

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO**



Waru: Sistema de transporte por cable en pendiente que reduce el esfuerzo físico para la carga de cosecha del agricultor de Chillaco.

Tesis para obtener el título profesional de Licenciada en Arte con mención en Diseño Industrial que presenta:

*Brenda Camila Peña Julcamoro*

**Asesor:**

*Fernando Felipe Pérez Riojas*

**Lima, 2022**

## Informe de Similitud

Yo, **Fernando Felipe Pérez Riojas**, docente de la Facultad de Arte y Diseño de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada:

**Waru: Sistema de transporte por cable en pendiente que reduce el esfuerzo físico para la carga de cosecha del agricultor de Chillaco**

de la autora:


**Brenda Camila Peña Julcamoro.**

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de **17%**. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el **01/12/2022**.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 01 de diciembre de 2022

Apellidos y nombres del asesor: <u>Pérez Riojas, Fernando Felipe</u>	
DNI: 07954548	Firma: 
ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-7240-5109">0000-0002-7240-5109</a>	

## **Dedicatoria**

Con mucho cariño dedico este esfuerzo a mis padres, por haberme apoyado y alentado en todo momento para alcanzar mis objetivos y continuar con mis estudios.



## **Agradecimientos**

A mi asesor Fernando Pérez por su paciencia y apoyo para el desarrollo de mi tesis. A los profesores del curso Perfeccionamiento Bajo Tutoría, en especial a la profesora Claudia Cardenal por haber guiado, inicialmente, y proporcionado material de investigación para el desarrollo de este proyecto. A la organización Eco-humanita por haber facilitado el estudio y traslado hacia la comunidad de Chillaco. Finalmente, agradecer la participación de los pobladores de la comunidad y especialistas entrevistados, quienes estuvieron muy dispuestos en colaborar con la investigación.



## Resumen

En Perú existen sectores dedicados a la agricultura tradicional de pequeña escala, donde los agricultores carecen de herramientas apropiadas para realizar las actividades agrícolas, lo que los expone a lesiones y accidentes. En Chillaco, un poblado dedicado al cultivo de frutos arbóreos en pendiente, los agricultores transportan la cosecha a pie; por lo que el excesivo peso de esta y el terreno pedregoso ponen en riesgo su salud física. En este estudio, se revisó y analizó información sobre temas de diseño, ergonomía, la agricultura en andenería y la realidad socioeconómica del agricultor en el Perú. Además, se revisaron sistemas de transporte por cable en el país, como en el extranjero y se observó que estos productos son complejos y de alto costo. Por ello se plantea “Waru”, un sistema de transporte por cable aéreo para pendientes, de bajo costo, que reduce el esfuerzo físico del agricultor en el traslado de cosecha, desde la zona de cultivo hasta la zona de clasificación del producto. Se utilizó la metodología del *Design Thinking*, en la cual se realizaron estudios inductivos a través de videos, fotografías y entrevistas virtuales con agricultores de Chillaco, para conocer la problemática. Asimismo, fueron entrevistados los pobladores de la comunidad para validar la propuesta. En la entrevistas se utilizaron representaciones 3D. Los resultados demostraron que el sistema propuesto es de bajo costo y puede reducir el esfuerzo físico del agricultor en pendientes.

**Palabras clave:** Sistema de transporte agrícola, transporte manual de cosecha, exceso de carga, transporte en andenería, transporte en pendientes.

## **Abstract**

In Peru there are sectors dedicated to traditional small-scale agriculture, where farmers lack the appropriate tools to carry out the agricultural activities, exposing themselves to injuries and accidents. In Chillaco, a town dedicated to the cultivation of arboreal fruits, the farmers transport the harvest on foot; reason why the excessive weight of this and the stony land put their physical health at risk. In this study, information was reviewed and analyzed on topics of focus on design, ergonomics, terraced agriculture and the socioeconomic reality of farmers in Peru. In addition, cable transportation systems in the country, as well as abroad, were reviewed; and it was observed that these products are complex and expensive.

For this reason, the design of the aerial cableway transport system on slopes, Waru, is proposed, a low-cost system that reduces the physical effort of the farmer in transporting the harvest, from the cultivation area to the product classification area. The methodology used in the research was Design Thinking, in which inductive studies were carried out through videos, photographs and virtual interviews with farmers from Chillaco, to learn about the problem. Interviews were also realized in the community with the inhabitants to validate the proposal, in which 3D representations were used. The results showed that the proposed system is low cost and can reduce the physical effort of the farmer on slopes.

**Keywords:** Agricultural transportation system, Harvest manual transport, Excessive weight bearing, Transport on terraces, Transport on slope

## Índice de contenidos

<b>Capítulo 1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemática .....	1
1.2 Problema específico.....	4
1.3 Pregunta de investigación.....	5
1.4 Lineamientos de la investigación .....	5
<b>Capítulo 2. Antecedentes.....</b>	<b>7</b>
2.1 Marco teórico .....	7
2.1.1 El diseño en la innovación social.....	7
2.1.2 Comunidad de Chillaco.....	9
2.1.2.1 Ubicación geográfica y fisiográfica.....	10
2.1.3 Andenería y medios transporte agrícola tradicional.....	14
2.1.3.1 Andenería en la cuenca del Río Lurín.....	16
2.1.3.2 Componentes arquitectónicos para el transporte inca.....	18
2.1.3.3 Sistema de transporte de huaros en Perú.....	21
2.1.4 Agricultura en Perú .....	24
2.1.4.1 Cultivos en Chillaco.....	26
2.1.4.2 Abastecimiento de los cultivos a los mercados.....	28
2.1.4.3 Trabajo descente en la agricultura.....	31
2.1.5 Ergonomía .....	33
2.1.5.1 Ergonomía en la agricultura.....	34
2.1.5.2 Transporte manual de cargas.....	38

2.1.5.3	Normas para el transporte manual de carga en Perú.....	42
2.2	Estado del arte .....	44
2.2.1	Sistema de transporte por cable - Femecol .....	45
2.2.2	Sistema con motor móvil - Cablevías .....	50
2.2.3	Sistema de transporte mecánico en laderas - Agromávida .....	52
2.2.4	Sistema de transporte por cable terrestre.....	55
2.2.5	Cabrestante para manipulación de cargas .....	58
2.2.6	Vehículo para recolección de cultivos de fresas .....	59
2.3	Brecha de innovación.....	61
2.4	Hipótesis .....	62
2.5	Objetivo general y específicos .....	62
<b>Capítulo 3.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>64</b>
3.1	Estudios inductivos.....	66
3.2	Estudios de conceptualización .....	68
3.3	Estudios de validación.....	69
3.3.1	Validación de diseño - versión 1 .....	70
3.3.2	Validación de diseño - versión 2 .....	72
3.3.3	Validación de diseño - versión 3.....	75
3.3.4	Validación de diseño - versión 4 .....	76
<b>Capítulo 4.</b>	<b>Estrategias de análisis.....</b>	<b>77</b>
4.1	Estudios inductivos.....	77
4.2	Estudios de conceptualización .....	83



4.3	Estudios de validación.....	87
4.3.1	Validación de diseño - versión 1 .....	87
4.3.2	Validación de diseño - versión 2.....	89
4.3.3	Validación de diseño - versión 3.....	91
4.3.4	Validación de diseño - versión 4.....	92
<b>Capítulo 5. Resultados y discusión .....</b>		<b>99</b>
5.1	Propuesta de diseño 1 .....	99
5.2	Propuesta de diseño 2 .....	102
5.3	Propuesta de diseño 3 .....	105
5.4	Propuesta de diseño 4 .....	108
5.4.1	Concepto y tipología.....	108
5.4.2	Aspectos técnico-funcionales .....	113
5.4.3	Aspectos estético-emocionales .....	131
5.4.4	Aspectos socioambientales .....	134
5.4.5	Aspectos económicos.....	137
5.5	Discusión.....	139
<b>Capítulo 6. Conclusiones.....</b>		<b>141</b>
<b>Capítulo 7. Recomendaciones .....</b>		<b>143</b>
7.1	Limitaciones .....	143
7.2	Trabajo a futuro.....	144
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>		<b>146</b>
<b>Anexos .....</b>		<b>153</b>

Anexo 1: Costos del sistema de transporte Femecol .....	153
Anexo 2: Plano de ensamble de cabrestante manual.....	154
Anexo 3: Primera entrevista a agricultores.....	155
Anexo 4: Segunda entrevista a agricultores.....	157
Anexo 5: Preguntas de opción múltiple (Elegir solo 1).....	158
Anexo 6: Guía de entrevista a experto.....	159
Anexo 7: Preguntas de primera validación.....	160
Anexo 8: Cuestionario.....	160
Anexo 9: Journey Map de validación.....	161
Anexo 10: Tabla de respuestas de pobladores.....	162
Anexo 11: Tabla de respuestas de pobladora.....	166
Anexo 12: Tabla de análisis REBA.....	167
Anexo 13: Respuestas de experta.....	169
Anexo 14: Ángulo de la pendiente encontrado en Google Earth.....	171
Anexo 15: Dimensiones del perfil del terreno.....	171
Anexo 16: Mapa de historia del usuario.....	172
Anexo 17: Instructivo Waru.....	173
Anexo 18: Costos de implementación de Waru.....	174
Anexo 19: Planos técnicos.....	175

## Lista de figuras

Figura 1: Pobladores caminando en los Altos de Chillaco .....	3
Figura 2: Andenería de Chillaco .....	3
Figura 3: Vista de la pendiente en Chillaco .....	4
Figura 4: Zonas fisiográficas de la cuenca del río Lurín .....	11
Figura 5: Perfil fisiográfico .....	12
Figura 6: Clasificación de suelos .....	13
Figura 7: Presencia de andenería en la cuenca del río Lurín .....	16
Figura 8: Reconstrucción de andenería por pobladores de Chillaco .....	18
Figura 9: Construcción de puente incaico .....	20
Figura 10: Huaro incaico .....	20
Figura 11: Huaro moderno ubicado sobre río de Pozuzo .....	23
Figura 12: Porcentajes de familias agricultoras en Latinoamérica .....	25
Figura 13: Relación de actividades agrícolas que provocan TME .....	37
Figura 14: Lumbalgia por osteoartritis .....	40
Figura 15: Lumbalgia por lesión ciática y hernia discal .....	41
Figura 16: Entidades a cargo de la capacitación de estibadores terrestres .....	44
Figura 17: Transporte de costales de granos de café en Colombia .....	46
Figura 18: Transporte a través de cable aéreo Femecol .....	47
Figura 19: Mecanismo de transporte diseñado por Femecol .....	48
Figura 20: Estructuras tensoras de cable diseñados por Femecol .....	49
Figura 21: Motor de combustión interna sobre cable aéreo .....	51
Figura 22: Sistema de transporte Agromávida .....	54
Figura 23: Diseño de Agromávida .....	54

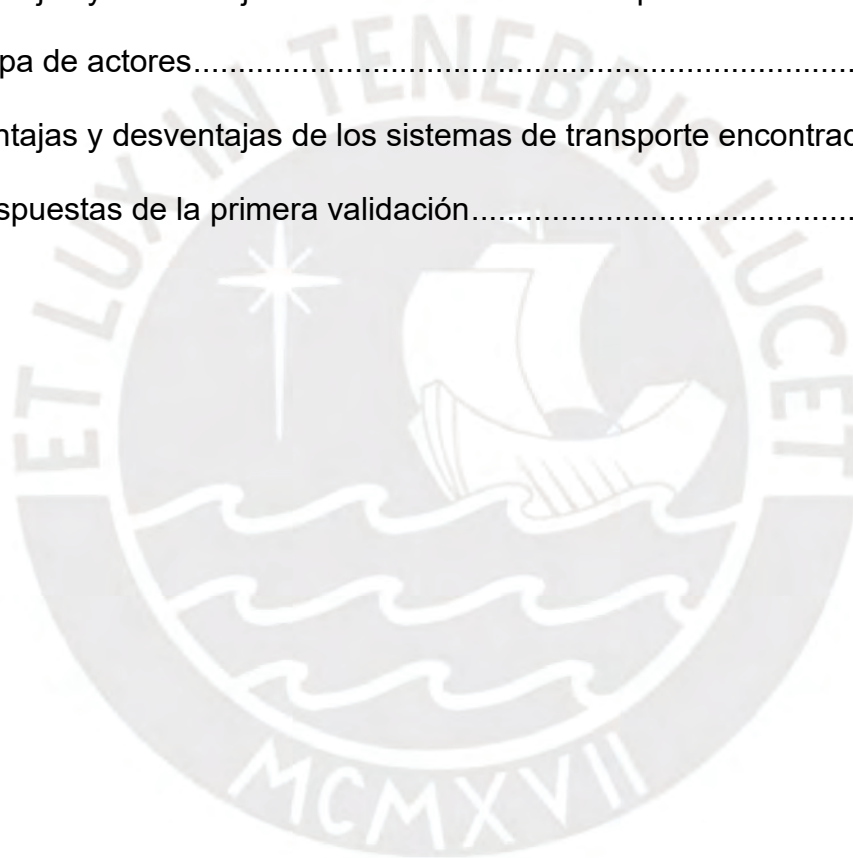
Figura 24: Sistema artesanal .....	55
Figura 25: Vagón con ruedas metálicas .....	57
Figura 26: Sistema de transporte de café en pendientes .....	57
Figura 27: Cabrestante manual de la marca REMA .....	59
Figura 28: Cambio de la postura en el proceso de recolección.....	60
Figura 29: Vehículo y sus partes .....	60
Figura 30: Proceso de Design Thinking .....	65
Figura 31: Descripción gráfica de la propuesta .....	71
Figura 32: Lámina de proceso de instalación y transporte con el usuario.....	71
Figura 33: Terreno de estudio establecido .....	73
Figura 34: Huaro ubicado en la zona baja de Chillaco .....	73
Figura 35: Detalle constructivo de huaro de Chillaco .....	74
Figura 36: Espacios acondicionados de acopio .....	75
Figura 37: Video explicativo de agricultores .....	77
Figura 38: Árbol de problemas .....	78
Figura 39: Mindmap .....	78
Figura 40: Diagrama de flujo de proceso de trabajo .....	79
Figura 41: Imagen de postura definida por agricultora .....	81
Figura 42: Diagrama de afinidades .....	82
Figura 43: Clasificación de problemas según diagrama de afinidades .....	82
Figura 44: Moodboard de herramientas .....	83
Figura 45: Moodboard de mecanismos .....	84
Figura 46: Elementos necesarios de ideación.....	85
Figura 47: Relación de imagen satelital y fotografía .....	86
Figura 48: Elementos de la formación de la catenária .....	88

Figura 49: Láminas explicativas de validación .....	89
Figura 50: Análisis de construcción de huaros .....	90
Figura 51: Oportunidades de mejora encontradas en Journey Map .....	92
Figura 52: Sección del sistema prototipado .....	93
Figura 53: Prototipado funcional en cartón.....	94
Figura 54: Usuario interactuando con prototipo .....	95
Figura 55: Prototipado de poleas .....	96
Figura 56: Prototipado de polea con ruedas de acero .....	96
Figura 57: Prototipado de polea con ruedas de PVC .....	97
Figura 58: Recreación del método de traslado con poleas .....	98
Figura 59: Video de recreación del sistema .....	98
Figura 60: Concepto del sistema.....	100
Figura 61: Proceso de definición de propuesta 1.....	101
Figura 62: Método de sujeción de propuesta 1.....	101
Figura 63: Urkit.....	102
Figura 64: Instalación en estructuras de concreto .....	103
Figura 65: Método de tensión en troncos.....	104
Figura 66: Componentes de tercera propuesta.....	106
Figura 67: Distribución de instalación de propuesta.....	106
Figura 68: Accesorio de manipulación de cosecha.....	107
Figura 69: Concepto del sistema Waru.....	109
Figura 70: Elementos y accesorios del sistema Waru .....	110
Figura 71: Dos usuarios manipulando el sistema.....	111
Figura 72: Usuario 1 ubicado en el andén.....	112
Figura 73: Usuario 2 trasladando la cosecha.....	112

Figura 74: Estructuras fijas.....	114
Figura 75: Detalles de estructuras fijas para tensión de cable de acero.....	115
Figura 76: Detalles de sujeción y tensión del cable.....	115
Figura 77: Estructuras fijas del sistema Waru y fijación al concreto.....	116
Figura 78: Freno manual del sistema.....	117
Figura 79: Mecanismo interno del sistema de traslado de cosecha.....	118
Figura 80: Ensamble de armazón metálico.....	119
Figura 81: Detalle de ensamble del sistema a estructura inferior.....	120
Figura 82: Usuarios controlando el transporte de cosecha.....	121
Figura 83: Características funcionales de la polea.....	122
Figura 84: Polea y caja de transporte.....	123
Figura 85: Usuario manipulando la canasta de transporte de cosecha.....	124
Figura 86: Explicación del funcionamiento de transporte de cosecha.....	125
Figura 87: Techo plegable (accesorio).....	126
Figura 88. Análisis de proyección de sombra de techo.....	127
Figura 89: Ubicación de instructivo.....	128
Figura 90: Rango de visibilidad para la ubicación del instructivo.....	129
Figura 91: Proceso de trabajo entre dos usuarios.....	130
Figura 92: Forma exterior de carcasa.....	132
Figura 93. Paleta de colores del sistema.....	134
Figura 94: Sugerencias de implementación en Chillaco.....	136
Figura 95: Waru fomenta el trabajo decente en la agricultura.....	137

## Lista de tablas

Tabla 1: Extensión de andenes en la cuenca del río Lurín.....	17
Tabla 2: Cultivos producidos en Chillaco .....	27
Tabla 3: Cultivos según encuesta de la ong Ecohumanita 2020 .....	27
Tabla 4: Destino de venta de cultivos de chirimoya de agricultores de Chillaco .....	30
Tabla 5: Puntaje porcentual de peligros en las actividades agrícolas .....	36
Tabla 6: Ventajas y desventajas de los sistemas de transporte aéreo .....	52
Tabla 7: Mapa de actores.....	80
Tabla 8: Ventajas y desventajas de los sistemas de transporte encontrados .....	84
Tabla 9: Respuestas de la primera validación.....	87



## Capítulo 1. Introducción

### 1.1 Problemática

En Perú, la agricultura es la segunda actividad que genera más empleos a los ciudadanos; sin embargo, dedicarse a esta de forma independiente, no exime a los agricultores del proceso de proletarización<sup>1</sup>. El (Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales [CLACSO], 2020) menciona que 1.458.503 peruanos mayores de 13 años, se dedican a la agricultura, trabajo agropecuario, forestal y pesquero. Además enfatiza que en la actualidad, el 97% de 2.2 millones de unidades agropecuarias en Perú son producidas por la agricultura familiar (familias dedicadas a actividades agrícolas, que no cuentan con ingresos económicos para cubrir necesidades básicas como luz, agua y desagüe). En el país, el mayor porcentaje de los agricultores trabaja de forma independiente por períodos que exceden las 8 horas diarias, sin herramientas ni tecnología necesaria para realizar actividades de producción agrícola; estas condiciones, perjudican y deterioran su salud física.

El poblado de Chillaco está ubicado en la cuenca del río Lurín y cuenta con aproximadamente 78 habitantes, de los cuales la mayoría se dedica a la agricultura familiar en transición (AFT), término asignado a las familias que utilizan técnicas para la conservación de recursos naturales, pero que no logran desarrollar una unidad productiva, según la organización internacional Comunidad Andina (s.f). Los agricultores de Chillaco han logrado introducir y vender en el mercado diversos

---

<sup>1</sup> Proceso en el que los trabajadores tienen jornadas laborales extenuantes que acceden las 8 horas diarias de trabajo y reciben un salario reducido



cultivos. Ellos ejecutan un método de trabajo grupal familiar, que consiste en la recolección y traslado de los cultivos hacia una zona de acopio, donde serán clasificados. Este proceso es realizado por las familias agricultoras durante los meses de cosecha de cada cultivo, con el objetivo de entregarlos a una empresa intermediaria que se encarga de transportar los cultivos hacia el mercado de frutas en Lima, a través de camiones.

Durante el periodo de cosecha, para la recolección de los cultivos, los agricultores se trasladan 20 veces desde la zona de cultivo, ubicada en pendientes pronunciadas con andenería en deterioro, hasta la zona baja de clasificación de los productos, soportando una carga de 20kg de cultivo al hombro con el uso de jabas cosecheras.

La comunidad aún está en pleno desarrollo económico y actualmente los agricultores se exponen a accidentes, debido a la fisiografía del suelo y el trabajo en pendientes. Además, el sobreesfuerzo del transporte de carga pesada por periodos prolongados y las posturas inadecuadas, podrían provocar lesiones musculoesqueléticas o alteraciones posturales.

**Figura 1**

*Pobladores caminando en los Altos de Chillaco*



**Figura 2**

*Andenería de Chillaco*



### Figura 3

*Vista de la pendiente en Chillaco*



#### 1.2 Problema específico

Actualmente, en la comunidad de Chillaco, los agricultores realizan actividades agrícolas (siembra y cosecha de frutos arbóreos) en pendientes y terrenos pedregosos.

La cosecha de estos frutos arbóreos se transporta en las pendientes (de la zona alta a la zona baja) mediante jabas cosecheras, cargadas al hombro por el agricultor, las cuales se llenan al máximo para reducir la cantidad de traslados. Ello conlleva a que el agricultor tenga que realizar un exceso de carga sobre los hombros durante el traslado que pone en riesgo su salud.

### **1.3 Pregunta de investigación**

La pregunta de diseño para la solución de este problema específico es: ¿Cómo a través de un sistema de transporte de cosecha asequible, se puede reducir el esfuerzo físico realizado por el agricultor durante la carga y traslado de la cosecha, desde la ubicación de los cultivos hasta la zona de acopio?

### **1.4 Lineamientos de la investigación**

Esta investigación aborda uno de los muchos problemas laborales en el sector agrícola del Perú, el cual afecta directamente la salud física del agricultor. Por lo tanto el desarrollo de este proyecto está estructurado en 7 capítulos, los cuales se presentan a continuación:

En el capítulo 1 se aborda la problemática general, partiendo del contexto agrícola peruano hasta especificar un contexto en la sierra de Lima con una población dedicada a la agricultura. Este contexto es el poblado de Chillaco en donde los agricultores soportan cargas excesivas durante el transporte de los cultivos en pendiente.

El capítulo 2 comienza con la explicación del valor del diseño en proyectos sociales y posteriormente se describen las características de la comunidad y el terreno de Chillaco con el objetivo de conocer aspectos sociales y el espacio de trabajo del agricultor. También, en el capítulo, se describe la importancia del agricultor y la promoción del trabajo decente en el sector agrícola; en beneficio del agricultor y la productividad agrícola.

Por otra parte, se visualizan métodos de transporte a través del uso de tecnología tradicional peruana y sistemas de transporte agrícola utilizados en otros países latinoamericanos con problemas similares. Esto permitió establecer la hipótesis, la oportunidad de innovación y los objetivos del proyecto.

En el capítulo 3 se describe la metodología del Design Thinking, como proceso para el desarrollo de la investigación del proyecto. En el cual los estudios se han clasificado como: Inducción, Ideación y Validación.

En el capítulo 4 se explican las estrategias de análisis y las herramientas que se utilizaron para analizar los datos recopilados en las etapas de estudio, lo cual permitió establecer parámetros y características importantes a considerar en la propuesta final.

En el capítulo 5 se explican los resultados de diseño obtenidos, según las validaciones realizadas con pobladores y especialistas. Además, se detallan aspectos importantes considerados en la propuesta final de diseño. Posteriormente se realiza una discusión sobre lo encontrado en la investigación y el desarrollo de la propuesta.

El capítulo 6 resume los hallazgos encontrados en la investigación y plantea cómo el sistema Waru permite fomentar el trabajo decente agrícola en el sector rural.

El capítulo 7 detalla algunas de las dificultades durante el proceso de estudio y desarrollo de la investigación. Del mismo modo, muestra las oportunidades de mejora de la propuesta, sobre la base de lo observado en otros contextos agrícolas en la actualidad.

## Capítulo 2. Antecedentes

### 2.1 Marco teórico

#### 2.1.1 El diseño en la innovación social

El sociólogo y diseñador Manzini (2015) en su libro *Cuando todos Diseñan*, menciona: “Cuando los seres humanos afrontan nuevos problemas, tienden a usar su innata creatividad y capacidad para el diseño” (p. 11). Esto refleja que el diseño siempre ha estado presente en la vida del ser humano, ya que, a lo largo de la historia, se conoce que ha enfrentado distintos problemas, los cuales ha logrado solucionar con los recursos que posee, a través de su capacidad creativa.

Por otro lado, el significado de la palabra diseño, en el desarrollo de la historia, ha ido adoptando distintas definiciones para el hombre en las que el valor estético, por lo general, ha tomado mayor relevancia. No obstante, ante esta definición inconclusa sobre el diseño, el docente teórico e investigador en diseño Buchanan (2001) menciona que el pensamiento que se tiene sobre diseño está en plena revolución, debido a que cuestiones como la política logran influenciar y generan cambios en el campo del diseño en muchas partes del mundo. Con respecto a la influencia política en el campo del diseño, Manzini (2015) menciona: “en los últimos años, la innovación social ha pasado de ser algo secundario a colocarse en el núcleo de la agenda política de muchos gobiernos”. (p. 15)

Las definiciones y comentarios diseñadores muestran que el diseño es percibido por las personas de diversas maneras. Sin embargo, en contextos más actuales, el diseño ha tomado relevancia en entornos políticos enfocados en el

desarrollo de la innovación social. Por lo tanto, actualmente, uno de los retos a los que se enfrenta el diseñador es el planteamiento de soluciones creativas ante problemáticas sociales. Estas, en muchos casos, parecen inabordables, debido a la cantidad de parámetros y factores limitantes que poseen.

Para esto, el diseñador Manzini (2015) define como una de las características importantes en la innovación social la “recombinación creativa de los activos ya existentes (desde el capital social al patrimonio histórico, desde la artesanía tradicional a la tecnología avanzada y accesible) y cuyo objetivo consiste en alcanzar metas socialmente reconocidas pero de una manera completamente nueva” (p. 14) .

De esta forma, la innovación social en el diseño se puede definir como la creación de nuevos productos y servicios que satisfacen una necesidad significativa para la sociedad. Sin embargo, se debe considerar que la solución de estos problemas sociales pueden encontrarse en servicios o productos existentes, los cuales deben ser adaptados a los contextos del problema y la necesidad humana principal. Para lograr adaptar estas soluciones a los problemas sociales existentes, es necesario el estudio del ser humano y su relación con el entorno. En función de esto, Buchanan (2001) menciona que la investigación del entorno social para el desarrollo de propuestas enfocadas en la necesidad del hombre es una de las funciones más importantes del diseñador, ya que permite la comprensión del problema específico dentro de contextos particulares. Del mismo modo, menciona que la capacidad para integrar conocimientos de distintas especialidades le permite al diseñador proponer soluciones pensadas en el hombre, considerando factores humanos como la ergonomía, comportamiento, así como el contexto social y cultural con las que se relaciona.

Como se mencionó anteriormente, las ideas planteadas por los autores muestran cómo el diseño social se ha convertido en un enfoque importante en la sociedad, porque las soluciones se desarrollan a partir del estudio del hombre en su entorno. De esta manera se puede decir que la integración del diseñador para el desarrollo de estos proyectos es importante, porque permite el proponer soluciones considerando factores humanos indispensables para mejorar la calidad de vida de los mismos.

### **2.1.2 Comunidad de Chillaco**

Según datos estadísticos de los Censos Nacionales 2017 del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), Chillaco es un centro poblado, cuya población se encuentra conformada por 78 personas, entre ellos 45 hombres y 33 mujeres con 39 viviendas habitadas ubicadas en la región natural de Yunga Marítima. Al respecto, Cajal (s.f.) mencionó que “La región Yunga es famosa por la producción de frutas. En esta zona se cultivan el guayabo, la palta, el pacaé, el manzano, la chirimoya y el ciruelo, por mencionar algunos árboles frutales” (párr. 3).

Chillaco posee un clima y territorio geográfico apto para el cultivo de frutos arbóreos. Ramos (2016) ), en su estudio sobre marketing social realizado en Chillaco, afirmó que el poblado se dedica al cultivo de manzano, chirimoyo, palto, tuna, tara, hortalizas y papaya, siendo los tres primeros cultivos mencionados los más predominantes en la zona con un 90%, 75% y 25% de pobladores dedicados a ellos, respectivamente. Según los datos proporcionados, los agricultores de la zona presentan mayor producción de frutas para mantener la economía familiar. Por ello, la comunidad de Chillaco está compuesta por familias agrícolas en pleno desarrollo económico, las



cuales manejan los procesos tradicionales agrícolas como siembra, recolección y traslado de cosecha al hombro para lograr el acopio de los productos en puntos estratégicos y, de esa manera, poder transportarlos por camiones de acopio al mercado limeño.

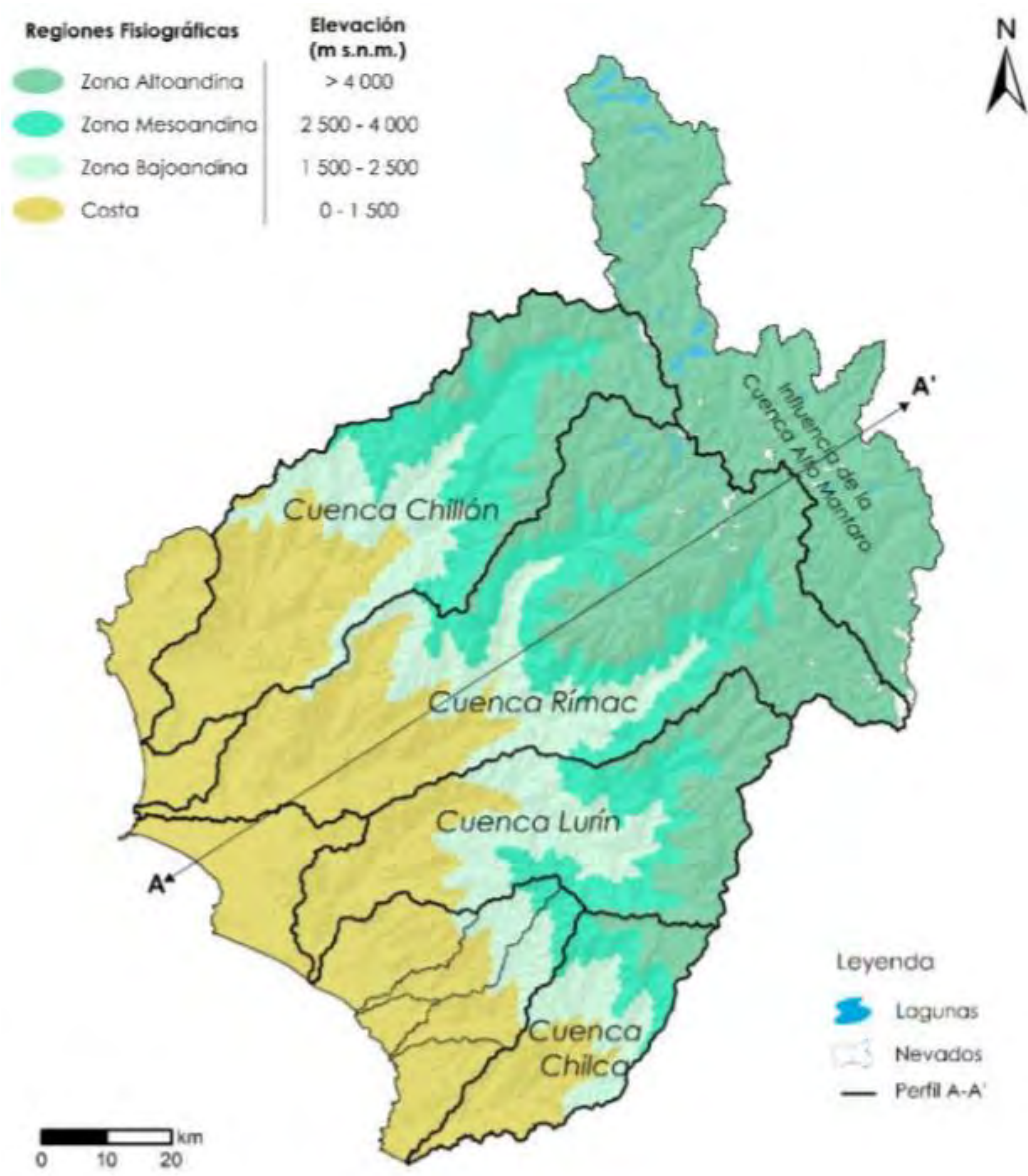
### **2.1.2.1 Ubicación geográfica y fisiografía**

De acuerdo con Huamán (2014), la zona de Chillaco se encuentra a 50.5 km de la carretera de Lima a Huarochirí, 50 km antes de llegar al distrito de Antioquía. En este sentido, Chillaco pertenece a la zona valle de la cuenca del río Lurín. Según Núñez (s.f.), en su investigación *Avances del programa de ecodesarrollo de la cuenca del río Lurín a 1995*, la cuenca del río Lurín contiene todos los pisos ecológicos, los cuales tienen origen desde el nivel del mar hasta los 5000 m s. n. m. Entre los 10 distritos pertenecientes a las provincias de Lima y Huarochirí, que abarcan la cuenca, se encuentra el distrito de Antioquía a menos de los 2000 m s. n. m. Según el INEI (2018), Chillaco es uno de los caseríos del distrito de Antioquía y está ubicado a 1189 m s. n. m.

Por otro lado, el estudio topográfico de cuencas, realizado en 2019 por el Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín, muestra las características fisiográficas de la cuenca del río Lurín, en el cual está ubicada la comunidad de Chillaco. Por lo tanto, considerando la información sobre la ubicación y el nivel altitudinal de Chillaco, según institutos nacionales y el estudio topográfico de cuencas, la comunidad pertenece a la región fisiográfica Costa (ver figuras 4 y 5).

**Figura 4**

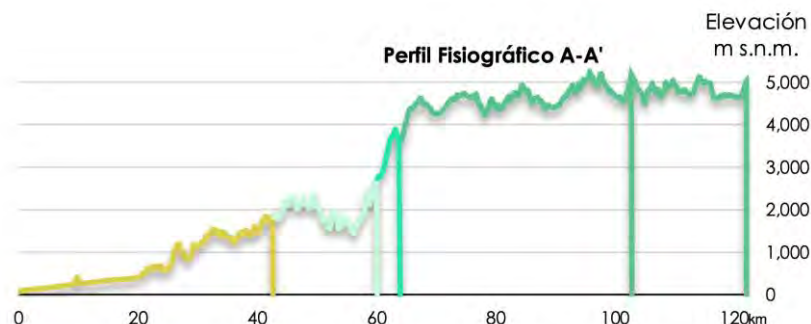
*Zonas fisiográficas de la cuenca del río Lurín*



*Nota.* Tomado de *Diagnóstico inicial para el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca*, por Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín, 2019.

## Figura 5

### Perfil fisiográfico



*Nota.* Tomado de *Diagnóstico inicial para el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca*, por Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín, 2019.

En la Figura 5 se observan los desniveles del suelo de la zona Costa. El Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín (2019) indicó que esta zona se define como un territorio en donde:

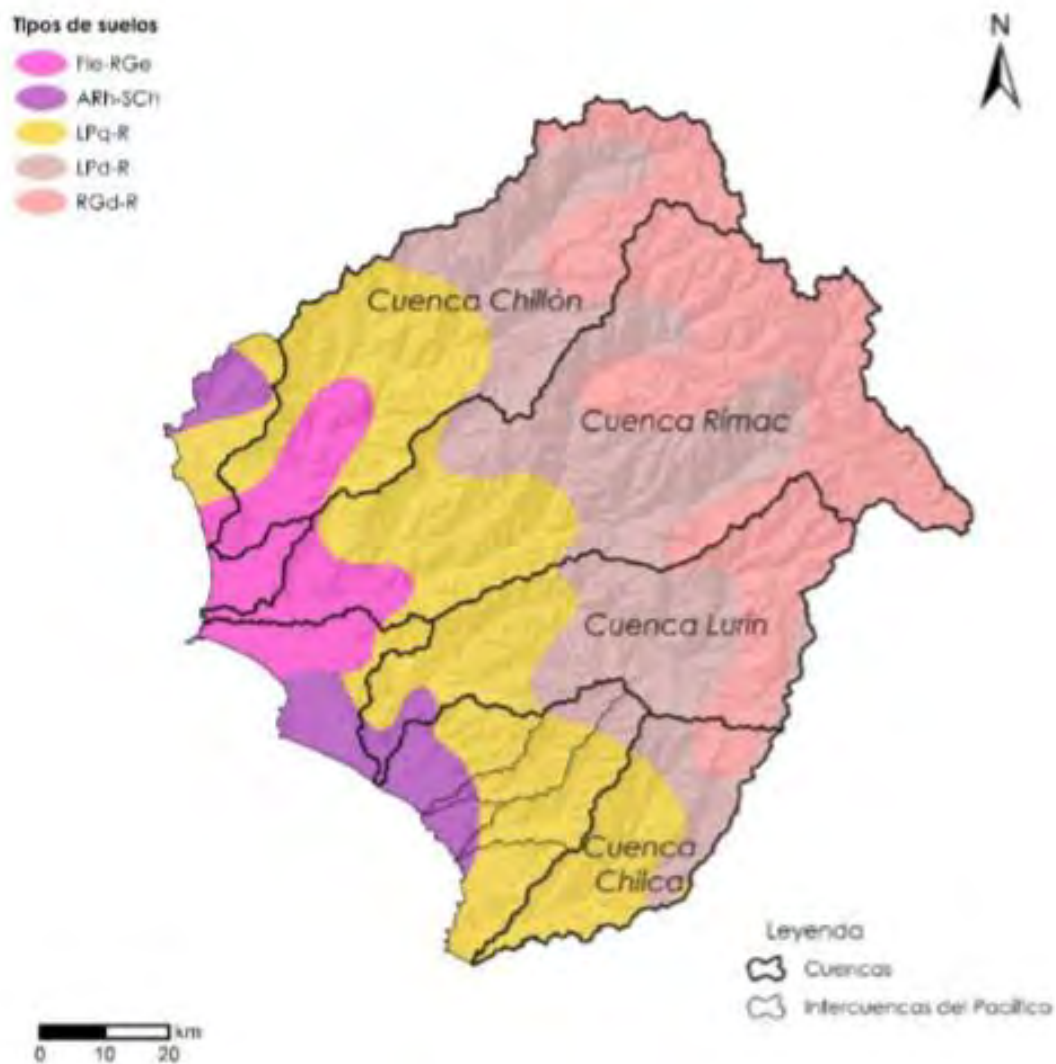
Predomina la formación fisiográfica Colina y Montaña (23,6 %), con vertiente montañosa empinada a escarpada, moderadamente empinada y colina. Seguida de la formación tipo Planicie (8,6 %) representada por la presencia de valles, llanura y llanura irrigada. Finalmente se tiene la formación tipo Planicie Ondulada a Disectada (1,1 %) con llanura ondulada. (p. 7)

En concordancia con lo anterior, en la zona Costa predomina la fisiografía tipo montaña escarpada. Además, según su ubicación latitudinal, el tipo de suelo del poblado es Leptosol dístico- Afloramiento lítico (LPd-R). Esta clasificación de tipo de suelo la realizó el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) en el 2002 (Ver Figura 6). El Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín (2019) describió este tipo de

suelo como “muy superficial desarrollado a partir de roca dura, coherente y consolidada. (...) Presente en una topografía muy accidentada en laderas de colinas y montañas” (p. 10).

