electrónica en la cual se encuentran las conexiones entre el Arduino UNO, el sensor de ultrasonido (HC-SR04), el módulo de comunicación Bluetooth (HC-05) y la alimentación. A continuación, en la Figura 41, se presenta el diseño realizado en el programa Fritzing.

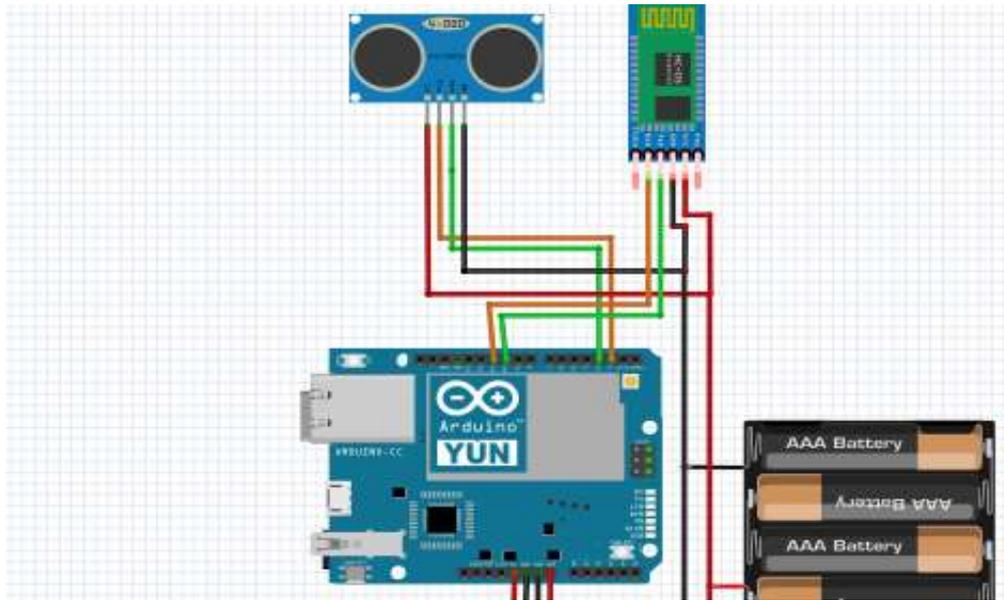


Figura 41: Diseño de la placa.  
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 42 se muestra el circuito PCB del esquema presentado que se pondrá en la placa de baquelita.

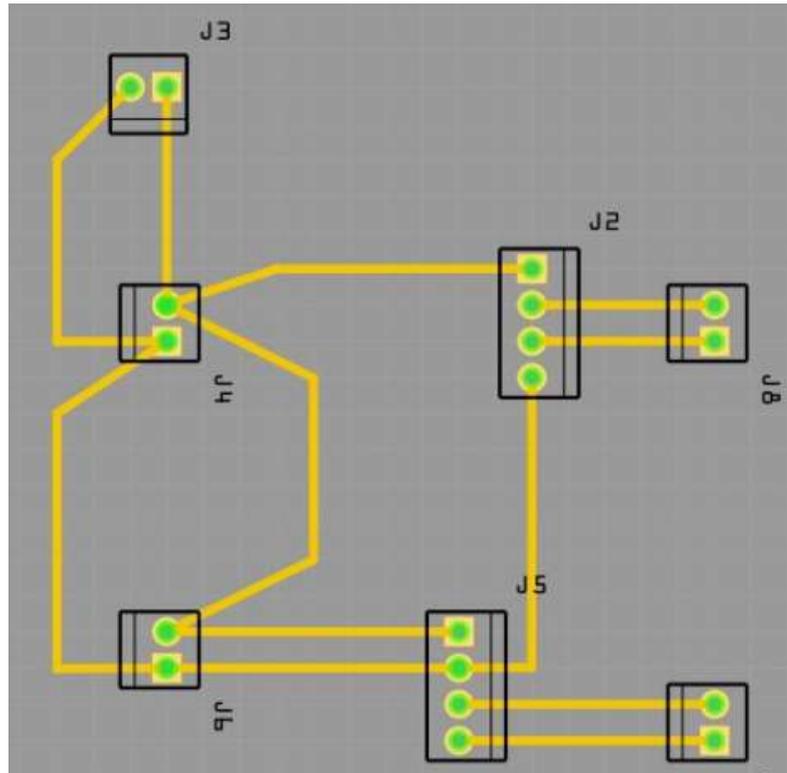


Figura 42: Diseño de la placa en PBC.  
Fuente: Elaboración propia.

La parte electrónica de la máquina de entrenamiento está conformada por un sensor de ultrasonido, el cual es capaz de medir la distancia del salto vertical del jugador y la altura que se regula la máquina y un módulo de bluetooth para la comunicación entre la máquina y el dispositivo móvil, tal y como se mostró en la figura 41, a continuación, se indica los criterios utilizados para la elección de los componentes antes mencionados.

### 3.3.2. Sensor para medir distancia

Este dispositivo es capaz de medir la altura de salto del jugador que según las condiciones iniciales indicadas es 2.25 a 3.20 m y del mismo modo la altura en la que se reguló la máquina y que envíe una señal eléctrica al microcontrolador.

La selección del sensor para medir distancia fue con las siguientes características:

- El rango de medición de altura esta entre 2.25 y 3.20 m, con una profundidad óptima de 1 cm.
- Comportamiento lineal para una mayor facilidad y fiabilidad de las medidas.
- Consumo bajo, pero no imprescindible.

- La tensión de alimentación debe ser de 5VDC.
- El tamaño no debe ser excesivamente grande.

En la base teórica de sensores explicada en el capítulo 2, se detalló los tipos de sensores para medir proximidad:

#### a) Sensor óptico

En la tabla 3 se detalló las características del sensor óptico GP2D12 de la marca SHARP.

Tabla 3: Sensor óptico GP2D12-marca Sharp

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Rango de trabajo	10 a 80	cm
Linealidad	SI	-
Consumo	50	mA
Alimentación	5	VDC
Tamaño	44.5 x 18.9 x 13.5	mm

Fuente : Elaboración propia

#### b) Sensor de ultrasonido

En la tabla 4 se detalló las características del sensor de ultrasonido HC-SR04.

Tabla 4: Sensor de Ultrasonido HC-SR04

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidades</b>
Rango de trabajo	2 – 400	cm
Linealidad	SI	-
Consumo	15	mA
Alimentación	5	VDC
Tamaño	45x20x15	mm

Fuente : Elaboración propia

Para la selección del sensor para la medición de altura (Tabla 5) para la regulación de la máquina de entrenamiento y la altura de salto del jugador de voleibol, utilizamos los siguientes criterios de selección:

- Rango de trabajo (Peso: Alto)
- Linealidad (Peso: Alto)
- Consumo (Peso: Alto)
- Alimentación (Peso: Alto)

- Tamaño (Peso: Medio)

Tabla 5: Selección del sensor para medir distancia

<b>Alternativas</b>			
<b>Criterios</b>	<b>Peso</b>	<b>Sensor Óptico</b>	<b>Sensor de Ultrasonido</b>
<b>Rango de trabajo</b>	Alto	Bajo	Alto
<b>Linealidad</b>	Alto	Alto	Alto
<b>Consumo</b>	Alto	Medio	Alto
<b>Alimentación</b>	Alto	Alto	Alto
<b>Tamaño</b>	Medio	Alto	Alto

Fuente : Elaboración propia

En base a estos criterios, el sensor seleccionado fue el sensor de ultrasonido HC-SR04, ya que a pesar de que los dos sensores tienen buena precisión y un tamaño adecuado, el sensor de ultrasonido cuenta con el rango de medida requerido para medir las alturas ya mencionadas.

### 3.3.3. Selección del microcontrolador

Se calculó los requerimientos mínimos de entradas y salidas del microcontrolador para la máquina de entrenamiento, el cual se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Requerimientos de I/O del sistema de control

<b>Unidad de control – Entradas y Salidas</b>	
<b>Entradas digitales</b>	1
<b>Salidas digitales</b>	1
<b>Periférico de comunicación</b>	1

Fuente : Elaboración propia

Se requirió de dos entradas analógicas para los sensores de medición de la altura del salto del jugador y otro para la regulación de la máquina de entrenamiento, tiene una entrada digital en el que se recibió los datos, además que cuenta con un periférico para la comunicación con la máquina de entrenamiento y el teléfono móvil. De esta Tabla se observa que los requerimientos de entradas y salidas no son muy grandes. Sin embargo, se requiere de una gran capacidad de computación y procesamiento. Se eligió el

ATmega328P de ATMEL debido a sus capacidades de computación y por cumplir todos los requisitos mínimos mostrados.