## Figura 6

### Clasificación de suelos



*Nota.* Tomado de *Diagnóstico inicial para el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca*, por Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín, 2019.

Cómo se ha descrito el territorio, se puede decir que la zona donde está ubicada la comunidad de Chillaco posee una topografía accidentada con presencia de pendientes pronunciadas, montañas y suelo conformado por roca dura, por donde los trabajadores deben de trasladarse para realizar las actividades relacionadas con la agricultura.

### **2.1.3 Andenería y medios de transporte agrícola tradicional**

En la investigación titulada *Conservación y abandono de andenes*, la ingeniera agrónoma Felipe-Morales (2004) menciona que la andenería es una tecnología agrícola desarrollada por peruanos de la época prehispánica debido a las limitaciones geográficas del agua y suelo, para el desarrollo de la agricultura de sobrevivencia. Además, indica que la tecnología de andenería aún la conservan las poblaciones tradicionales dedicadas a la agricultura.

Asimismo, Llerena et al. (2004) explicaron que la construcción de andenes, en laderas con pendiente en Perú, esta relacionada con su geografía montañosa. Gracias a la construcción de estas, las culturas preincas pudieron desarrollarse y expandir su territorio. Por otra parte, los autores señalaron que el sistema de andenería promueve la conservación del agua, el aumento de la filtración en el terreno de cultivo, evita la erosión del suelo y adapta el terreno de pendiente a sistemas agrícolas, facilitando así la producción local.

Con respecto a la producción agrícola en los terrenos con andenería, Gonzáles de Olarte y Trivelli (1999) afirmaron que la tecnología de andenería “permite prácticas agrícolas más productivas y menos riesgosas en las zonas de ladera de las montañas

andinas, gracias a la conversión de terrenos en pendientes en escaleras de terrenos llanos” (p. 18).

A pesar de la variedad de ventajas que trae la construcción de andenes en la agricultura y la conservación del agua en geografías montañosas en Perú, como señalaron algunos expertos, aún existen zonas en donde no se supervisa la conservación de andenes y mucho menos se implementan. Como consecuencia, son muchas las poblaciones agrícolas rurales las que se ven perjudicadas, tendiendo en cuenta que dependen económicamente de la agricultura.

Al respecto, la agrónoma Felipe-Morales (2004) manifestó que, a pesar de la gran importancia de la andenería en regiones agrícolas andinas, no se conoce la extensión real de los andenes. Además, desde la década de los 80, en Perú comenzó la rehabilitación de sistemas de andenería por parte de organizaciones no gubernamentales (ONG) e instituciones nacionales, en donde se estimó que la extensión de andenería rehabilitada fue de 4000 hectáreas (ha), la cual representa solo el 1.2 % de andenes inventariados.

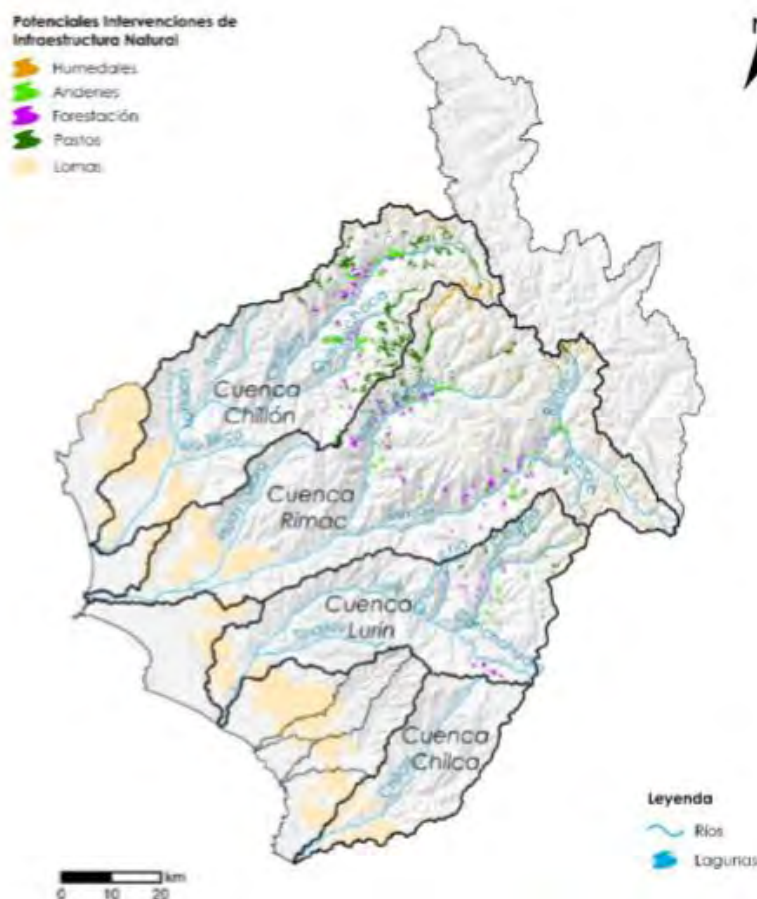
Dicho lo anterior, es posible inferir que en Perú existe un descuido por parte de las autoridades en relación con la preservación de tecnología agrícola prehispánica, en este caso, la andenería. Esto evita que se aprovechen los recursos naturales de las zonas rurales y se beneficien a las poblaciones dedicadas a la agricultura, en términos productivos, económicos y sociales. Asimismo, en el caso de Chillaco es necesaria la conservación de la andenería, ya que permitirá a los agricultores expandir sus parcelas agrícolas, producir en mayores proporciones y beneficiarse económicamente.

### 2.1.3.1 Andenería en la cuenca del río Lurín

Según Felipe-Morales (2004), el estado de conservación es uno de los criterios utilizados para clasificar los tipos de andenes en Perú. Dentro de este criterio los andenes están divididos en tres grupos: los bien conservados, los medianamente conservados y los derruidos. En la Figura 7 se muestra la ubicación de andenes en cuencas, entre ellas la cuenca del río Lurín, donde esta la comunidad de Chillaco.

**Figura 7**

*Presencia de andenería en la cuenca del río Lurín*



*Nota.* Tomado de *Diagnóstico inicial para el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca*, por Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín, 2019.

Con respecto a la presencia de andenes, la Autoridad Nacional de Agua (2019) mencionó que muchos de los sistemas de andenería se encuentran abandonados, descuidados o derruidos. Chamochumbi (1987), como se citó en Felipe- Morales (2004), “determinó una extensión de 1576 hectáreas de andenes en la zona, de los cuales a diferencia de la cuenca del río Rímac, se usa actualmente el 84 %” (p. 1). A continuación, en la Tabla 1 se muestra la extensión de andenes en la cuenca del río Lurín, según la investigación de Walter Chamochumbi.

**Tabla 1**

*Extensión de andenes en la cuenca del río Lurín*

<b>Estado de conservación</b>	<b>Extensión (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Conservados	1,049	66.5 %
Semiderruidos	448	28.5 %
Derruidos	78	5.0 %
Total	1575 ha	100 %

*Nota.* Adaptado de *Inventario, evaluación y uso de andenes en la cuenca del río Lurín*, por Chamochumbi, 1987, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Por otro lado, la Figura 8 muestra cómo los pobladores de Chillaco intentan preservar la construcción de andenería en sus parcelas agrícolas, con el objetivo de facilitar las tareas agrícolas en terrenos tipo montaña y expandir sus áreas de cultivo. En este contexto, la conservación de infraestructura agrícola la realizan los mismos pobladores, valiéndose de los conocimientos tradicionales constructivos que poseen.



## Figura 8

*Reconstrucción de andenería por pobladores de Chillaco*



### 2.1.3.2 Componentes arquitectónicos para el transporte inca

Como se expuso anteriormente, gran parte del territorio peruano posee una geografía accidentada. Los antiguos pobladores lograron adaptarse a través de la construcción de caminos, terrazas y escalones agrícolas. Esto puede verse reflejado en la construcción del Qhapaq Ñan, un sistema vial que permitió la comunicación entre pueblos del Tawantinsuyu. El Ministerio de Cultura del Perú (2013) afirmó lo siguiente:

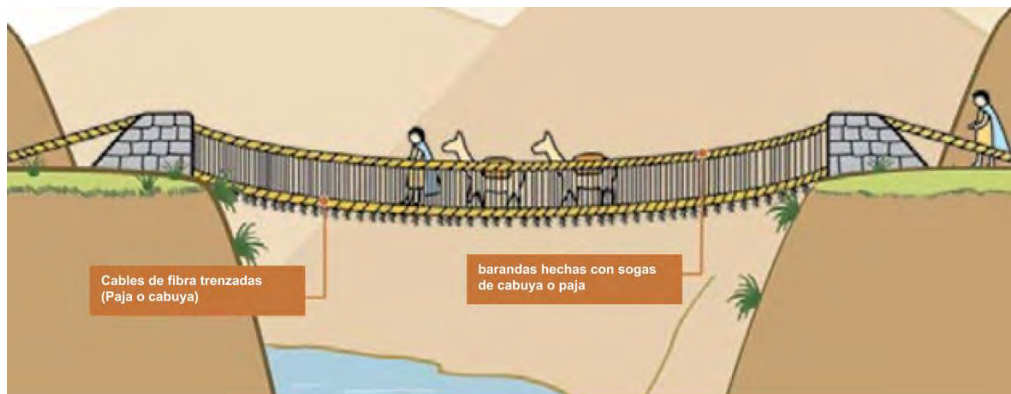
El *Qhapaq an* fue planificado y construido por el Estado inca para conquistar y gobernar las poblaciones incorporadas al *Tawantinsuyu*, así como para administrar los diferentes recursos existentes en el vasto y diverso territorio andino incorporado a través de las negociaciones políticas o de la guerra. Sirvió también para vincular los distintos pueblos con el Cuzco, la ciudad capital del Estado. (p. 21)

En la construcción del sistema vial incaico es posible visualizar los componentes arquitectónicos y métodos de transporte utilizados por los incas. Estos componentes sirvieron para proporcionar caminos seguros de transporte para los pobladores en la geografía de los Andes. El Ministerio de Cultura del Perú (2013a), en *La guía de identificación y registro del Qhapac Ñan*, señaló que los elementos arquitectónicos más importantes del camino inca fueron: puentes, huaros, calzadas, muros, alineamiento de piedras, canales de drenaje, escalinatas y túneles. Cabe mencionar que todos estos elementos se desarrollaron a través de técnicas constructivas, contemplando las características del suelo, el ambiente y los materiales disponibles en las zonas.

Entre los componentes arquitectónicos mencionados, los puentes y huaros se construyeron con el objetivo de cruzar ríos o barrancos. De acuerdo con el Ministerio de Cultura del Perú (2013a), la construcción de puentes se realizaba con ayuda de sogas y cables que se amarraban a bases fabricadas en piedra y barro, tal como se muestra en la Figura 9.

## Figura 9

### Construcción de puente incaico

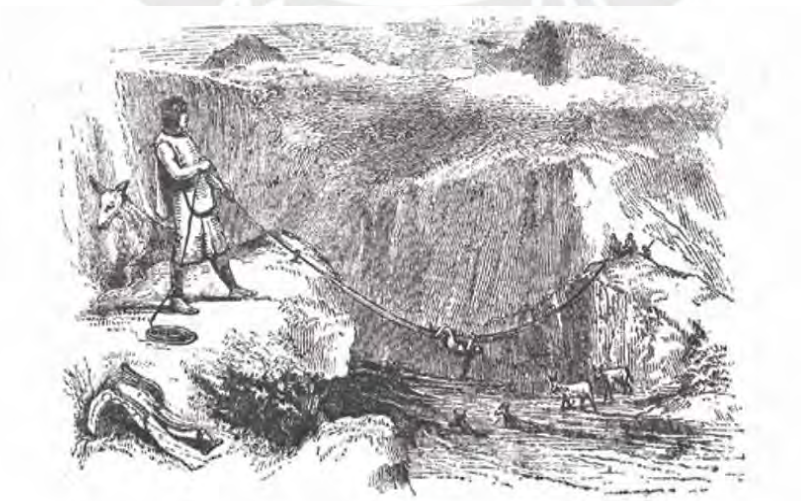


*Nota.* Tomado de *Puente colgante incaico*, por Bedoya, 2013.

Para el caso de los huaros o también llamados oroyas, la Organización del Estado (2013) indicó que “La oroya es un mecanismo que consiste en una especie de cesta o cajón, comúnmente de cuero, que, pendiente de dos argollas, corre por una cuerda fija por sus dos extremos” (p. 39). A continuación, en la Figura 10 se muestra la construcción del sistema.

## Figura 10

### Huaro incaico



*Nota.* Tomado de *Puente tipo oroya o huaro*, por Ministerio de Cultura, 2013.

En ambos casos arquitectónicos, se pueden observar principios básicos de movilidad y construcción, los cuales se conservan hasta ahora en zonas rurales de difícil acceso. Por ello, al igual que la andenería, es importante mantenerlas en buenas condiciones, en tanto que garantizan la comunicación entre pueblos ubicados en zonas topográficas de difícil acceso en Perú.

### **2.1.3.3 Sistema de transporte de huaros en Perú**

Los huaros, como se explicó anteriormente, tienen origen en la construcción de caminos para el traslado en los Andes. Sin embargo, los conceptos de movilidad han sido conservados e implementados en nuevos sistemas mecánicos de transporte de personas, quienes, por lo general, tienen la necesidad de cruzar terrenos interceptados por ríos. La empresa española Transport A.R. (s.f) describió las sustituciones materiales de los huaros tradicionales a huaros modernos:

Uno de los tipos de paso eran las Oroyas o Huaros, ingenios, como hemos mostrado, ancestrales, que consistían en cables de fibras naturales de cáñamo que se armaban atados a árboles, pilares o muros de piedra y suspendidos de ellos se deslizaba, utilizando sogas más delgadas, una canasta con productos agrícolas e inclusive personas. (párr. 9)

Con posterioridad, las cuerdas de cáñamo se fueron sustituyendo por cables de acero y sobre estos plataformas rodantes suspendidas, que hasta la actualidad han sido el oneroso sistema de transporte de muchas comunidades y el único medio de sacar sus productos del campo, generando durante siglos pequeñas economías por las enormes dificultades de acceso e integración en mercados de mayor tamaño. (párr. 10)

Transport A.R. fue una de las empresas encargadas de la construcción del primer huaro peruano, el cual se inauguró en el mes de mayo de 2014 sobre el río Pozuzo, con el objetivo de garantizar una mejor accesibilidad a distintas poblaciones (ver Figura 11). Con base en esto, la empresa detalló los componentes del sistema de la siguiente manera:

Dos plataformas de hormigón armado, una en cada lado, de las dimensiones adecuadas para recibir las infraestructuras de acceso y soporte, así como resistir los esfuerzos a que son sometidos por los anclajes de los cables. Pórticos de acero para apoyo y desviación de los cables en ambas plataformas. (Transport A.R., s.f., párr. 10)

“Dos cables fijos y paralelos que hacen de carril, conformados de forma espiral y anclados con tensores intermedios a los macizos en ambos lados” (Transport A.R., s.f., párr. 11).

“Un vehículo equipado con un sistema de tracción manual – mecánico, y suspendida de dos carros de poleas se desliza de un extremo a otro apoyada en los dos cables” (Transport A.R., s.f., párr. 12).

“Dos accionamientos, también manuales e instalados en ambas estaciones, para la transferencia del vehículo desde el lado opuesto” (Transport A.R., s.f., párr. 13).

## Figura 11

*Huaro moderno ubicado sobre el río Pozuzo*



*Nota.* Tomado de *Perú moderniza sus huaros*, por Transport A.R., s.f.

Por su parte, la Asociación Ecología, Tecnología y Cultura en los Andes (ETC Andes, 2016) sostuvo que, posterior a la implementación de este sistema, la empresa peruana Cotinex, otra empresa encargada de desarrollar el proyecto, fabricó un modelo que funcionaba con energía solar a través del uso de paneles solares.

Asimismo, la asociación ETC Andes (2016) describió una de las entrevistas realizadas a Jorge Chávez Rodríguez, un ingeniero mecánico que diseñó y desarrolló el proyecto de huaro solar. En ella, el experto mencionó que la instalación de un huaro solar es mucho más costosa que la instalación de un huaro manual. No obstante, la implementación de un huaro solar se justifica cuando el ancho del río es superior a 100 metros. En la misma entrevista, también se consultó sobre el porqué instalar un huaro en lugar de un puente. Frente a ello, el entrevistado manifestó: “En principio es más barato, pero sobre todo se instalan en aquellos lugares lejanos, con poca población y además dispersa, con poco tránsito, donde la circulación no justifica un

puente porque no sería rentable” (Asociación Ecología, Tecnología y Cultura en los Andes [ETC Andes], 2016, p. 1) .

Como se expuso en líneas anteriores, para llevar a cabo la implementación de huaros se han utilizado conceptos de movilidad, empleados en la época incaica, y métodos modernos de transporte. Todo ello ha dado como resultado un sistema de transporte tecnológico, seguro y accesible para un grupo de personas con necesidades particulares.

#### **2.1.4 Agricultura en Perú**

El Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO, 2020) afirmó que la agricultura peruana es una de las actividades que genera más empleo a los pobladores; sin embargo, dicha actividad solo termina condicionando al sector, como parte del proletariado, debido al bajo ingreso económico que genera. Es por esta razón, y por las escasas oportunidades de progreso en zonas rurales de Perú, que muchas familias prefieren migrar a la ciudad para encontrar mejores oportunidades laborales (Felipe-Morales, 2004).

Por otro lado, la investigación sobre familias agricultoras latinoamericanas, realizada por la Comunidad Andina (s.f), categorizó a las familias en tres grupos. La primera categoría se denominó Agricultura Familiar de Subsistencia (AFS), en la que se incluyó a las familias con escasez de territorio, lo cual no les permite generar ingresos suficientes. Es importante resaltar que, en esta categoría, las familias forman parte de la población de pobreza extrema. La segunda categoría es Agricultura Familiar en Transición (AFT), donde se agrupan las familias que cuentan con mayores

recursos agropecuarios, lo cual les brinda la posibilidad de producir más alimentos para la venta y autoconsumo; sin embargo, la producción no llega a ser suficiente para el desarrollo de una unidad productiva y su acceso al crédito es limitado. Por último, dentro de la categoría Agricultura Familiar Consolidada (AFC) se encuentran las familias que disponen de mayor potencial de recursos agropecuarios, lo cual les permite capitalizar su vida productiva. Estas familias pertenecen al sector comercial agrícola y superan la pobreza rural con un mejor grado de conservación de sus parcelas, a diferencia de las mencionadas anteriormente.

A continuación, en la Figura 12 se observa la clasificación de familias agrícolas de cuatro países latinoamericanos, incluido Perú, y el porcentaje de familias pertenecientes a cada categoría.

**Figura 12**

*Porcentajes de familias agricultoras en Latinoamérica*

<b>Países</b>	<b>AFS</b>	<b>AFT</b>	<b>AFC</b>
Bolivia **	67,2	22,8	10,0
Colombia *	79,4	12,9	7,7
Ecuador *	61,6	37,0	1,4
Perú ***	45,5	35,4	19,1

Fuentes originales:  
 (\*) FAO/BID 2007/ (\*\*)Obshatko 2007 / (\*\*\*) Gorriti.

*Nota.* Tomado de *Agricultura familiar agroecológica campesina en la comunidad*, por Comunidad Andina, s.f.



#### 2.1.4.1 Cultivos en Chillaco

En una comunidad rural, la producción de cultivos representa la principal fuente de generación de recursos alimenticios y económicos. El Ministerio de Agricultura del Perú (2012) afirmó que “En el país, casi un tercio de la población vive en las zonas rurales y aproximadamente el 50 % de sus ingresos proviene de la agricultura” (p. 6).

En el caso de la comunidad de Chillaco, gran parte de su población se dedica a la producción agrícola. En esta actividad, el suelo y el clima permiten delimitar los tipos de cultivos y la oportunidad de venta agrícola de los pobladores. En la investigación *El Marketing social en el cambio del cultivo de manzano a chirimoyo en Chillaco-Antioquía*, Ramos (2016) sostuvo que el terreno de Chillaco es apto para la siembra y producción de varios productos agrícolas, debido a su ubicación geográfica y el clima subtropical. Además, reveló que la baja precipitación de la zona permite el riego por gravedad de los cultivos. El autor identificó los tipos de cultivos más producidos en Chillaco a partir de una muestra integrada por 55 agricultores, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2***Cultivos producidos en Chillaco*

Cultivo	N° de Agricultores	Porcentaje(*)
Manzano	50	90%
Chirimoyo	41	75%
Palto	14	25%
Tuna	8	15%
Tara	3	5%
Hortalizas	6	10%
Papaya	13	20%

(\*) Cada porcentaje es con respecto al total de agricultores en cada cultivo

*Nota.* Tomado de *El Marketing social en el cambio del cultivo de manzano a chirimoyo en Chillaco-Antioquía*, por Ramos, 2016.

En entrevistas realizadas a 16 familias de Chillaco en 2020, la ONG suiza EcoHumanita evidenció que las familias producen más de un solo tipo de cultivo. Los tipos de cultivos mencionados por los agricultores fueron: manzana, membrillo, palta, chirimoya, tuna, berenjena, camote, fresa y limón. La Tabla 3 muestra la cantidad de agricultores que producen los cultivos mencionados.

**Tabla 3***Cultivos según encuesta de la ONG EcoHumanita 2020*

Cultivo	N.º de agricultores	Porcentaje
Manzana	5	31 %
Membrillo	5	31 %
Palta	8	50 %
Chirimoya	6	37 %
Tuna	1	6 %
Berenjena	1	6 %
Camote	4	25 %
Fresa	1	6 %
Limón	1	6 %

*Nota.* Los porcentajes de la tabla corresponden al total de agricultores en cada cultivo.

Los datos muestran que los cuatro tipos de cultivos más producidos por los agricultores son: palta, chirimoya, manzana y membrillo; es decir, frutos procedentes de árboles. De igual forma, en la investigación de 2016, el porcentaje más alto se ubicó en el cultivo de manzana y chirimoya.

#### **2.1.4.2 Abastecimiento de los cultivos a los mercados**

Actualmente, existen servicios, agentes e infraestructura necesaria para el transporte y comercialización de alimentos, garantizando así el transporte y abastecimiento de productos agrícolas provenientes de zonas rurales a los mercados. En cuanto al desarrollo de cadenas productivas en el sector agrícola, el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (s.f.) expuso que uno de los elementos necesarios son las “alianzas productivas”; es decir, acuerdos y vínculos entre dos o más agentes, con los cuales se evalúan recursos, esfuerzos y habilidades para lograr beneficios mutuos.

Por lo tanto, el abastecimiento de productos agrícolas a los mercados depende de las relaciones que se generen entre los agentes del entorno del agricultor, puesto que ellos son los proveedores iniciales de la cadena productiva. Asimismo, antes de generar alianzas productivas con agentes, los agricultores determinan el canal de comercialización de sus productos. Cannock y Geng, como se citó en Escobal (1994) refirieron lo siguiente:

Son numerosos los canales de comercialización, y de una zona productora a una urbe consumidora es posible encontrar desde los más elementales hasta los más complejos. Existe, por ejemplo, un canal simplificado en que el productor vende directamente al consumidor (productor-consumidor), que es

el caso de las ferias semanales comunes en diversos pueblos de la Sierra peruana. Otro canal se establece cuando el productor vende a un comerciante mayorista de alguna ciudad (productor- mayorista- minorista- consumidor); una tercera posibilidad es la venta directa a la agroindustria o al exportador (productor- agroindustria- mayorista- minorista- consumidor), que normalmente es el caso de los medianos y grandes productores. (p. 30)

Sin embargo, para el caso de los pequeños agricultores, que generalmente están geográficamente dispersos, el canal de comercialización tradicional es aquél en el cual interviene un acopiador rural. Este tiene la función básica de reunir la producción de varios agricultores, para lograr volúmenes económicamente significativos. Luego interviene, por lo general, un mayorista rural que compra la producción a varios acopladores, para luego venderla a un mayorista urbano (productor- acopiador rural- mayorista rural- mayorista urbano- minorista-consumidor). Este es el canal donde interviene el mayor número de agentes. (p. 30)

Con base en lo mencionado por los especialistas, se puede inferir que la elección de los canales de comercio para los agricultores depende de la producción agrícola, la ubicación geográfica y las costumbres culturales de las comunidades. Además, en comunidades con pequeños agricultores es necesaria la intervención del agente encargado del acopio rural. En ese sentido, Cannock y Geng, como se citó en Escobal (1994), explicaron que los acopladores rurales compran los pequeños excedentes de varios agricultores, los cuales no son mayores a las dos toneladas, para transportarlos a los mercados mayoristas en las ciudades. En lo que concierne al transporte, los mismos especialistas indicaron:

El transporte es una función física del mercadeo que agrega utilidad de lugar a los productos, al colocarlos en los centros de consumo. Por ello, la ineficiencia de un sistema de transporte no sólo encarece los costos de comercialización, sino que puede incluso provocar carestía de alimentos en una ciudad. (Escobal, 1994, p. 32)

En Chillaco se encuentran los agricultores que comercializan su producción al sector local; sin embargo, el mayor porcentaje tiene como destino final la capital peruana. Ramos (2016), en entrevistas realizadas a 55 agricultores dedicados al cultivo de chirimoya, expuso que 49 agricultores venden el producto a Lima por medio de intermediarios del Mercado de Frutas; mientras que los otros agricultores venden localmente (ver Tabla 4).

**Tabla 4**

*Destino de venta de los cultivos de chirimoya de agricultores de Chillaco*

<b>Destino</b>	<b>N.º de agricultores</b>	<b>Porcentaje</b>
Local	6	10 %
Lima	49	90 %
Exportación	0	0 %

*Nota.* Adaptado de *El Marketing social en el cambio del cultivo de manzano a chirimoyo en Chillaco-Antioquía* por Ramos, 2016.

### 2.1.4.3 Trabajo decente en la agricultura

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT, s.f.), el trabajo decente se define de la siguiente manera:

Las aspiraciones de las personas durante su vida laboral. Significa la oportunidad de acceder a un empleo productivo que genere un ingreso justo, la seguridad en el lugar de trabajo y la protección social para las familias, mejores perspectivas de desarrollo personal e integración social, libertad para que los individuos expresen sus opiniones, se organicen y participen en las decisiones que afectan sus vidas, y la igualdad de oportunidades y trato para todos, mujeres y hombres. (p. 1)

En el plano económico, los agricultores dependen de la cantidad de producción agrícola que puedan generar en su territorio de cultivo. Como se observó anteriormente, según la Comunidad Andina (s.f.), el 45.5 % de las familias agricultoras en Perú pertenece a la clasificación AFS, lo que significa que no genera ingresos suficientes para vivir.

Por otro lado, en relación con el riesgo laboral en la agricultura, Jacquier et al. (2003) manifestaron que es el sector donde se registra mayor cantidad de accidentes de trabajo, debido al uso de productos químicos, el bajo índice de instrucción (analfabetismo) y escasa labor de prevención. Por esta razón, los autores señalaron que la protección social en el sector agrícola es una dimensión esencial en la promoción del trabajo decente, dado que en esta intervienen actores como agricultores, el Estado, colectividades locales, interlocutores sociales, ofertas de servicios, organizaciones locales, cooperativas, mutuales, sociedad civil, entre otros;

con el objetivo de resolver problemas de equidad y eficiencia en la agricultura, a través del desarrollo y la difusión de soluciones innovadoras y adaptables (Jacquier et al., 2003).

Por lo tanto, el desarrollo del trabajo decente en el sector agrícola depende de necesidades y derechos laborales que no están siendo atendidos y evaluados, generalmente en zonas alejadas, rurales y con mala infraestructura. Para lograr fomentar el desarrollo del trabajo decente en el sector agrícola, es necesaria la participación de los agricultores y las autoridades (gobiernos). Uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es el de “Trabajo decente y crecimiento económico”, cuyo propósito, según el Fondo para los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Fondo ODS, s.f.), es:

Estimular el crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la innovación tecnológica. La promoción de políticas que estimulen el espíritu empresarial y la creación de empleo son cruciales para este fin, así como también las medidas eficaces para erradicar el trabajo forzoso, la esclavitud y el tráfico humano. Con estas metas en consideración, el objetivo es lograr empleo pleno y productivo y un trabajo decente para todos los hombres y mujeres para 2030. (párr. 1)

En efecto, generar trabajo decente se traduce en un nivel económico adecuado para el mismo sector, siendo esta una necesidad de mejora en el sector agrícola. Un claro ejemplo es la contribución que realiza el Fondo ODS en Perú, el cual está enfocado a “establecer una cadena de valor inclusiva en la producción de quinoa y otros granos andinos, de manera que el aumento de la demanda en el mercado

internacional puede convertirse en mejoras económicas y sociales de los productores actualmente vulnerables” (Fondo ODS, s.f., párr. 1).

### 2.1.5 Ergonomía

Según la International Ergonomics Association (IEA, s.f.), la palabra *ergonomía* deriva del griego *ergon* (trabajo) y *nomos* (leyes). Además, la ergonomía es una disciplina científica que se ocupa de la comprensión de las interacciones entre el ser humano y los elementos de un sistema, con el fin de optimizar el bienestar humano y general. En 2014, Gomes mencionó que la IEA comprende tres dimensiones clave para el diseño de la organización del trabajo:

- a. Ergonomía física: se ocupa de la anatomía humana y las características biomecánicas y cómo estas se relacionan con la actividad física. En esta dimensión se consideran temas como las posturas pertinentes, la manipulación de cargas, los movimientos repetitivos, el diseño del lugar de trabajo, así como la seguridad y salud en el trabajo.
- b. Ergonomía cognitiva: se relaciona con los procesos mentales como la percepción, la memoria, el razonamiento y la respuesta motora, y cómo estas afectan a las interacciones entre los trabajadores y los demás elementos del sistema (...).
- c. Ergonomía organizacional: se refiere a la optimización de los sistemas sociotécnicos, incluyendo a sus estructuras y procesos políticos de la organización. Temas relevantes en esta dimensión incluyen la comunicación, gestión de recursos de una tripulación, el diseño del trabajo, el diseño de horas de trabajo (...). (p. 5).



Tomando en cuenta la definición y clasificación, según la IEA (s.f.), la ergonomía es la disciplina que permite el desarrollo de actividades seguras y saludables para el trabajador dentro de su entorno laboral. Por lo tanto, al considerar factores físicos, cognitivos y organizacionales a los cuales se enfrenta el trabajador, se logrará minimizar el estrés, las lesiones y enfermedades en el lugar de trabajo, garantizando así a la seguridad laboral.

#### **2.1.5.1 Ergonomía en la agricultura**

Es importante mencionar que hasta ahora, en países en vías de desarrollo y desarrollados, los agricultores siguen enfrentándose a situaciones de riesgo que involucran su salud y seguridad; pese a que la agricultura es una de las actividades económicas más importantes y practicadas en zonas rurales. Desde ese punto de vista, Benos et al. (2020), de acuerdo con la recopilación de investigaciones enfocadas en ergonomía en Europa central, el Mar Mediterráneo, América y Asia, plantearon que las operaciones manuales agrícolas incluyen tareas físicamente exigentes. Estas tareas implican el manejo de materiales, fuerza muscular y carga postural, y se realizan en condiciones climáticas adversas, manteniendo posturas incómodas. Incluso, en países desarrollados existe gran variedad de cultivos que dependen del trabajo manual.

Además de los factores físicos y geográficos mencionados, los cuales complican la labor agrícola, la International Office Labour (ILO, 2014) consideró que, en zonas rurales, el trabajo agrícola también se ve afectado por las malas condiciones de vida como, por ejemplo, viviendas precarias, nutrición de baja calidad, falta de instalaciones de agua, saneamiento y de servicios médicos en la zona. La interacción

entre ambos factores promueve un círculo vicioso de baja productividad, salarios bajos, desnutrición, mala salud y baja capacidad laboral. Esto último crea una morbilidad y mortalidad, siendo este un patrón característico en los agricultores.

En la actualidad, la agricultura se define como uno de los sectores más peligrosos y exigentes para el trabajador. Benos et al. (2020) afirmaron que las actividades agrícolas ocupan el segundo lugar en provocar muertes, lesiones y enfermedades. Entre los problemas de salud derivados de las labores agrícolas se encuentran los siguientes: pérdida de audición, cánceres, trastornos musculoesqueléticos (TME) y enfermedades respiratorias.

Bajo dicha perspectiva, Vyas y Bajpai (2016), en su investigación sobre los peligros para la salud ocupacional, para la cual se contó con una muestra de 120 trabajadores agrícolas, señalaron que los agricultores se exponen a peligros fisiológicos, mecánicos, químicos y ambientales. La Tabla 5 muestra la calificación del malestar que cada actividad provocaba en los 60 hombres y 60 mujeres agricultores encuestados en la investigación.

**Tabla 5***Puntaje porcentual de peligros en las actividades agrícolas*

S. N.º	Actividad agrícola	Puntuación porcentual media de peligros							
		Fisiológico		Mecánico		Químico		Ambiental	
		H	M	H	M	H	M	H	M
1.	Preparación de la tierra	35	43	17	18	25	20	27	40
2.	Siembra	58	66	26	25	35	27	14	24
3.	Deshierbe	44	64	83	93	17	23	32	59
4.	Plan de protección	62	16	17	17	54	21	59	34
5.	Irrigación	44	50	50	50	17	18	28	34
6.	Cosecha	60	67	17	17			14	20
7.	Cultivo de trilla	58	64	27	27			37	42

*Nota.* H=Hombre; F=Mujer. Adaptado de *Ergonomics in agriculture: an approach to quality life of farm communities*, por Vyas y Bajpai, 2016.

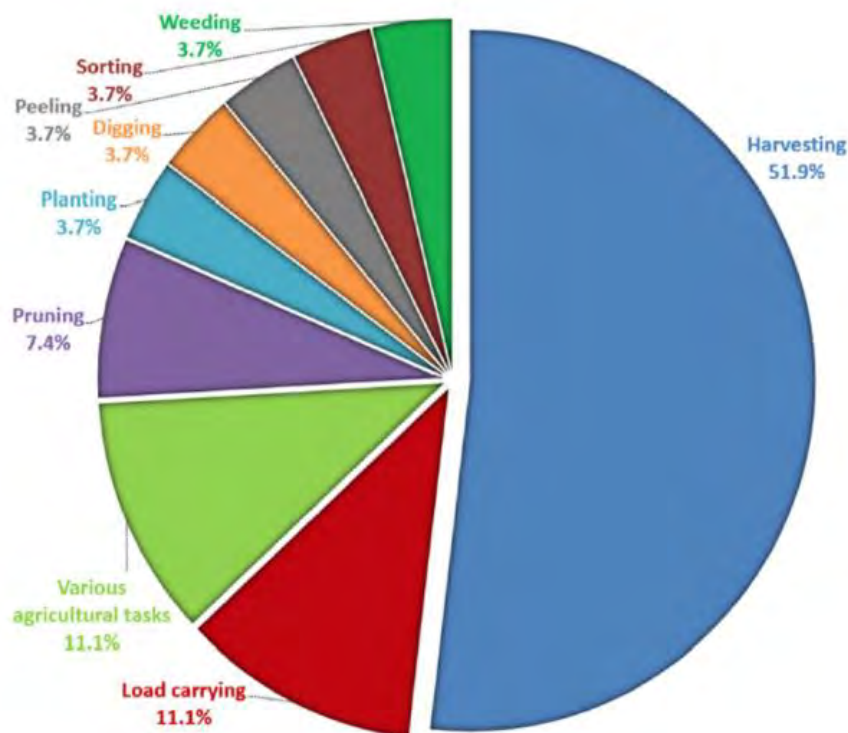
De acuerdo con los datos consignados en la Tabla 5, tanto hombres como mujeres realizan las actividades agrícolas sin distinción alguna. Sin embargo, ambos géneros experimentan los malestares de manera distinta. Por ejemplo, para las mujeres, la mayoría de las actividades representa mayor peligro para su salud integral. Con respecto a los peligros fisiológicos, la fatiga y los TME fueron los principales peligros a los que se enfrentaron casi todos los encuestados. Estos peligros están relacionados con la labor de siembra, protección de plantas, cosecha y trilla.

Por su parte, Benos et al. (2020) afirmaron que los TME son los más prevalentes y han alcanzado proporciones epidémicas. Entre las actividades

principales para el desarrollo de TME en la agricultura, se detectó que el proceso de cosecha constituye el porcentaje de riesgo más alto con un 51.9 %, seguido de la actividad de carga de peso manual con un 11.1 %, y otras actividades variadas en la agricultura.

**Figura 13**

*Relación de actividades agrícolas que provocan TME*



*Nota.* Tomado de *A review on ergonomics in agriculture. Part I: Manual Operations*, por Benos et al., 2020.

Por otro lado, se encontró que el dolor lumbar, la osteoartritis de rodilla y cadera son los problemas más frecuentes en los trabajadores rurales, debido a que tienen que levantar, transportar y mover cargas pesadas mediante el uso de posturas incómodas y la flexión repetida de las extremidades inferiores.

En conclusión, las actividades agrícolas son diversas y afectan de forma distinta a cada trabajador, dependiendo de sus rasgos y cualidades. Actualmente, estas actividades exponen a los agricultores a peligros físicos, mecánicos, químicos y ambientales, siendo los TME las lesiones que más ocasionan las labores agrícolas. Es por esto por lo que la ergonomía desempeña una labor relevante en la prevención de lesiones, puesto que la disciplina considera aspectos físicos, cognitivos y organizacionales del entorno del trabajador, con el fin de garantizar la salud integral de hombres y mujeres, garantizando así una mejor calidad de vida en zonas de escasa infraestructura. Asimismo, debido al involucramiento de la familia en actividades agrícolas en estas zonas con carencias de servicios, es importante crear conciencia sobre los peligros y la seguridad en el trabajo a través de la educación y diversas capacitaciones dirigidas a las comunidades agrícolas.

#### **2.1.5.2 Transporte manual de cargas**

El transporte manual de cargas es una de las actividades más antiguas y exigentes que se realiza en los sectores agrícola, minero, industrial y de construcción. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT, s.f.) postuló que el transporte manual de cargas:

Es responsable de la aparición de fatiga física o bien de lesiones, que se pueden producir de una forma repentina o por la acumulación de pequeños traumatismos aparentemente sin importancia. (p. 2)

Las lesiones más frecuentes son, entre otras: contusiones, heridas, fracturas y sobre todo lesiones musculoesqueléticas. Estas últimas se pueden producir en

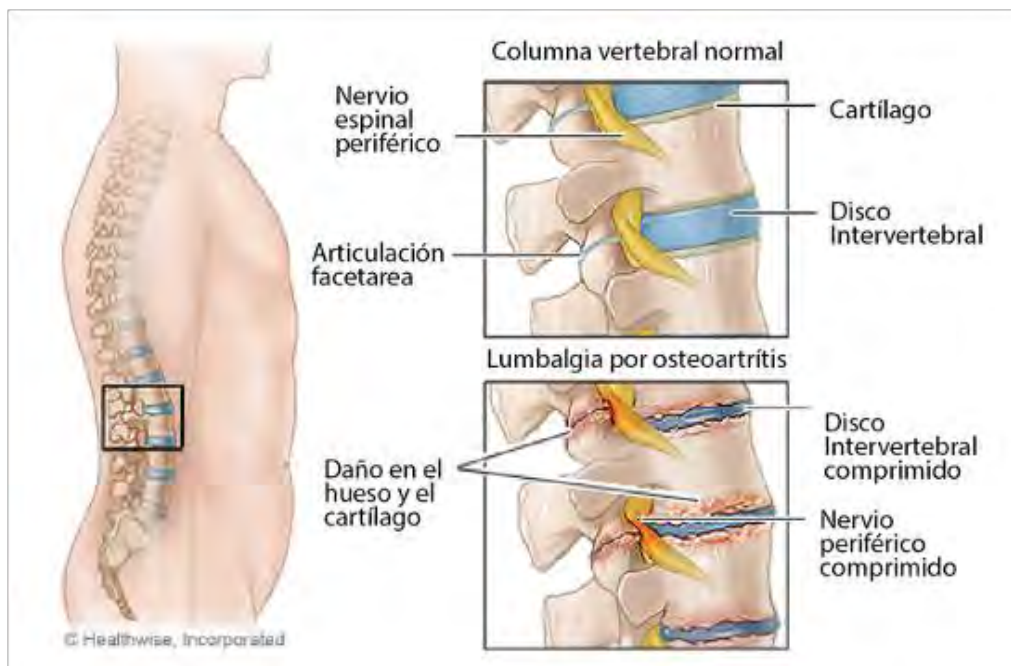
cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores y la espalda, en especial la zona dorsolumbar. (p. 2)

La mayoría de las investigaciones sobre manipulación de cargas señala que las lesiones más comunes de esta actividad se encuentran relacionadas con el dolor de espalda, específicamente en la zona dorsolumbar, debido a que los discos y estructuras espinales se van dañando al tener que soportar la presión del peso de carga. Del Prado (2017) sostuvo que el levantamiento de peso de 5 kg o más, las frecuentes rotaciones del tronco y las continuas cargas verticales sobre la cabeza u hombros, entre otros, son algunos de los factores de riesgo para el desarrollo de lesiones dorsolumbares. En ese sentido, la autora nombró las lesiones más comunes en la zona por manipulación de cargas y sobreesfuerzo, a saber: lumbalgia, ciática y hernia discal.

En primer lugar, la lumbalgia “Se debe a la compresión del disco intervertebral por su límite frontal con desplazamiento de su núcleo afectando a los nervios periféricos. El dolor provoca el bloqueo muscular en la zona lumbar” (Del Prado, 2017, p. 1)

## Figura 14

### Lumbalgia por osteoartritis

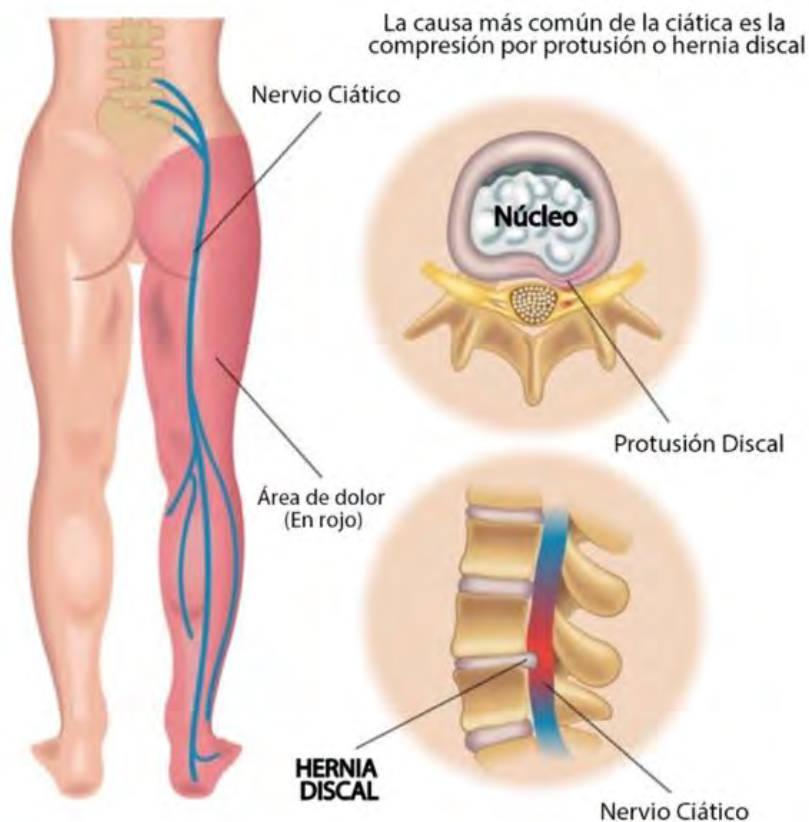


*Nota.* Tomado de “Lumbalgia”, por Villalba, 2016.

En segundo lugar, la ciática “Es una lesión similar a la lumbalgia, pero de mayor alcance, en esta el núcleo pinzado y desplazado hacia atrás llega a presionar el nervio ciático. El dolor desciende a la pierna” (Del Prado, 2017, p. 1). Por último, la hernia discal se concibe como una “Lesión degenerativa de la lumbalgia o ciática en la que el núcleo desplazado se llega a romper ocasionando la distensión o rotura de la envoltura periférica del disco intervertebral, alcanzando al nervio ciático o a la médula espinal” (Del Prado, 2017, p. 1).

**Figura 15**

*Lumbalgia por lesión ciática y hernia discal*



*Nota.* Tomado de “Ciática”, por Sociedad Española de Medicina Interna, s.f.

En el caso de la agricultura, las investigaciones ergonómicas en el sector demuestran que, de todas las labores agrícolas, el transporte de carga es la segunda actividad que más lesiones musculoesqueléticas genera en los trabajadores, seguido de la labor de cosecha. Benos et al. (2020) manifestaron que, con la finalidad de reducir la carga en la espalda baja (zona lumbar) durante la flexión del tronco para el levantamiento de cargas en la agricultura, existen productos ergonómicos denominados “dispositivos de transferencia de peso”. Estos productos tienen como objetivo transferir la carga soportada por la espalda hacia las piernas. Además, los



autores indicaron que las manos y los dedos estarían tensionados durante el contacto de elevación de la carga.

En esa misma línea argumentativa, Benos et al. (2020) hicieron énfasis en que tanto mujeres como niños están expuestos a esta actividad y suelen transportar cargas pesadas diariamente, incluso durante largas distancias. Realizar esta actividad involucra partes del cuerpo como la espalda, la cabeza o los hombros, lo cual degenera su salud, provocando TME.

### **2.1.5.3 Normas para el transporte manual de carga en Perú**

En Perú, las personas dedicadas a la actividad del levantamiento y transporte de carga de los productos son formalmente conocidas como “estibadoras terrestres”. Para mejorar las condiciones de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) de estas personas, la Ley N.º 290088 de 2010, Ley General de Seguridad y Salud en el trabajo de los Estibadores Terrestres y Transportistas Manuales, señala lo siguiente:

El peso a manipular manualmente, sin ayuda de herramientas auxiliares, es de veinticinco (25) kilos para levantar del piso y cincuenta (50) kilos para cargar en hombros; no obstante, en el caso de mujeres, la carga máxima de manipulación manual será de doce (12) kilos y quinientos (500) gramos para levantar y veinte (20) kilos para cargar en hombros. (Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2018, p. 5)

Con respecto a la manipulación de cargas realizada por niños, la Ley N.º 27337, Código de los Niños y Adolescentes, menciona:

Se prohíbe cualquier actividad de estiba y desestiba para niños, niñas y adolescentes (...)

Los adolescentes mayores de 16 años, con autorización del MTPE y del MINSA, pueden realizar labores de transportista manual con ayuda de un medio mecánico (carreta, carretilla o triciclo), sin exceder el peso de 100 kg.

Por medio de estas normas relacionadas con la manipulación de cargas se reconoce que el levantamiento y transporte de peso son factores de riesgo para el desarrollo de TME en los trabajadores que laboran, en su mayoría, en cadenas agroproductivas. La *Guía de seguridad y salud en el trabajo para estibadores terrestres y transportistas manuales*, elaborada por el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (2018), ofrece las medidas preventivas para trabajadores estibadores por medio de una serie de instrucciones para cuidar su seguridad y salud, así como para empleadores, quienes deben implementar las normas en los centros de trabajo. Por otro lado, como se indicó, la implementación de capacitaciones para concientizar a los trabajadores de los riesgos de las actividades es necesaria en la agricultura. Finalmente, la guía describe cuál es la labor específica de diferentes entidades nacionales en la formación y capacitación de la manipulación de cargas (ver Figura 16).

**Figura 16**

*Entidades a cargo de la capacitación de estibadores terrestres*



*Nota.* Tomado de *Guía de seguridad y salud en el trabajo para estibadores terrestres y transportistas manuales*, por Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, 2018.

## 2.2 Estado del arte

Generalmente, en zonas rurales, la labor agrícola se desarrolla de manera informal. En ese sentido, la actividad del transporte de cosecha se realiza utilizando la fuerza física humana, la cual se centra en la manipulación de pesos excesivos. Como se expuso, esto se traduce en problemas de salud físicos como, por ejemplo, TME a largo plazo.

Este trastorno es una realidad que no solo afecta al contexto peruano, sino también a países agrícolas sudamericanos como Colombia y Chile. Por lo tanto, en esta sección se presentan soluciones para el transporte de cosecha encontradas en contextos agrícolas similares de la región.

### **2.2.1 Sistema de transporte por cable - Femecol**

En el proyecto de investigación titulado *Diseño de un transportador aéreo para material agrícola*, Valencia (2013) hizo alusión a la dificultad del transporte de cosecha en zonas rurales dedicadas al cultivo de café en Colombia (ver Figura 17):

En la zona rural del eje cafetero, existen propiedades de pequeños y medianos productores agrícolas con la necesidad en común de disminuir el esfuerzo generado en las diversas tareas que requieren para sus productos y aumentar la eficiencia, disminuyendo tiempos, y con ello costos. En esta región, las fincas en general se encuentran ubicadas en terrenos de irregular topografía, zonas con mayor o menor altitud; donde una de las actividades principales es la cosecha, para lo cual es indispensable el traslado de material e insumos agrícolas, y además, realizar la recolección de los productos. Es por tanto menester, el diseño de un sistema que permita el transporte de los insumos, herramientas y recolección de las cosechas, entre puntos significativamente lejanos, es decir, donde se encuentra la materia prima y las zonas de trabajo. Todo esto con el fin de disminuir la fuerza de trabajo, mejorar la productividad y los tiempos empleados en el desarrollo de dichas actividades. (p. 7)

## Figura 17

*Transporte de costales de granos de café en Colombia*



*Nota. Tomado de Diseño de un transportador aéreo para material agrícola, por Valencia, 2013.*

Por otro lado, el autor hizo referencia al interés de algunas empresas por disminuir estas molestias presentes en el sector agrícola, a través de la implementación de sistemas de transporte por cable aéreo (Valencia, 2013). Uno de los primeros casos mencionados es el de Femecol, una empresa dedicada al diseño, construcción y montaje del sistema de transporte por cable aéreo.

Sumado a lo anterior, Valencia (2013) describió la metodología del transporte en aspectos técnico-funcionales. En la Figura 18 es posible evidenciar el método de

transporte por cable de la empresa, con el uso de poleas y estructuras metálicas en las cuales se colocan los costales de cosecha para ser trasladados.

### **Figura 18**

*Transporte a través de cable aéreo Femecol*



*Nota.* Tomado de *Diseño de un transportador aéreo para material agrícola*, por Valencia, 2013.

El sistema descrito en la investigación funciona a través del movimiento de un carrito con cable, el cual se enrolla con ayuda del movimiento mecanizado de un motor, permitiendo impulsar el movimiento de todo el sistema. La Figura 19 muestra el diseño de esta pieza mecánica utilizada para mover peso por cable.

## Figura 19

*Mecanismo de transporte diseñado por Femecol*



*Nota. Tomado de Diseño de un transportador aéreo para material agrícola, por Valencia, 2013.*

Para culminar la descripción del sistema de transporte, el autor expuso las estructuras de soporte utilizadas en todo el recorrido de la zona agrícola, las cuales permiten definir el recorrido del transporte de la cosecha. En la Figura 20 se constata el diseño de estas estructuras y su respectiva fijación, haciendo uso de distintos materiales de construcción (concreto y metal).

**Figura 20**

*Estructuras tensoras de cable diseñados por Femecol*



*Nota. Tomado de Diseño de un transportador aéreo para material agrícola, por Valencia, 2013.*

El sistema descrito, esta pensado para medianos y grandes productores que poseen fincas de más 5 hectáreas de cultivos, por lo que tienen el poder adquisitivo para los costos de mantenimiento del sistema. Sobre esto Mejía (2011) mencionó lo siguiente:

- **Mantenimiento:** el costo mensual por mantenimiento del sistema se reduce a casi cero, dado que los componentes del sistema solo requieren de un mantenimiento preventivo por inspección como el de lubricar cables y mirar los niveles de aceite del reductor, lo cual no representa un mayor costo.



- Consumo: el costo aproximado del KW/h es de \$ 400 000 y el equipo consume 5.5 KW, lo cual, trabajando 10 horas diarias y 6 días a la semana, daría un costo mensual aproximado de \$ 528 000.
- Persona encargada de operar el sistema y descargue la carga: \$ 1 000 000.
- Persona encargada del cargue: \$ 1 000 000. Total: \$ 2 528 000. (p. 117)

El mismo autor menciona que el costo de inversión inicial para la implementación del sistema Femecol es de \$37.911.600 pesos colombianos (Ver Anexo 1).

### **2.2.2 Sistema con motor móvil - Cablevías**

Cablevías, al igual que en el caso anterior, es otra empresa dedicada a la construcción de sistemas de transporte de material agrícola. Este proyecto también se abordó en la investigación de Valencia (2013); sin embargo, en este caso, se menciona que el sistema funciona por medio de un motor de combustión y rodete, lo que permite que el motor se mueva con la carga a través del cable tensado para el transporte de la cosecha. Por su parte, Valencia (2013) afirmó lo siguiente:

A medida que el motor de combustión interna trabaja, este activa una transmisión que permite que dicho motor junto al recolector – que van anclados al cable – avancen a través de este; a su vez el motor que está ubicado en el extremo más lejanos al punto de descarga, va anclado mediante un conector metálico (varilla) al portacargas; - al igual que el motor y el recolector, el portacargas va enganchado al cable de – de esta forma, el motor, el recolector

y la carga que soporta el portacargas, se mueven en conjunto como una sola masa. (p. 15)

El diseño del sistema de transporte también cuenta con estructuras metálicas, las cuales tienen una separación de dos metros aproximadamente (Ver figura 21).

### Figura 21

*Motor de combustión interna sobre cable aéreo*



*Nota. Tomado de Diseño de un transportador aéreo para material agrícola, por Valencia, 2013.*

Para finalizar con ambos casos, en la Tabla 6 se exponen las ventajas y desventajas relacionadas con el uso de estos sistemas con motores.

**Tabla 6***Ventajas y desventajas de los sistemas de transporte aéreo*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>La carga se transporta bidireccionalmente.</b>	Alto costo debido al motor de combustión.
<b>No se necesita que el terreno presente diferencias de alturas para que el sistema funcione adecuadamente.</b>	El anclaje de las estructuras al terreno puede impedir el desmonte rápido del sistema en caso de que sea requerido.
<b>Permite el transporte de diferentes tipos de cultivos o materiales agropecuarios.</b>	El montaje del sistema puede resultar costoso.
<b>El trayecto puede ser tan largo como se desee.</b>	Sistema fijo, no móvil.
<b>Para trayectos largos, el recorrido es continuo y sin demoras en una dirección.</b>	Sistema con movimiento no continuo del cable al cambiar la dirección del desplazamiento.
<b>Adición de mejoras que permiten una mejor funcionalidad del sistema.</b>	Pueden presentarse dificultades durante el mantenimiento del cable.
<b>Debido a que los sistemas están diseñados para cargar pesos de materiales superiores al de un humano, puede fácilmente cargar una persona promedio.</b>	El uso del rodete puede mermar la vida del cable auxiliar, además de ser un coste adicional.

*Nota. Tomado de Diseño de un transportador aéreo para material agrícola, por Valencia, 2013.*

### **2.2.3 Sistema de transporte mecánico en laderas - Agromávida**

En contraste con las anteriores propuestas, Agromávida, un proyecto realizado por la empresa Pro-Gloria en Chile, estuvo a cargo de ingenieros que buscaban optimizar el tiempo de traslado de productos agrícolas en laderas y pendientes; con el objetivo de convertir el área de trabajo de agricultores chilenos en una actividad más competitiva para el beneficio de empresas y la misma comunidad de agricultores.

El proyecto tuvo en cuenta los peligros a los cuales estaban expuestos los agricultores durante el traslado en laderas, cargando un peso excesivo. A diferencia de los sistemas anteriormente mostrados en Colombia, el sistema de transporte de la empresa Pro-Gloria puede generar energía eléctrica, la cual se descubrió durante las pruebas en el terreno. Esta cualidad del proceso mecánico permite mejorar las condiciones laborales de los agricultores adicionales. El Observatorio para la Innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal (2012) mencionó lo siguiente:

La solución propuesta es un equipo electromecánico, formato andarivel que transporta la carga en un sistema cerrado y que, oportunamente, puede generar energía eléctrica en su operación, principalmente cuando descarga la fruta. Además es móvil y flexible, lo que permite seguir a los cosechadores. Proponemos que es más seguro que la labor actual y esto no solo para las personas sino también para las empresas.

**Figura 22**

*Sistema de transporte Agromávida*



*Nota.* Tomado de PYT 2012 0029 Agromávida, por FIA\_Chile, 2012.

**Figura 23**

*Diseño de Agromávida*



*Nota.* Tomado de PYT 2012 0029 Agromávida, por FIA\_Chile, 2012.

#### 2.2.4 Sistema de transporte por cable terrestre

El sistema de transporte por cable terrestre consta de un sistema menos mecánico y sin estructuras metálicas, en comparación con los sistemas descritos anteriormente. El proceso de transporte cuenta con un método de arrastre del cultivo por un terreno en pendiente. El sistema está compuesto por un cabrestante, esto es, un dispositivo mecánico que posee un rodillo giratorio, en el cual se enrolla un cable que, al ser manipulado manual o mecánicamente, logra arrastrar o levantar objetos pesados. El sistema artesanal, al igual que los casos anteriores, también emplea un motor de combustión para generar una fuerza y mover productos por medio de la herramienta de cabrestante (ver Figura 24).

**Figura 24**

*Sistema artesanal*



*Nota.* Tomado de *Sistema de malacate y vagón para transporte de café en cereza en condiciones de alta pendiente*, por Sanz et al., 2011.

Este método de transporte depende mucho de la topografía del suelo. Por ello, el diseño del sistema contiene la implementación de un vagón de madera, en el cual se acopian los cultivos y se trasladan utilizando un método de arrastre con cable. El método consiste en sujetar el vagón a través de la cuerda del cabrestante e impulsarlo con la fuerza del motor reductor hacia la cima de la pendiente (ver figuras 25 y 26). Con respecto a los detalles constructivos de la plataforma, Sanz et al. (2011) mencionaron:

El vagón, con un peso de 75 kg, consiste en una plataforma metálica de 60 cm x 120 cm, a la cual se le instalaron cuatro ruedas metálicas de 40 cm de diámetro y 15 cm de ancho. Con el ánimo de reducir el peso de la estructura se complementó con tablas y listones de madera tipo carrocería, con la posibilidad de remover las puertas para agilizar la carga de la plataforma. La altura del vagón fue de 60 cm. Todos los elementos fueron calculados para resistir una carga máxima de 225 kg de café en cereza y las ruedas fueron diseñadas para producir una presión de contacto menor a la que causa una persona caminando, estimada en 63 kPa (17). (p. 107)

**Figura 25**

*Vagón con ruedas metálicas*



*Nota. Tomado de Sistema de malacate y vagón para transporte de café en cereza en condiciones de alta pendiente, por Sanz et al., 2011.*

**Figura 26**

*Sistema de transporte de café en pendientes*



*Nota. Tomado de Sistema de malacate y vagón para transporte de café en cereza en condiciones de alta pendiente, por Sanz et al., 2011.*



En este caso, el sistema construido de una forma más artesanal se adaptó a un medio móvil y sistemas mecánicos (herramientas) básicas, para transportar material agrícola en terrenos con pendientes. En efecto, esto se aproxima a una propuesta más económica, pues no es necesario construir bases estructurales para colocar el cable de transporte.

### **2.2.5 Cabrestante para manipulación de cargas**

Para finalizar, en todas las propuestas de sistemas móviles aéreos enfocados en el transporte de productos agrícolas se observó la manipulación de un mecanismo que posee la características de carrete con cable y que, a su vez, se utiliza para controlar el transporte de cosecha de forma aérea o terrestre. Este tipo de herramienta es comúnmente conocida en el sector de manipulación de cargas como cabrestante o winche.

Existen distintos tipos de cabrestantes en el sector industrial, los cuales están diseñados de acuerdo con el tipo de manipulación de carga que se quiere realizar, ya sea levantamiento o arrastre. El cabrestante más común es el que se utiliza manualmente y posee un freno de seguridad, el cual traba el sistema de los engranajes que generan el movimiento del sistema. Tal como lo mencionó la empresa REMA (s.f.), es una herramienta que posee un freno automático utilizado para tensar o elevar cargas. En la Figura 27 se puede observar la morfología de la herramienta. Para detalles más específicos sobre los componentes de la herramienta, revisar el plano de ensamble de cabrestante manual de la marca Gan-Mar en el Anexo 2.

## Figura 27

*Cabrestante manual de la marca REMA*



*Nota. Tomado de Cabrestante manual 142 Cabrestantes de tornillo sin fin. 146 Cabrestantes eléctricos 150, por REMA, s.f.*

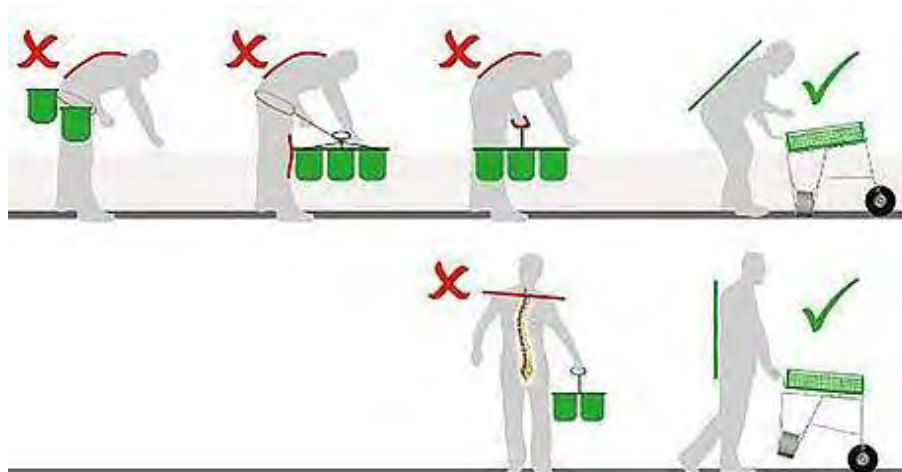
Por otro lado, en los contextos de transporte agrícolas como Cablevías, se observa el uso de cabrestantes equipados con motor de combustión. Esto permite que el proceso de traslado de cosecha, como el mencionado, se dé de manera automatizada y que logre cargar mayores cantidades de peso.

### **2.2.6 Vehículo para recolección de cultivos de fresas**

Como último modelo de innovación se presenta un vehículo enfocado en evitar la acción de posturas forzadas durante el proceso de recolección de cosecha. Albarracín (2019) señaló que el diseño del vehículo para recolectar y transportar frutos está enfocado en reducir el daño causado por las malas posturas que adoptan los agricultores encargados de la carga de peso y traslado de la cosecha en canastas. Bajo dicha perspectiva, la solución planteada reduce el estrés lumbar, lo que permite aumentar el rendimiento del agricultor para realizar la tarea agrícola.

**Figura 28**

*Cambio de la postura en el proceso de recolección*



*Nota.* Tomado de *Propuesta de una solución tecnológica de recolección de fresa a partir de una integración de saberes de ingeniería y diseño*, por Albarracín, 2016.

**Figura 29**

*Vehículo y sus partes*



*Nota.* Tomado de *Propuesta de una solución tecnológica de recolección de fresa a partir de una integración de saberes de ingeniería y diseño*, por Albarracín, 2016.

El estudio del diseño fue liderado por el profesor Holman Mauricio Albarracín Pinzón, diseñador industrial y magíster en Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL).

Para diseñar el vehículo, el profesor Albarracín prefirió centrarse en el beneficio para los cultivadores más que en la recolección de un mayor número de fresas.

“Al poner un carro en el piso con un soporte y con una llanta se desliza entre el cultivo, le quitamos la carga al ser humano y se la ponemos al sistema; con esto también se aumenta la eficiencia de la cosecha, al beneficiar la salud del trabajador”, explica.

“Aunque no hubo un rendimiento mucho mayor en la cantidad de fresas recolectadas, al quitarle la carga al cultivador notamos que la gente no solo podía trabajar mejorando su clima laboral, sino que al cansarse menos podía hacerlo por más tiempo”, detalla el docente, quien actualmente dicta la asignatura de Laboratorio de Diseño II en la UNAL. (Agricultura y Ganadería, 2020, párr. 2)

En el caso de esta propuesta, el diseño del vehículo para la recolección de fresas mejora ergonómicamente la actividad realizada por el agricultor durante horas prolongadas. Sin embargo, se debe considerar que esta propuesta ha sido planteada para el transporte de la cosecha en terrenos planos.

### **2.3 Brecha de innovación**

Teniendo en cuenta las propuestas mencionadas en el apartado “Estado del arte”, enfocado en el problema del transporte de cultivos, y considerando el contexto

de andenería pedregosa, la fuerte pendiente en Chillaco y la situación económica de los agricultores, se determinó que los sistemas encontrados requieren de una costosa inversión económica para el uso de motores y mantenimiento del sistema. Por eso, la oportunidad de innovación se centra en priorizar la economía y la accesibilidad del producto, así como la seguridad física del agricultor a través de un sistema de transporte de cosecha de bajo costo para terrenos con pendientes.

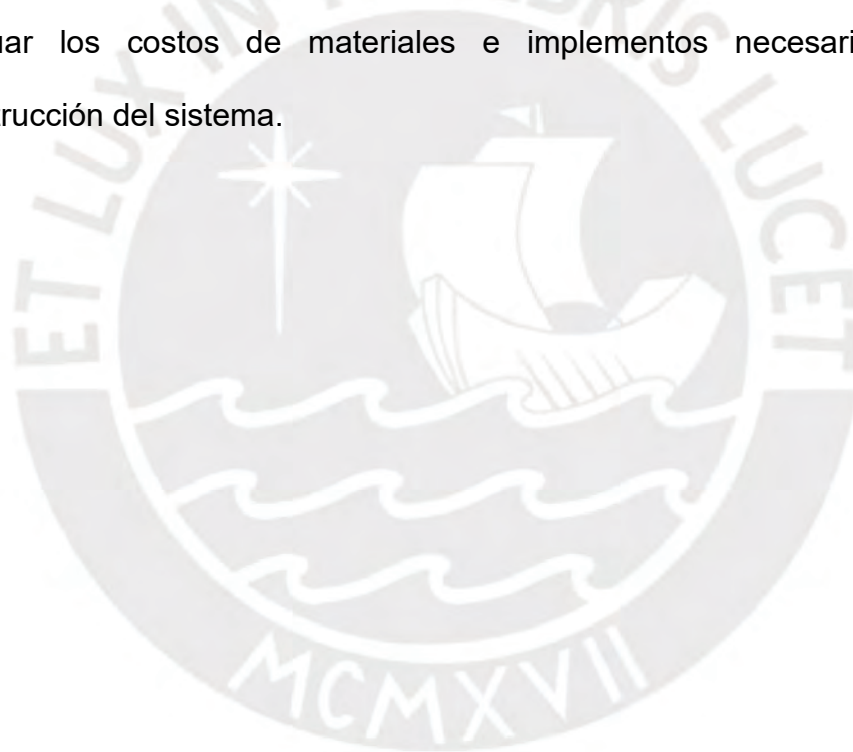
## **2.4 Hipótesis**

Con base en la investigación realizada sobre Chillaco y los factores a los que los agricultores están expuestos, como el esfuerzo físico realizado en la carga excesiva de peso al trasladar la cosecha a pie en andenería pedregosa en estado derruido, se propone un sistema de transporte por cable aéreo, de bajo costo, que reduce el esfuerzo físico del agricultor en el traslado de cosecha en pendientes, desde la zona de cultivo hasta la zona de clasificación del producto. El concepto del producto está enfocado en la economía, accesibilidad, seguridad y el ahorro de esfuerzo durante el transporte de cosecha pesada.

## **2.5 Objetivo general y específicos**

El objetivo general de la investigación es reducir el esfuerzo físico del agricultor durante la carga y traslado de cosecha en pendientes, a través del diseño de un sistema de transporte por cable aéreo, económico, que permita el traslado de cosecha desde la zona de cultivo hasta la zona de clasificación del producto. Los objetivos específicos son:

- Analizar la fisiografía y andenería del terreno de traslado de los agricultores.
- Investigar sobre los requerimientos del transporte de carga pesada.
- Analizar las posturas realizadas por los agricultores durante el traslado de cosecha a través del método de evaluación ergonómica (REBA).
- Determinar las partes del cuerpo asociadas a la manipulación de cargas, durante el traslado de cosecha.
- Comprobar si el diseño reduce el esfuerzo físico durante la labor y cumple con los requerimientos ergonómicos de diseño.
- Evaluar los costos de materiales e implementos necesarios para la construcción del sistema.



### Capítulo 3. Metodología

Con el fin de proponer una solución viable que mejore las condiciones de transporte de cosecha en pendientes, se consideró necesario comprender la relación del usuario y su entorno de trabajo. Con este objetivo, para el desarrollo de todo el proyecto se decidió aplicar la metodología de Design Thinking, puesto que cuenta con las etapas suficientes para el desarrollo de una propuesta de diseño innovadora, enfocada en las necesidades y en el contexto del usuario.

El proceso de Design Thinking comprende seis etapas fundamentales (ver Figura 30): empatizar, por medio de la cual es posible conocer lo que hace el usuario; definir, en donde se identifican las necesidades del usuario y las oportunidades de innovación; ideación, aquí se realiza una lluvia de ideas para solucionar el problema; prototipar, en donde se ejecuta la idea de manera táctil y se analiza su funcionamiento; testeo, la cual está enfocada en probar la solución con el usuario objetivo y obtener retroalimentación; y, finalmente, implementación, en donde la solución puede incorporarse a la vida y necesidad del usuario.

**Figura 30**

*Proceso de Design Thinking*



*Nota.* Tomado de *Design Thinking 101*, por Gibbons, 2016.

El proceso de Design Thinking no necesariamente es un suceso de etapas de forma lineal. Gibbons (2016) mencionó que cada etapa de la metodología es iterativa, por lo que es común regresar a la etapa de empatizar y definir después de haber construido y probado un prototipo.

Durante mucho tiempo, la metodología descrita se ha aplicado en las empresas con el propósito de innovar en los servicios y productos que ofrecen. Sin embargo, según Brown y Wyatt (2010), muchas organizaciones sin ánimo de lucro han comenzado a utilizar la metodología de Design Thinking intuitivamente, dado que facilita la innovación centrada en las personas.

El desarrollo de este proyecto tuvo como objetivo proponer una solución enfocada en el contexto geográfico y cultural de la comunidad de Chillaco. Para ello,



se realizaron los estudios necesarios con el apoyo de los mismos pobladores de la comunidad agrícola, de acuerdo con el enfoque centrado en las personas del Design Thinking. Sin embargo, la situación de aislamiento social por la pandemia del COVID-19 dificultó inicialmente los estudios presenciales en el terreno de trabajo, por lo que la mayoría de los métodos para recopilar datos de los usuarios se aplicaron de forma virtual.

### **3.1 Estudios inductivos**

La etapa de estudios inductivos significó el inicio de la fase de “empatizar”, según la metodología del Design Thinking. Por lo tanto, el objetivo de esta etapa fue conocer el contexto social de la comunidad y los problemas que afectan a los agricultores durante el proceso de cosecha de cultivos en pendientes. Los métodos utilizados en esta fase fueron se adaptaron al contexto de pandemia, por lo que se emplearon medios virtuales para la investigación.

El estudio inició con un método de observación etnográfica no participativa, a través de fotografías y videos proporcionados por la ONG suiza EcoHumanita, organización que ha permitido tener el contacto con los pobladores de Chillaco, debido a que ha realizado proyectos en la comunidad. Gracias al apoyo de la organización y la información proporcionada, se estableció el problema general de la investigación.

El siguiente paso consistió en realizar una investigación de fuentes primarias con un enfoque cualitativo. Este proceso comenzó con la elaboración de una entrevista semiestructurada dirigida a tres agricultores de la comunidad, a través de llamadas telefónicas de forma individual (ver Anexo 3).

Con la obtención de los testimonios de dos pobladoras y un poblador (Sonia, Flor y Guiovanny de 39, 50 y 34 años respectivamente), quienes tenían parcelas agrícolas en pendientes, se corroboró la problemática general planteada; lo que permitió continuar con la búsqueda del problema específico. Para ello, se planificó una segunda entrevista semiestructurada por teléfono, enfocada en definir la postura adoptada por los agricultores durante el transporte de cosecha. Por consiguiente, se estableció contacto con una agricultora para realizarle la entrevista, para lo cual se le envió una pregunta de opción múltiple a través del aplicativo WhatsApp. El objetivo de esta pregunta se centró en definir la postura del agricultor con base en tres técnicas de traslado de cargas, vistos en videos de los agricultores de Chillaco y contextos de manipulación de cargas de estibadores en mercados (ver anexos 4 y 5).

Las investigaciones realizadas sirvieron, hasta ese momento, para estudiar al usuario afectado. Sin embargo, faltaba recopilar información técnica sobre el terreno, siendo este un factor importante del problema general. Por esta razón, los siguientes métodos estuvieron enfocados en la recolección de información que estuviera relacionada al estudio del terreno.

Con el objetivo establecido, se planificó una entrevista semiestructurada de enfoque cualitativo por teléfono con la ingeniera agrónoma Carmen Felipe-Morales (Ver Anexo 6). La entrevista tuvo como fin conocer el terreno desde la perspectiva de la especialista, quien ha tenido experiencia en el desarrollo de proyectos agrarios en comunidades cercanas a Chillaco. Durante la entrevista se conocieron factores importantes para el desarrollo y transporte agrícola de Chillaco que no están en óptimas condiciones, como la andenería en las parcelas agrícolas. Además, la especialista proporcionó fuentes de investigación secundarias útiles para la

continuidad del estudio de la tipografía del suelo. Esto permitió una última revisión de fotografías y videos enfocados en la relación del usuario con su terreno de trabajo.

En esta etapa, todos los estudios se desarrollaron para empatizar con la necesidad del usuario y comprender el contexto sociocultural y geográfico de la comunidad, permitiendo definir el problema específico y el planteamiento de la pregunta de investigación. Todo ello facilitó la definición de la hipótesis y posterior etapa de ideación.

### **3.2 Estudios de conceptualización**

La etapa de estudios de conceptualización representó la etapa de “definición”, según la metodología de Design Thinking. En ese caso, el objetivo se centró en la definición de hipótesis y brecha de innovación, los cuales determinaron el enfoque de diseño del proyecto.

La etapa de estudios de conceptualización empezó con el análisis del estado del arte, por medio del cual se examinaron las herramientas y mecanismos utilizados durante el transporte de cargas. De esa manera, se pudo determinar que la forma adecuada de transportar la cosecha es a través de un sistema de transporte por cable aéreo, puesto que soportar la carga de cosecha al hombro por largos periodos es peligroso para la salud física del agricultor. Por otro lado, los estudios encontrados en el marco teórico establecieron que este sistema de transporte por cable debe ser económico, en aras de que las familias dedicadas a la agricultura familiar de la comunidad tengan acceso.

Una vez establecido el planteamiento de la hipótesis del proyecto, se procedió a realizar estudios más detallados del terreno. Para dicho propósito, se utilizaron fotografías y videos analizados en la etapa de estudios inductivos. Sin embargo, para tener una visión general de toda el área y determinar especificaciones como el grado de elevación de la pendiente, se realizó el análisis de imágenes satelitales a través del programa Google Earth. El desarrollo de este proceso se hizo con ayuda de ingenieros civiles de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), interesados en el desarrollo de proyectos en la zona, quienes colaboraron en la definición del grado de elevación de la pendiente.

El estudio del terreno de la zona, con ayuda de especialistas y la observación de la necesidad de traslado hacia la zona baja de las parcelas agrícolas de la mayoría de los agricultores, permitió encontrar la oportunidad de innovación: aprovechar la inclinación de la pendiente para transportar la cosecha, sin el uso de energía eléctrica y motores de combustión. Esto significó tener una propuesta de diseño más económica, asequible para los agricultores, y sin el uso de energías contaminantes.

### **3.3 Estudios de validación**

En la etapa de estudios de validación se contempló el diseño del sistema de transporte de cosecha por cable aéreo, el cual fue analizado por agricultores y validado por expertos. Lo anterior, con la finalidad de adaptarse a las necesidades del usuario e implementar el sistema, siguiendo los procedimientos de construcción pertinentes. La etapa de estudios de validación del proyecto se dividió en cuatro secciones relacionadas con las validaciones de las cuatro propuestas diseñadas

durante todo el desarrollo del proyecto. Es por ello por lo que este periodo representó gran parte de las etapas “idear” y “testear” de la metodología Design Thinking.

### **3.3.1 Validación de diseño - versión 1**

La primera validación tuvo como objetivo conocer la aceptación de los agricultores sobre el nuevo proceso de traslado de cosecha por cable, a través de preguntas abiertas. Para esto, se planificó una videollamada con dos agricultores, contando con el apoyo de la profesora Claudia Cardenal de la PUCP, quien contactó a los usuarios y se trasladó a la zona de estudio. Durante el desarrollo de la videollamada se expuso a los agricultores la tipología del producto y el proceso diseñado para el traslado de cosecha, haciendo uso de una presentación PowerPoint. Al finalizar, se realizaron preguntas estructuradas para validar la propuesta (ver Anexo 7).