Tal y como se pudo observar en el capítulo 2, el microcontrolador posee gran velocidad de operación, alta resolución de canales ADC y periféricos de comunicación necesarios.

### 3.3.4. Sistema de comunicación

El sistema de comunicación de la máquina de entrenamiento está conformado por el módulo de comunicación de Bluetooth que debe ser capaz de comunicar el microcontrolador con un Smartphone con sistema Android.

- Módulo de comunicación Bluetooth (HC-05)

Una vez seleccionado el micro controlador se requirió de un módulo de comunicación Bluetooth (HC-05) que trabaja de dos maneras tanto como servidor y/o cliente (maestro – esclavo), lo cual es muy útil ya que puede enviar y recibir información con otros dispositivos que posean la misma tecnología. En el presente proyecto de investigación se intercambiaron la información entre un microcontrolador y un Smartphone con sistema Android mediante una aplicación móvil. (Figura 43).

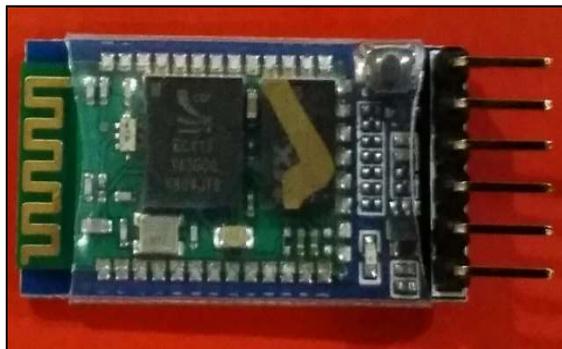


Figura 43 : Módulo de comunicación Bluetooth (HC-05)  
Fuente : Elaboración propia

### 3.4. Diseño Eléctrico.

En el diseño eléctrico se seleccionó los elementos necesarios para energizar la máquina de entrenamiento, para eso, se mencionan los componentes que equipan a la máquina de

entrenamiento. Para un mejor entendimiento, el diseño eléctrico es separado en dos partes, que se indican en continuación:

### 3.4.1. Cálculo de los componentes eléctricos.

Para el cálculo de la energía que necesita la máquina de entrenamiento, se ha procedido a colocar una tabla en donde se indica todos los elementos con su consumo en watts. A continuación, se explica el método de cómo se calculó cada componente.

- a) Para el cálculo del consumo del Arduino se utilizó el datasheet del fabricante en donde se especifica que el consumo máximo es de 0.46 watts.
- b) Para el cálculo del consumo del sensor de ultrasonido HC-SR04 se utilizó el datasheet del fabricante en donde se especifica que el consumo máximo es de 0.15 watts.
- c) Para el cálculo del consumo del módulo Bluetooth JC-05 se utilizó el datasheet del fabricante en donde se especifica que el consumo máximo es de 0.5 watts.

En la tabla 7 se presenta el consumo por 2 horas de funcionamiento correspondientes a los componentes eléctricos de la máquina de entrenamiento.

Tabla 7: Lista de elementos eléctricos.

COMPONENTES	CONSUMO (mA)	VOLTAJE (V)	CONSUMO (W/h)	CONSUMO EN 2 HORAS (W)
Arduino Uno	46	5	0.23	0.46
Módulo de Bluetooth	50	5	0.25	0.5
Sensor de ultrasonido	15	5	0.075	0.15
<b>Total</b>	111	15	0.555	1.11

Fuente : Elaboración propia.

### 3.4.2. Selección de componentes.

Para energizar el circuito lógico de la máquina de entrenamiento se optó por utilizar baterías de litio, ya que estas baterías son más compactas que las convencionales y existe menos peligro de algún corto o hinchazón como ocurre con las de polímero de litio. En la Figura 44 se presenta las baterías a utilizadas.



Figura 44: Batería de litio.  
Fuente: <https://goo.gl/11TLV5>

### 3.4.3. Código de programación.

El código de programación propuesto para controlar la máquina de entrenamiento consta de dos (02) partes:

- 1) Definición de Variables y el Void Setup: En esta parte se colocó todas las variables y constantes necesarias para el funcionamiento de la máquina de entrenamiento, así como la configuración inicial del programa. En la Figura 45 se observa lo antes mencionado.

```

#include <SoftwareSerial.h>
float distancia;
float duracion;
#define Pecho 2
#define Ptrig 3
SoftwareSerial Serial2(6,7); //Declaramos los pines Rx(6) y Tx (7) // BLUETOOTH
char mensaje; //recepción caracteres desde aplicación móvil.

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin (9600); // inicializa el puerto seria a 9600 baudios
  Serial2.begin (9600); // Inicializa puerto bluetooth
  pinMode(Pecho, INPUT); // define el pin 6 como entrada (echo)
  pinMode(Ptrig, OUTPUT); // Define el pin 13 como salida
}

```

Figura 45: Void Setup  
Fuente : Elaboración propia

2) Void Loop: En esta parte es donde se inicia el bucle y desarrollo e indica las instrucciones para el funcionamiento de la máquina de entrenamiento. En la Figura 46 se observa lo realizado en el void loop del programa.

```

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  digitalWrite(Ptrig, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(Ptrig, HIGH); // genera el pulso de trigger por 10ms
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(Ptrig, LOW);
  duracion = pulseIn(Pecho, HIGH);
  distancia = (duracion/2) / 29; // calcula la distancia en centimetros
  distancia = distancia-26;
  Serial.println(distancia);
  leer_datos();
}

void enviar_datos ()
{
  Serial2.println (distancia);
  delay(5);
}

void leer_datos ()
{
  {
  if (Serial2.available()>0)
  {
  mensaje= Serial2.read();
  if (mensaje=='o'){
  enviar_datos();
  }
  }
  }
}

```

Figura 46: Void Loop  
Fuente : Elaboración propia

### 3.5. Interfaz del App.

Para un entrenamiento más didáctico, se desarrolló una interfaz para móvil que estuviera sincronizado con la máquina de entrenamiento a través del módulo de comunicación HC-05 (módulo Bluetooth). Para el desarrollo de esta App, se utilizó el programa App Inventor, en el cual se obtuvo la altura en la que los jugadores realizan la ejecución de la técnica de remate cuando utilizaron la máquina de entrenamiento. En la figura 47 se observa la ventana del aplicativo móvil en el cual se observó la información del alcance vertical del jugador.



Figura 47: Ventana del aplicativo móvil.  
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 48 se observa la programación del aplicativo móvil realizado a través del programa App Inventor de la corporación de universidades MIT.

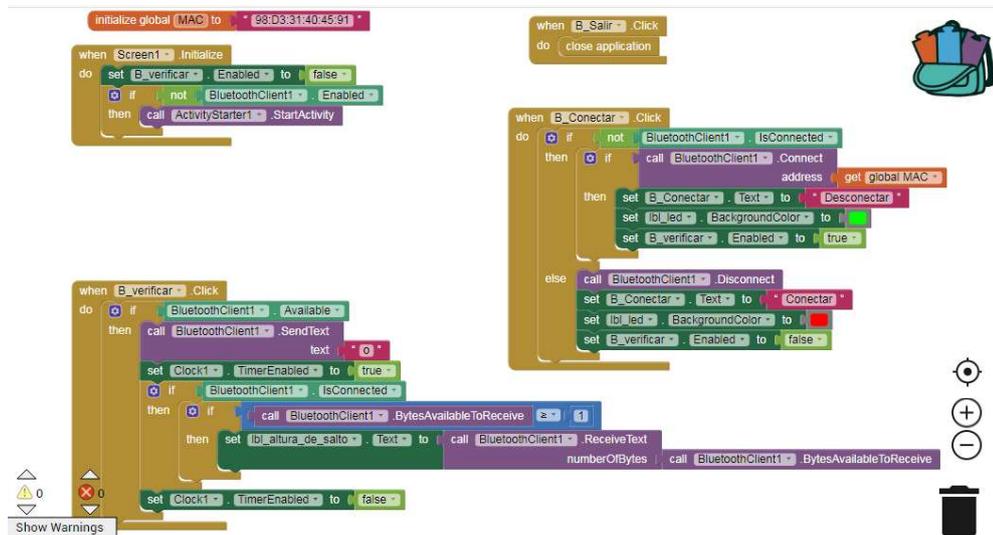


Figura 48: Programación del aplicativo móvil.  
Fuente : Elaboración propia

### 3.6. Implementación:

Según lo desarrollado en el diseño mecánico, se seleccionó y manufacturó los componentes de la máquina de entrenamiento presentados anteriormente.

En la Figura 49 se observa el momento en el que se cotizó y se elaboró la manufacturación de las piezas mecánicas de la máquina de entrenamiento.