En la siguiente validación se realizaron modificaciones técnico-funcionales de la propuesta de diseño, con el propósito de validar la propuesta con un experto. Para este caso, se programó una reunión con un ingeniero civil a través de una videollamada, con el objetivo principal de validar el funcionamiento adecuado de la propuesta y, como objetivo secundario, conocer los factores a considerar en la implementación de un sistema de transporte de cosecha por cable aéreo. Durante el desarrollo de la validación, se presentó al experto la propuesta de diseño (ver Figura 31) y el proceso de uso e instalación (ver Figura 32), los cuales se realizaron con programas de modelado 2D y 3D.

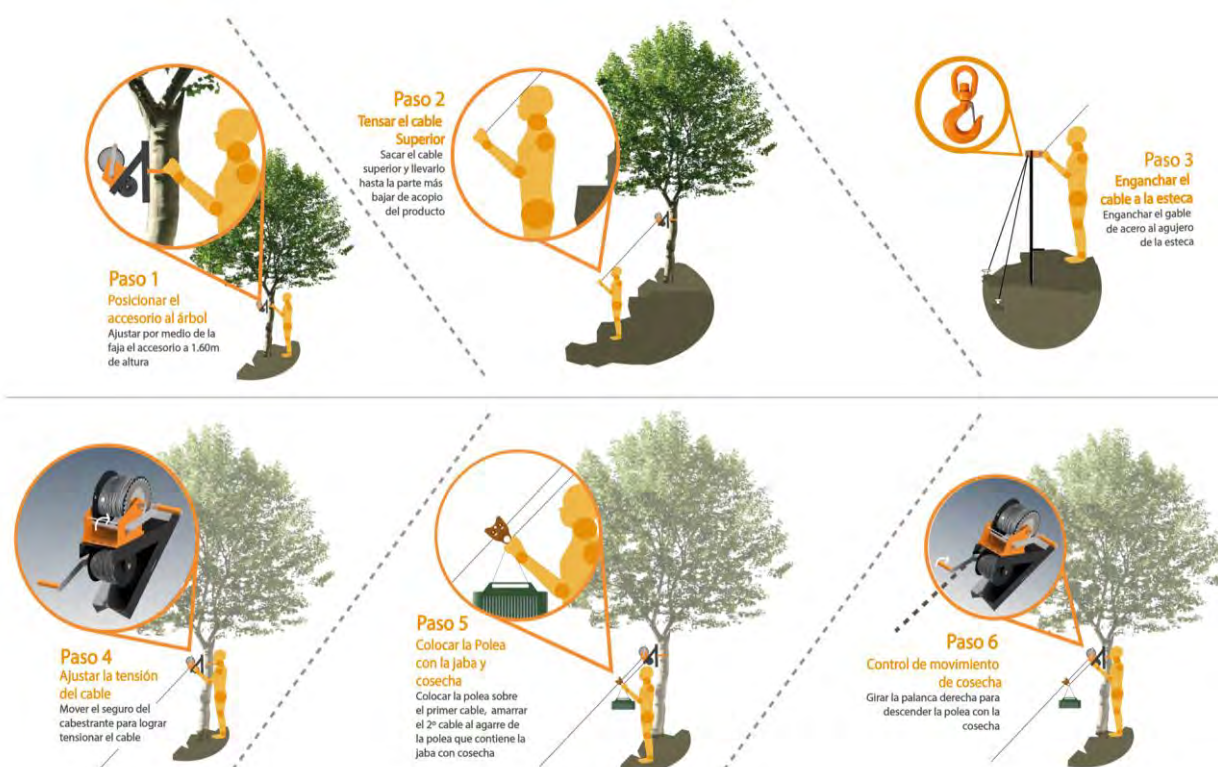
**Figura 31**

*Descripción gráfica de la propuesta*



**Figura 32**

*Lámina de proceso de instalación y transporte con el usuario*



Al finalizar la validación con el experto, se conocieron nuevos parámetros para el desarrollo adecuado del proyecto. Por ende, se volvieron a realizar cambios en la propuesta de diseño, tomando en cuenta el proceso de instalación y el peso a transportar por el cable por cable aéreo.

### **3.3.2 Validación de diseño - versión 2**

Para el análisis de la nueva versión de diseño, se planificó una validación presencial en la comunidad con ayuda de la ONG EcoHumanita, debido al retiro de las restricciones de aislamiento social por COVID-19. El objetivo principal de este proceso fue validar la última versión de diseño con pobladores de la zona. Para esto, se elaboró un cuestionario (ver Anexo 8) conformado por láminas explicativas de la propuesta y algunas preguntas de opinión sobre el diseño. La validación se llevó a cabo con dos pobladores de la zona como parte de una entrevista. Por otra parte, se plantearon objetivos secundarios importantes como, por ejemplo, la validación de los datos obtenidos en la etapa de estudios de conceptualización (medidas de andenes e inclinación de la pendiente). En ese sentido, durante la observación de la geografía de Chillaco, se estableció un terreno particular de estudio ubicado en la comunidad, lo que permitió contar con un espacio de trabajo para el desarrollo de las propuestas de diseño. Por lo tanto, al encontrar un terreno específico, se procedió a medir los escalones del andén (ver Figura 33).

**Figura 33**

*Terreno de estudio establecido*



Asimismo, se observó y analizó la instalación del sistema empírico de huaros, mencionado por una agricultora en los estudios inductivos (ver figuras 32 y 33).

**Figura 34**

*Huaro ubicado en la zona baja de Chillaco*





**Figura 35**

*Detalle constructivo de huaro de Chillaco*



Todas las características del terreno establecido y las técnicas constructivas de huaros se documentaron a través de fotografías y videos, así como los espacios acondicionados por los agricultores para realizar el acopio y clasificación de la cosecha (ver Figura 36).

## Figura 36

### *Espacios acondicionados de acopio*



*Nota.* Espacio de acopio de cosecha, implementado por agricultores con el objetivo de clasificar la cosecha y protegerse del sol.

Esta validación permitió comprender mejor el terreno, el espacio de trabajo y las técnicas constructivas utilizadas en la zona rural de Chillaco. Por lo tanto, se realizaron nuevas modificaciones en la propuesta de diseño, enfocadas en mejorar la instalación del sistema y la interacción del usuario con la propuesta.

### **3.3.3 Validación de diseño - versión 3**

La siguiente validación estuvo enfocada en analizar la interacción del usuario con el sistema durante el proceso de traslado de cosecha. En esta etapa, se buscó validar la experiencia emocional del usuario durante el proceso de trabajo en

pendientes, por lo que se organizaron las actividades de interacción del usuario con el producto en etapas secuenciales. Este análisis se desarrolló con la herramienta de Journey Map, la cual permitió encontrar deficiencias en el proceso y definir el diseño final del proyecto centrado en aspectos emocionales del usuario (ver Anexo 9).

#### **3.3.4 Validación de diseño - versión 4**

Las siguientes validaciones se realizaron con base en el diseño final. Para ello, se desarrolló un análisis de la experiencia de todo el proceso, prestando especial atención a los requerimientos técnico-funcionales específicos y a la validación con prototipos de baja y media fidelidad.

Para esta validación se contactó con el ingeniero civil consultado anteriormente, con el objetivo de validar el funcionamiento del mecanismo del sistema y detalles de la estructura y anclaje. El método se realizó de forma virtual a través de la plataforma Zoom, medio por el cual se explicó la propuesta con un plano en el programa AutoCAD. Esto permitió el entendimiento y posterior asesoramiento sobre medidas.

Finalmente, los estudios concluyeron con un prototipado de baja fidelidad del sistema y accesorios, los cuales se aprobaron con la ayuda de usuarios de alturas similares a los de la comunidad. Además, se recreó el método diseñado para el traslado de cosecha en el cual se utilizaron los prototipos para validar su funcionamiento y la morfología del producto.

## Capítulo 4. Estrategias de análisis

### 4.1 Estudios inductivos

El análisis de los estudios inductivos inició con la observación etnográfica virtual de los videos explicativos del lugar realizados por dos agricultores de la comunidad, y la observación de fotos. Estos materiales fueron proporcionados por la ONG EcoHumanita y la profesora Claudia Cardenal de la PUCP (ver Figura 37).

**Figura 37**

*Video explicativo de agricultores*



Las fotografías y videos observados permitieron determinar el problema general a través del método de Planificación avanzada de calidad (AQP) y, posteriormente, se analizó con la herramienta de Árbol de problemas, en el cual se colocaron las causas y consecuencias del problema relacionado con las dificultades durante el transporte de cultivos (ver Figura 38).

**Figura 38**

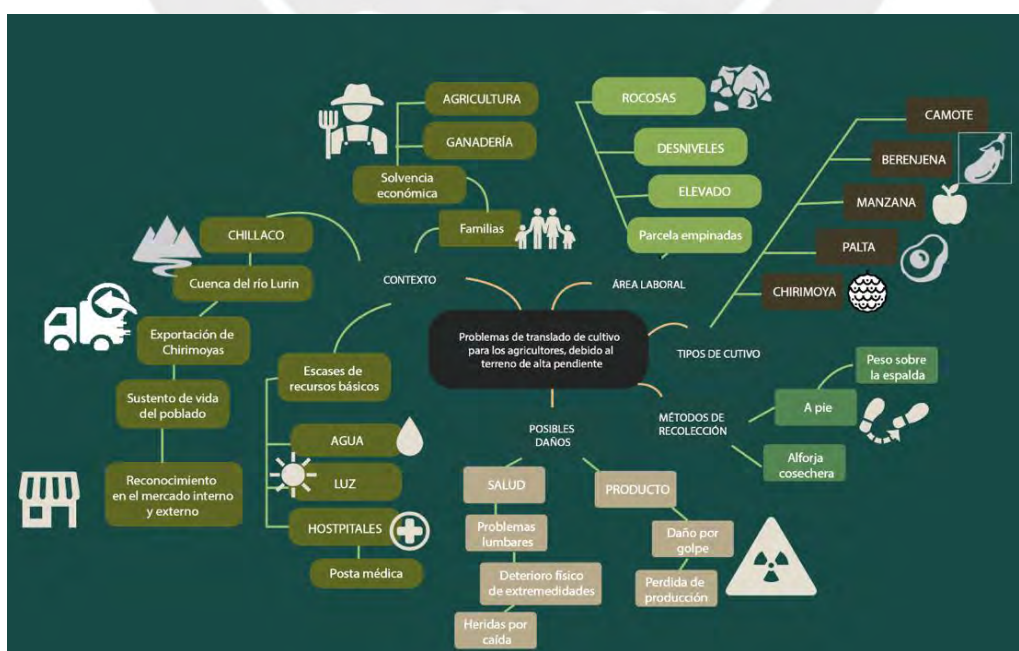
*Árbol de problemas*



Al lograr definir el problema general, se definieron los elementos presentes en la comunidad de Chillaco a través de un mapa mental, con el objetivo de analizar su relación con el problema encontrado (ver Figura 39).

**Figura 39**

*Mindmap*



Posteriormente, se revisó la data recolectada durante las primeras entrevistas a agricultores, quienes mencionaron el proceso de traslado de cosecha en pendientes (Ver Anexo 10) y se procedió a analizar el proceso de trabajo de recolección, transporte y acopio de cosecha a través de un diagrama de flujo (ver Figura 40). Adicional a ello, el entendimiento del proceso y los análisis previos dieron paso a la identificación de posibles involucrados a través de un mapa de actores (ver Tabla 7).

**Figura 40**

*Diagrama de flujo de proceso de trabajo*



**Tabla 7***Mapa de actores*

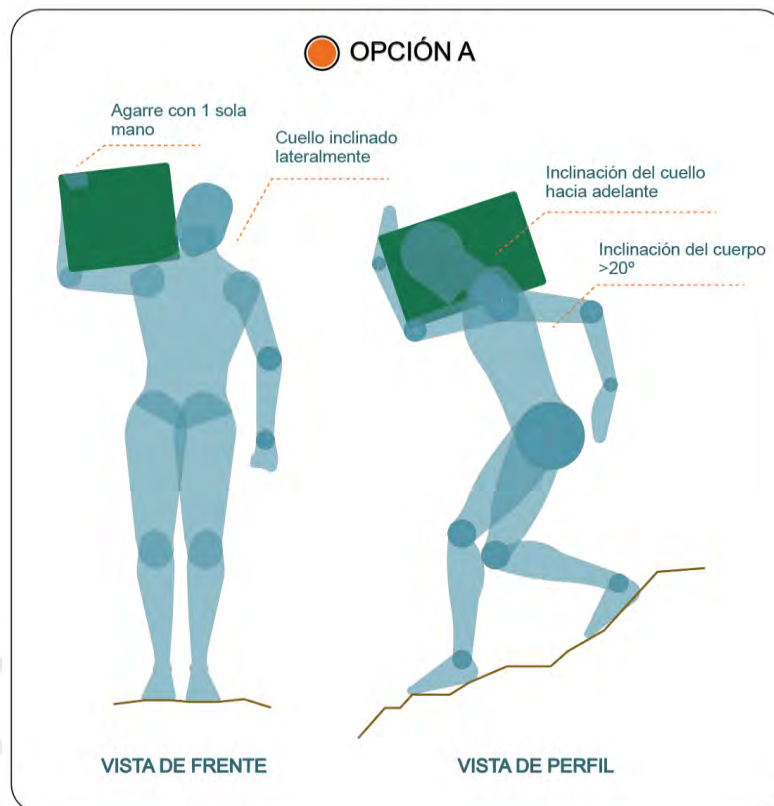
<b>Grado de interés</b>	<b>Afectados</b>	<b>Expertos</b>	<b>Instituciones del Estado</b>	<b>Instituciones privadas</b>	<b>ONG</b>
<b>1</b>	Agricultores (productores).	Ingenieros agrónomos.		PUCP.	EcoHumanita.
<b>2</b>	Pobladores de Chillaco.	Ingenieros civiles.	Municipalidad de Antioquía.	Empresa dedicada a la compra y venta de cultivos.	
<b>3</b>	Intermediarios (compra y venta de productos).	Arquitectos.	JASS, organización comunal sin fines de lucro encargada de administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento.	Empresas de transporte agrícola.	
<b>4</b>	Mercados locales.	Economistas.	Ministerio de Agricultura.		

La información analizada corroboró la problemática general planteada durante la etapa de observación etnográfica. Además, dejó ver los riesgos en la salud física del agricultor durante el proceso de trabajo, por lo que en el siguiente método se analizaron los datos recopilados de la segunda entrevista realizada a una agricultora (ver Anexo 11).

En este método se utilizó la imagen referencial seleccionada por la agricultora durante la segunda entrevista (Ver Figura 41), lo que permitió detallar el alto grado de exposición de riesgo por adopción de posturas inadecuadas del agricultor de Chillaco a través del método REBA (ver Anexo 12).

## Figura 41

*Imagen de postura definida por agricultora*

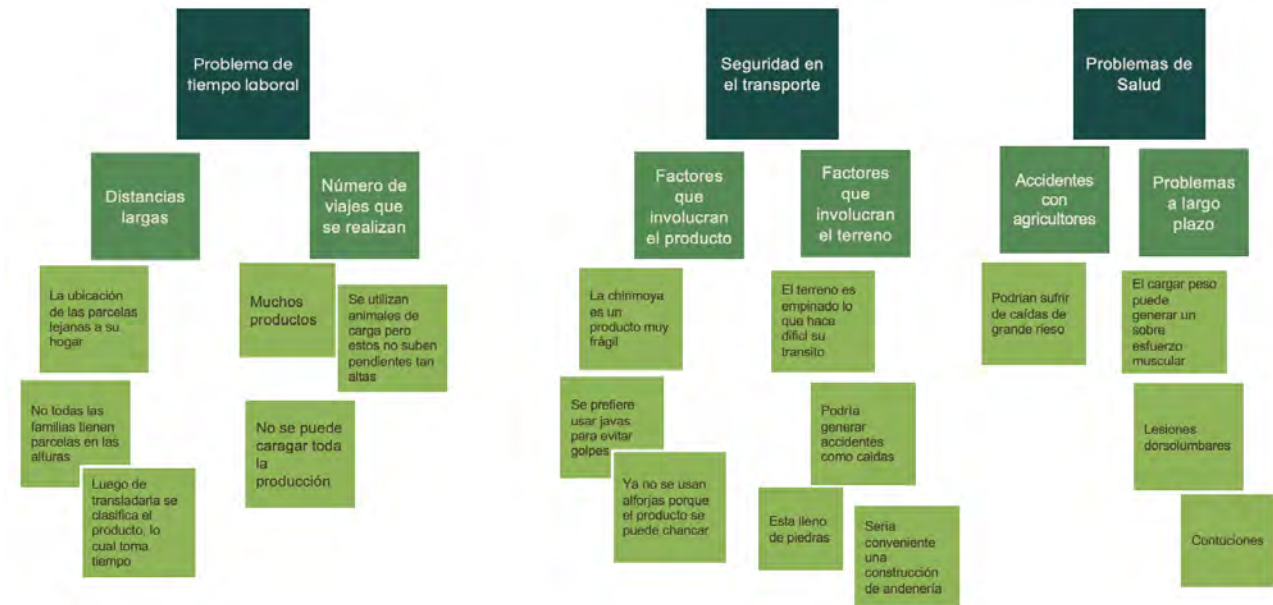


Seguidamente, se analizaron las respuestas de la experta (ver Anexo 13) sobre el terreno y se realizó un diagrama de afinidades, con el objetivo de clasificar los problemas por grado de relevancia. Este método permitió observar el grado de importancia de la salud del agricultor. De esta manera, se definió el problema específico y la pregunta de investigación: ¿Cómo, a través de un sistema de transporte de cosecha, se logra facilitar el traslado de cosecha en pendientes (desde la ubicación del área de cultivos hasta la zona baja de acopio del producto)? Las figuras 42 y 43 muestran el desarrollo del diagrama y su clasificación, respectivamente.



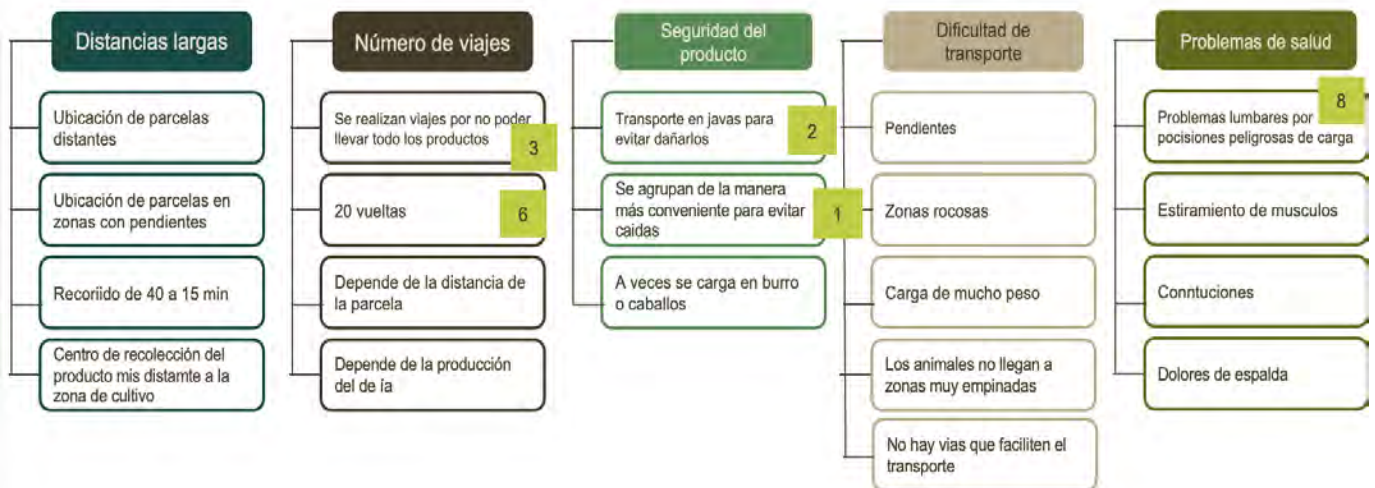
**Figura 42**

*Diagrama de afinidades*



**Figura 43**

*Clasificación de problemas según diagrama de afinidades*



## 4.2 Estudios de conceptualización

La etapa de análisis de estudios de conceptualización empezó con el estudio de herramientas y mecanismos enfocados en el transporte de cosecha por cable, los cuales se abordaron en el apartado "Estado del arte". Estos elementos se examinaron a través de *moodboards* (ver figuras 44 y 45), con el objetivo de analizar las ventajas y desventajas de los sistemas de transporte con cable suspendido. Posteriormente, se realizó un cuadro de ventajas y desventaja de los sistemas de transporte por cable, tomando como referencia los sistemas que utilizan energía eléctrica, combustible y el método de arrastre terrestre para el transporte de cosecha (ver Tabla 8).

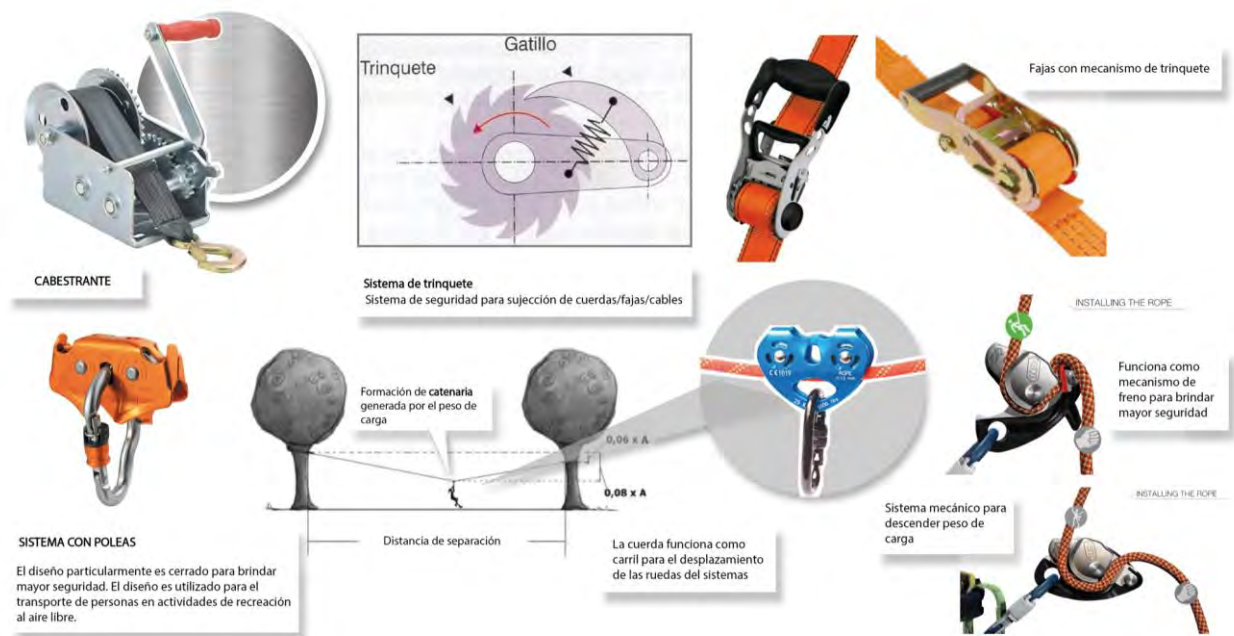
**Figura 44**

*Moodboard de herramientas*



**Figura 45**

*Moodboard de mecanismos*



**Tabla 8**

*Ventajas y desventajas de los sistemas de transporte encontrados*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Se puede controlar la dirección de traslado de la cosecha.	Tienen un costo elevado debido al tipo de motor de combustión que se necesita para generar la fuerza del movimiento del cable.
Puede funcionar en terrenos de distintos niveles de suelo.	Los métodos de arrastre terrestres no funcionan en la zona, debido a la topografía pedregosa.
Permite transportar todo tipo de cultivos y pesos.	Un sistema mecánico requiere de un mantenimiento constante y adquisición de combustible, lo cual es difícil de adquirir para los agricultores de Chillaco.
El trayecto puede tener la distancia que se desee.	La zona rural agrícola tiene poco acceso a energía eléctrica, lo cual limita el uso de sistemas o mecanismos eléctricos para el transporte de cable.
Maneja una velocidad constante, lo que permite calcular tiempo de transporte.	

El análisis del estado del arte condujo a identificar los elementos necesarios en un sistema de transporte de cosecha por cable aéreo (ver Figura 46). Por otro lado, durante la elaboración del cuadro de ventajas y desventajas se encontró que por más que el sistema de transporte por cable presente limitantes en el aspecto económico, es la forma más adecuada para evitar que el agricultor se exponga a posturas forzadas que afecten su salud física. Además, el sistema se vuelve menos asequible para los agricultores cuando se utilizan energías que impulsan el movimiento mecanizado del sistema.

Con base en estos hallazgos, se determinó que el método más adecuado para el transporte de cosecha en terrenos con pendientes corresponde al uso de poleas y cable aéreo, el cual se adapta correctamente a la topografía de Chillaco y a las parcelas agrícolas con andenería. Sin embargo, este debe ser accesible para los agricultores de la zona.

**Figura 46**

*Elementos necesarios e ideación*



Debido a que la hipótesis planteada se relacionó directamente con el terreno y la pendiente de Chillaco, se realizaron estudios más específicos a través del programa Google Earth, con el objetivo de obtener las limitaciones necesarias para el desarrollo de la hipótesis. El análisis empezó con la localización geográfica de la zona por medio del programa. Posteriormente, se analizó la zona con el uso de las fotografías y videos proporcionados durante la etapa de estudios inductivos (ver Figura 47). A lo largo de todo el proceso, se dispuso de la ayuda de ingenieros civiles de la PUCP, quienes definieron datos aproximados como la inclinación de la pendiente ( $40^\circ$ ), siendo este un requerimiento de diseño indispensable para la continuidad del proyecto.

**Figura 47**

*Relación de imagen satelital y fotografía*



Este parámetro inicial permitió identificar la brecha de innovación, la cual estuvo relacionada con la inclinación de la pendiente para el transporte de cosecha, sin el uso de motores. Esto se tradujo en una ventaja enfocada en la accesibilidad del producto. Finalmente, la etapa de estudios de conceptualización concluyó con el desarrollo del primer plano referencial para el desarrollo de las propuestas de diseño (ver Anexo 14).

### 4.3 Estudios de validación

#### 4.3.1 Validación de diseño - versión 1

Para el análisis de la primera validación a agricultores de la zona de Chillaco, se analizaron las respuestas de la entrevista realizada (ver Tabla 9).

**Tabla 9**

*Respuestas de la primera validación*

<b>Preguntas abiertas de opinión</b>	<b>Entrevistados</b>
¿Crees que la propuesta facilita el proceso de transporte de cosecha en pendientes?	Sí, para no estar caminando con la cosecha al hombro, está bien.
¿Crees que la propuesta se puede implementar en la zona?	Sí, en la zona hay árboles para poder colocar el sistema.
¿En qué árboles se podría instalar el accesorio? ¿Existen árboles en la zona que podrían soportar fuerza?	En los árboles de Molle, son los más grandes. Sí, hay árboles en la zona de arriba para poder tender el cable.

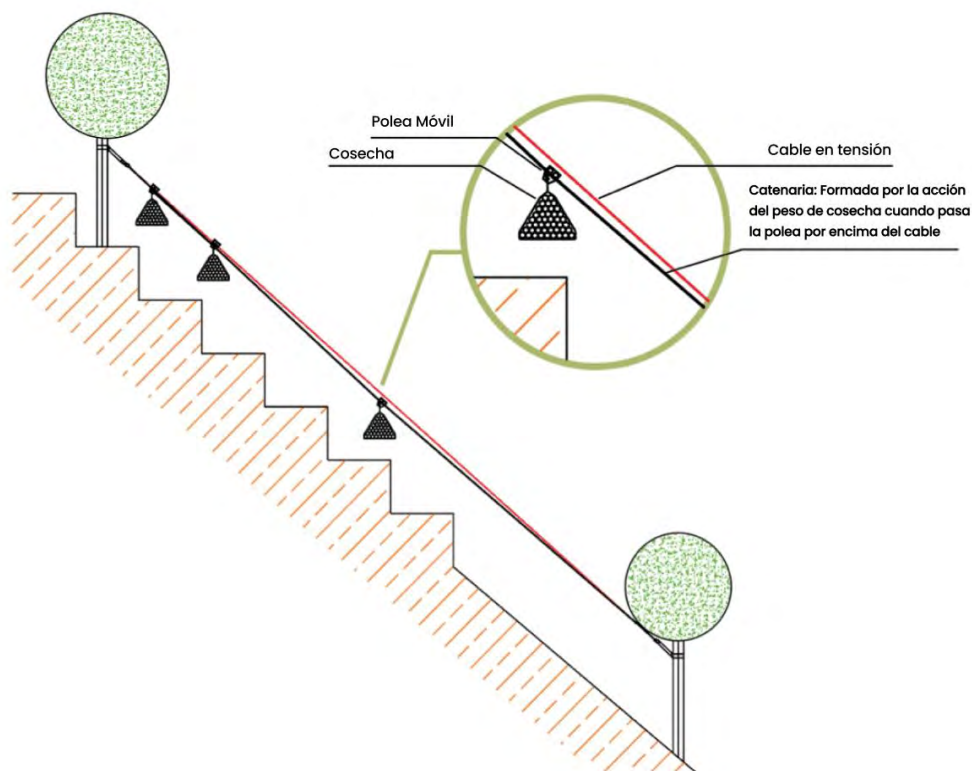
En la Tabla 9 se observa que los agricultores entrevistados estuvieron de acuerdo con la implementación de un sistema por cable aéreo para el transporte de la

cosecha. Por esta razón, se procedió a mejorar la propuesta con base en aspectos técnico-funcionales, con el objetivo de validar la propuesta con un ingeniero civil.

Al finalizar la validación con el experto, se obtuvieron conocimientos sobre los parámetros y factores a tomar en cuenta durante la tensión del cable para el transporte con peso. La Figura 48 muestra gráficamente el factor a considerar en el proyecto, esto es, la curva generada por el peso de cosecha durante el traslado de peso en un cable tensionado.

**Figura 48**

*Elementos de la formación de la catenaria*



Por último, la validación permitió conocer la longitud del cable en tensión y el peso de cosecha, los cuales son importantes para evitar golpes durante el transporte

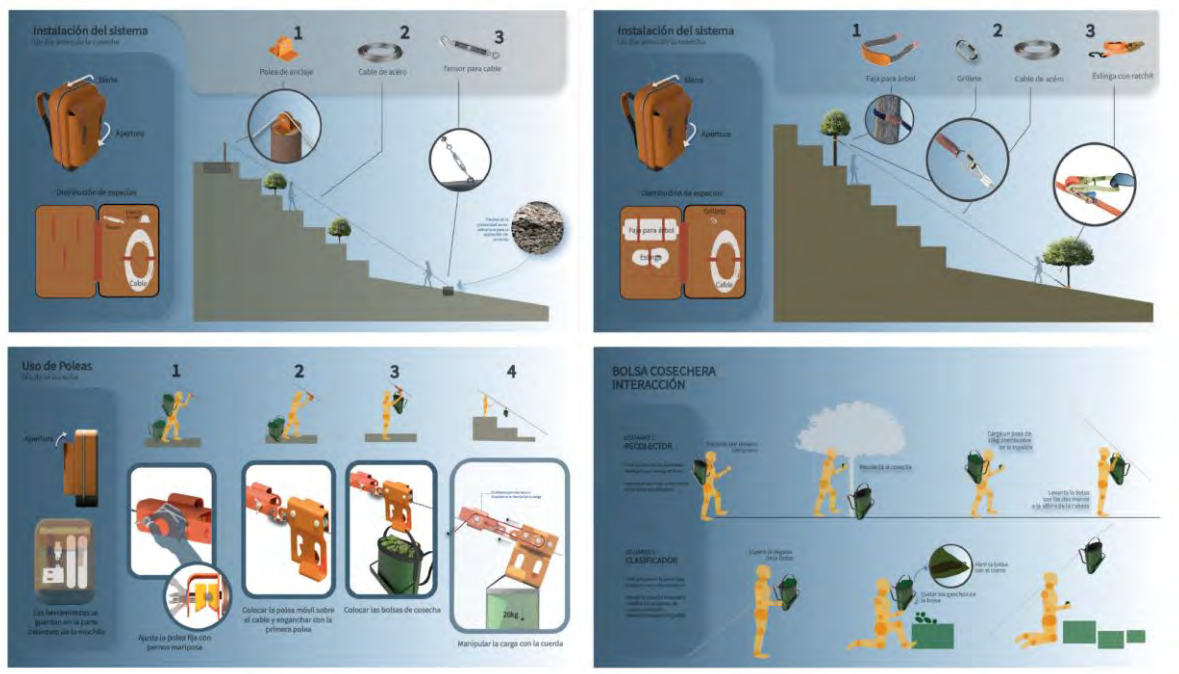
de cosecha en la pendiente. Además, se recibieron sugerencias para mejorar el proceso de tensión de cable a través de la construcción de estructuras de concreto.

### 4.3.2 Validación de diseño - versión 2

Para la validación de la segunda propuesta de diseño, se planificó ir a la zona de estudio y realizar entrevistas de opinión sobre la propuesta. En esta etapa, los agricultores visualizaron láminas explicativas del uso y manipulación de la nueva propuesta (ver Figura 49) y, posteriormente, se realizaron preguntas abiertas de opinión.

**Figura 49**

*Láminas explicativas de validación*





Por otro lado, se realizó un estudio del lugar para validar medidas y características del terreno de trabajo. En este caso, se escogió una parcela agrícola con andenería de uno de los agricultores de la zona, para tomar como referencia las medidas y las características. Esto permitió desarrollar el proyecto con parámetros exactos. Las nuevas medidas obtenidas se establecieron en un plano del perfil del terreno, con el objetivo de utilizarlo para el desarrollo de propuestas más viables en el contexto de Chillaco (ver Anexo 15).

Finalmente, se analizó la construcción de huaros encontrados en la zona baja de Chillaco a través de las fotografías obtenidas del lugar (ver Figura 50). El análisis permitió considerar métodos empíricos de construcción utilizados por los pobladores de la zona y, asimismo, entender las formas de transporte de cosecha a las cuales estaban acostumbrados algunos pobladores de la zona.

**Figura 50**

*Análisis de construcción de huaros*



De acuerdo con las oportunidades de mejora que se encontraron en todo el proceso de validación en Chillaco, se realizaron algunos cambios en el diseño de la propuesta.

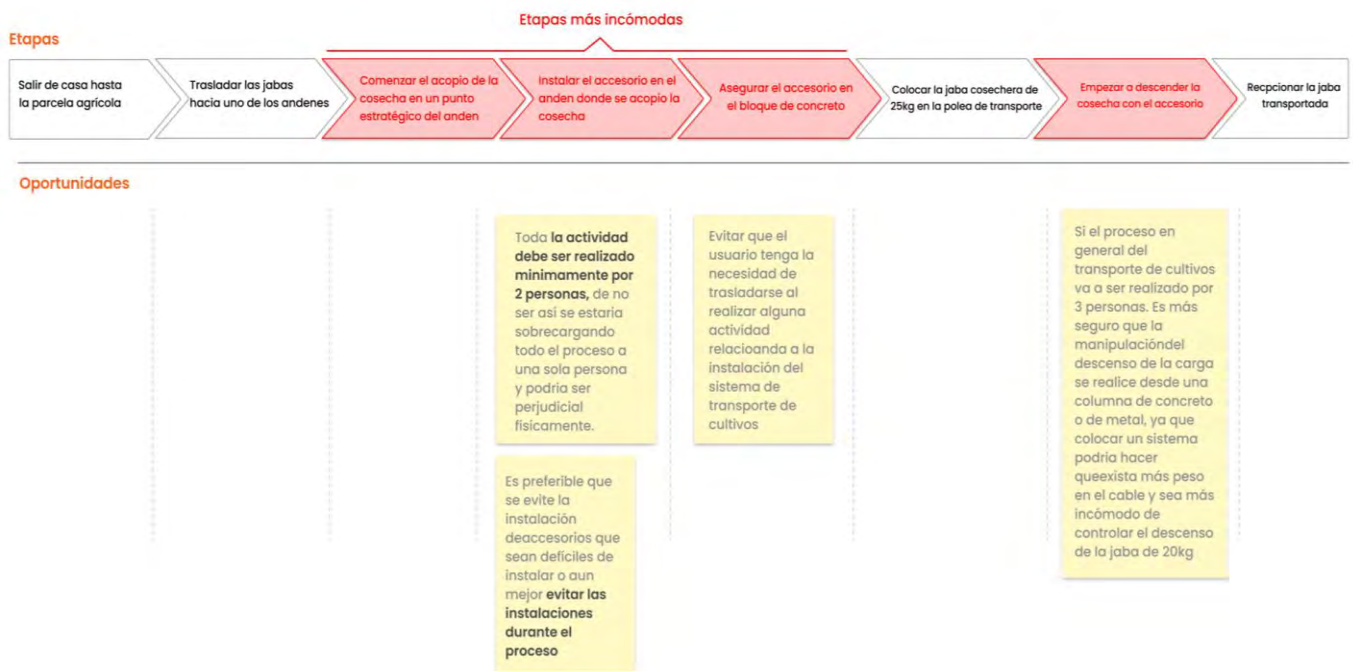
### **4.3.3 Validación de diseño - versión 3**

La tercera versión de diseño se validó a través de un Journey Map (ver anexo 9), en el cual se consideró todos los aspectos mencionados en las entrevistas con usuarios. Se utilizó este método con el propósito de analizar el proceso de trabajo planteado y las emociones que tendría el usuario al usar el producto. Durante el planteamiento del proceso, se tomó en cuenta la geografía observada en la validación anterior y se intentó empatizar con el agricultor en el momento de plantear la manipulación de la propuesta de diseño.

Finalmente, el análisis permitió encontrar oportunidades de mejora en las distintas etapas del proceso de traslado de cosecha (ver Figura 51). Las cuales estaban relacionadas al diseño de un sistema fijo pero con la posibilidad de ser desmontado; también un diseño que deba permitir realizar la labor entre dos personas minimamente, ya que si una sola persona realiza todo el proceso se produciría un exceso de trabajo que podría exceder la capacidad física, mental y emocional del agricultor. Estos hallazgos sirvieron para plantear la propuesta final de diseño.

## Figura 51

### Oportunidades de mejora encontradas en Journey Map



#### 4.3.4 Validación de diseño - versión 4

Las validaciones realizadas anteriormente permitieron desarrollar la propuesta final de diseño, considerando aspectos importantes como: la experiencia del usuario en el proceso de traslado de cosecha, la interacción, los aspectos técnico-funcionales y el costo del sistema.