Figura 49: Cotización de las piezas mecánicas.  
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 50 se observa cómo se empezó a manufacturar las piezas mecánicas de la máquina de entrenamiento en el taller.



Figura 50: Manufacturación de las piezas mecánicas.  
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 51, se observa cómo se terminó la fabricación según el diseño elaborado en el Solidworks de una de las partes mencionadas anteriormente de la máquina de entrenamiento.



Figura 51: Parte de la máquina de entrenamiento (riel) terminada  
Fuente : Elaboración propia

Finalmente, en la Figura 52, se observa el ensamble de todas las partes mecánicas diseñadas en el Solidworks de la máquina de entrenamiento, las cuales fueron presentadas en la figura 33.



Figura 52: Ensamble de la máquina de entrenamiento.  
Fuente : Elaboración propia

Para la elaboración de la placa, en la Figura 53 se observa el modulo bluetooth HC-05 y el sensor de ultrasonido HC-SR=04 que fueron soldados en la placa de baquelita según el diseño elaborado en el Fritzing.



Figura 53: Módulo bluetooth y sensor de ultrasonido.  
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 54 se observa que se empezó con el soldado de componentes y la elaboración de la placa PBC para el funcionamiento de la interfaz de la máquina de entrenamiento.



Figura 54: Soldado de los componentes en la placa de baquelita.  
Fuente : Elaboración propia

Ya en la Figura 55 se observa que se terminó la conexión entre la placa soldada con los componentes (módulo bluetooth y sensor ultrasonido) y el Arduino Uno.

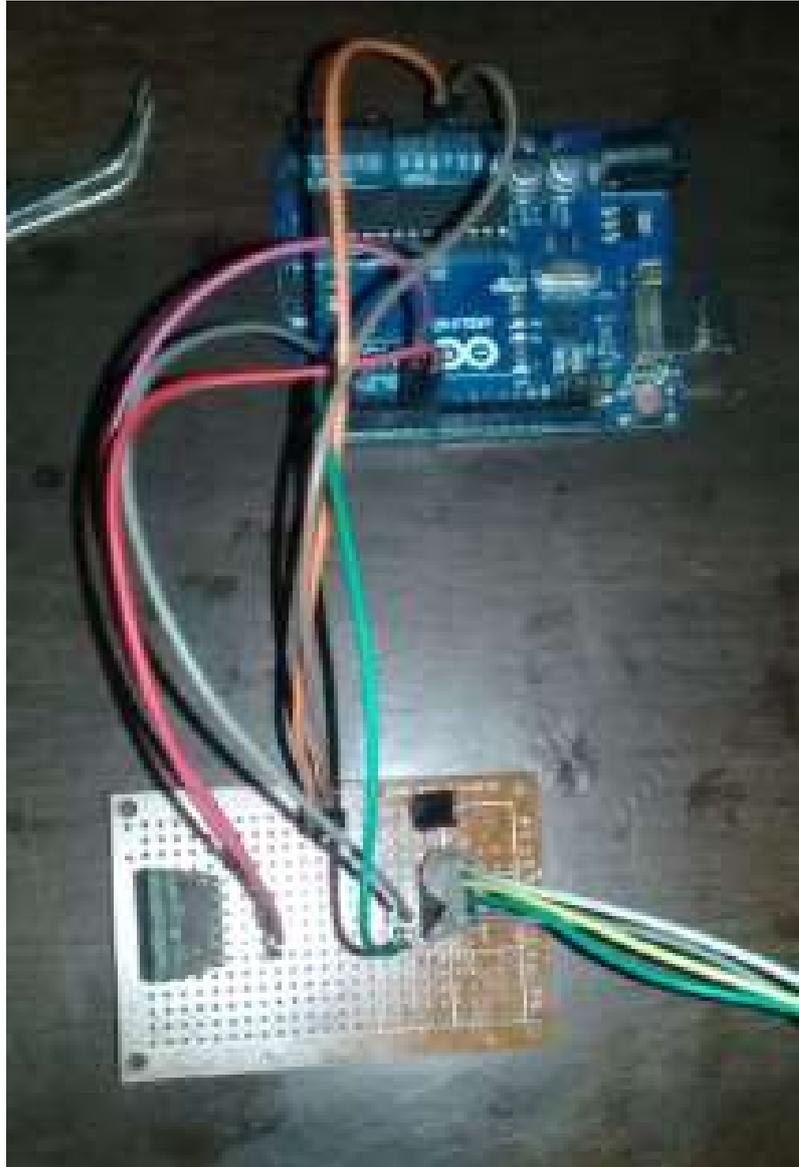


Figura 55: Placa de PBC conectado al Arduino Uno.  
Fuente : Elaboración propia

Se instaló el módulo de ultrasonido en la máquina de entrenamiento para la medición de la altura del balón donde se ejecuta la técnica de remate, tal y como se observa en las figuras 56 y 57.



Figura 56: Sensor de ultrasonido instalado en la máquina de entrenamiento.  
Fuente : Elaboración propia



Figura 57: máquina de entrenamiento implementada  
Fuente : Elaboración propia

## **CAPITULO 4: PRUEBAS Y RESULTADOS**

### **4.1. Pruebas**

Se realizó pruebas que consisten en el uso de la máquina de entrenamiento implementada para demostrar los objetivos planteados y determinar la veracidad de las hipótesis.

#### **4.1.1. Prueba 1:**

Consiste en desplazar la máquina de entrenamiento por la cancha de voleibol y que el jugador realice el entrenamiento de la técnica de remate (salto y golpeo) en cualquier parte de esta. Lo que se busca demostrar con esta prueba es que se realice el entrenamiento en cualquier línea de ataque (posición 2, posición 3, posición 4 o zaguero) de una cancha de voleibol.

#### **4.1.2. Prueba 2:**

Consiste en manipular el eje móvil para adecuar la máquina de entrenamiento al tamaño necesario para que el balón se situé en una altura requerida según el alcance vertical del jugador de voleibol al momento de la ejecución de su técnica de remate. Lo que se busca conseguir en esta prueba es la de demostrar que el sistema realizado (máquina de entrenamiento) puede trabajar en cualquier rango de altura entre los 2.25 y 3.20 metros, de este modo se puede realizar el entrenamiento de manera continua y repetitiva por lo que mejorará la parte psicomotora de los jugadores al momento de realizar el salto y el golpeo durante la ejecución de la técnica de remate; ya que se adecuaría al distinto alcance vertical de los diferentes jugadores que compone la selección de voleibol de la Universidad Ricardo Palma.

#### **4.1.3. Prueba 3:**

Consiste en mostrar el alcance del salto vertical de un jugador a través del aplicativo móvil diseñado (interfaz). Con esta prueba se busca demostrar que se puede saber a qué

altura está ejecutando la técnica de remate el usuario (jugador) a través de un aplicativo móvil

#### **4.1.4. Prueba 4:**

Consiste en la elaboración de una tabla en la que se declare los gastos realizados para la elaboración de la máquina de entrenamiento. Con esta prueba se busca demostrar que la máquina de entrenamiento diseñada e implementada es más económica que las otras máquinas de voleibol que están en el mercado.

## **4.2. Resultados**

A continuación, se presenta cada prueba con su respectiva explicación.

### **4.2.1. Resultado de la prueba 1**

En la prueba número 1, se realizó el desplazamiento de la máquina de entrenamiento en las distintas líneas de ataques de la cancha de voleibol de la Universidad Ricardo Palma, en la cual un miembro de la selección de voleibol ejecutó la técnica de remate.

En la Figura 58, se observa cómo el jugador de voleibol ejecutó el remate en la posición de ataque 4.



Figura 58: Jugador realizando el remate en la posición de ataque 4.  
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 59, se aprecia que se ejecutó el remate en la posición de ataque 3.



Figura 59: Jugador realizando el remate en la posición de ataque 3.  
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 60, el jugador estuvo practicando el remate en la posición de ataque 2.



Figura 60: Jugador realizando el remate en la posición de ataque 2.  
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 61, la ejecución fue realizada en la posición de ataque por zaguero.



Figura 61: Jugador realizando el remate en la posición de ataque por zaguero.  
Fuente : Elaboración propia

#### 4.2.2. Resultado de la prueba 2

En la prueba número 2, se movió el eje desplazable con la finalidad de variar la altura de alcance de la máquina de entrenamiento, esto demostró que la máquina es variable para adecuarse a cualquier alcance vertical de un jugador de voleibol en la que ejecute la técnica de remate, de este modo se pudo realizar el entrenamiento de manera continua y repetitiva por lo que mejorará la parte psicomotora de los jugadores al momento de realizar el salto y el golpeo, que son las fases más importantes de la técnica de remate como ya fue mencionado en el capítulo 2.

En la Figura 62 y 63, se observa como la máquina de entrenamiento se encuentra a una altura de 226 cm. Esta altura se demuestra con la imagen del aplicativo móvil en la prueba número 3.



Figura 62: Máquina de entrenamiento a una altura de 226 cm.  
Fuente : Elaboración propia



Figura 63. Balón a una altura de 226 cm, flexómetro.  
Fuente: Elaboración propia.

En las Figuras 64, 65, 66 y 67, se observa como el jugador ejecutó su técnica de remate en sus diferentes fases, a una altura de balón de 226cm, las cuales se indicaron en el capítulo 2.



Figura 64. Fase de Acercamiento desde la posición atacante a una altura de 226cm.  
Fuente: Elaboración propia.



Figura 65. Fase de Impulso y salto a una altura de 226cm.  
Fuente: Elaboración propia



Figura 66. Fase de Golpeo a una altura de 226cm.  
Fuente: Elaboración propia



Figura 67. Fase de Aterrizaje y desplazamiento a una altura de 226cm.  
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 68 y 69, se observa como la máquina de entrenamiento se encuentra a una altura de 324 cm. Esta altura se demuestra con la imagen del aplicativo móvil en la prueba número 3.



Figura 68. Máquina de entrenamiento a una altura de 324 cm.  
Fuente : Elaboración propia



Figura 69. Máquina de entrenamiento a una altura de 324 cm.  
Fuente : Elaboración propia

En la Figuras 70, 71, 72 y 73, se observa como el jugador ejecuto su técnica de remate en sus diferentes fases, a una altura de balón de 324cm, las cuales se indicaron en el capítulo 2.



Figura 70. Fase de Acercamiento desde la posición atacante a una altura de 324 cm.  
Fuente : Elaboración propia



Figura 71 Fase de Impulso y Salto a una altura de 324 cm.  
Fuente : Elaboración propia



Figura 72 Fase de Movimiento de Golpeo a una altura de 324 cm.  
Fuente : Elaboración propia



Figura 73 Fase de Aterrizaje y desplazamiento a una altura de 324 cm.  
Fuente : Elaboración propia

Por otra parte, estas pruebas fueron revisadas y validadas por el entrenador de la Universidad Ricardo Palma, el señor Renán Monroy Montoya, en el cual indicó que efectivamente se mejorará la técnica de remate de los jugadores, principalmente en las fases expuestas anteriormente (salto y golpeo) en un plazo menor a un entrenamiento tradicional, esto se indica en el anexo.

### 4.2.3. Resultado de la prueba 3

En la prueba número 3, se probó el alcance de la máquina de entrenamiento a través del aplicativo móvil que estuvo vinculado vía bluetooth al sistema electrónico elaborado.

En la Figura 74, se observa en el aplicativo móvil desarrollado la altura de 226cm. Esta altura es el alcance obtenido de la máquina de entrenamiento en la cual se encontró durante la captura de la Figura 62 y 63.



Figura 74: Aplicativo móvil mostrando la altura de la máquina de entrenamiento (225,88 cm.).  
Fuente : Elaboración propia

En la Figura 75, se observa en el aplicativo móvil desarrollado la altura de 324,36 cm. Está altura es el alcance obtenido de la máquina de entrenamiento en la cual se encontró durante la captura de la Figura 68 y 69.



Figura 75 Aplicativo móvil mostrando la altura de la máquina de entrenamiento (324,36 cm.).  
Fuente : Elaboración propia

#### 4.2.4. Resultado de la prueba 4

En la prueba número 4, se probó mediante una tabla el costo invertido para la el diseño e implementación de la máquina de entrenamiento, el gasto fue de 1065.40 soles peruanos, mientras que una máquina del mercado como Acuspике cuesta 2650 dólares americanos,

tal y como se puede apreciar en la figura 76, que, convertido a moneda peruana, según el cambio actual de dólares americanos a soles peruanos, el monto equivale a 8961.40 soles.

En la tabla 8 se observa los gastos empleados para la elaboración de la máquina de entrenamiento.

Tabla 8: Lista de gastos realizados.

<b>Componentes Mecánicos</b>	<b>Precio</b>
Base	320
Eje Móvil	50
Riel	75
Tolva	60
Grips	60
Fabricación	150
<b>Componentes Electrónicos</b>	
Arduino Uno	25
HC-SR04	16
HC-05	15
Cable UTP	9.4
Batería de Litio	35
Otros	250
<b>Total</b>	<b>1065.4</b>

Fuente : Elaboración propia

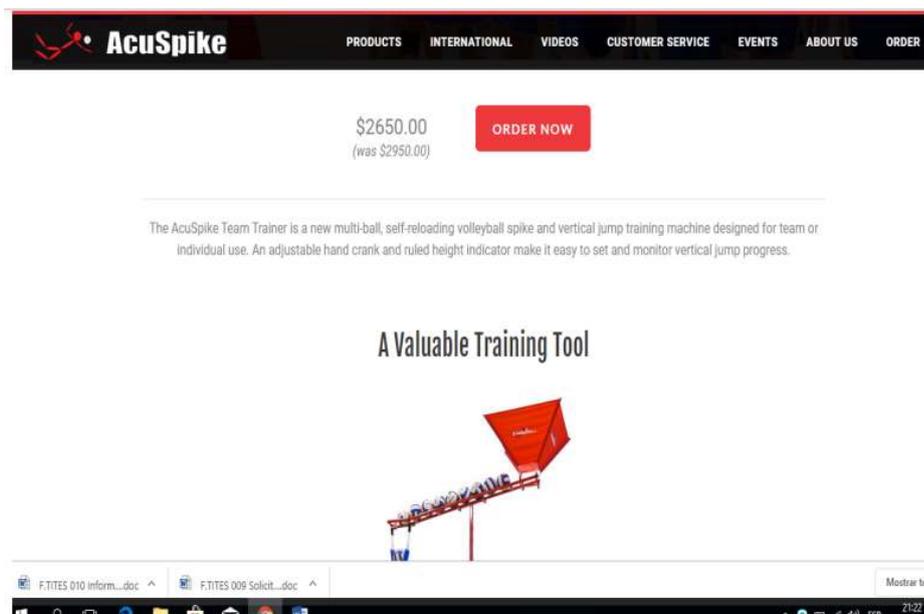


Figura 76: Precio de la máquina Acuspike.

Fuente : <https://www.acuspike.com/team-trainer-space-saver.html>

## CONCLUSIONES

De la presente investigación, podemos citar las siguientes conclusiones:

- 1) Fue posible diseñar la estructura de la máquina de entrenamiento para lograr que esta sea móvil y permita al jugador entrenar la técnica de remate en cualquier parte del área de juego, para ello se diseñó e implementó unas ruedas de nylon de 3" para su fácil desplazamiento, así mismo se realizó una prueba de desplazamiento a las diferentes posiciones de línea de ataque en donde se ejecuta normalmente la técnica de remate y en las figuras se aprecia al jugador realizando el entrenamiento en estos puntos.
- 2) Fue posible diseñar la estructura de la máquina de entrenamiento de tal manera que se pueda regular la altura para la ejecución de la técnica de remate y de este modo mejorar las fases de salto vertical y golpeo, esto fue debido a que antes de su diseño se estableció como condicional un rango de 2.25 a 3.20 metros, el cual es el intervalo en el que un jugador adulto de voleibol ejecuta la técnica de remate, así mismo se realizó las pruebas de la máquina, demostrando que la máquina es variable a adecuarse a al alcance vertical de un jugador de voleibol de la Universidad Ricardo Palma en la que logre ejecutar la técnica de remate, de este modo se pudo realizar el entrenamiento de manera continua y repetitiva por lo que mejorará la parte psicomotora de los jugadores al momento de realizar el salto y el golpeo, que son las fases más importantes de la técnica de remate.
- 3) Fue posible diseñar la parte electrónica e interfaz para que la máquina de entrenamiento muestre la altura exacta en la que se ejecutará la técnica de remate, implementando un sensor de ultrasonido en la parte inferior de la estructura del sistema del retenedor, por lo cual se realizó la prueba de verificar la altura de regulación de la máquina de entrenamiento a través del aplicativo móvil y en los resultados se verificó que la altura recibida en el teléfono móvil es precisa y exacta.
- 4) Fue posible implementar la máquina de entrenamiento de bajo costo en comparación a otras máquinas del mercado, debido a que en la etapa de diseño se tomó en cuenta materiales que se encuentran en el mercado; ya que, si hubiésemos considerado fabricar materiales u estructuras no habidas en el mercado, elevarían significativamente el costo de implementación, se realizó la prueba en comparar los

costos de implementación de la presente máquina y compararlo con el costo de otra máquina de este tipo en el mercado, teniendo como resultado que esta máquina es 7 veces más barata.