Para comenzar la validación, se realizó un análisis inicial del proceso de traslado de cosecha de la manipulación del producto a través de un mapa de historia de usuario. Para ello, se describieron gráficamente las acciones que el usuario tendría con el producto en las distintas etapas del proceso (ver Anexo 16). Estas etapas se compararon por medio del Journey Map realizado en la anterior validación, con el

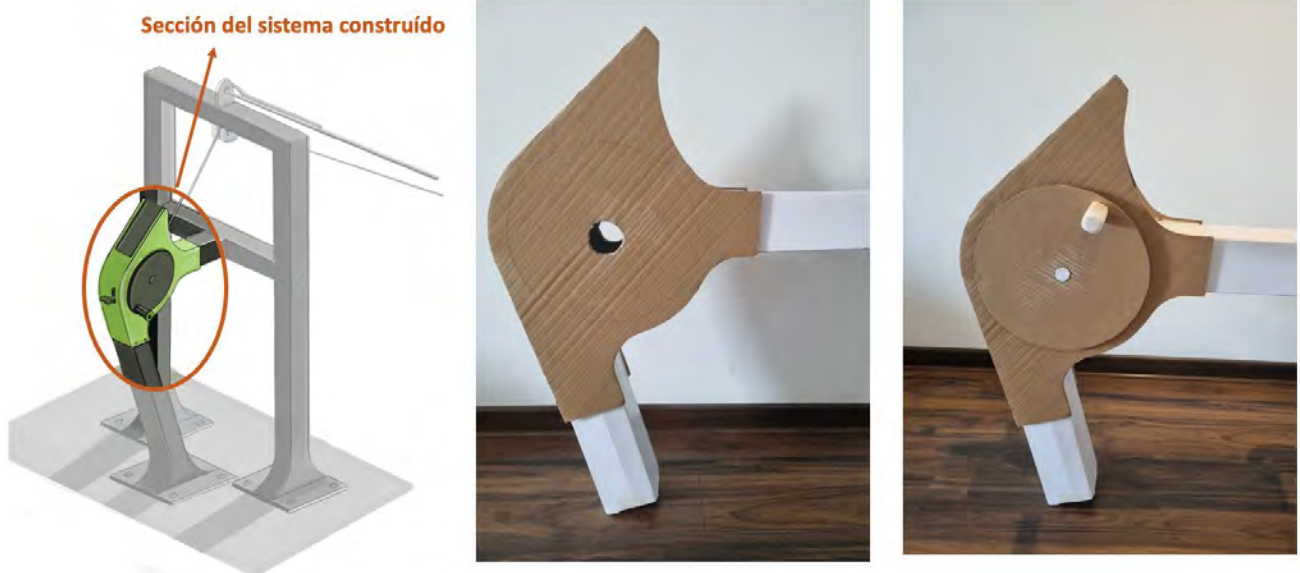
objetivo de ver una mejora en la experiencia del proceso de traslado de cosecha con el uso de la propuesta.

Al obtener resultados positivos en el análisis de experiencia con el producto, se procedió a consultar la factibilidad de la implementación del proyecto con el ingeniero civil, quien colaboró durante todo el proceso de análisis. Para ello, se planificó una videollamada, en donde se mostró el plano de perfil del sistema. En esta fase, se establecieron las medidas correspondientes a la instalación de todo el sistema.

Finalmente, se realizó un prototipo de baja fidelidad en cartón para llevar a cabo una validación con usuarios, haciendo especial énfasis en la interacción del producto. A continuación, en las figuras 52 y 53 se muestra la construcción del prototipo.

**Figura 52**

*Sección del sistema prototipado*



**Figura 53**

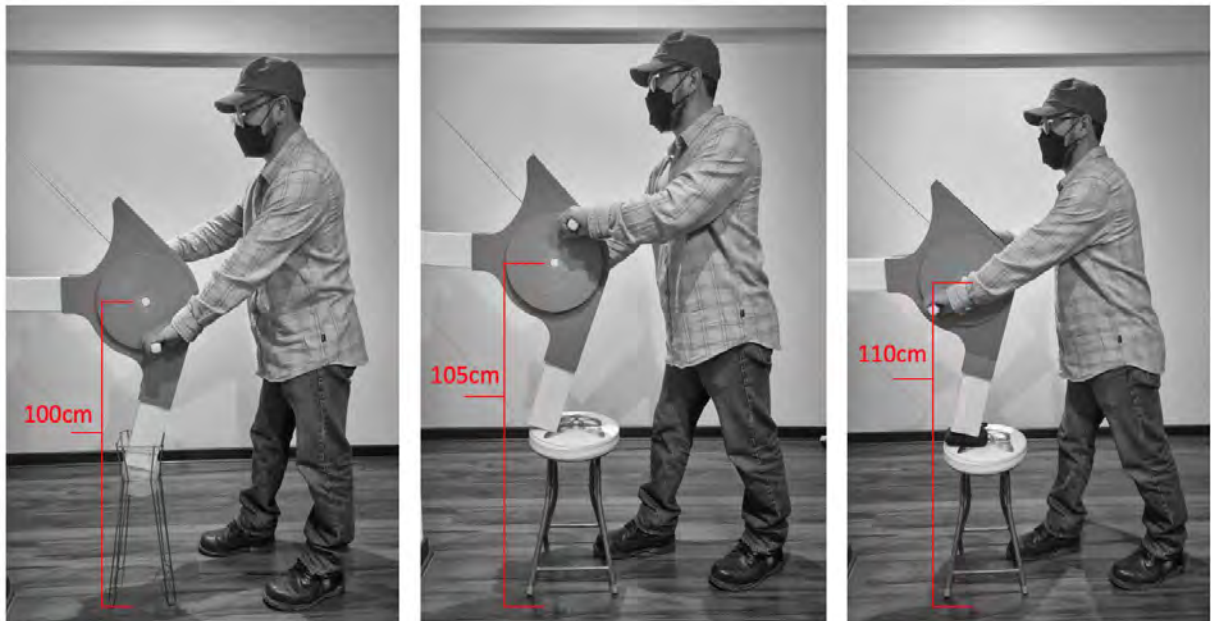
*Prototipado funcional en cartón*



El prototipo del sistema se validó con tres usuarios con estaturas de 1.50 m , 1.60 m, 1.70 m y 1.75 m, quienes se sintieron más cómodos utilizando el prototipo a una altura de 105 cm. La Figura 54 refleja la manipulación de un usuario con estatura de 1.75 m.

## Figura 54

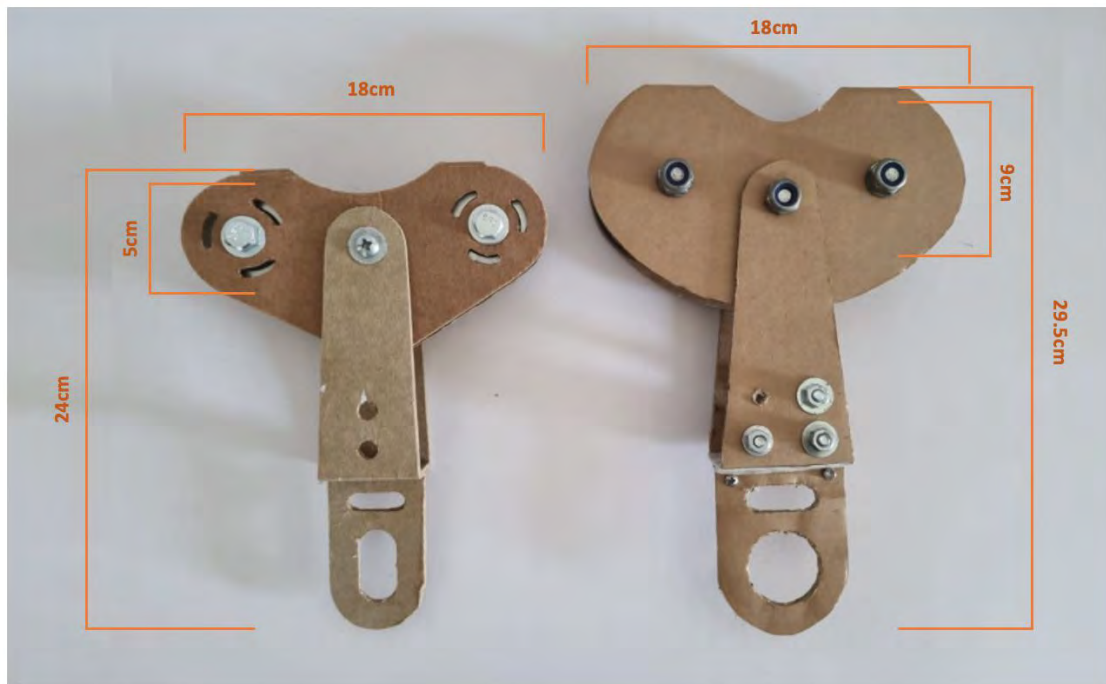
*Usuario interactuando con prototipo*



Posteriormente, se diseñaron dos prototipos de poleas en cartón. El primero con el uso de ruedas de acero de 5 cm, y el segundo con ruedas de PVC de 9 cm. Ambas piezas se ensamblaron con los conectores metálicos necesarios para su correcto funcionamiento (ver figuras 55, 56 y 57).

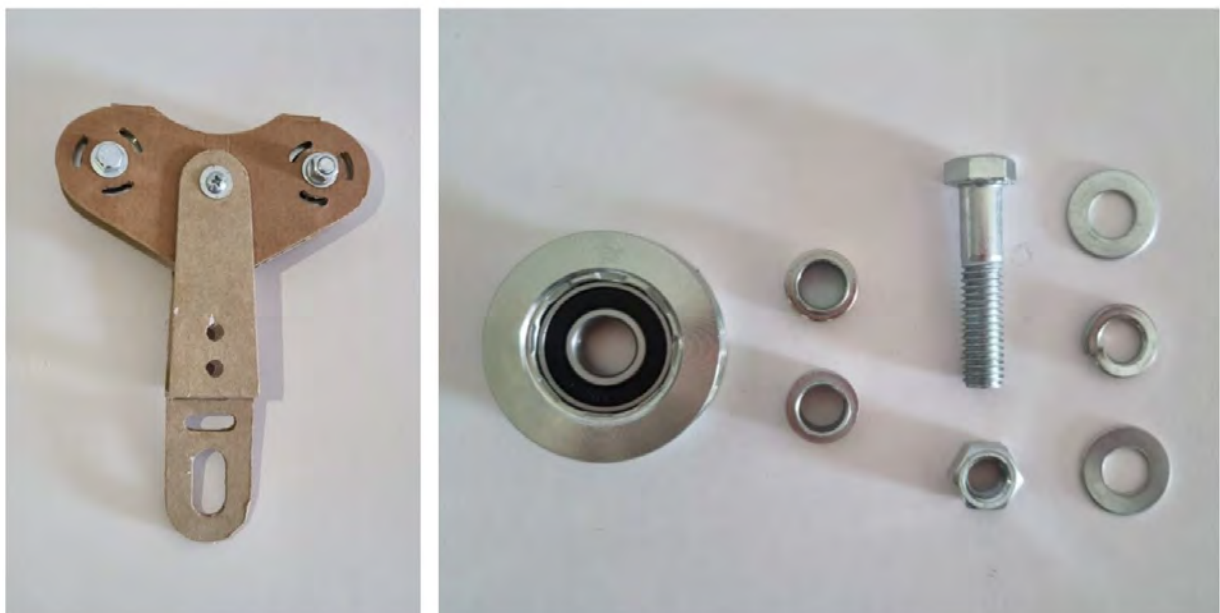
**Figura 55**

*Prototipo de poleas*



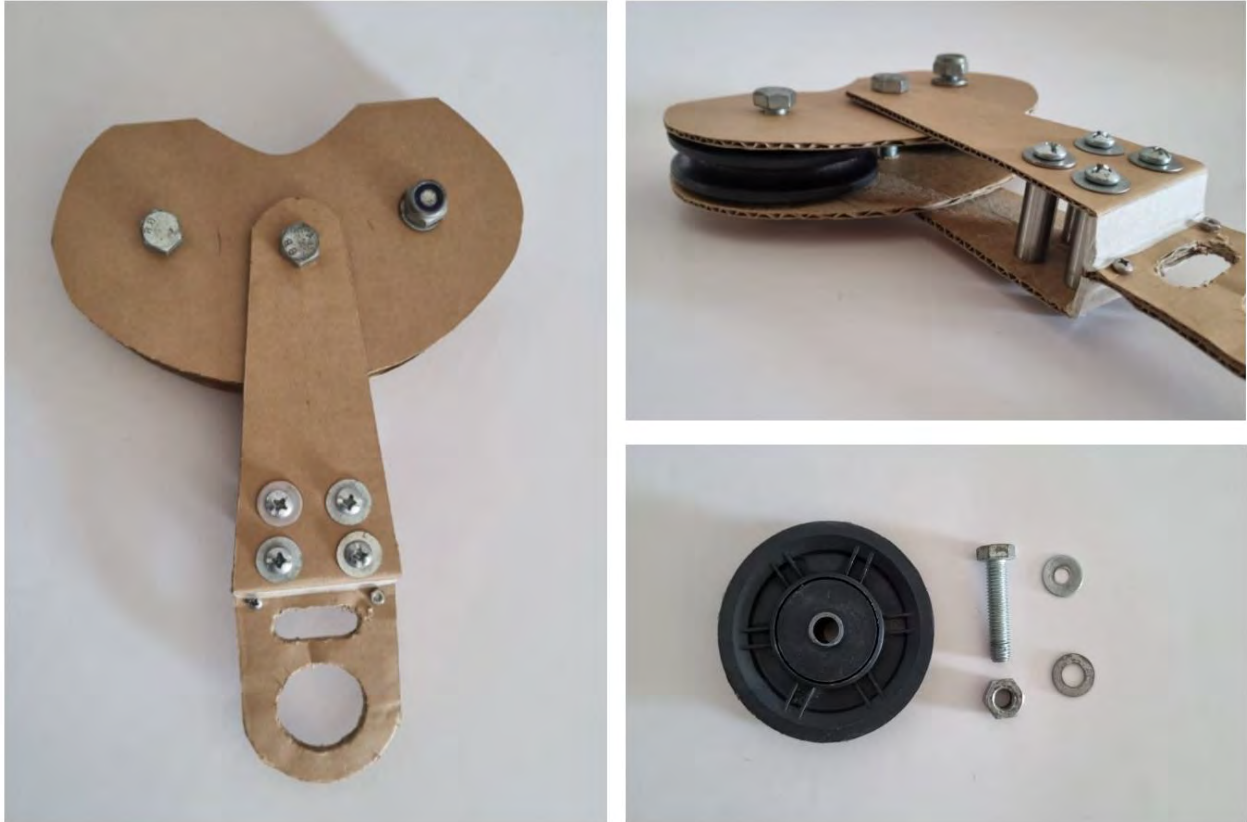
**Figura 56**

*Prototipo de polea con ruedas de acero*



## Figura 57

*Prototipo de polea con ruedas de PVC*

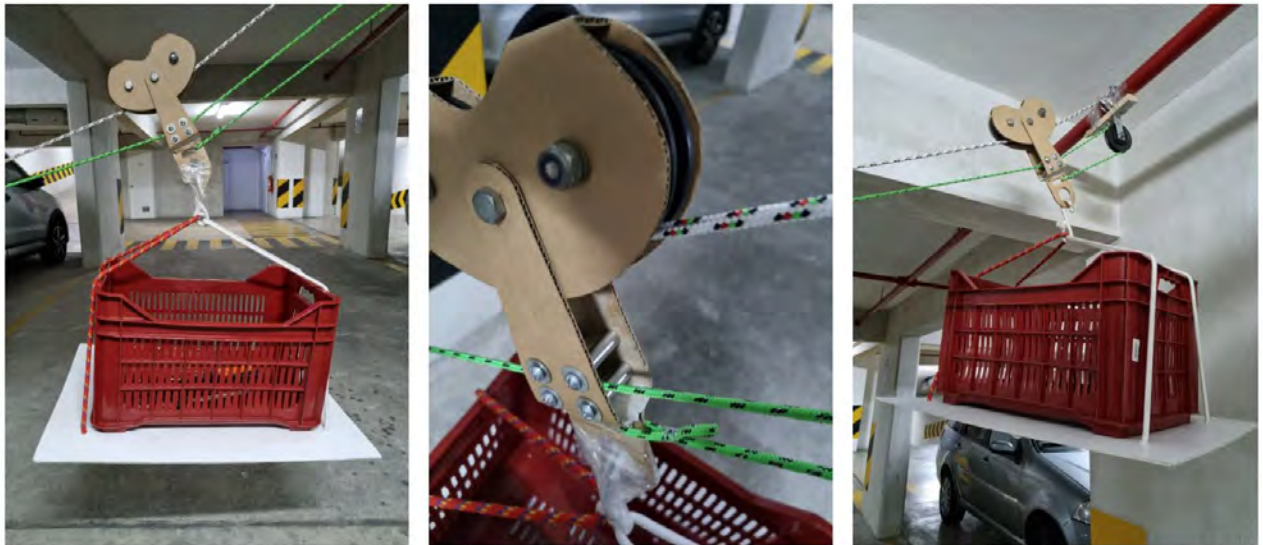


Para validar el funcionamiento de las poleas prototipadas, se recreó un espacio en donde se instalaron los elementos necesarios para el funcionamiento de todo el sistema. Para esto, se utilizaron drizas de polipropileno en reemplazo del cable de acero, dado que facilitan la instalación y la tensión de la cuerda. Todo el procedimiento se documentó a través de un video para un posterior análisis (ver figuras 58 y 59). El funcionamiento de ambas poleas fue adecuado; sin embargo, para la propuesta se definió el uso de la polea con ruedas de acero, puesto que el acero es más duradero que el PVC.



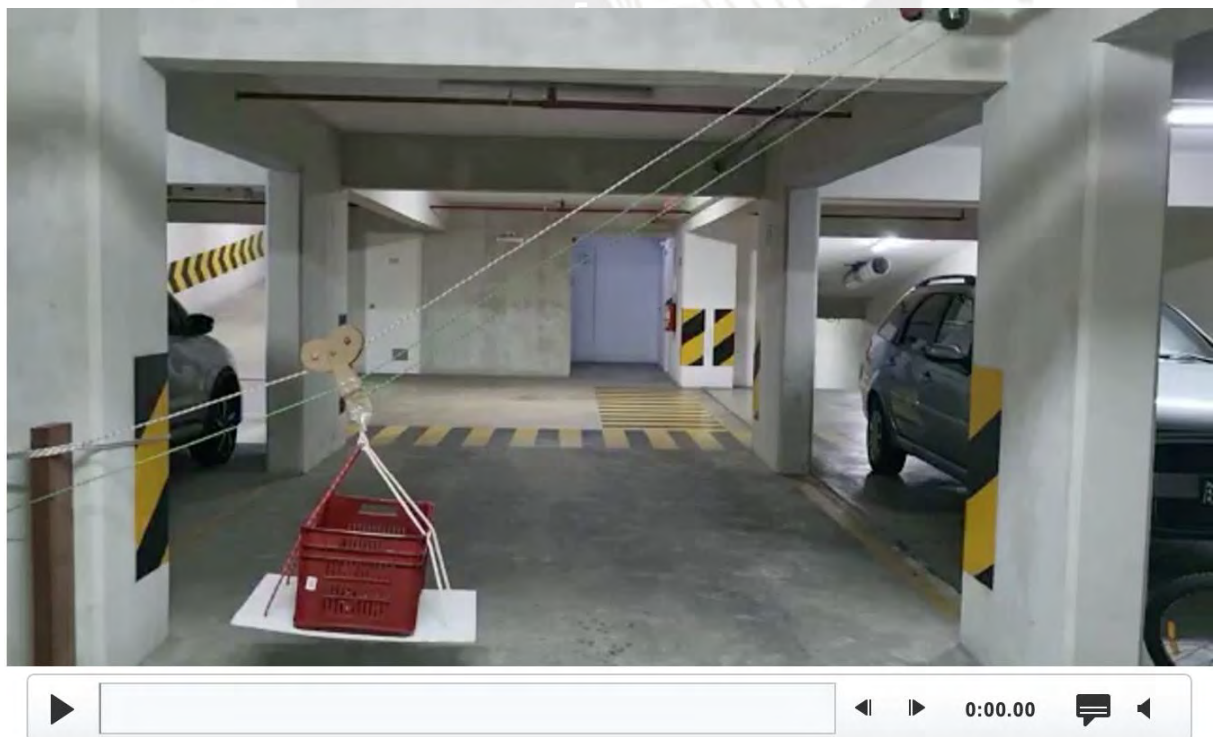
**Figura 58**

*Recreación del método de traslado con poleas*



**Figura 59**

*Video de recreación del sistema*



## Capítulo 5. Resultados y discusión

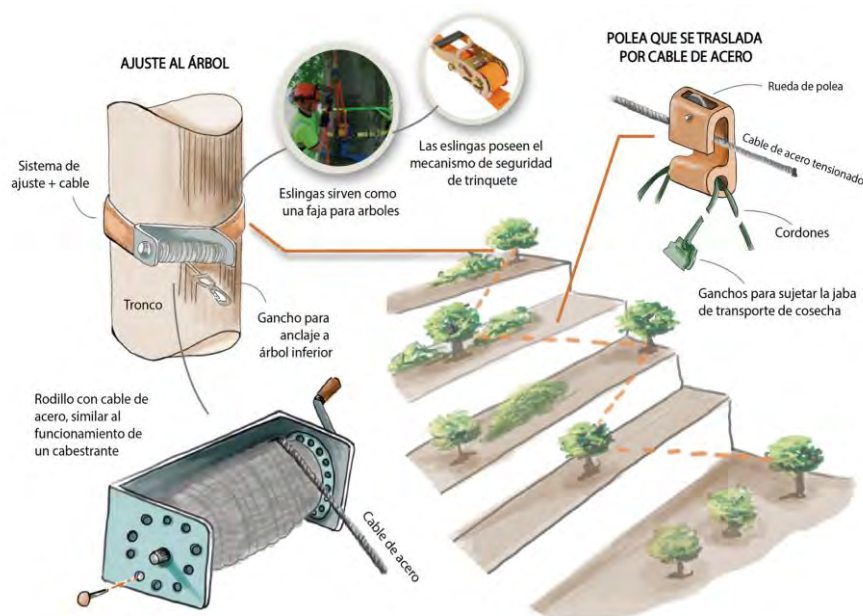
Todo el proceso de investigación, la empatía generada con la comunidad y las validaciones permitieron el desarrollo de distintas propuestas de diseño, enfocadas en el traslado de cosecha en pendientes. A continuación, se detalla cronológicamente la ejecución de las versiones de diseño hasta el desarrollo de Waru.

### 5.1 Propuesta de diseño 1

A partir de los estudios iniciales del proyecto, se planteó el diseño de un conjunto de accesorios para el transporte de cosecha en pendientes. Este concepto se tradujo en el diseño de un kit integrado por una polea y un accesorio de sujeción a estructuras fijas. El planteamiento de un accesorio de sujeción se estableció tomando en cuenta las estructuras cilíndricas de los árboles de producción en Chillaco, reduciendo el costo de instalación del producto y haciendo el producto más asequible para los agricultores. La Figura 60 muestra el planteamiento del concepto.

## Figura 60

### Concepto del sistema



El concepto de traslado de cosecha por cable y tensión en los árboles de cultivo en las parcelas agrícolas de Chillaco se mostró a dos agricultores de la zona en la primera validación. En esta primera validación se obtuvo la aceptación de los agricultores con respecto al método de transporte por cable y tensión. Posteriormente, se realizó un acercamiento a una tipología del accesorio de sujeción, en la que se estableció de manera más adecuada la forma de uso del accesorio. Este acercamiento consideró los aspectos técnico-funcionales iniciales y se aprobó en la primera validación con el experto. Para ello, se contemplaron algunas sugerencias enfocadas en el proceso de instalación de los implementos utilizados en el transporte de cosecha. La Figura 61 muestra el proceso de creación de la primera propuesta de diseño, teniendo en cuenta el concepto de carrete con cable para transportar la cosecha similar a un cabrestante, así como una propuesta enfocada en la sujeción en estructuras arbóreas e interacción con el usuario (ver Figura 62).

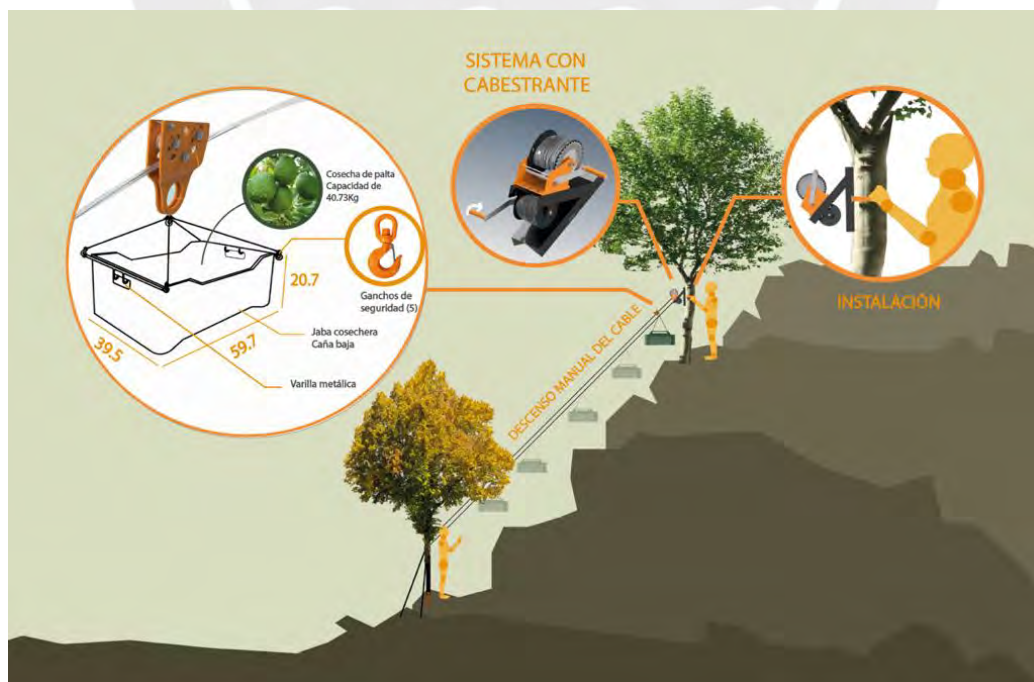
**Figura 61**

*Proceso de definición de propuesta 1*



**Figura 62**

*Método de sujeción de propuesta 1*



## 5.2 Propuesta de diseño 2

La segunda propuesta de diseño se desarrolló con base en aspectos técnico-funcionales encontrados en la validación con el experto. Sin embargo, se mantuvo la tipología del producto, esto es, un kit de instalación para el transporte de cosecha en pendientes (ver Figura 63).

En virtud del objetivo principal de la propuesta, el nombre establecido para el kit diseñado fue "Urkit. Una mezcla de la palabra quechua *uray*, cuyo significado es la acción de bajar; y la palabra *kit*, refiriéndose al conjunto de piezas para realizar la acción.

**Figura 63**

*Urkit*

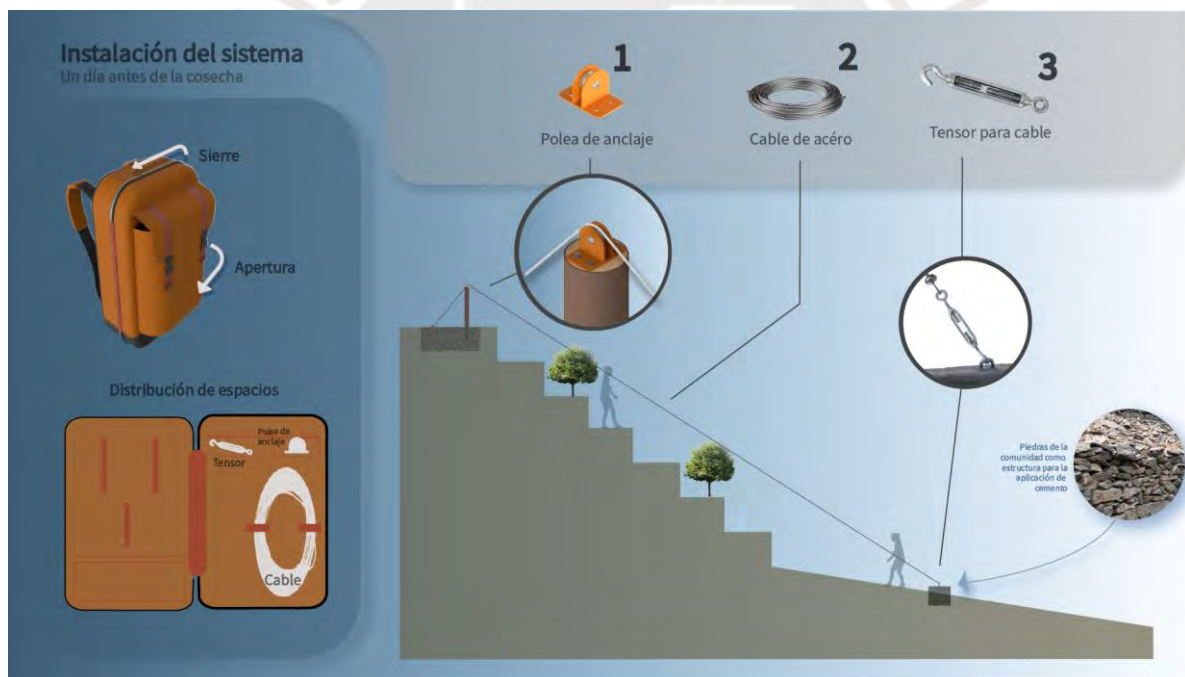


*Nota.* Se realizó el diseño de una mochila para almacenar los accesorios necesarios del sistema y pueda ser instalado por los usuarios.

La propuesta de Urkit consideró la instalación del sistema a través de la construcción de estructuras de concreto, además del método de instalación en los árboles. Se contemplaron ambos métodos de instalación, con el objetivo de pensar en agricultores que no poseían árboles aptos para la instalación del sistema en sus parcelas agrícolas. Las figuras 64 y 65 muestran la forma de instalación en estructuras de concreto y en árboles con el uso de eslingas (fajas especiales utilizadas en el sector de seguridad).

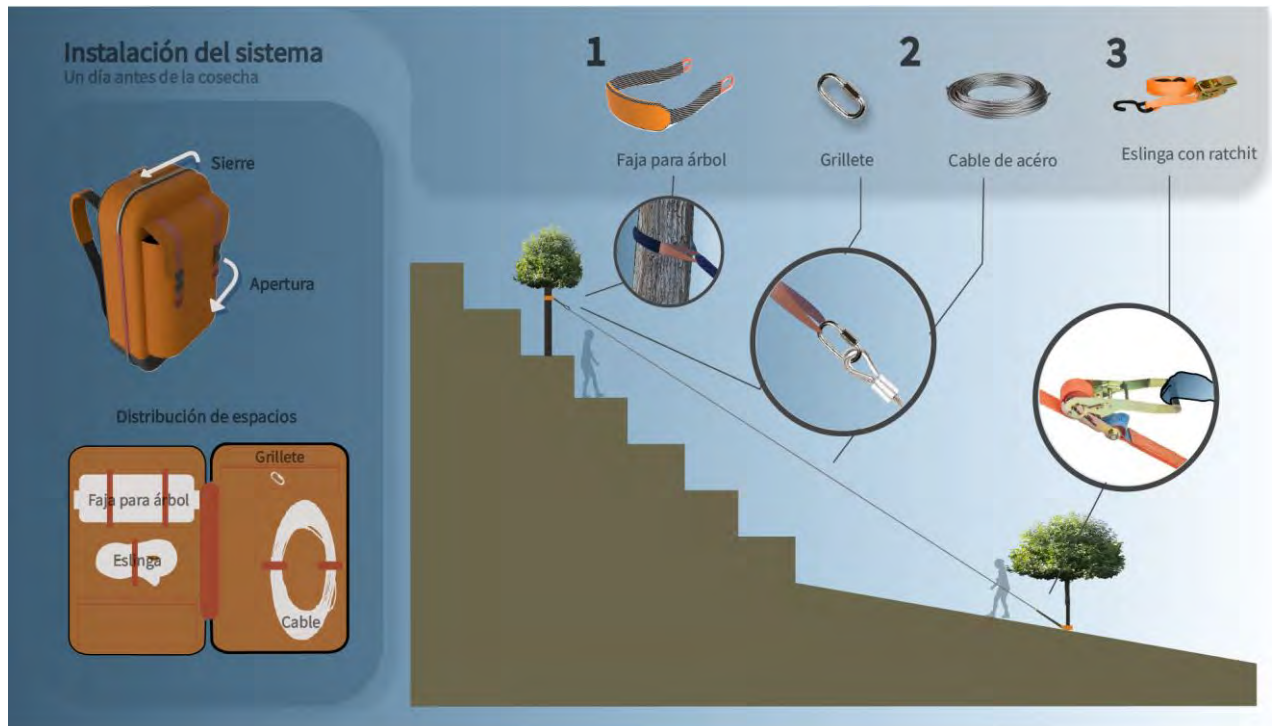
**Figura 64**

*Instalación en estructuras de concreto*



**Figura 65**

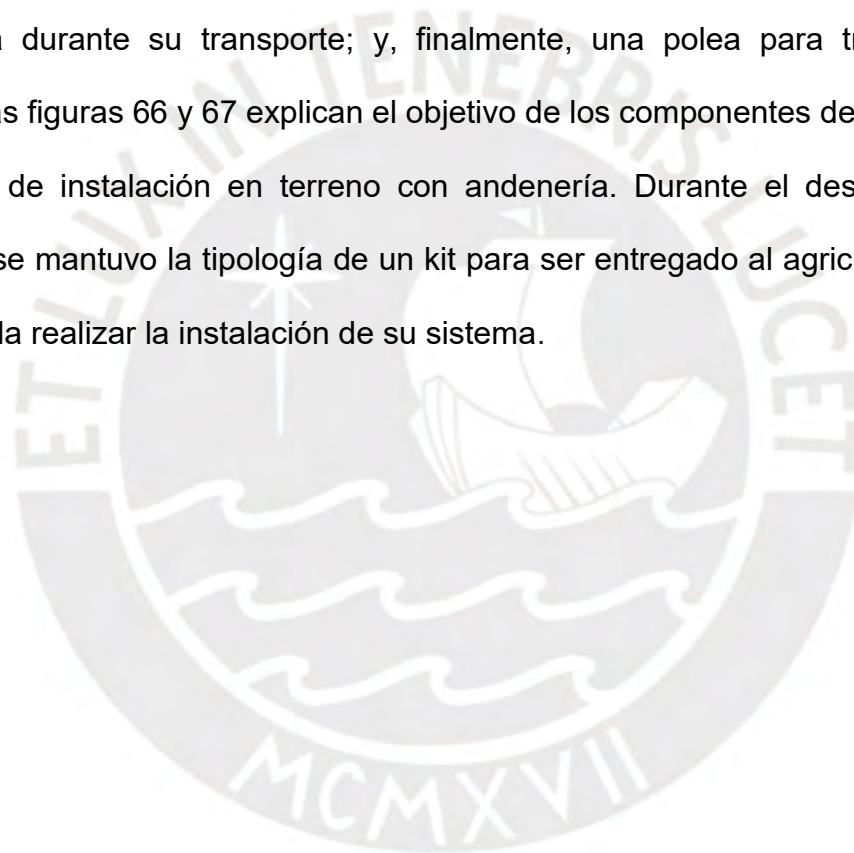
*Método de tensión en troncos*



La validación de Urkit se llevó a cabo presencialmente con los agricultores de Chillaco, quienes estuvieron de acuerdo con la propuesta. Sin embargo, señalaron que se sentían más cómodos con el método de instalación en concreto, dado que les daba mayor seguridad. Además, al observar la geografía de Chillaco presencialmente se encontró que la mayoría de los agricultores no tenía árboles con las condiciones necesarias para la instalación del kit. Por tal motivo, se realizaron modificaciones enfocadas en la instalación de todo el sistema en muros de concreto, con el objetivo de facilitar la interacción con el sistema al agricultor y reforzar la seguridad.

### 5.3 Propuesta de diseño 3

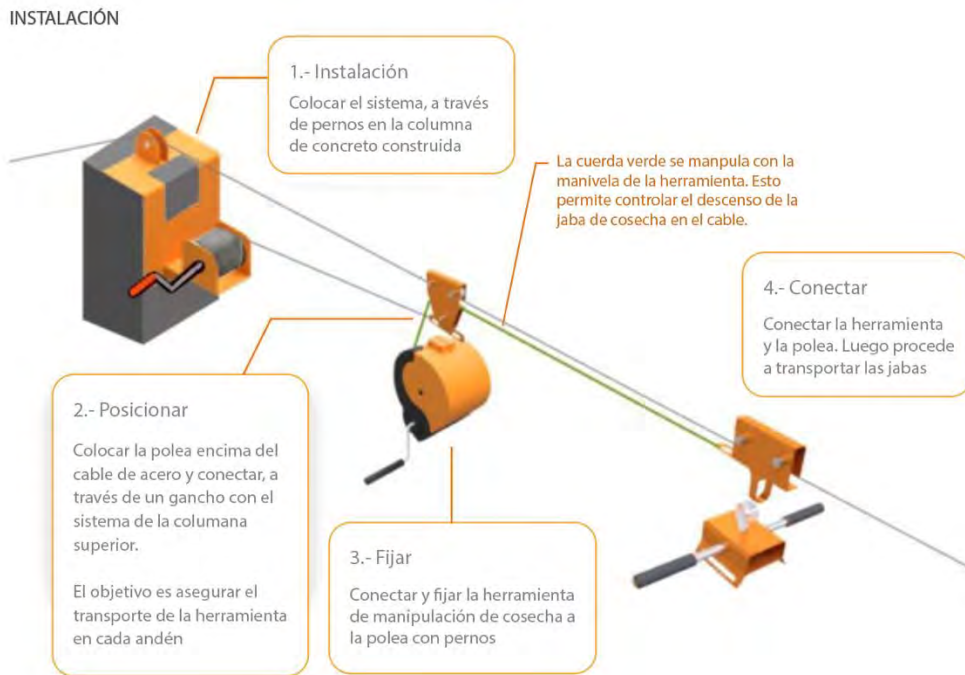
Con base en la nueva información a partir de la observación de campo y la retroalimentación por parte de los agricultores a partir de la validación previa, se planteó el diseño de nuevos accesorios para la instalación del sistema. El nuevo kit contenía un accesorio para facilitar la instalación del sistema a un bloque de concreto, el cual debería estar ubicado en la parte más alta del andén; una herramienta con la capacidad de colocarse en cada nivel del andén para manipular el descenso del peso de cosecha durante su transporte; y, finalmente, una polea para transportar la cosecha. Las figuras 66 y 67 explican el objetivo de los componentes del sistema y la distribución de instalación en terreno con andenería. Durante el desarrollo de la propuesta, se mantuvo la tipología de un kit para ser entregado al agricultor y que él mismo pueda realizar la instalación de su sistema.