- 5) Para la programación de la parte electrónica se usó el compilador del Arduino IDE, lo cual permitió ahorrar tiempo en la configuración del sistema; ya que brinda flexibilidad al realizar cambios necesarios en la programación del sensor HC-SR04 y módulo HC-05, gracias a la vasta librerías que maneja este compilador, debido a esto se puede apreciar sin dificultad, la altura en que está regulada la máquina de entrenamiento.
- 6) Para el diseño de la máquina de entrenamiento y su implementación, se debe tener en cuenta materiales que se encuentre en el mercado; ya que, al considerar fabricar los materiales u estructuras no habidas en el mercado, elevan significativamente el costo de implementación.
- 7) Ha sido posible diseñar e implementar satisfactoriamente el sistema mecánico debido al uso del programa Solidworks tanto para el análisis de estructura, el cual garantiza que la estructura de la máquina de entrenamiento mediante el análisis de Von Mises, Deformaciones Unitarias y Factor de Seguridad realizados a través del Solidworks Simulation no tenga deformaciones significativas y lo logre que la estructura sea rígida para la implementación, y mediante el análisis de movimiento se validó el funcionamiento de la máquina; por lo cual, en la implementación de la máquina de entrenamiento, no se realizó ninguna modificación significativa.
- 8) Para la elaboración de cualquier máquina, se debe considerar los objetivos de su funcionamiento que den solución al problema detectado, disponibilidad de los materiales en el mercado para un bajo costo en su implementación y manejo de programas amigables para el diseño y validación del mismo.

## RECOMENDACIONES

- 1) Después de haber logrado la implementación de una máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate a un bajo costo a comparación de las ya existentes en el mercado, se puede realizar el diseño implementación de otras máquinas que puedan mejorar otras técnicas en el voleibol como la defensa, recepción y bloqueo, tomando como referencia la elaboración del presente proyecto.
- 2) Se puede implementar un actuador para que eleve automáticamente la máquina de entrenamiento evaluando el costo y beneficio en la implementación del mismo; ya que, de no tomar en cuenta, elevaría significativamente el precio.
- 3) Se puede implementar unos sensores capaces de medir la velocidad con la que sale el balón de voleibol de la máquina de entrenamiento con la finalidad de tener un mayor control de progreso del jugador de la Universidad Ricardo Palma.
- 4) Se recomienda el uso de programas amigables (Solidworks, Fritzing, etc.) para el diseño y simulación en la elaboración de cualquier proyecto de ingeniería para dar solución a problemas detectados en cualquier aspecto de la vida como salud, industria, deportes, etc.

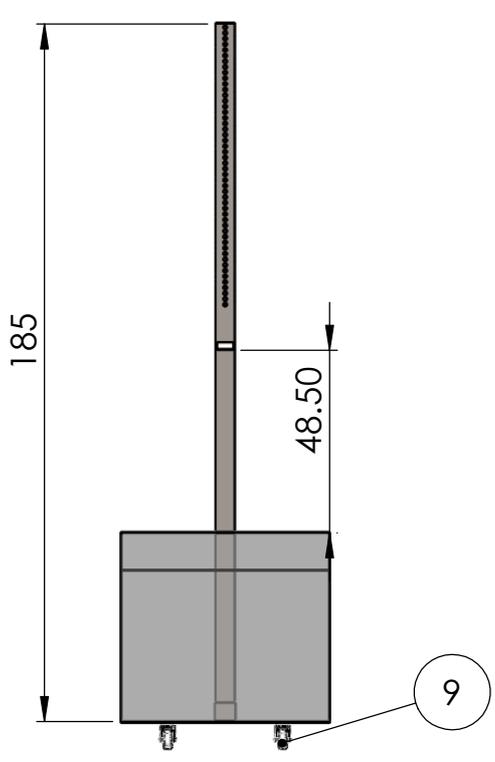
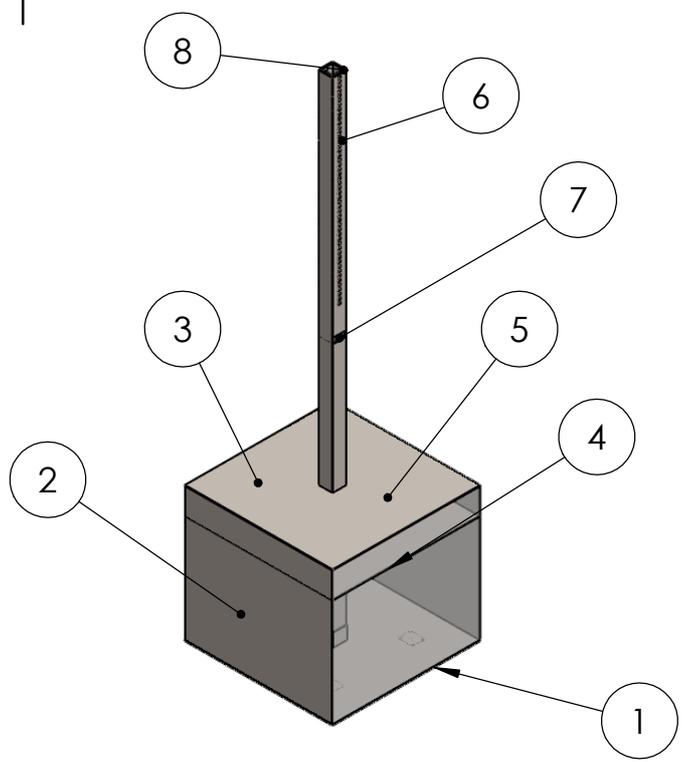
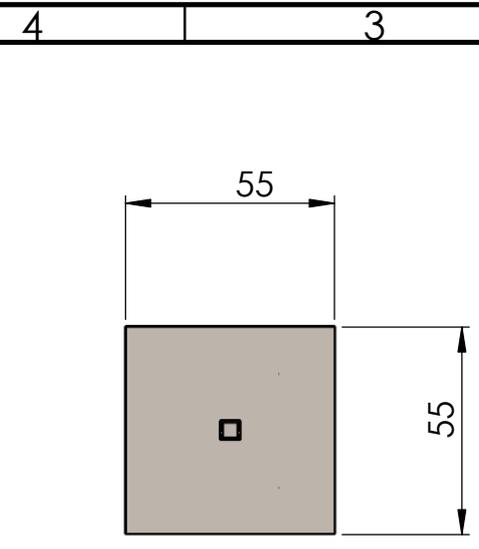
## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alejo, I. (2014). *Teoría de Máquinas*. Navarra: Tecnum - Universidad de Navarra.
- Autodesk. (14 de Agosto de 2019). *Autodesk*. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/solutions/cad-software>
- Autodesk. (s.f.). *Qué es AutoCAD?* Recuperado el 14 de Agosto de 2019, de What is AutoCAD?: <https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>
- Bernedo, L. & Luiggi, H. (2014). *Aplicación de un Programa de Aprendizaje en las participantes de la disciplina de vóleybol del club deportivo universitario de la UNA* (tesis pregrado). Universidad Nacional de Antiplano. Puno- Perú.
- Blanco , M. (Junio de 2018). *Metodología de diseño de máquinas apropiadas para contextos de comunidades en desarrollo*. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona- España.
- Bobbert, M. & Van, G. (1988). Cordination in vertical jumping. *Journal of biomechanics*.
- Condori, M. & Condori, Y. (2016). *Programa Para La Iniciación Al Voleibol En Niñas De 08 Años De Edad En La Institución Educativa N° 40374 Elías Caceres Lozada, Del Distrito De Chivay, Provincia De Caylloma Región Arequipa 2016* (tesis pregrado). Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa- Perú.
- Corporation, D. S. (2009). *Introducción a las aplicaciones*. Obtenido de <http://www.solidworks.com/education>
- Cubo, J. (Abril de 2010). *Proyectos de fin de Carrera de Ingeniería Técnica Naval. Aplicación del "Análisis por elemento finitos" en la Ingeniería Naval*. Puerto Real, España: Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Naval.
- Enciclopedia, E. (s.f.). *Enciclopedia Británica*. Obtenido de Enciclopedia Británica web site: <https://www.britannica.com/technology/carbon-steel>
- Escaño, F. d. (2015). *Estudio de la capacidad de salto específico en voleibol*. Málaga, España: Universidad de Málaga.
- Godoy Cahuana, P. C., & Mora Sanchez, C. A. (2009). *Diseño y construcción de una máquina automática para la fabricación de prefabricados de hormigón*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior politécnica de Chimborazo.
- Iglesias , M., Novoa, T., Otero, L., & Regueiro, P. (Junio de 2008). *efdeportes.com*. Recuperado el Junio de 2019, de El Remate en Voleibol: <https://www.efdeportes.com/efd121/el-remate-en-voleibol.htm>
- Metalium*. (13 de marzo de 2014). Obtenido de Metalium Site: <https://metalium.mx/acero-al-carbono>