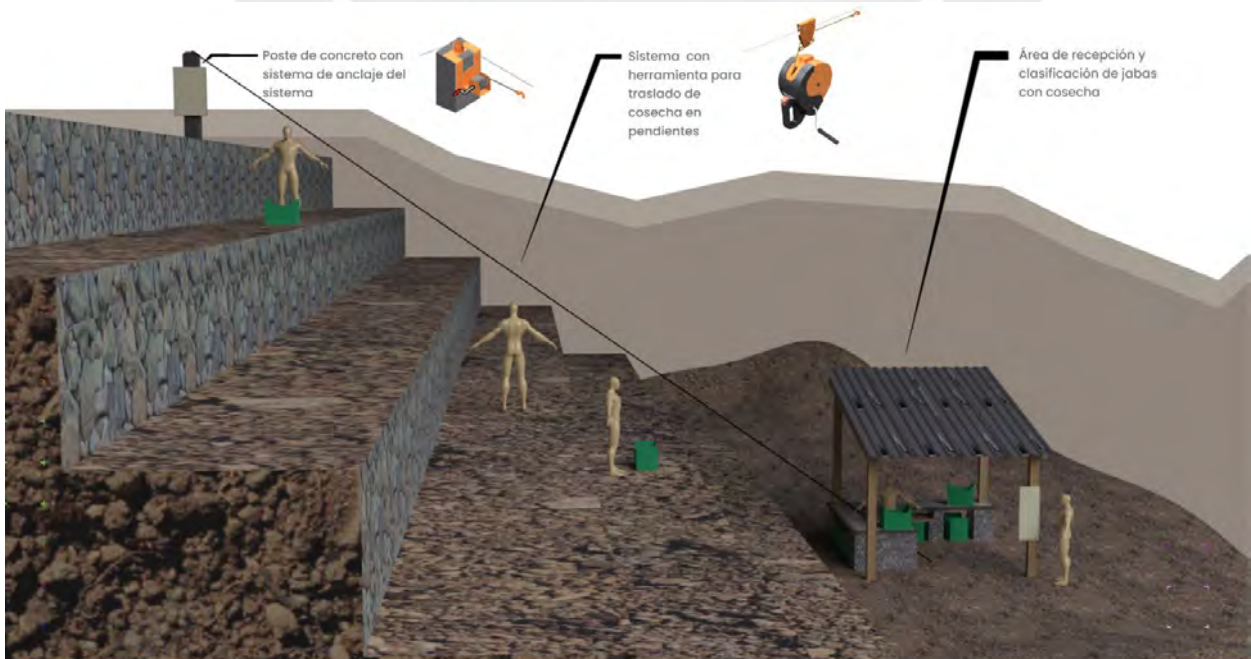
**Figura 66**

*Componentes de tercera propuesta*



**Figura 67**

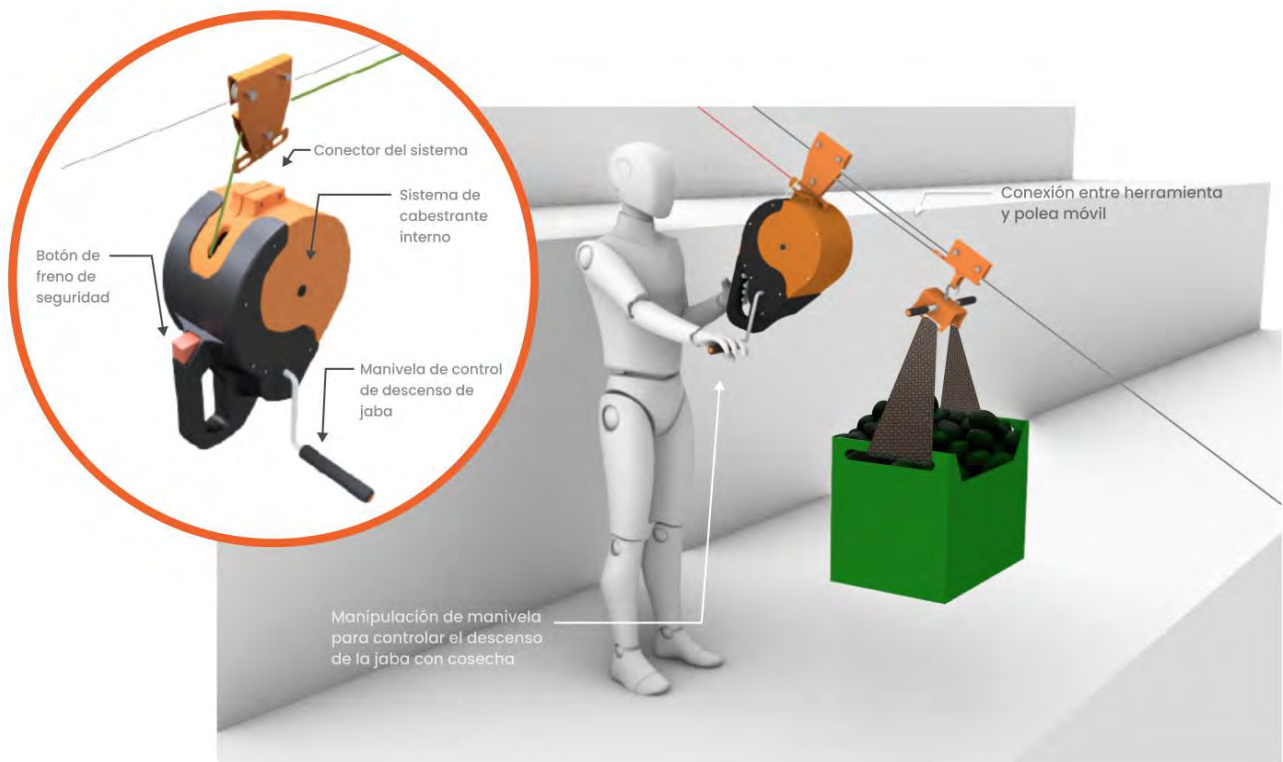
*Distribución de instalación de la propuesta*



Para facilitar el desarrollo del transporte de cosecha con el producto, se planteó que el sistema sea utilizado por dos o tres agricultores, y que uno de ellos se ocupe de las jabas de cosecha y los otros manipulen el sistema de descenso de carga de cosecha con el uso del accesorio. La Figura 68 muestra la manera de manipular el accesorio para controlar el descenso de cosecha desde el andén.

### Figura 68

#### Accesorio de manipulación de cosecha



En la etapa de validación de la propuesta se evaluaron las interacciones del usuario durante todo el proceso de traslado de cosecha, lo cual permitió evidenciar que la propuesta del sistema causaba molestias al usuario durante el proceso de

instalación, además de no permitir realizar el proceso de manera fluida. Por lo anterior, se estableció un sistema más sencillo de instalar durante los periodos de cosecha.

#### **5.4 Propuesta de diseño 4**

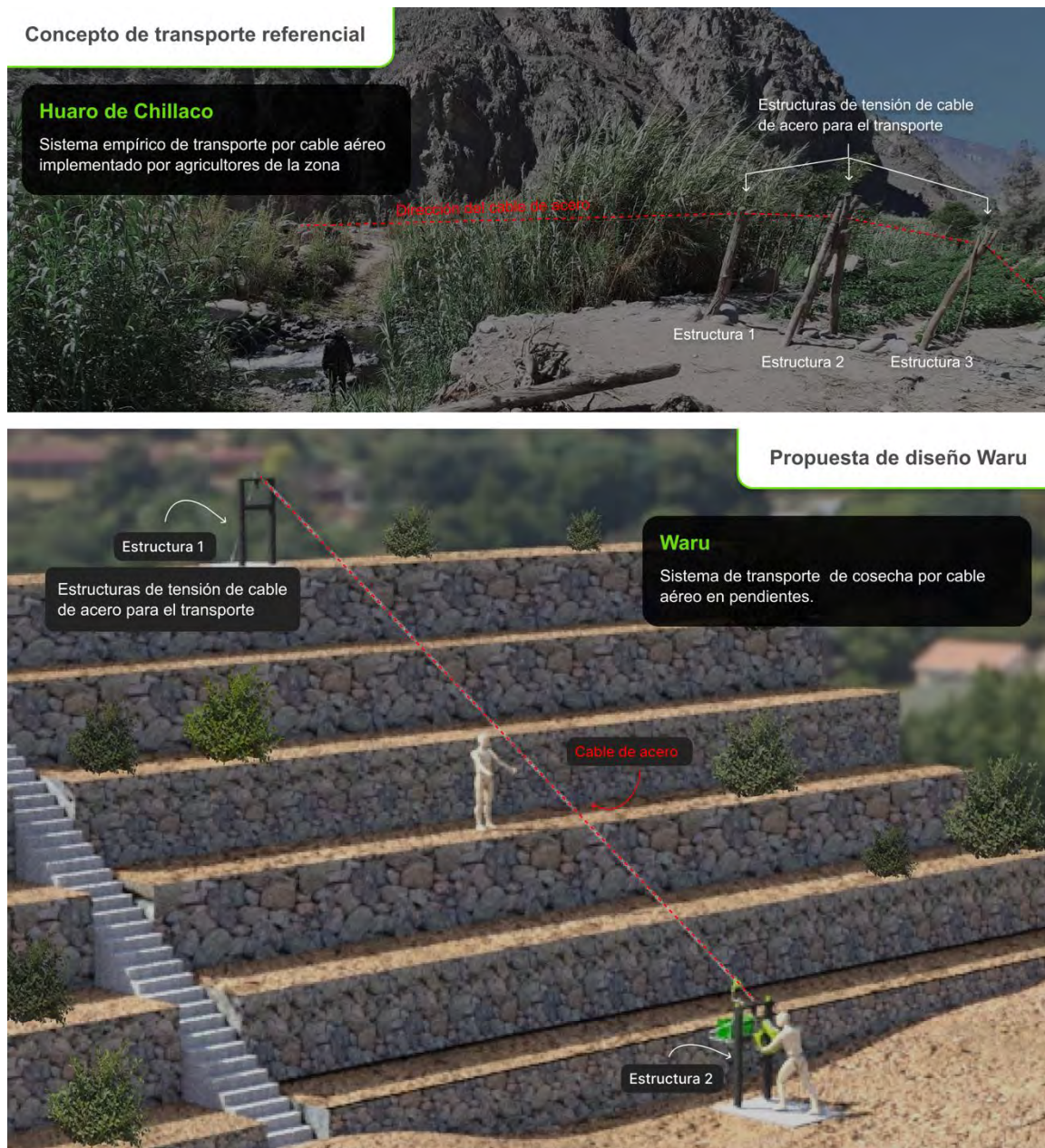
El proceso de ideación y las constantes validaciones de las propuestas condujeron al diseño de Waru, un sistema de transporte de cosecha por cable, de bajo costo, que reduce el esfuerzo físico de traslado de cosecha del agricultor de Chillaco en terrenos con pendiente.

##### **5.4.1 Concepto y tipología**

El diseño de Waru se definió con base al concepto empírico de movilidad por cable que tienen los huaros tradicionales en Perú. Para el desarrollo de esta propuesta se consideró el análisis realizado sobre uno de los huaros construidos por agricultores de la comunidad de Chillaco, en el cual se observó el transporte bidireccional y el método manual de traslado de peso implementado de manera artesanal en el sistema. La Figura 69 explica los conceptos adquiridos del sistema de huaro de Chillaco y cómo se estableció la propuesta de Waru en un terreno vertical con andenería existente en la zona.

**Figura 69**

*Concepto del sistema Waru*

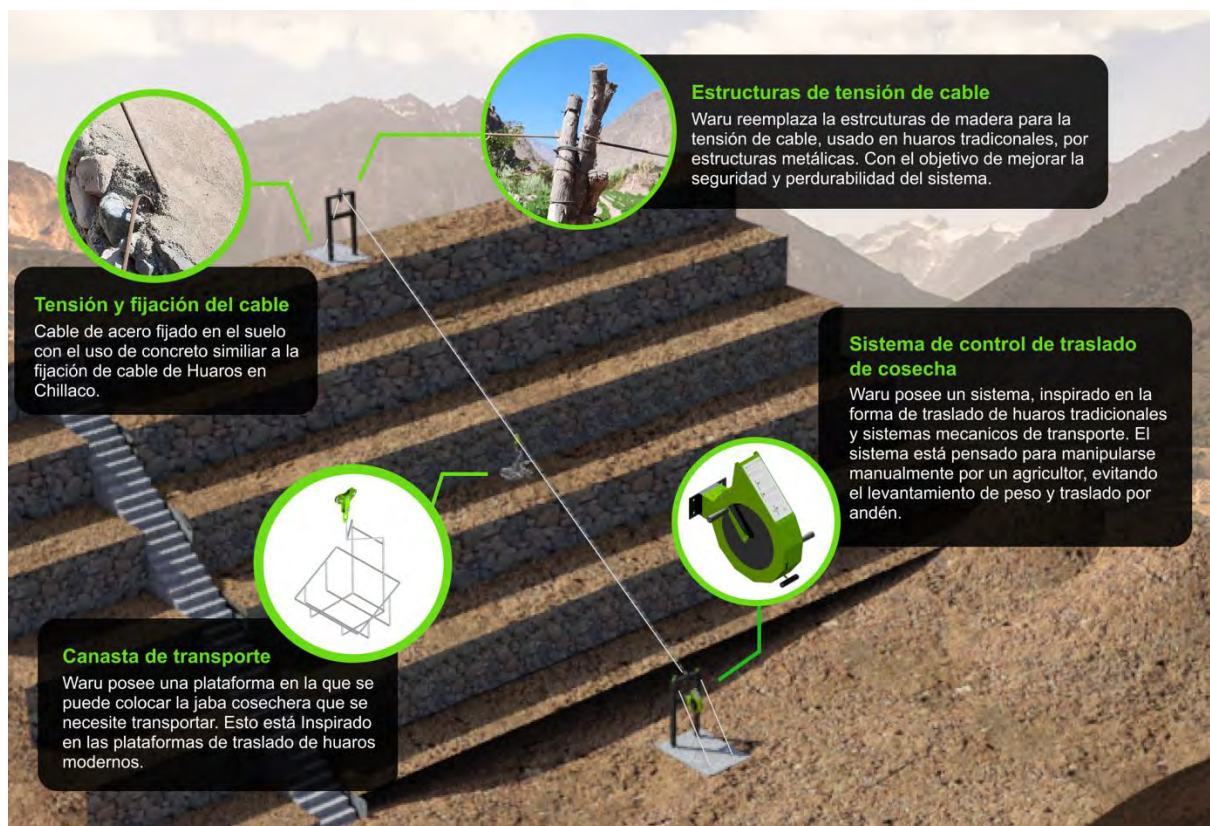


El objetivo de emplear un concepto de transporte artesanal para el diseño de Waru, es que el agricultor utilice el sistema de manera intuitiva y segura. Sin embargo, en el diseño del sistema se ha considerado el uso de materiales más resistentes y duraderos por la seguridad del agricultor y la perdurabilidad del sistema en un entorno

abierto. La figura 70 grafica los accesorios implementados y algunos conceptos, que sirvieron para definir mejor el diseño del sistema, tales como: La canasta de transporte, sistema de traslado de cosecha y estructuras fijas en los extremos del andén.

**Figura 70**

*Elementos y accesorios del sistema Waru*

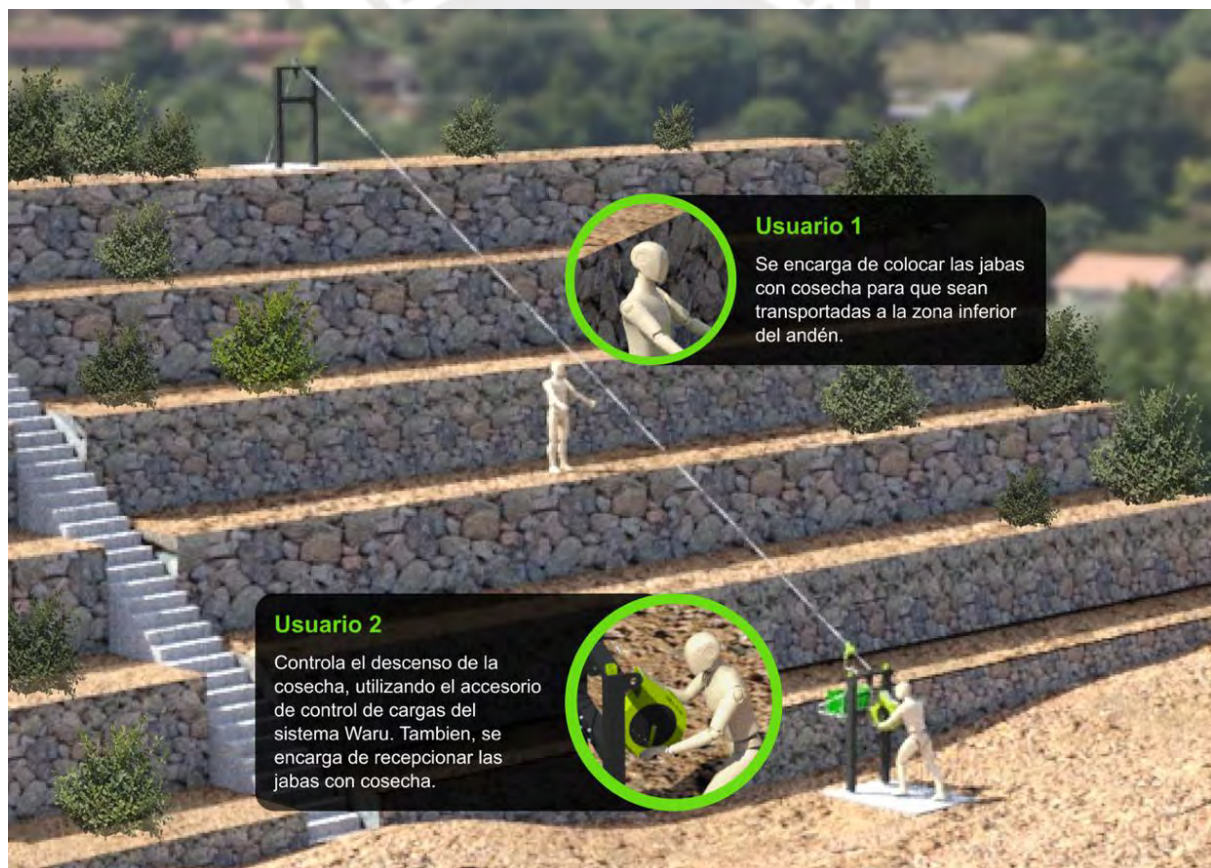


Por otro lado, el sistema permite que se realice la labor de traslado de cosecha de forma colaborativa; ya que según el análisis de actividades que se desarrollan durante el proceso es necesaria la intervención mínima de dos personas. Bajo este parámetro, el diseño de Waru plantea que un usuario se ubique en uno de los niveles del andén y desempeñe la labor de colocar las jabas con cosecha sobre la canasta de

transporte, la cual servirá como contenedor para el traslado seguro de la cosecha de forma aérea. Al mismo tiempo, en la parte inferior del andén, debe de haber un usuario, que a través del sistema de control de traslado de cosecha, se encargue del transporte manual de la canasta en el cable tensado aéreo, posteriormente recoja la canasta y se proceda al acopio. La figura 71 grafica la ubicación de ambos usuarios para el traslado de cosecha en andenería.

**Figura 71**

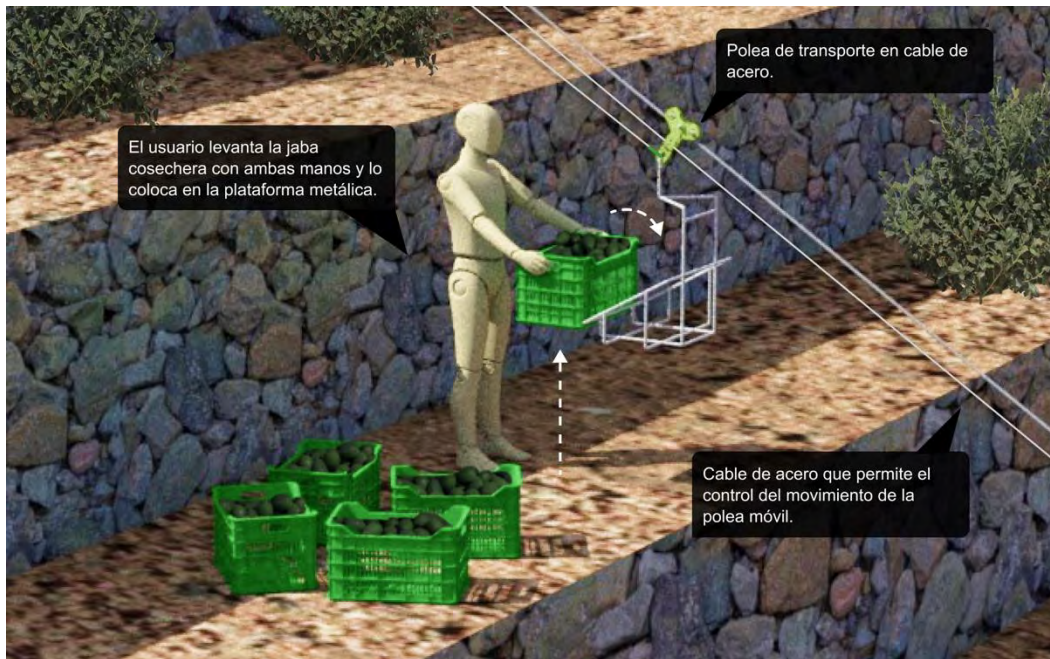
*Dos usuarios manipulando el sistema*



La figura 72 y 73 muestran el detalle de la función del usuario 1 y el usuario 2 para el transporte seguro de la cosecha, respectivamente.

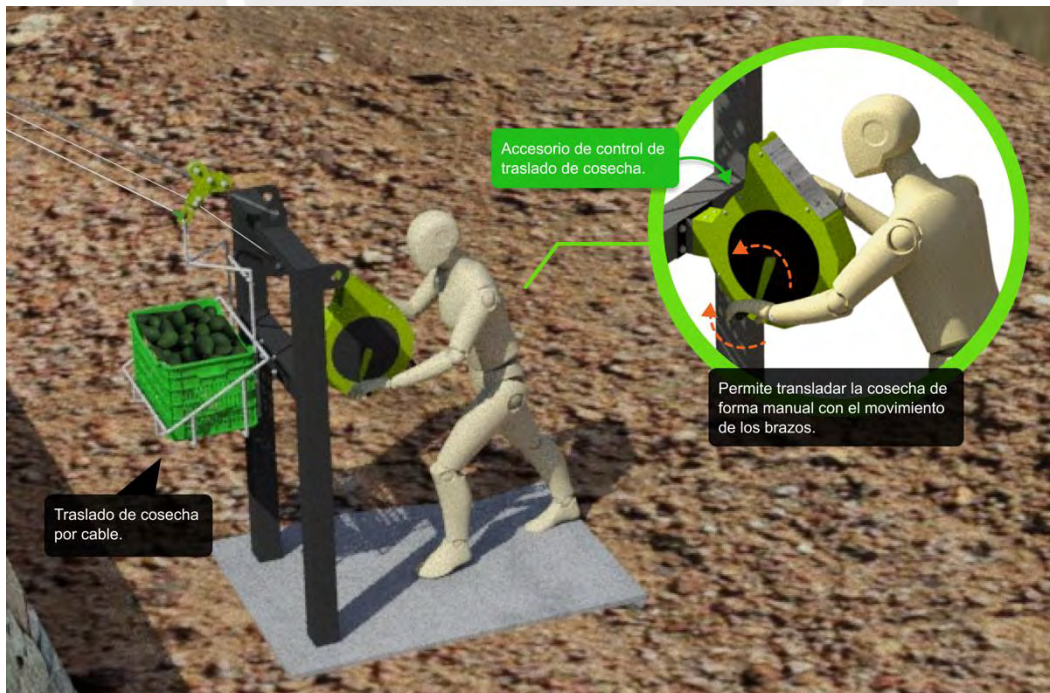
**Figura 72**

*Usuario 1 ubicado en el andén*



**Figura 73**

*Usuario 2 trasladando la cosecha*



La definición de este método de trabajo colaborativo se propuso con la finalidad de que cada usuario posea una tarea definida, de esta forma se evita que el agricultor esté saturado de actividades, lo cual le permitirá tener una mejor experiencia en el desarrollo de la actividad.

#### **5.4.2 Aspectos técnico-funcionales**

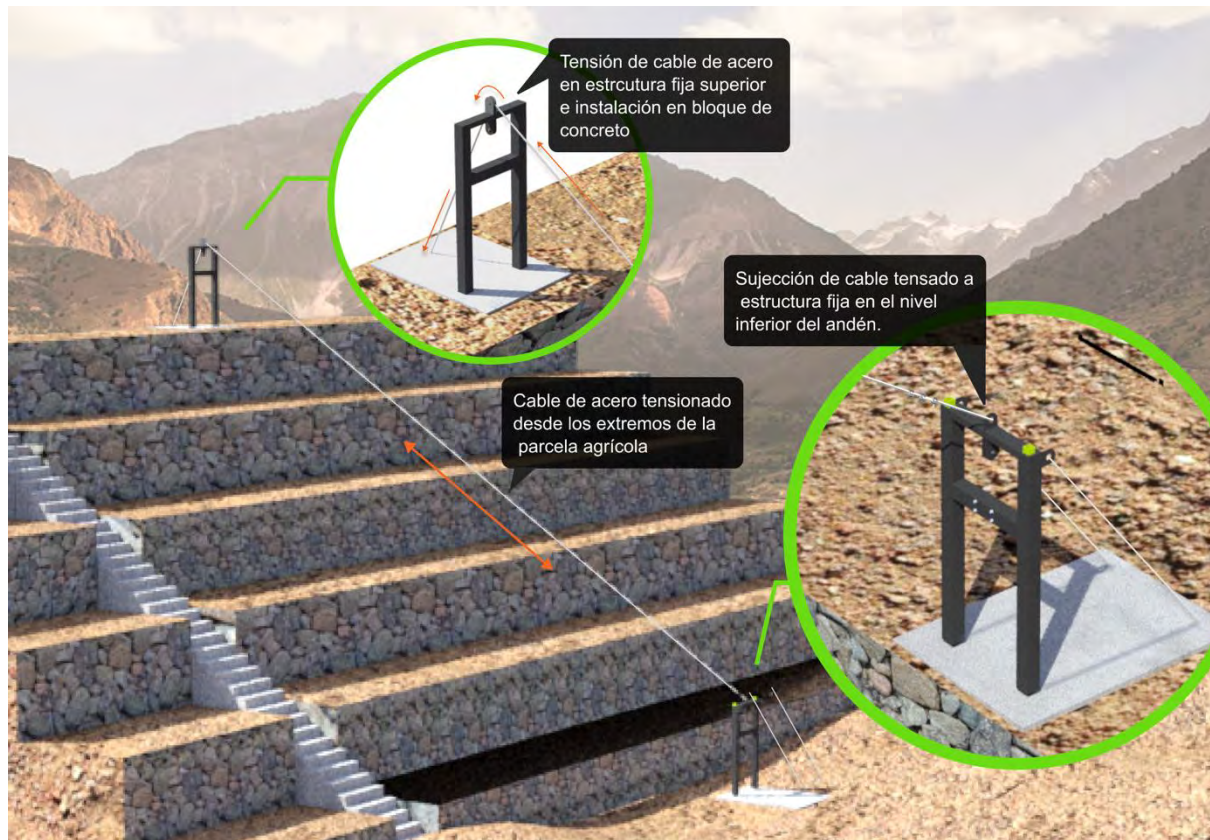
Al igual que el concepto de Waru, algunos de los métodos técnico-constructivos del sistema están relacionados en la manera en que los agricultores realizan la instalación de huaros tradicionales en sus parcelas agrícolas.

De acuerdo a esto, para la construcción e instalación del sistema se requiere inicialmente de la fijación de dos estructuras metálicas ubicadas en ambos extremos del andén; estas estructuras han sido diseñadas con el objetivo de permitir tensionar el cable de acero para el traslado seguro de la cosecha, tal como el método de traslado por huaros. El material establecido para la construcción de ambas estructuras es de tubo cuadrado metálico, esto fue propuesto por el ingeniero con quien se validó las versiones de diseño del proyecto, con el propósito de proporcionar mayor seguridad al sistema. La figura 74 explica la ubicación de ambas estructuras y muestra la tensión del cable de acero, en ambos extremos de la andenería.



**Figura 74**

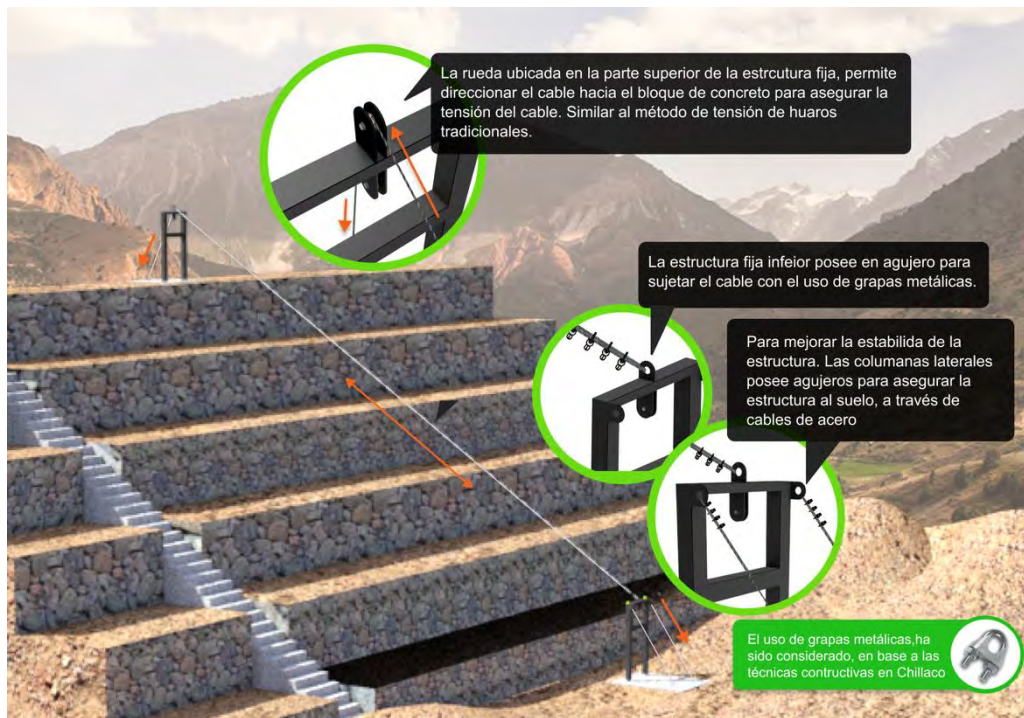
*Estructuras fijas*



Como se ha explicado, las estructuras mostradas permiten tensionar el cable de acero de forma segura. En el caso de la estructura inferior, esta posee un agujero para enganchar el cable y conectarlo con la estructura superior; de esta manera tensionar el cable en ambos extremos del andén. El método de tensión fue definido, según los métodos constructivos de huaros tradicionales observados y la asesoría de un ingeniero civil. Adicionalmente, se incorporó un tensor crosby y una polea en la parte superior de la estructura para direccionar el cable hacia el suelo y tensarlo. La figura 75 y 76 muestran los elementos descritos para la tensión del cable de acero.

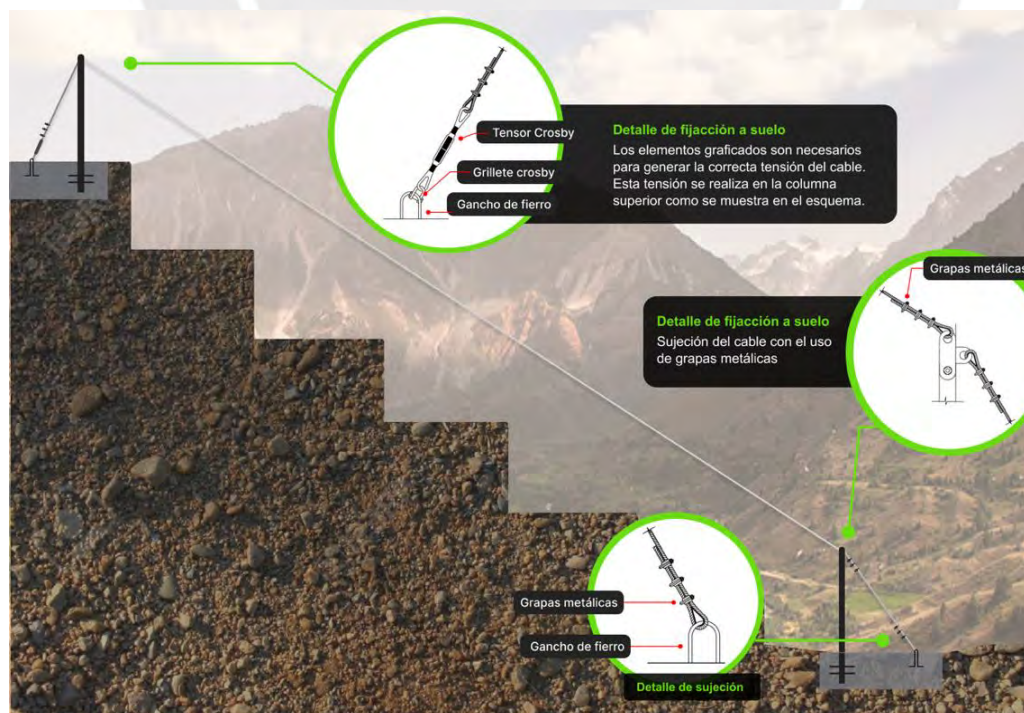
**Figura 75**

*Detalle de estructuras fijas para tensión de cable de acero*



**Figura 76**

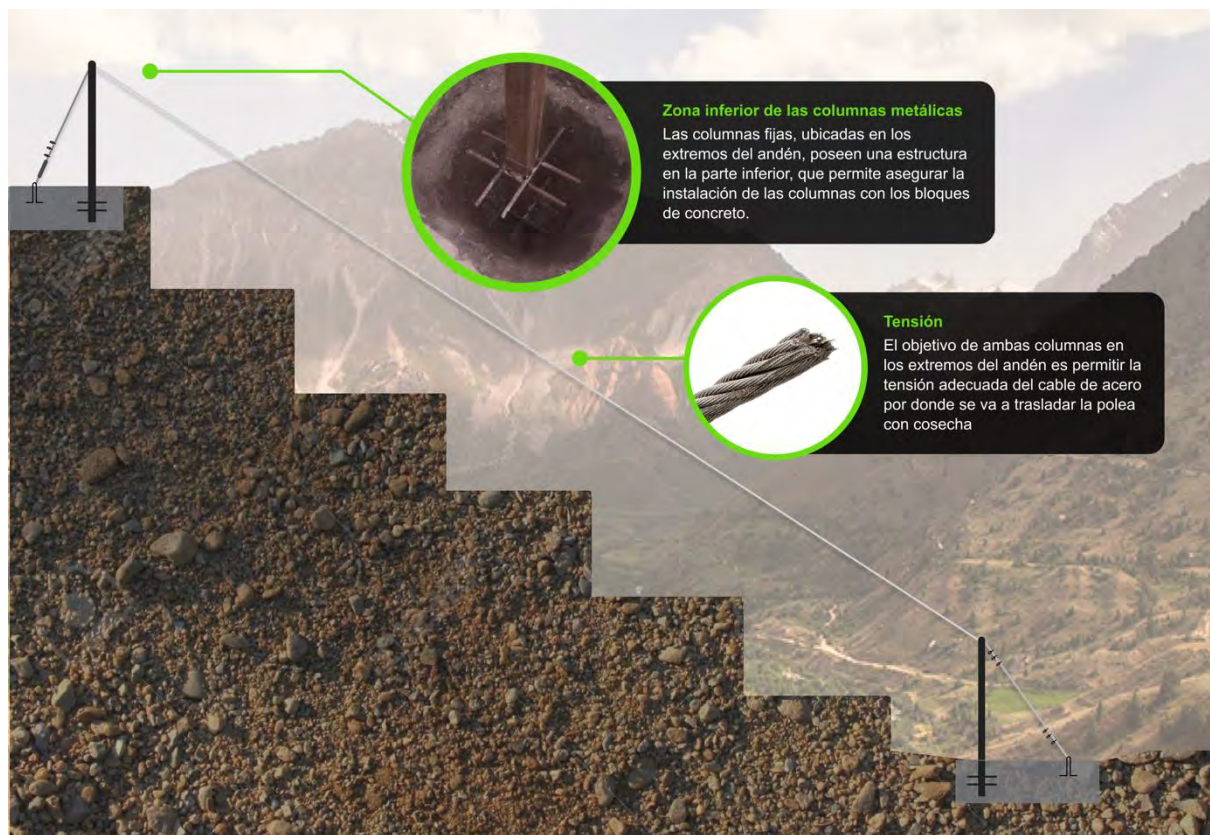
*Detalles de sujeción y tensión del cable*



Finalmente, para asegurar las estructuras al suelo, se reforzó la instalación de las estructuras con bloques de concreto enterrados, esto permitirá que el sistema sea más estable durante el transporte de peso por cable. La figura 77 muestra el detalle de fijación de las estructuras del sistema a los bloques de concreto.

**Figura 77**

*Estructuras fijas del sistema Waru y fijación al concreto*

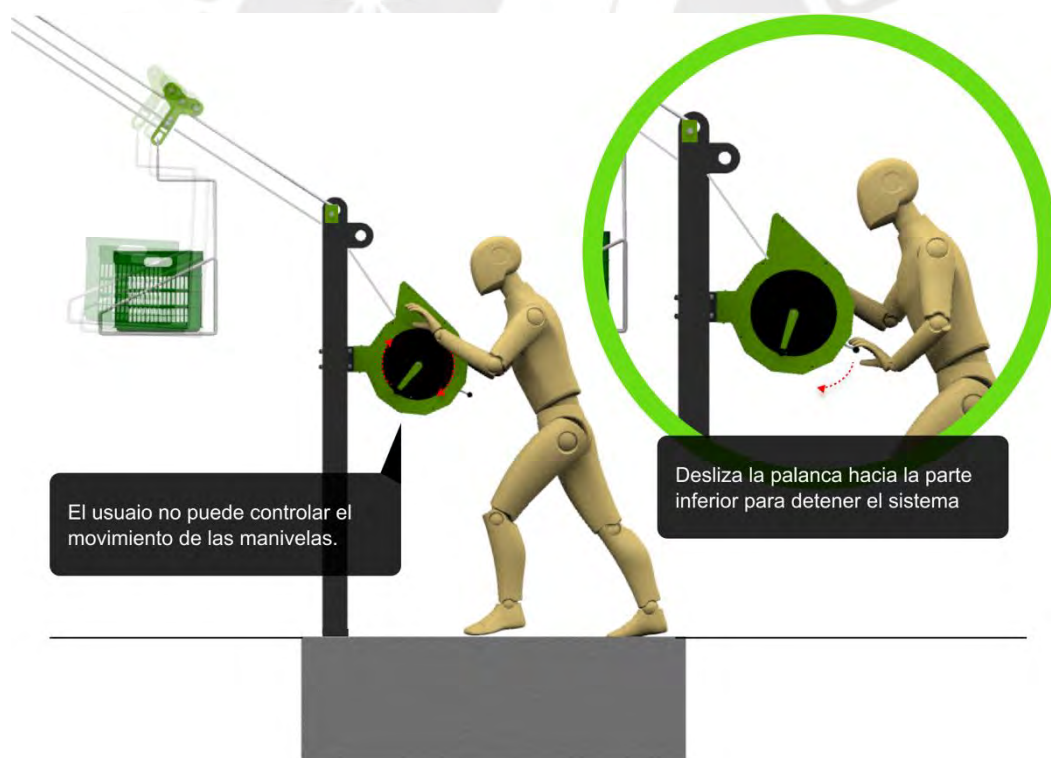


Como se explicó, las estructuras ubicadas en ambos extremos son necesarias para generar la tensión del cable, por donde se va a transportar la cosecha. Sin embargo, para que el usuario pueda controlar el movimiento de la cosecha en el cable tensado, Waru proporciona al agricultor un sistema capaz de controlar el traslado de la cosecha de forma bidireccional. Este sistema permite enrollar y desenrollar cable

de acero, a través de la manipulación de dos manivelas laterales, lo cual permitirá que se transporte la cosecha, tal como el método de traslado de huaros. Adicionalmente, se ha incorporado un freno manual por precaución si es que el usuario no logra controlar el descenso de la cosecha. En este caso el usuario deberá deslizar la palanca de freno hacia abajo para parar el mecanismo interno del sistema. De igual manera si es que desea continuar con la labor de traslado deberá deslizar la palanca hacia arriba para destrabar el freno del sistema. La figura 78 ejemplifica el caso descrito.