- Palao, J., Ureña, A. & Santos, J. (2004). Effect of team level on skill performance in volleyball. *International Journal of Performance Analysis of Sport.*, 50-60.
- Palma, S. & Jesus, R. (2012). *Propuesta de diseño para la fabricación de máquina automatizada para optimizar la operación de cortes rectos en la manufactura de muebles en melamina*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma.
- Pérez, J. & Merino, M. (2009). *Definición.de: Definición de móvil*. Obtenido de Definición.de: <https://definicion.de/movil/>
- Pérez, J. & Merino, M. (2010). *Definición.de*. Recuperado el Junio de 2019, de Definición de Máquina: <https://definicion.de/maquina/>
- Rafferty, J. (s.f.). *Enciclopedia británica*. Obtenido de Enciclopedia británica Web site: <https://www.britannica.com/technology/stainless-steel>
- Sarmiento, J. & Chilpe, D. (2010). *Iniciación de la enseñanza del voleibol en el ciclo básico del colegio José Benigno Iglesias*. (tesis de pregrado). Universidad de Cuenca. Cuenca - Ecuador.
- SolidBi. (10 de Agosto de 2019). *Definición de SolidWorks*. Obtenido de <https://solidbi.es/solidworks/>
- Toyoda, H. (2011). Enseñanza de las Técnicas Individuales Básicas. En FIVB, *Manual para Entrenadores*. Lausana, Suiza.
- Valades, D., Palao, J. & Bermejo, J. (2013). *Mecánica de ejecución del remate en voleibol*. Alcala: Movimiento Humano.
- Weineck, J. (2005). *Entrenamiento Total*. Barcelona: Paidotribo.

## ANEXOS

**ANEXO I:**  
**PLANOS DE LA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO**



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	arcospike-base de la caja	1
2	Arcospike-tapa frontal	2
3	Arcospike-tapa lateral caja	2
4	Arcospike-techo medio de caja v2.0	1
5	Arcospike-techo superior de caja v2.0	1
6	Arcospike-vástago fijo - solo v2.0	1
7	Arcospike-base del vástago fijo al vástago móvil	1
8	Arcospike-tapa del vástago fijo	1
9	GARRUCHA DE 2 DE NYLON	4

**TÍTULO:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR LA TÉCNICA DE REMATE DE LOS JUGADORES DE VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA"

NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN

**FECHA:** 09-09-2019



**CARRERA:** ING. MECATRÓNICA

**AUTORES:** JEAN FRANCO LUNA VILLALBA  
JOSUÉ AUGUSTO VELARDE GUTIÉRREZ

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN CM

**NOMBRE DE PIEZA:** Base de la máquina de entrenamiento

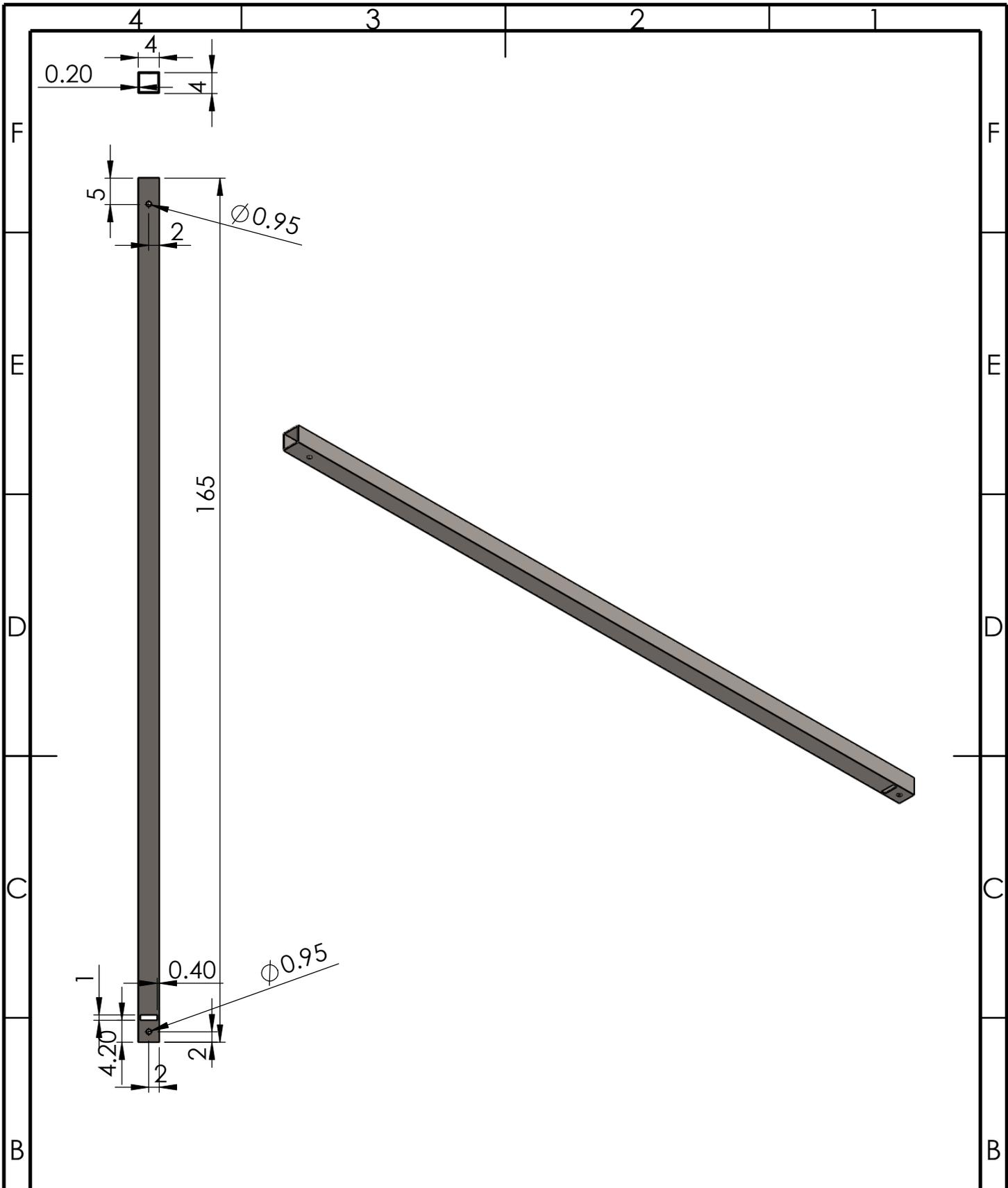
**MATERIAL:** Acero al carbono

**N.º DE DIBUJO:** 001

A4

ESCALA:1:20

HOJA 1 DE 1



**TÍTULO:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR LA TÉCNICA DE REMATE DE LOS JUGADORES DE VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA"