**Figura 78**

*Freno manual del sistema*

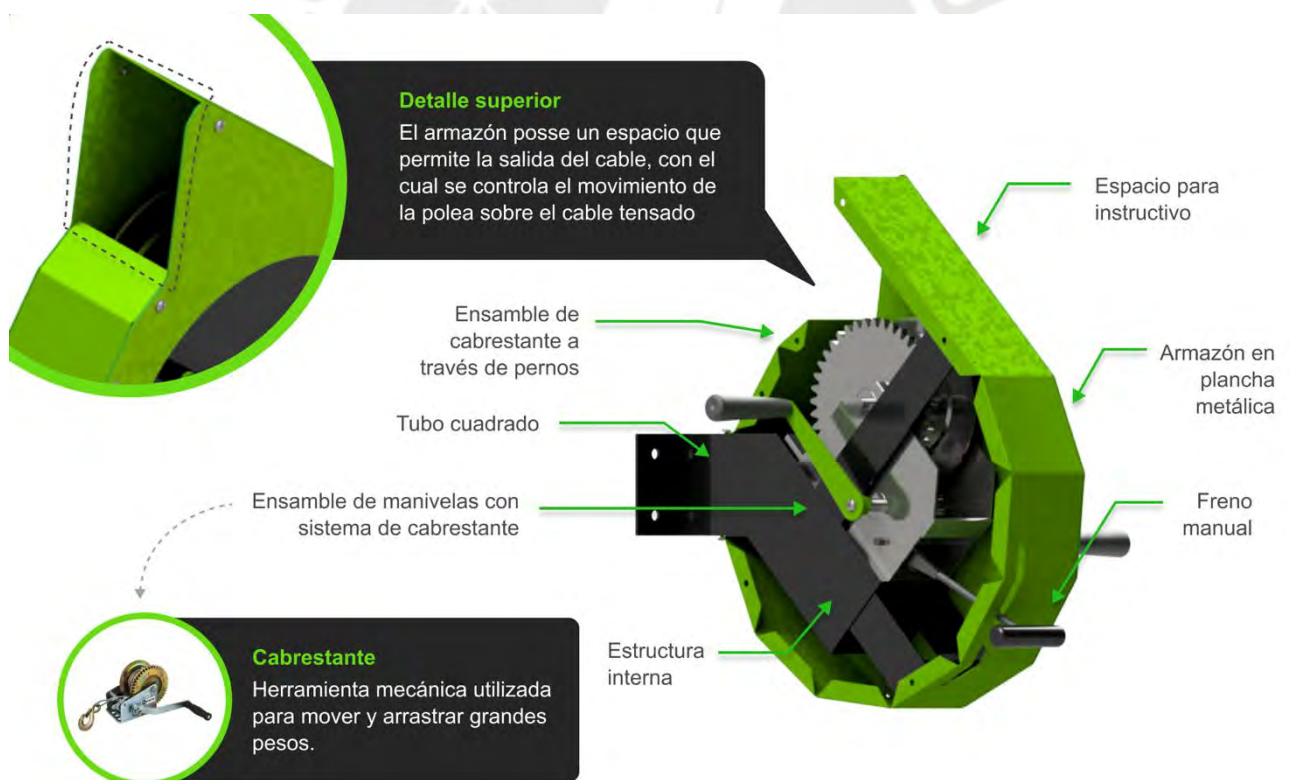


El mecanismo utilizado en la propuesta es el de un cabrestante manual (ver figura 27). Esta herramienta, según el análisis en otros contextos agrícolas, permite

manipular grandes cantidades de peso, a través del movimiento manual o mecánico de una manivela. Este método de manipulación se propuso con el objetivo de facilitar la interacción del usuario durante el control del transporte de la cosecha por periodos de tiempo prolongados. Asimismo, este sistema ha sido cubierto por una carcasa, fabricada en plancha metálica; el cual evita la exposición del mecanismo para proporcionar mayor seguridad al agricultor durante su manipulación. La figura 79 muestra cómo se acopló el mecanismo al sistema de control de traslado de cosecha de Waru.

**Figura 79**

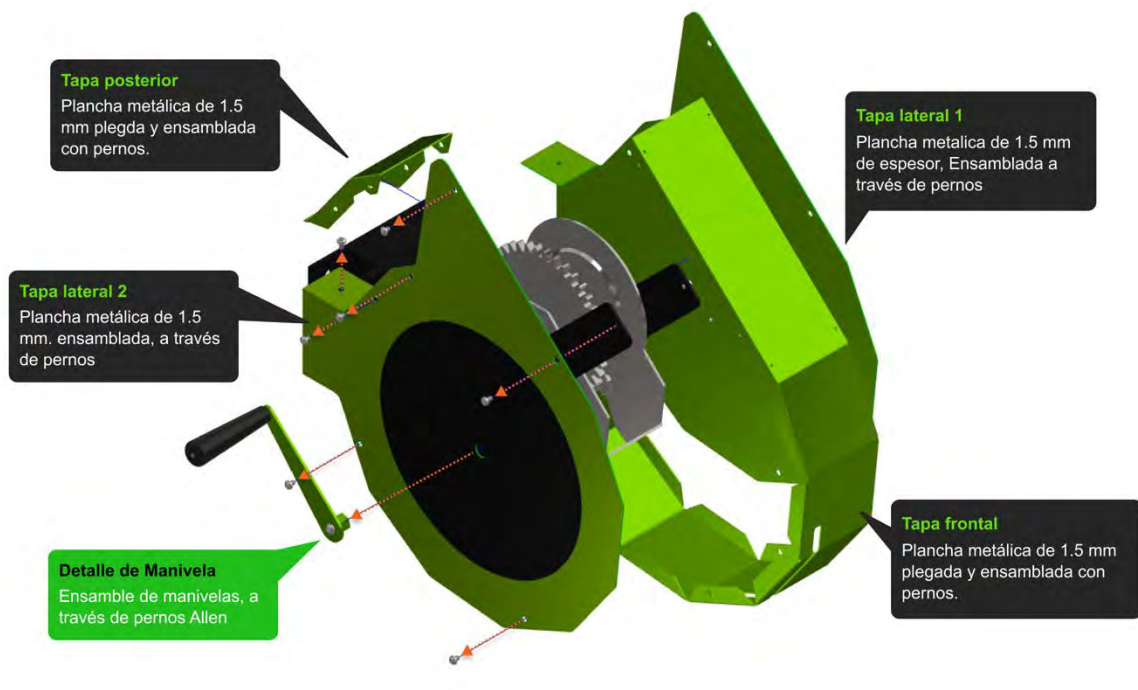
*Mecanismo interno del sistema de traslado de cosecha*



Como se observa el diseño de la carcasa del sistema tiene una forma circular facetada. Este detalle se debe a que se ha considerado cómo método de fabricación el plegado de la plancha metálica para evitar el uso de soldadura en la fabricación de las piezas de ensamble. La figura 80 muestra el método de ensamblado del sistema, con la mínima cantidad de pernos.

**Figura 80**

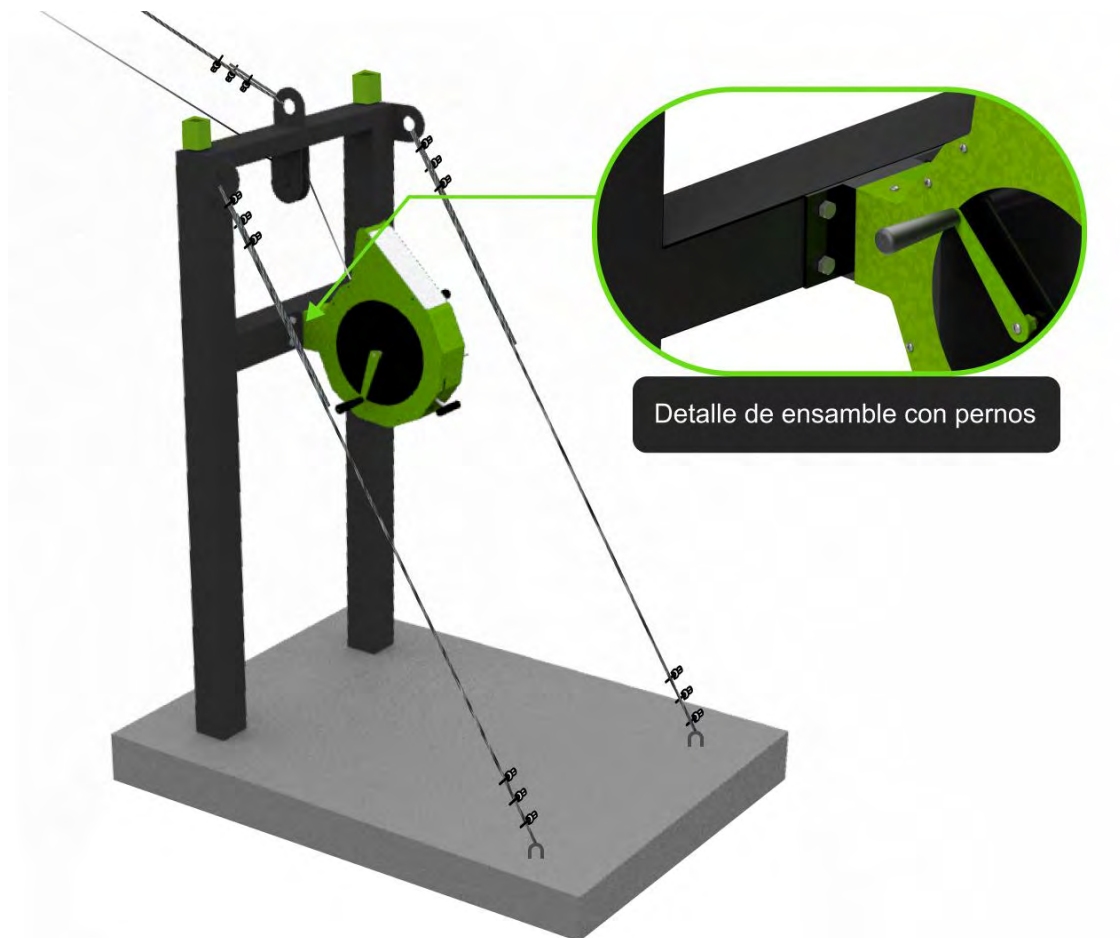
*Ensamble de armazón metálico*



Los detalles y métodos de fabricación desarrollados han sido propuestos considerando los costos de fabricación del sistema, ya que uno de los objetivos del proyecto es la implementación de una propuesta económica para comunidades rurales como el caso de Chillaco. De acuerdo a esto, el sistema de control de traslado de cosecha es una pieza desmontable, el cual se puede ensamblar a través de pernos a la estructura inferior Waru. Tal como se muestra en la figura 81.

## Figura 81

*Detalle de ensamble del sistema a estructura inferior*

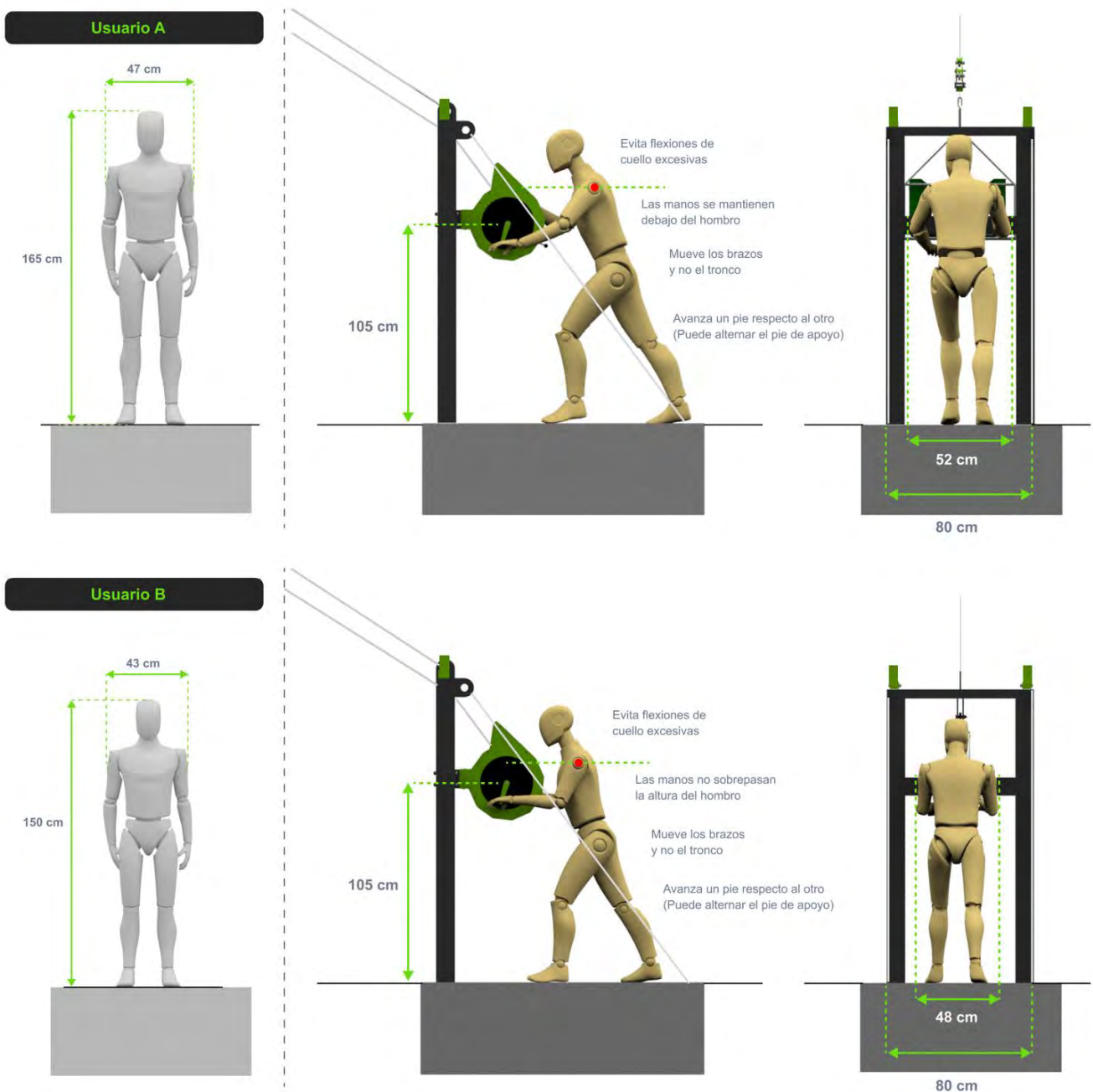


La disposición de uso del sistema se propuso de acuerdo a la validación de la manipulación de un prototipo a escala real, la cual se realizó con personas de alturas entre: 1.50 ; 1.60 ; 1.65 y 1.70. La validación se realizó considerando la altura máxima del hombre de Chillaco y el rango de alturas de mujeres y hombres peruanos.

Este ejercicio definió la ubicación adecuada para la manipulación de las manivelas. La figura 82 muestra los detalles ergonómicos y de usabilidad considerados en la disposición de los elementos del sistema.

**Figura 82**

*Usuarios controlando el transporte de la cosecha*



Como se ha explicado, el objetivo del diseño de Waru es facilitar la interacción del usuario con el sistema de transporte de cosecha. También, que el agricultor adopte las posturas adecuadas, durante la actividad; de esta manera el sistema propone

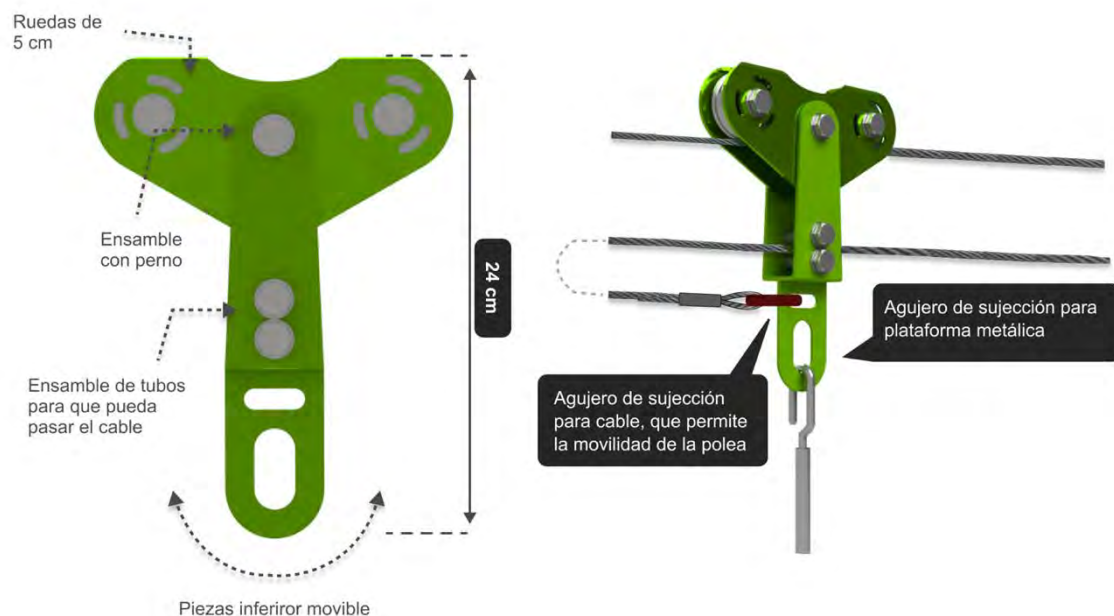


cuidar la salud del agricultor, al evitar que se exponga a posturas que conlleven a contraer problemas musculoesqueléticos en un futuro.

Por otra parte, para que el sistema funcione adecuadamente, se ha diseñado una polea móvil en plancha metálica de 3 mm. Esta permite conectar la canasta en la que se va a colocar la jaba cosechera para que sea transportada en el sistema. La materialidad de este accesorio se decidió con base en el peso de la cosecha que se va a transportar por el cable (20-25 kg). Asimismo, su diseño contempla los espacios de sujeción necesarios para la conexión con el accesorio de control de traslado de cosecha y la plataforma en donde se ubica la jaba cosechera. Los detalles funcionales del diseño se pueden visualizar en la Figura 83. Cabe mencionar que la forma y características del diseño de la polea son el resultado de la validación con prototipo en escala real.

**Figura 83**

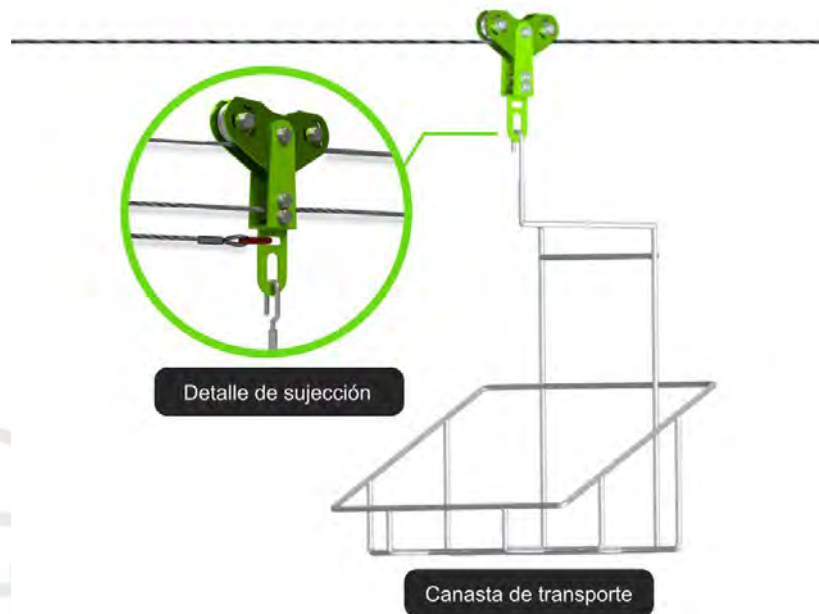
*Características funcionales de la polea*



La siguiente figura, muestra la unión entre la canasta de transporte y la polea móvil ubicadas sobre el cable de acero.

### Figura 84

*Polea y caja de transporte.*

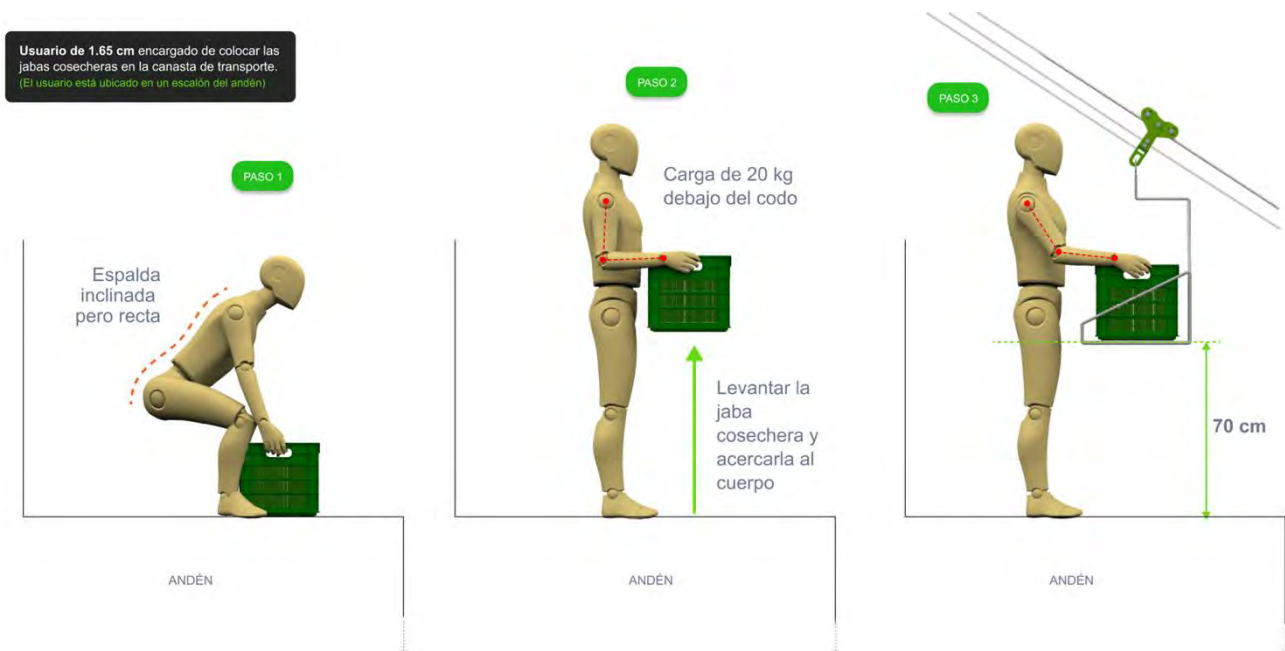


Como se observa en la figura anterior, la canastilla de transporte en la que se coloca la jaba cosechera se diseñó para conectarse fácilmente con la polea móvil. A su vez, las dimensiones de la plataforma se definieron con base en las medidas de jabas cosecheras utilizadas por los agricultores de Chillaco. El objetivo principal del diseño de la plataforma es que el agricultor no tenga la necesidad de levantar la jaba con peso a una altura muy elevada, puesto que, según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), no es recomendable. Por esta razón, el diseño de la plataforma tipo canasta busca prevenir posturas inadecuadas durante la carga de la jaba cosechera. El material destinado para la fabricación de la plataforma

es tubo metálico de 12 mm. La figura 85 muestra los detalles ergonómicos y de usabilidad considerados en el diseño de la canasta de transporte.

## Figura 85

*Usuario manipulando la canasta de transporte de cosecha*

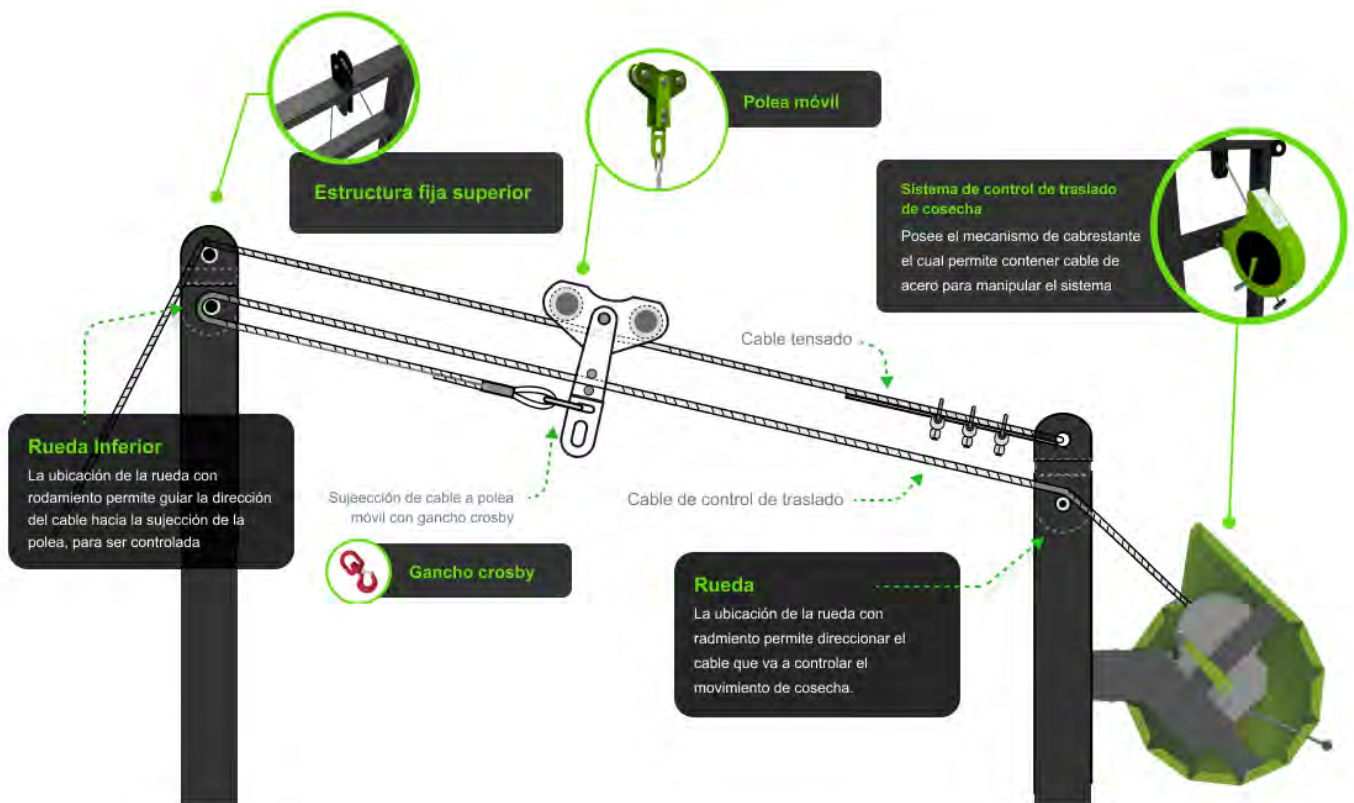


Todos los elementos y accesorios descritos permiten trasladar la cosecha por los distintos niveles de la andenería, a través de una manipulación intuitiva y segura por parte del usuario. De igual forma, el diseño y disposición de los elementos en el sistema favorecen a que el usuario mantenga una postura estable durante largas horas de trabajo.

Para explicar de forma clara el funcionamiento del sistema, la figura 84 muestra el recorrido de los cables utilizados en el sistema para realizar la función del traslado; también, se puede observar cómo intervienen los accesorios descritos previamente para el funcionamiento del sistema.

**Figura 86**

*Explicación del funcionamiento de transporte de cosecha*



Adicionalmente a los accesorios y elementos descritos, los cuales son indispensables para el funcionamiento del sistema, Waru posee elementos enfocados en mejorar la experiencia del usuario considerando factores externos que pueden ser peligrosos para el agricultor como la exposición prolongada al sol; también, busca facilitar la información del uso del sistema y recomendar algunas posturas para la prevención de dolores lumbares.

Para empezar por el primer punto, para evitar que el usuario se exponga de forma prolongada al sol, mientras controla el descenso de la cosecha por cable, se diseñó un techo plegable como parte de los accesorios removibles del sistema. La fabricación del accesorio esta compuesta por una estructura metálica, la cual permite

extender una tela que sirve como superficie de protección del sol. La tela utilizada en la propuesta es de material poliéster, el cual es un material implementado, comúnmente, en la fabricación de toldos plegables (ver Figura 87).

**Figura 87**

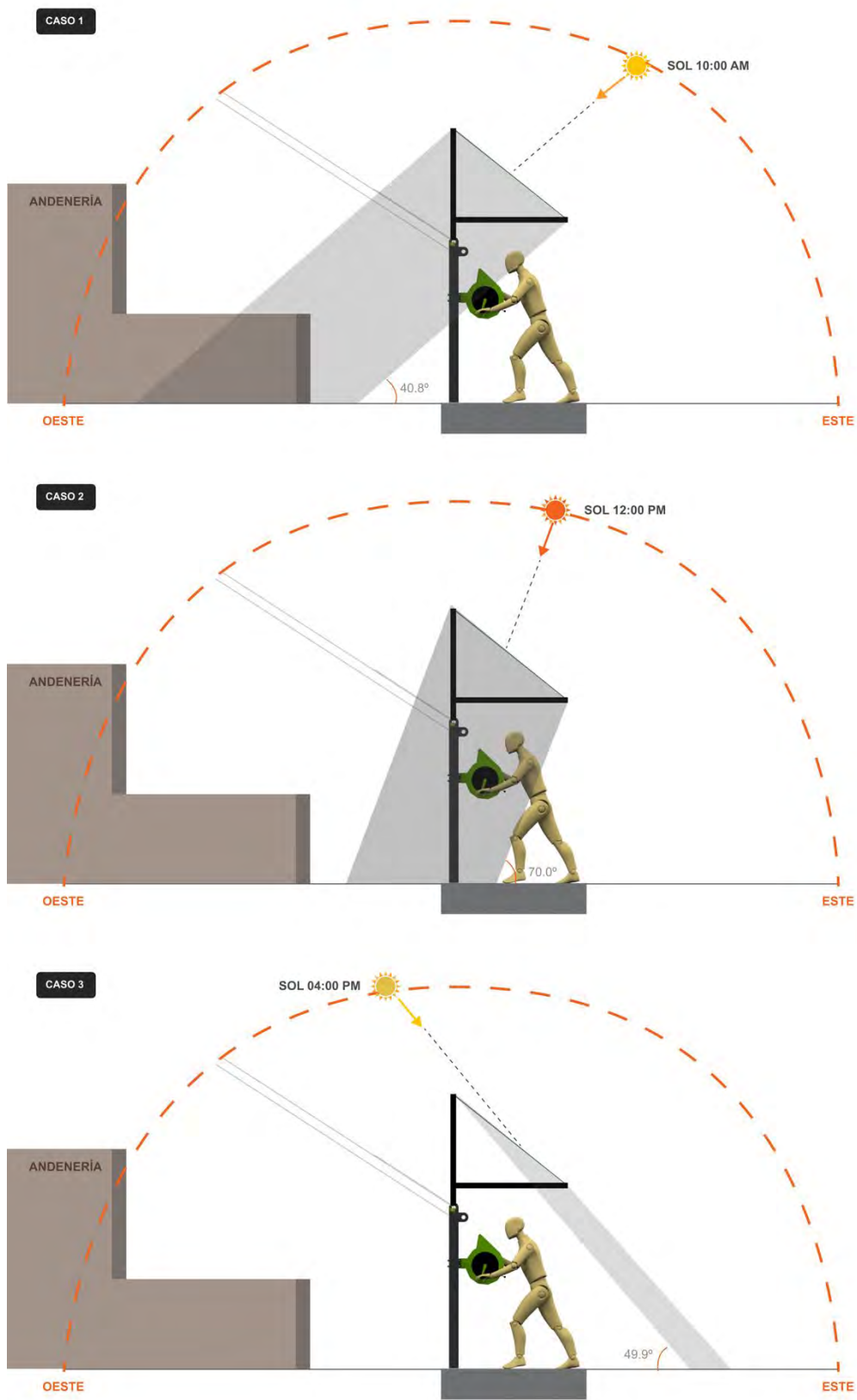
*Techo plegable (accesorio)*



Para definir el diseño del techo se analizó la proyección de las sombras del lugar a las 10 am, a través de fotografías. También, se definió la orientación de los andenes estudiados en la línea de este a oeste, a través de google maps. De esta forma el techo fue diseñado para proteger al usuario desde las 10:00 AM hasta las 4:00 PM, periodo en el cual las 12:00 PM es considerada la hora con mayor radiación solar. La figura 88 muestra la protección del techo en las distintas horas.

# Figura 88

## Análisis de proyección de sombra de techo



Sobre el segundo punto, enfocado a la proporción de información de uso del sistema y la recomendación postural para el cuidado de la salud física, Waru posee un espacio en cual se muestra un instructivo gráfico fabricado en plancha de aluminio, impreso a través de técnica serigráfica (ver Anexo 17). En este espacio el usuario puede visualizar las posturas sugeridas, que le permitirán obtener mayor estabilidad corporal durante la manipulación del sistema. La figura 89 muestra la ubicación de este instructivo.

### **Figura 89**

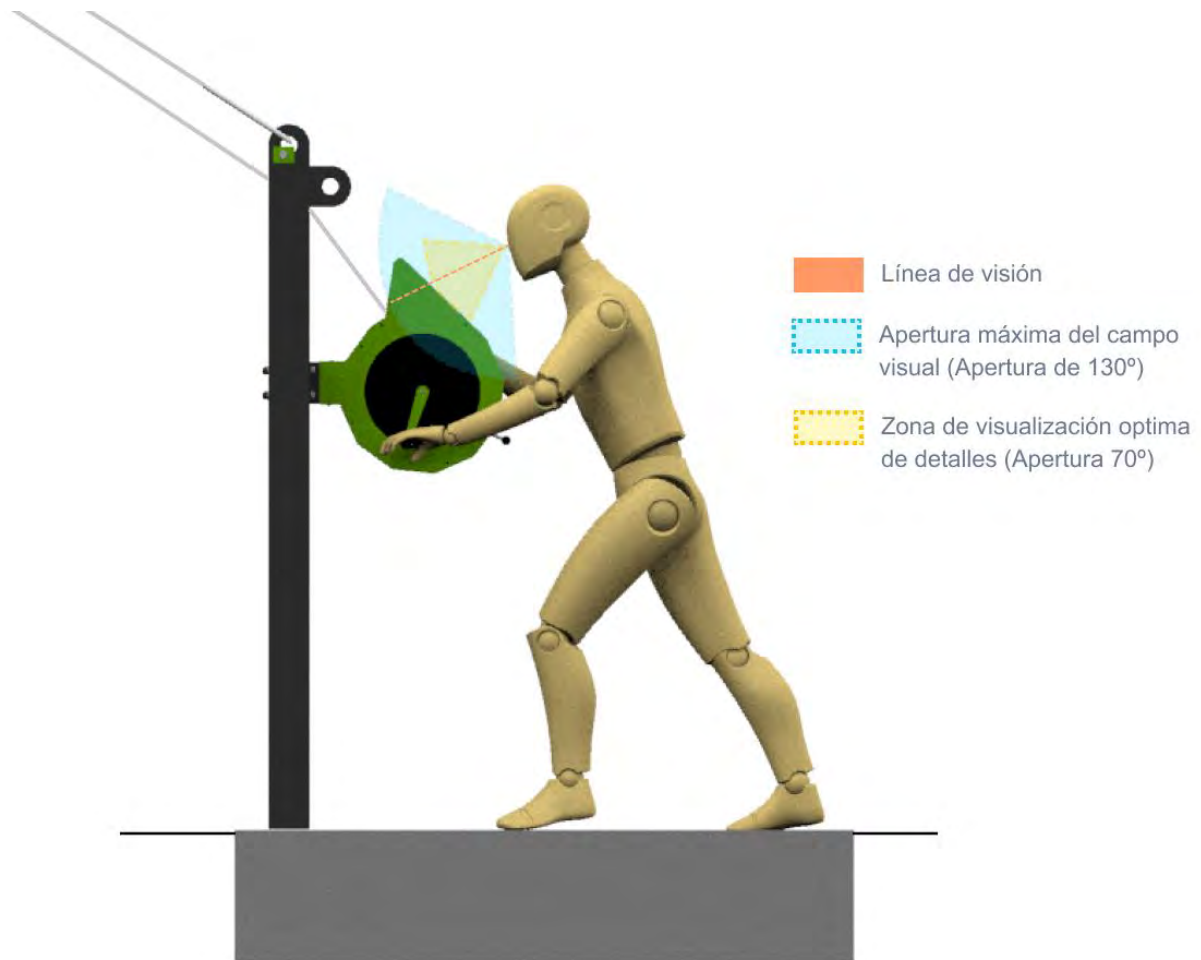
*Ubicación de instructivo*



La ubicación del instructivo se realizó de acuerdo con el rango de visibilidad del agricultor durante el uso del accesorio, tal como se muestra en la Figura 90.

**Figura 90**

*Rango de visibilidad para la ubicación del instructivo*



Finalmente, al haber descrito el proceso de funcionalidad del sistema, su uso, los accesorios que lo componen y la interacción ergonómica con el usuario. En la siguiente figura se describe el proceso de trabajo realizado entre dos usuarios.