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

**FECHA:**  
09-09-2019



**CARRERA:** ING. MECATRÓNICA

**AUTORES:** JEAN FRANCO LUNA VILLALBA  
JOSUÉ AUGUSTO VELARDE GUTIERREZ

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN CM

**NOMBRE DE PIEZA:**  
Eje desplazable de la máquina de entrenamiento

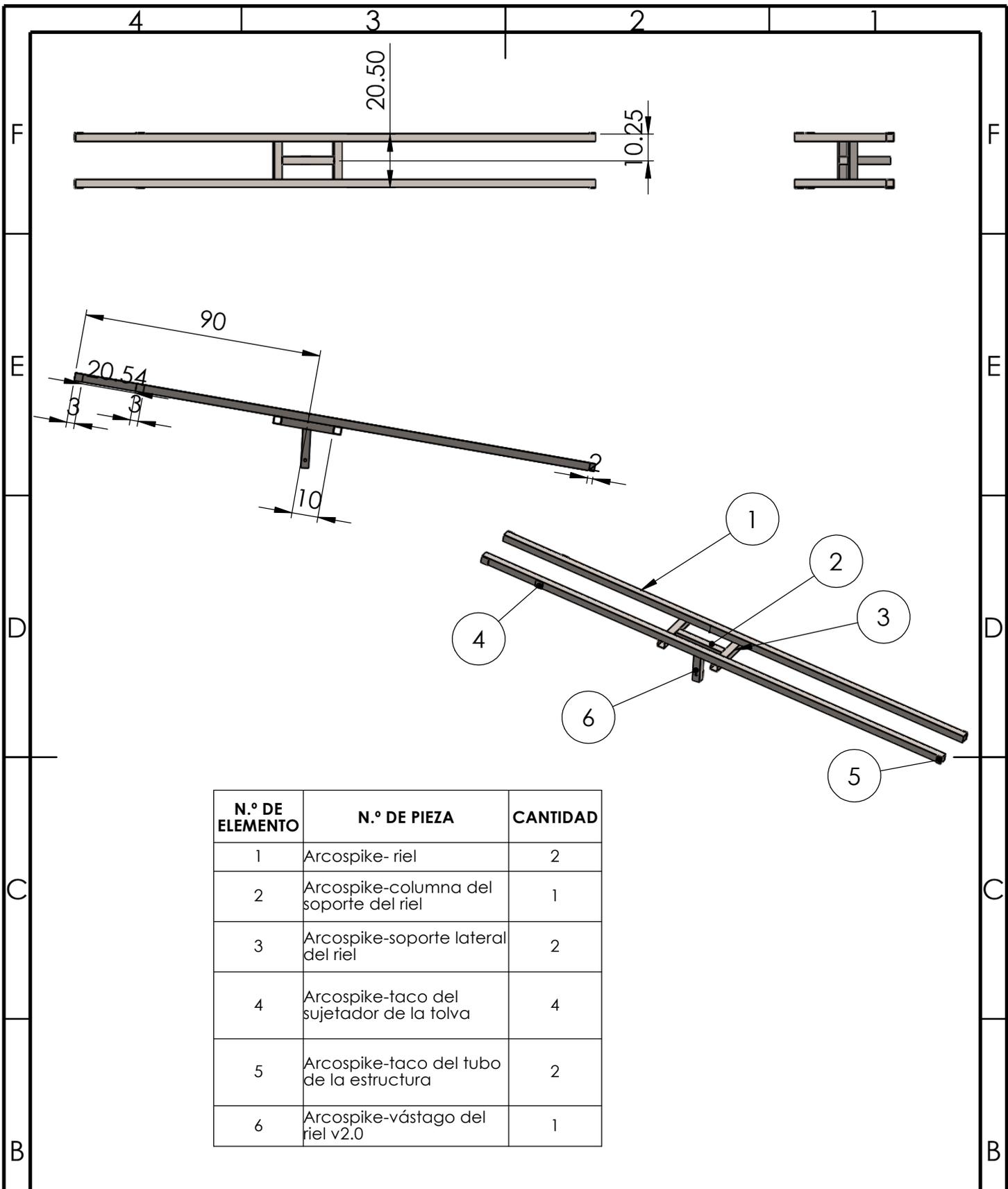
**MATERIAL:** Acero al carbono

**N.º DE DIBUJO:**  
002

A4

ESCALA:1:10

HOJA 1 DE 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Arcospike- riel	2
2	Arcospike-columna del soporte del riel	1
3	Arcospike-soporte lateral del riel	2
4	Arcospike-taco del sujetador de la tolva	4
5	Arcospike-taco del tubo de la estructura	2
6	Arcospike-vástago del riel v2.0	1

**TÍTULO:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR LA TÉCNICA DE REMATE DE LOS JUGADORES DE VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA"

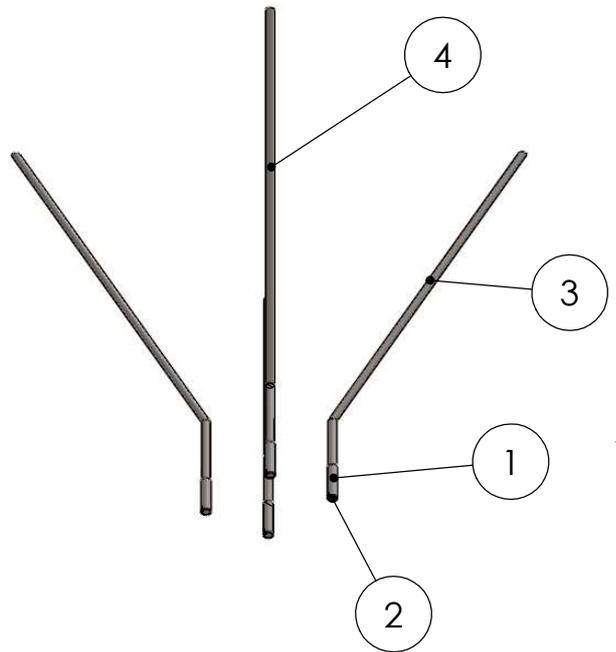
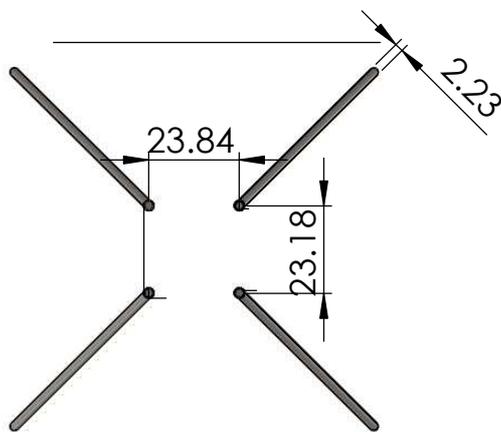
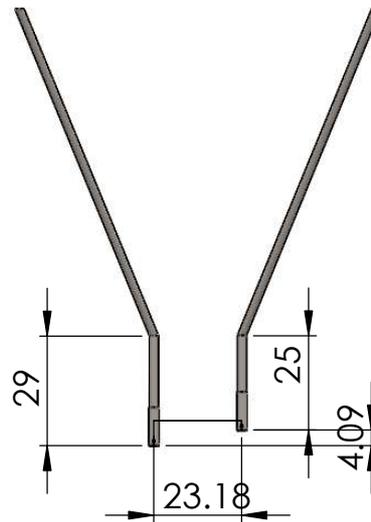
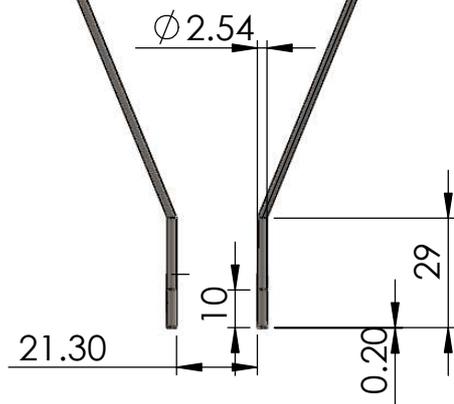
NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN  
**FECHA:** 09-09-2019



**CARRERA:** ING. MECATRÓNICA  
 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN CM  
**MATERIAL:** Acero al carbono

**AUTORES:** JEAN FRANCO LUNA VILLALBA  
 JOSUÉ AUGUSTO VELARDE GUTIÉRREZ  
**NOMBRE DE PIEZA:** Riel de la máquina de entrenamiento  
**N.º DE DIBUJO:** 003 A4

ESCALA:1:20 HOJA 1 DE 1



N.º DE ELEMENTO	NOMBRE DE PIEZA	CANTIDAD
1	Arcospike-sujetador del parante de la tolva	4
2	Arcospike-base del sujetador del parante	4
3	Arcospike-barra de la tolva	2
4	Arcospike-1era barra de la tolva	2

**TÍTULO:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR LA TÉCNICA DE REMATE DE LOS JUGADORES DE VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA"

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

**FECHA:**

09-09-2019

**CARRERA:** ING. MECATRÓNICA

**AUTORES:** JEAN FRANCO LUNA VILLALBA  
JOSUÉ AUGUSTO VELARDE GUTIERREZ

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN CM

**NOMBRE DE PIEZA:** Tolva de la máquina de entrenamiento

**MATERIAL:** Acero al carbono

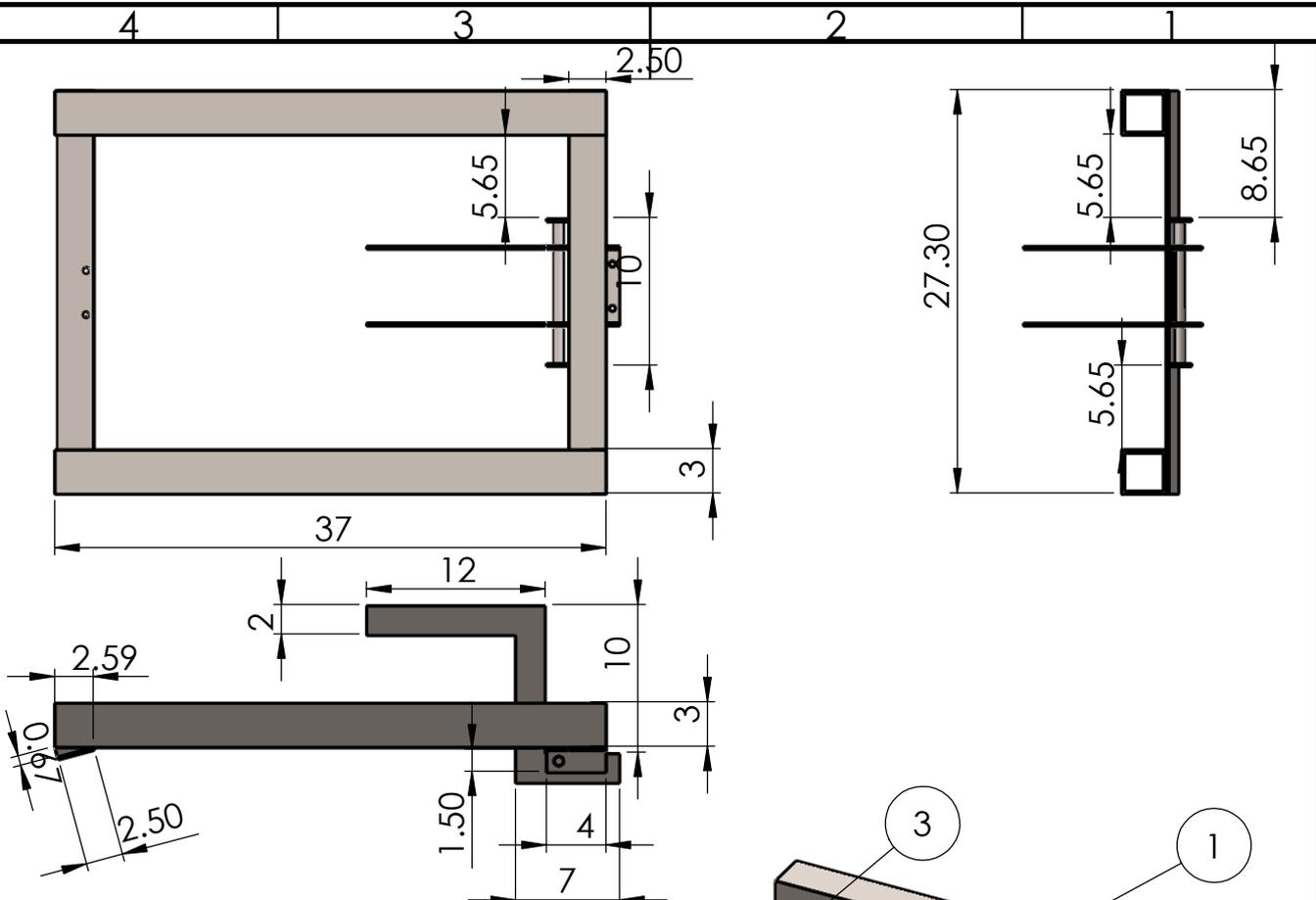
**N.º DE DIBUJO:** 004

A4



ESCALA:1:20

HOJA 1 DE 1



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Arcospike-tubo de la estructura	2
2	Arcospike- taco base del grip fijo	4
3	Arcospike-base del grip fijo	1
4	Arcospike-base del retenedor	1
5	Arcospike-sujetador del eje del retenedor	2
6	Arcospike-eje del sistema retenedor	1
7	Arcospike Ensamblaje del sistema del retenedor de pelotas	1

**TÍTULO:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR LA TÉCNICA DE REMATE DE LOS JUGADORES DE VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA"

NO CAMBIE LA ESCALA REVISIÓN  
**FECHA:** 09-09-2019

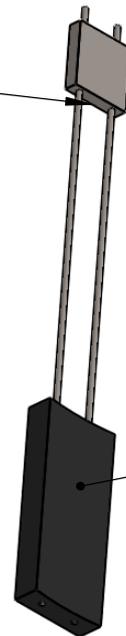
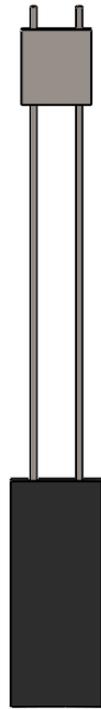


**CARRERA:** ING. MECATRÓNICA  
 SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
 LAS COTAS SE EXPRESAN EN CM  
**MATERIAL:** Acero al carbono

**AUTORES:** JEAN FRANCO LUNA VILLALBA  
 JOSUE AUGUSTO VELARDE GUTIERREZ  
**NOMBRE DE PIEZA:** Sistema retenedor de pelotas de la máquina de entrenamiento  
**N.º DE DIBUJO:** 005 A4

ESCALA:1:5 HOJA 1 DE 1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	arcospike-pinza	1
2	Arcospike-espuma de la pinza	1



**TÍTULO:** "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MÁQUINA DE ENTRENAMIENTO PARA MEJORAR LA TÉCNICA DE REMATE DE LOS JUGADORES DE VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA"

NO CAMBIE LA ESCALA

REVISIÓN

**FECHA:**

09-09-2019

**CARRERA:** ING. MECATRÓNICA

**AUTORES:**

JEAN FRANCO LUNA VILLALBA  
JOSUÉ AUGUSTO VELARDE GUTIÉRREZ

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:  
LAS COTAS SE EXPRESAN EN CM

**NOMBRE DE PIEZA:**

Pinza de la máquina de entrenamiento

**MATERIAL:**

Varios

**N.º DE DIBUJO:**

005.1

A4



ESCALA:1:5

HOJA 1 DE 1

**ANEXO II:  
TESTIMONIOS**

## TESTIMONIO DE UN JUGADOR DE VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

El jugador de voleibol de la selección nacional del Perú y de la Universidad Ricardo Palma, Edson Timorán Chávez, dijo que nunca había entrenado de una manera distinta a la tradicional, que siempre necesitaba de un compañero que le lanzara el balón.

“Desde que empecé a jugar vóley a mis 14 años, siempre he tenido que hacer un entrenamiento colectivo y es lo más normal, pero no se aprovecha al máximo ya que son varias personas que también desean practicar y por ende mejorar. Si había visto máquinas de vóley por internet cuando otras selecciones de otros países las usan, pero hoy probé algo distinto, pude tener un entrenamiento personalizado a la altura que estoy acostumbrado a golpear, pero también creo que le puedo ir subiendo un par de centímetros para aumentar mi alcance y poder pegar sobre el bloque con más facilidad. Es una buena iniciativa este proyecto para que se pueda aumentar la calidad de juego de las selecciones de vóley de hombre y mujeres de la Ricardo Palma; y quien sabe, que pronto se pueda usar con las selecciones del Perú y no tener que envidiarles a otros países”



Edson Timorán Chávez

Lima, 17 de Octubre del 2019

Señor Lic.

ALEXANDER A. VALLE HUERTES

Administrador del Centro de Esparcimiento

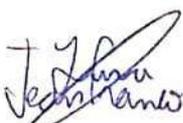
Presente.-

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarlo y solicitarle el préstamo de la cancha de voleibol del Centro de Esparcimiento de la Universidad Ricardo Palma.

El motivo de la solicitud es con la finalidad de probar mi proyecto de tesis "Máquina de entrenamiento para mejorar la técnica de remate de los jugadores de voleibol de la Universidad Ricardo Palma", como indica el nombre, consiste en una máquina de entrenamiento que posteriormente será donada a la Universidad con fines de entrenamiento en beneficio de los jugadores de voleibol.

Estoy seguro que usted sabrá entender lo expuesto antes mencionado, dejando en sus manos la aprobación de la solicitud y quedo a su disposición sobre cualquier duda o pregunta que necesite saber.



Jean Franco  
Luna Villalba



Josué Augusto  
Velarde Gutiérrez

## TESTIMONIO DEL ENTRENADOR DE VOLEIBOL DE LA UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

El entrenador de voleibol de la Universidad Ricardo Palma, Renán Monroy Montoya, dijo que es una manera más didáctica y personalizada de entrenamiento.

“Es bueno ver como un ex alumno de la selección de voleibol masculina de la Universidad Ricardo Palma realice un proyecto en beneficio de los futuras personas que vengan a conformar en la selección de hombres como en la de mujeres. Pienso que este proyecto será un gran aporte para la mejora de los alumnos; ya que muchas veces, no todos pueden entrenar en conjunto por los distintos horarios universitarios que tienen. Creo que al poder regular la altura de pegue y realizar una secuencia consecutiva al momento de rematar, podría hacer un trabajo distinto con cada jugador, mejorar sus habilidades y capacidades físicas en un tiempo menor, con esta máquina se podría adecuar un entrenamiento personal en distintos momentos del día sin que tenga que afectar en sus horarios de la universidad, es un proceso que apostaré a seguir y ver los resultados para los próximos partidos oficiales de la Universidad”



Renán Monroy Montoya