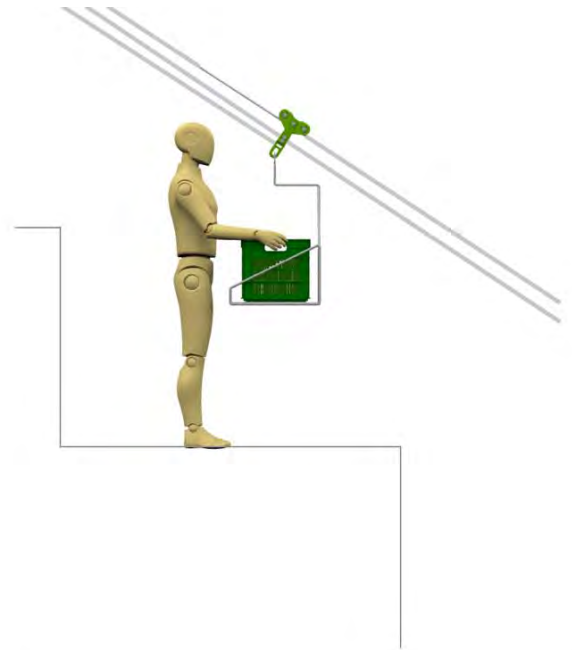


**Figura 91**

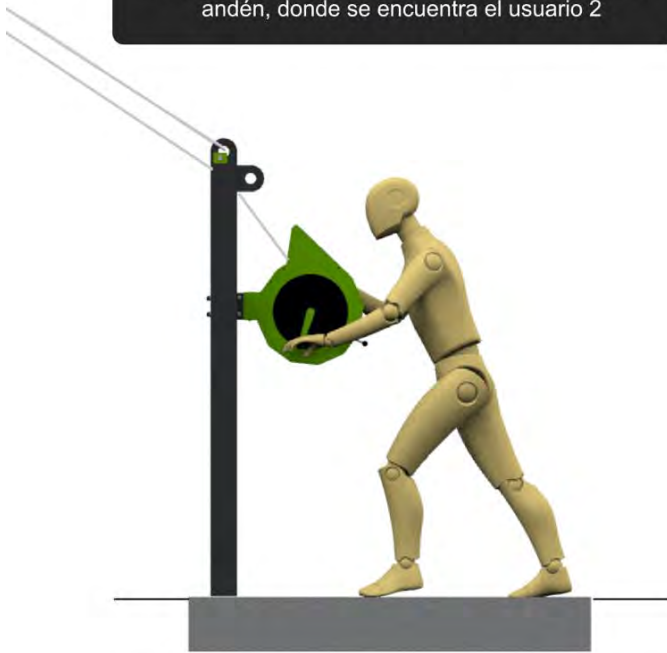
*Proceso de trabajo entre dos usuarios*



**Usuario 1**  
Traslada la canasta de transporte hacia el nivel del andén, donde se encuentra el usuario 2



**Usuario 2**  
Recepciona la canasta en el andén y coloca la jaba cosechera con los cultivos a transportar



**Usuario 1**  
Controla el descenso de la cosecha a través del sistema.



**Usuario 1**  
Culmina recepcionando la jaba con la cosecha del andén

### 5.4.3 Aspectos estético-emocionales

Los aspectos estético emocionales del sistema tienen como objetivo proporcionar un espacio en el cual el agricultor sienta que su situación laboral mejora, así como su calidad de vida del presente y al futuro. Es por esta razón que WARU posee varios elementos fijos y pocos accesorios desmontables, debido a que las validaciones con pobladores y análisis de mapa del usuario dieron como resultado que los usuarios preferían un sistema fijo con elementos desmontables porque les permite comenzar sus tareas rápidamente. Por este motivo, se plantea el concepto de diseño de los huaros de Chillaco, por su construcción permanente en extremos de una parcela y la identificación agrícola que tienen los usuarios con el sistema móvil.

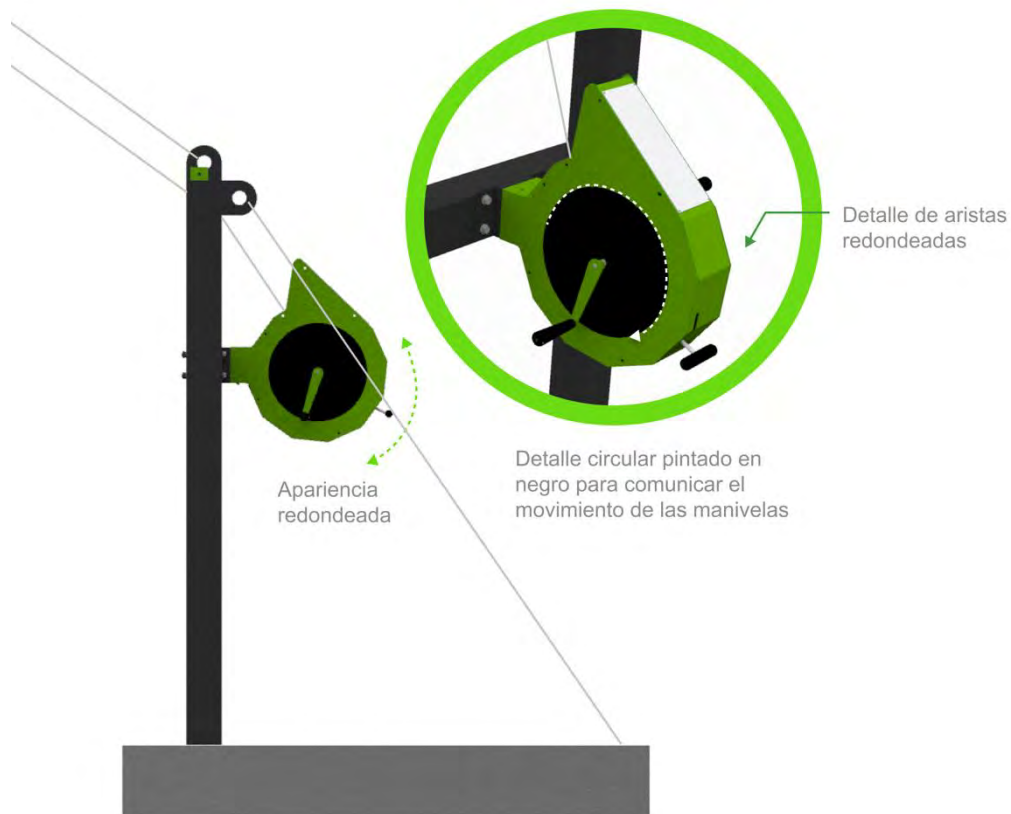
Aplicar el concepto de movilidad y usabilidad de huaros andinos es una de las maneras de establecer una relación con el usuario, a través de una tecnología que respeta sus tradiciones. De esta forma, se propone el diseño de un sistema amigable para el usuario, por más de que no se utilicen los materiales tradicionales en su construcción.

El accesorio de control de traslado de cosecha es uno de los elementos principales con el que interactúa el usuario. Por lo tanto, para proporcionar mayor confianza durante su manipulación, se evitó exponer el sistema interno (cabrestante); ya que es una herramienta de apariencia muy mecánica. Por este motivo, se cubrió la zona con una carcasa metálica de forma circular, evitando las aristas en el diseño. Se diseñó la carcasa con esta forma, debido al análisis de los moodboards (Ver figura 45); en el cual se observa que la mayoría de accesorios que deben ser manipulados

por las personas tienen una estructura redondeada para proporcionar una apariencia más agradable (ver figura 92)

## Figura 92

### Forma exterior de carcasa



Por otro lado, el aspecto redondeado del accesorio de control de traslado de cosecha, induce al movimiento circular de las manivelas. Lo mencionado pretende orientar el uso del sistema de forma intuitiva hacia el usuario.

Otro de los puntos principales en cuanto a la estética del sistema es la gama de colores utilizados en los accesorios. En este caso, según los contextos de estudios analizado, se observó que se utilizan tonalidades oscuras para las estructuras

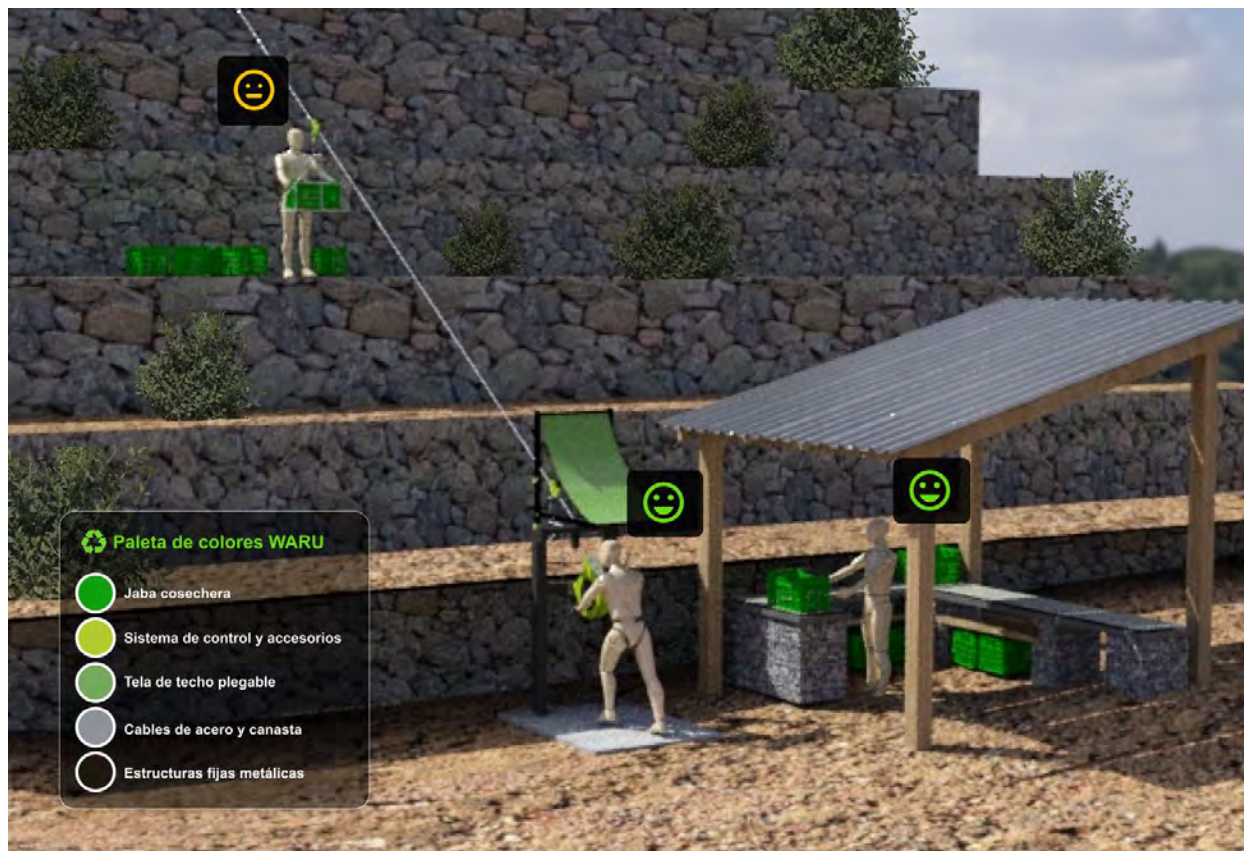
metálicas de gran dimensión. Por otra parte, se utiliza un color claro de mayor contraste para elementos móviles relevantes manipulables.

En el caso de Waru, como es un conjunto de accesorios fijos y removibles, se buscó que todos los elementos se visualicen como parte de un sistema. Por esta razón, se planteó utilizar el color negro en los elementos fijos como los pórticos, ya que es un color que no altera el paisaje natural rural. Por otro lado, la mayoría de las superficies de los accesorios son de color verde de tonalidad clara, debido al significado de sostenibilidad que quiere transmitir el concepto del sistema móvil, en comparación a otros métodos de transporte mayor industrializados.

Como se observó en las anteriores propuestas, el color planteado era un naranja, el cual era un color relacionado más a herramientas manuales del rubro de construcción. Sin embargo, se cambió el color a verde debido a los nuevos conceptos de sostenibilidad propuestos y la dimensión del proyecto; en el cual la última versión debía de relacionarse mucho más con el paisaje natural por el gran tamaño de las estructuras fijas y disposición de accesorios. (ver figura 93)

**Figura 93**

*Paleta de colores del sistema*



#### **5.4.4 Aspectos socioambientales**

El impacto social de Waru está enfocado en el desarrollo del trabajo decente en el sector agrícola en zonas rurales, en el cual no solo debe estar involucrada la población dedicada a la agricultura, sino también las autoridades. Lo anterior, dado que, durante el desarrollo de todas las propuestas para la solución del problema, se observaron aspectos geográficos y socioeconómicos que no pueden ser atendidos por los usuarios afectados. Esto genera inseguridad en su entorno de trabajo, exposición a lesiones y un ingreso injusto para la labor que se realiza.

Para empezar, uno de los aspectos geográficos necesarios referido es la implementación de andenería, la cual permitirá que los agricultores puedan trasladarse sin riesgo en terrenos tipo montaña. Además, la implementación de estas les brindará la posibilidad de obtener beneficios en la producción agrícola como lo indicó la ingeniera Carmen Felipe-Morales. En relación con esto, la construcción de andenería para los agricultores significa accesibilidad a sus terrenos agrícolas y una oportunidad de mejora económica, tomando en cuenta el valor productivo que trae como consecuencia su implementación. Por esta razón, el contexto geográfico ideal de Waru ha sido pensado para terrenos agrícolas con andenería, buscando fomentar su construcción en zonas rurales.

Por otra parte, en cuanto a aspectos socioeconómicos, se evidenciaron los bajos ingresos que se generan en la categoría de AFT. Este factor es un limitante, por lo que zonas rurales como las de Chillaco no implementan sistemas de transportes agrícolas automatizados como en otros contextos más productivos. De esta forma, recurren a la construcción artesanal de sistemas móviles como los huaros.

Para esta limitación, el funcionamiento de Waru se diseñó para utilizarse de forma manual, logrando minimizar costos durante el mantenimiento del sistema y evitar el consumo de energía. La idea de la implementación del sistema Waru se centra en que las estructuras fijas sean construidas por autoridades encargadas de las zonas con la misma problemática y, de esa manera, los usuarios agricultores utilicen el sistema de control de cargas, dependiendo de su periodo de cosecha agrícola. Esta sería la forma en la que varios agricultores podrían tener acceso al sistema, fortaleciendo la relación entre agricultores para el desarrollo de tareas agrícolas en la zona.

Con base en el impacto ambiental de Waru, la técnica de movilidad de cosecha por cable, a través de un mecanismo manual, permite evitar el uso de combustibles o energía eléctrica, los cuales son escasos en zonas rurales. Por otra parte, para el desarrollo ideal de todo el proceso agrícola, el cual contempla la fase de acopio y clasificación del producto, según lo visto en el contexto geográfico de Chillaco, se sugiere acondicionar un espacio de acopio, aprovechando los materiales de la zona. En este caso, el uso de piedras para la construcción de gaviones, lo que permite situar las jabas acopiadas (ver Figura 94).

### Figura 94

#### *Sugerencias de implementación en Chillaco*



En términos generales, el trabajo decente agrícola, a través de la implementación del sistema Waru, busca fomentar el crecimiento económico sostenido a través de la promoción de la construcción de andenería en zonas agrícolas, y generar la inclusividad en el transporte de cosecha agrícola. Lo anterior, teniendo en cuenta que, actualmente, la labor no se limita por la condición física de

género y finalmente encuentra el equilibrio entre el crecimiento económico de la población agrícola y el respeto hacia el medio ambiente sin el uso de energías contaminantes.

### Figura 95

*Waru fomenta el trabajo decente en la agricultura*



#### 5.4.5 Aspectos económicos

Finalmente, otro de los aspectos importantes del proyecto es el costo de implementación del sistema en zonas rurales. Inicialmente, se propuso un producto asequible para el agricultor; sin embargo, al considerar las modificaciones de la propuesta, en las cuales se prioriza la seguridad de las personas y usabilidad del sistema, se optó por diseñar la mayoría de los accesorios del proyecto con materiales



más adecuados, en cuanto a resistencia y duración en el tiempo, lo cual incrementó los minimamente los costos respecto a la versión inicial. No obstante, al ser una propuesta que no depende de energía eléctrica o motores de combustión para transportar la cosecha, permite que los usuarios (agricultores) no realicen gastos mensuales para el funcionamiento del sistema, excepto por costos mínimos de mantenimiento.

En este caso, los costos de implementación del sistema dan como resultado aproximado S/. 9,262.84 (ver Anexo 18). Por otra parte, se ha visto en otros contextos que el costo de los sistemas de transporte es mayor, tales como el caso del proyecto Femecol, el cual necesita una inversión inicial de S/. 30290.00 para su construcción. Además, existen costos mínimos de mantenimientos del sistema, el cual los agricultores deben de considerar de forma mensual.

En el caso de Waru, se puede evidenciar que es un sistema más económico en comparación a otros sistemas. Asimismo, es un sistema enfocado en agricultores de menor producción agrícola, por lo que no se consideran costos de mantenimiento temporales. No obstante, aunque sea un sistema más accesible, en comparación a otros sistemas, este debe ser promovido y gestionado por instituciones como municipalidades u ONG's que contribuyan en la implementación y gestión inicial del proyecto, debido a que se requieren estudios del terreno para la adaptación del sistema a las parcelas y el costo del producto es poco accesible para una familia dedicada a la agricultura familiar.

Por otra parte, como se ha mencionado, el mantenimiento del sistema no significa un problema para el agricultor. Incluso, el diseño desmontable del accesorio que controla el transporte de cosecha, permite que el sistema sea más accesible para

distintos agricultores, por lo que se debe gestionar el uso del sistema entre grupos de agricultores para que, de esta manera, pueda ser utilizado por varios agricultores en una comunidad agrícola; incluso podría ser adquirido por un grupo de ellos.

## **5.5 Discusión**

Durante el desarrollo de todas las propuestas de diseño se observó que es indispensable la participación de las autoridades del poblado para la promoción del trabajo decente agrícola, puesto que poder lograr este objetivo de desarrollo sostenible depende de los derechos laborales que tiene el agricultor, por lo que se requiere del interés por la preservación de tecnología tradicional e implementación de nueva infraestructura que permita generar entornos más seguros para el agricultor y aumente los niveles de productividad en el sector agrícola.

En ese orden de ideas, el proyecto de tesis culminó con la propuesta de Waru, un sistema de transporte de cosecha por cable que reduce el esfuerzo físico de carga del agricultor de Chillaco en terrenos con pendientes. A través de validaciones con usuarios afectados y expertos, fue posible demostrar su viabilidad y aceptación en contextos rurales como en el caso de la comunidad de Chillaco. Por otro lado, la implementación de Waru significa la promoción de la preservación de tecnología tradicional como el caso de andenería y huaros, lo cual impulsa el desarrollo económico sostenible para la población agrícola.

Las opiniones y sugerencias de los usuarios garantizaron el desarrollo de un diseño participativo que cuenta con la aceptación de los pobladores de la comunidad de Chillaco, debido a la técnica empleada en el transporte de cosecha, basado en el concepto de movilidad de los huaros. Por otro lado, la validación con el ingeniero civil

impulsó el desarrollo de una propuesta enfocada en la seguridad y perdurabilidad del sistema. En este caso, el uso del metal fue indispensable para el desarrollo de los procesos constructivos y el ensamble de componentes del sistema Waru.

Los estudios geográficos y la definición de la necesidad de transporte vertical permitieron determinar la hipótesis del proyecto, buscando aprovechar la verticalidad del terreno agrícola para el transporte de cosecha. Este planteamiento trajo como consecuencia el desarrollo de un sistema sostenible de impacto ambiental, debido al uso nulo de combustible o energía eléctrica, lo cual permite que el sistema sea más asequible para zonas rurales en relación con su mantenimiento. Además, en lo que concierne a la asequibilidad del producto, el diseño del sistema Waru garantiza que el componente que facilita el traslado de cosecha lo utilice más de un agricultor, debido a que es un sistema con componentes removibles en el que solo es indispensable la construcción de estructuras en los extremos de la parcela agrícola, tal como el concepto de huaros tradicionales. Sin embargo, esto va a depender del trabajo colaborativo y la integración entre pobladores de la comunidad, la cual, en el caso de Chillaco, es muy colaborativa.

Finalmente, el estudio presencial en la comunidad permitió empatizar con los usuarios y considerar factores secundarios que generan molestias durante todo el proceso de traslado de cosecha. Por lo anterior, el diseño de Waru contempla accesorios que buscan mejorar la experiencia de toda la labor en el terreno de estudio.

## Capítulo 6. Conclusiones

El desarrollo de esta investigación demostró que es posible investigar y reconocer necesidades de realidades apartadas por diversos métodos en contextos y situaciones de pandemia.

Por otro lado, se encontró que en Perú es necesario el desarrollo de más proyectos enfocados en la preservación de tecnología tradicional agrícola, puesto que, como mencionan expertos en el tema, en el caso de la andenería, solo se ha rehabilitado el 1.2 % de andenes encontrados en estado derruido. Esto significa que no se están aprovechando los recursos naturales y topográficos para la productividad agrícola. En algunos casos, esto perjudica a los agricultores en relación con su economía y accesibilidad para el trabajo.

La propuesta planteada en esta investigación, permite la conservación de la agricultura en andenería, lo cual posibilita la expansión de terrenos cultivables en beneficio de los agricultores.

Por otra parte, existe un descuido en el sector agrícola en zonas rurales, dado que las autoridades no proporcionan la infraestructura necesaria y condiciones laborales óptimas para el trabajo agrícola. Es por esta razón que los agricultores se ven obligados a implementar soluciones prácticas, sin asesoramiento de especialistas para el desarrollo de labores agrícolas.

Asimismo, los estudios dirigidos a los usuarios para el desarrollo de Waru demostraron que en comunidades rurales se fomenta el trabajo comunal colaborativo. En ese sentido, en la implementación de un proyecto enfocado en mejorar la

infraestructura en estas zonas, se debe aprovechar la promoción del mantenimiento y cuidado de forma colaborativa, puesto que traería ventajas de ahorro económico para los usuarios. Por otra parte, refuerza las relaciones entre pobladores de la comunidad.

Las validaciones y consultas con expertos permitieron definir un concepto de huaro peruano centrado en la seguridad y facilidad constructiva, lo que permite que el sistema sea más intuitivo para las personas, aunque posea elementos mecánicos a los cuales no muchos agricultores no suelen manipular.

La metodología de Design Thinking utilizada en el desarrollo del proyecto permitió encontrar una propuesta enfocada en la necesidad de las personas y, sobre todo, mejorar su experiencia en la actividad agrícola. Lo anterior, teniendo en cuenta que las herramientas utilizadas en el proyecto definieron factores que afectan la parte emocional del usuario, las cuales fueron importantes para determinar las características que dan valor a la propuesta.

Finalmente, teniendo en cuenta las características del proyecto, Waru busca promover el trabajo decente en el trabajo agrícola, lo cual trae como consecuencias el beneficio económico para los agricultores y la prevención de la salud física en el sector.

## Capítulo 7. Recomendaciones

### 7.1 Limitaciones

Durante el inicio de la investigación se encontraron dificultades para realizar estudios presenciales en la comunidad de Chillaco, debido a la situación de pandemia por COVID-19. Por esta razón, se recomienda usar métodos de investigación flexibles para lograr recopilar información necesaria para la investigación. En el caso de este proyecto, los métodos utilizados fueron entrevistas, las cuales fueron adaptadas a través de medios de comunicación a distancia como llamadas telefónicas o videollamadas. Es muy importante que al utilizar estos métodos se establezca una estructura inicial de la entrevista, dado que se logrará tener mayor control del tiempo y evitar incomodar a las personas que colaboran en la investigación. Por ello, se recomienda realizar sesiones cortas de entrevista, si es que se requiere, de manera que el entrevistado muestre una mayor disposición en colaborar distintos días.

Por otra parte, sin lugar a duda, uno de los mayores retos de la investigación fue la comprensión del terreno y lograr establecer un terreno de trabajo, sin realizar estudio de campo. Para esto, fue muy útil el uso de la herramienta de Google Earth, que permitió establecer parámetros iniciales básicos para el planteamiento de soluciones de diseño. Sin embargo, como fue el caso en este estudio, se recomienda ir al lugar de trabajo después de realizar el estudio satelital de la zona, en tanto que esto facilita la comprensión del terreno y agiliza la toma de datos específicos en el lugar de estudio.

Por lo tanto, si existe la dificultad de realizar estudios presenciales y se depende del estudio del terreno para la continuidad del proyecto, se recomienda recopilar información gráfica variada de la zona para continuar con los estudios. Asimismo, se

sugiere el uso de la herramienta Google Earth para estudios generales y posteriormente, al menos, realizar un estudio de campo en el cual se establezca objetivamente los aspectos a examinar.

## **7.2 Trabajo a futuro**

En el desarrollo de la propuesta de Waru se encontraron oportunidades de mejorar el producto, los cuales mejorarían las condiciones y experiencia laboral que puede proporcionar el sistema.

Una de las primeras oportunidades de mejora está en la automatización del transporte de cosecha. Esto se propone con base en lo observado en otros contextos agrícolas en Latinoamérica, a través del uso de motores a combustible o energía eléctrica. No obstante, para fomentar el desarrollo sostenible con energía asequible, no contaminante, se debería implementar lo observado en huaros modernos construidos en Perú, los cuales utilizan paneles solares para automatizar el proceso de movilización. En ese orden de ideas, según la opinión de especialistas en este tipo de construcción de huaros, su implementación agrega un costo necesario al sistema. Por ello, como se mencionó en el proyecto, la idea es que las autoridades encargadas puedan involucrarse en mejorar la infraestructura agrícola, tomando en cuenta la sostenibilidad en las comunidades rurales.

Por otro lado, se debe promover el cuidado de la salud física en el sector agrícola, puesto que es un sector en el cual la mayoría de las actividades implican gran desgaste físico y exposición a extenuantes horas de trabajo. En consecuencia, aunque la implementación de un sistema como Waru logre reducir el desgaste físico laboral del agricultor, la implementación del sistema debe ir acompañada de talleres

enfocados en la enseñanza de las posturas adecuadas para el desarrollo de tareas agrícolas.

Finalmente, para la fabricación de los componentes metálicos del sistema se contempló la aplicación de procesos de manufactura simple como cortes de tubos, plegado de plancha metálica y soldadura básica. Estos procesos, al ser sencillos, pueden brindar oportunidades de trabajo a pobladores de comunidades rurales. De esta manera, se podría integrar a los mismos pobladores y negocios locales para la construcción del proyecto.





## Referencias Bibliográficas

- Agricultura & Ganadería. (2020). *Vehículo mejora proceso de recolección en cultivos de fresas*. [agriculturayganaderia.com/website/vehiculo-mejora-proceso-de-recoleccion-en-cultivos-de-fresas/](http://agriculturayganaderia.com/website/vehiculo-mejora-proceso-de-recoleccion-en-cultivos-de-fresas/)
- Albarracín, H. (2019). *Propuesta de una solución tecnológica de recolección de fresa a partir de una integración de saberes de ingeniería y diseño*. Universidad Nacional:  
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77292/79765244.2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Almeida, M., Horta, N., & Offenhenden, C. (s.f.). *Ezio Manzini: hacia un nuevo Humanismo » Maestría Diseño Comunicacional | diCom*. Recuperado el 24 de Octubre de 2020, de Maestría Dicom:  
<https://maestriadicom.org/articulos/entrevista-con-ezio-manzini-hacia-un-nuevo-humanismo/>
- Asociación Ecología, Tecnología y Cultura en los Andes [ETC Andes]. (2016). *Huaro solar: Tecnología de punta a punta*. <https://www.leisa-al.org/web/index.php/lasnoticias/energias-alternativas/1546-huaro-solar-tecnologia-de-punta-a-punta>
- Banco Mundial. (1 de marzo de 2018). Banco Mundial presenta estudio sobre agricultura en el Perú. Recuperado el 23 de junio de 2021 de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/03/01/banco-mundial-presenta-estudio-sobre-agricultura-en-el-peru>
- Baron, Estill , & Steege ,Nina.(2002) Soluciones simples: Ergonomía para trabajadores agrícolas

Bedoya, G. (2013). *Puente colgante incaico*.

<https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/mi/archivo/rcq.pdf>

Benos, L., Tsaopoulos, D., & Bochtis, D. (2020). *A review on ergonomics in agriculture. Part I: Manual Operations*. <https://www.mdpi.com/2076-3417/10/6/1905/htm>

Brown, T., & Wyatt, J. (2010). *Design Thinking for Social Innovation*. Stanford Social Innovation Review:

[https://ssir.org/articles/entry/design\\_thinking\\_for\\_social\\_innovation](https://ssir.org/articles/entry/design_thinking_for_social_innovation)

Buchanan, R. (2001). Design Research and the New Learning. *Design Issues*, 17(4), 3-23. Recuperado el 2 de Noviembre de 2020 de <http://www.jstor.org/stable/1511916>

Cajal, A. (s.f.). *Región Yunga del Perú*. <https://www.lifeder.com/region-yunga-peru/#:~:text=La%20regi%C3%B3n%20Yunga%20es%20famosa,sur%2C%20cruzando%20todo%20el%20territorio>.

Chamochumbi, C. (1987). *Inventario, evaluación y uso de andenes en la cuenca del río Lurín*. Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Comunidad Andina. (s.f.). *Agricultura familiar agroecológica campesina en la Comunidad Andina*.

[https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2011610181827revista\\_agroecologia.pdf](https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2011610181827revista_agroecologia.pdf)

Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales [CLACSO]. (2020). *Una mirada a la pequeña producción agrícola del Perú en tiempos de cuarentena* ..<https://www.clacso.org/una-mirada-a-la-pequena-produccion-agricola-del-peruen-tiempos-de-cuarentena/>

Del Prado, J. (2017). *Lesiones más comunes causadas por sobreesfuerzo muscular*.

[https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/sin-categoria/lesiones-sobreesfuerzo-muscular/#Lesiones\\_por\\_manipulacion\\_manual\\_de\\_cargas](https://blogs.imf-formacion.com/blog/prevencion-riesgos-laborales/sin-categoria/lesiones-sobreesfuerzo-muscular/#Lesiones_por_manipulacion_manual_de_cargas)

Ecológica, Tecnológica y Cultura en los Andes. (21 de agosto de 2016). *Huaro solar:*

*Tecnología de punta a punta*. LEISA - revista de agroecología. Recuperado el 14 de mayo de 2022 de <https://www.leisa-al.org/web/index.php/lasnoticias/energias-alternativas/1546-huaro-solar-tecnologia-de-punta-a-punta>

Escobal, J. (1994). *Comercialización agrícola en el Perú*.

<http://www.grade.org.pe/wp-content/uploads/comercializacion.pdf>

Felipe-Morales, C. (2004). *Conservación y abandono de andenes*.

FIA\_Chile. (2012). *PYT 2012 0029 Agromávida*. YouTube:

[https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=25&v=zzpYzKK724U&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=25&v=zzpYzKK724U&feature=emb_title)

Fondo ODS. (s.f.). *Objetivo 8: Trabajo decente y crecimiento económico*.

<https://www.sdgfund.org/es/objetivo-8-trabajo-decente-y-crecimiento-econ%C3%B3mico>

Gibbons, S. (2016). *Design Thinking 101*. Nielsen Norman Group:

<https://www.nngroup.com/articles/design-thinking/>

Gomes, J. O. (2014). *El papel de la ergonomía en el cambio de las condiciones de trabajo: perspectivas en América Latina*. SciELO Colombia.

<http://www.scielo.org.co/pdf/recis/v12s1/v12s1a01.pdf>

Gonzales de Olarte, E., & Trivelli, C. (1999). *Andenes y desarrollo sustentable*. IEP.

Huamán, F. (2014). *Trabajo de investigación: Valle del río Lurín*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos:

[https://www.academia.edu/9701940/Valle\\_del\\_rio\\_Lurin](https://www.academia.edu/9701940/Valle_del_rio_Lurin)

Instituto Nacional de Estadística e Informática del Perú [INEI]. (2017). *Directorio Nacional de centros poblados*.

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaes/Est/Lib1541/tomo4.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1541/tomo4.pdf)

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT]. (s.f.). *Manipulación Manual de cargas Guía Técnica del INSHT*.

<https://www.insst.es/documents/94886/509319/GuiatecnicaMMC.pdf/27a8b126-a827-4edd-aa4c-7c0ca0a86cda>

International Ergonomics Association [IEA]. (s.f.). *What Is Ergonomics? | The International Ergonomics Association is a global federation of human factors/ergonomics societies, registered as a nonprofit organization in Geneva, Switzerland*. <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>

International Labour Office (2014). *Ergonomic checkpoints in agriculture: Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions in agriculture*. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms\\_176923.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/instructionalmaterial/wcms_176923.pdf)

Jacquier, C., Pigott, M., Damaret, L., Mwamadzingo, M., Grumiau, S., Iglesias, G., y otros. (2003). *Trabajo decente en la agricultura [Discurso principal]*. Simposio Internacional de Trabajadores sobre el Trabajo Decente en la Agricultura.

Llerena, A., Inbar, M., & Benavides, M. (2004). *Conservación y abandono de andenes*.

<http://www.lamolina.edu.pe/facultad/forestales/web2007/PublicacionesYRevistas/pdf/contenido.pdf>

Manzini, E. (2015). Cuando todos diseñan, Una introducción al diseño para la innovación social. <https://idoc.pub/documents/manzini-ezio-cuando-todos-diseanpdf-ylygd8dw3zlm>

Martinez, C. (s.f). Región Yunga del Perú: Flora, Fauna, Relieve y características. <https://www.lifeder.com/region-yunga-peru/>

Mejía, F. (2011). *Diseño y construcción de un sistema de transporte de carga por medio de cables para topografía de gran pendiente*. CORE: <https://core.ac.uk/download/47242348.pdf>

Ministerio de Agricultura. (2022). *Plan Estratégico Sectorial Multianual 2012 - 2016*. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/569781/PESEM\\_Agricultura\\_2012\\_2016.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/569781/PESEM_Agricultura_2012_2016.pdf)

Ministerio de Cultura. (2013b). *Puente tipo oroya o huaro*. <https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/mi/archivo/rcq.pdf>

Ministerio de Cultura. (2013a). *Guía de identificación y registro del qhapaq ñan*. <https://qhapaqnan.cultura.pe/sites/default/files/mi/archivo/rcq.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (s.f.). *Cultivos de Importancia Nacional*. Recuperado el 23 de Junio de 2021, de Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego: <https://www.midagri.gob.pe/portal/datero/21-sector-agrario/agricola/179-cultivos-de-importancia-nacional>

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2018). *Guía de seguridad y salud en el trabajo para estibadores terrestres y transportistas manuales*. [http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/CNSST/GUIA\\_DE%20\\_TIBADORES%20FINAL.pdf](http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/CNSST/GUIA_DE%20_TIBADORES%20FINAL.pdf)

Núñez, F. (s.f.). *Ponencia de Perú: Avances del programa de ecodesarrollo de la cuenca del río Lurín*. IDMAI.

Observatorio del Agua Chillón Rímac Lurín. (2019). *Diagnóstico inicial para el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de las cuencas Chillón, Rímac, Lurín y Chilca*.

[https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/3901/ANA0002485\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/3901/ANA0002485_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Observatorio para la innovación Agraria, Agroalimentaria y Forestal. (2012). *PYT-2012-0029 - Agromávida: Transporte Mecanizado de Cosecha Agrícola en Laderas*. <https://www.opia.cl/601/w3-article-115675.html>

Organización Internacional del Trabajo [OIT]. (s.f.). *Trabajo decente*.

<https://www.ilo.org/global/topics/decent-work/lang--es/index.htm>

Ramos, L. (2016). *El marketing social en el cambio de cultivo de manzano y chirimoyo en Chillaco-Antioquia*. Universidad Nacional Agraria la Molina:

<https://core.ac.uk/download/pdf/162861578.pdf>

REMA. (s.f.). *Cabrestante manual 142 Cabrestantes de tornillo sin fin. 146 Cabrestantes eléctricos 150*. <https://www.elevacionytrincajes.com/wp-content/uploads/2016/05/20.-CABRESTANTES.pdf>

Sanz, J., Oliveros, J., Ramírez, C., & Londoño, M. (2011). *Sistema de malacate y vagón para transporte de café en cereza en condiciones de alta pendiente*.

Cenicafé: <https://www.cenicafe.org/es/documents/8.pdf>

Sociedad Española de Medicina Interna. (s.f.). *Ciática*.

<https://www.fesemi.org/informacion-pacientes/conozca-mejor-su-enfermedad/ciatica>

Transport A.R. (s.f.). *Perú moderniza sus huaros*. <http://transport-ar.com/>

Valencia, J. (2013). *1 diseño de un transportador aéreo para material agrícola josué david valencia bastidas código: 1088286482 universidad tecno.*

<https://core.ac.uk/download/71397702.pdf>

Villalba, M. (2016). *Lumbalgia.*

<https://mariavillalbaquiromasaje.wordpress.com/2016/02/16/lumbalgia/>

Vyas, R., & Bajpai, N. (2016). *Ergonomics in agriculture: an approach to quality life of farm communities.*

[https://www.researchgate.net/publication/304104728\\_Ergonomics\\_in\\_agriculture\\_An\\_approach\\_to\\_quality\\_life\\_of\\_farm\\_communities](https://www.researchgate.net/publication/304104728_Ergonomics_in_agriculture_An_approach_to_quality_life_of_farm_communities)



## Anexos

### Anexo 1


#### *Costos de implementación del sistema de transporte Femecol*

<b>COSTO DE COMPONENTES</b>			
COMPONENTE	COSTO	CANTIDAD	VALOR
Cable Carril	10.324 x m	450 m	4.645.800
Cable Motriz	3.364 x m	450 m	1.513.800
Sistema Motriz	8.500.000	1	8.500.000
Torres	800.000	4	3.200.000
Vehículo	800.000	1	800.000
Anclaje	250.000	2	500.000
<b>TOTAL</b>			<b>19.159.600</b>
<b>MANO DE OBRA (Construcción)</b>			
PERSONAL	COSTO/HORA	HORAS	VALOR
Soldador	6.800	192	1.305.600
Ayudante	4.300	192	825.600
<b>TOTAL</b>			<b>2.131.200</b>
<b>MANO DE OBRA (Obra civil)</b>			
PERSONAL	COSTO/HORA	HORAS	VALOR
Maestro de obra	7.850	192	1.507.200
Ayudante	5.800	192	1.113.600
<b>TOTAL</b>			<b>2.620.800</b>
<b>OTROS</b>			
ITEM	DESCRIPCION	VALOR	
2 Ingenieros	Diseño y coordinación tanto de la construcción del sistema, de la obra civil y del montaje.	7.000.000	
Consumibles y Herramientas (construcción)	Soldadura, discos de corte y de pulir, anticorrosivo, pintura, tronzadora, equipo de soldadura, pulidora, taladro de banco entre otras.	1.000.000	
Materiales (Obra civil)	Ladrillos, cemento, arena, cascajo, varillas para el cuarto de maquinas, bases para torres, muertos de anclaje.	4.500.000	
Transporte	Transporte para llevar los materiales de la obra civil y para llevar todos los componentes del sistema de transporte	500.000	
Montaje	Tensionada del cable carril (tirfor), instalación eléctrica e instalación del sistema motriz.	1.000.000	
<b>TOTAL</b>		<b>14.000.000</b>	
<b>GRAN TOTAL</b>		<b>37.911.600</b>	



## Anexo 2

### Plano de ensamble de cabrestante manual



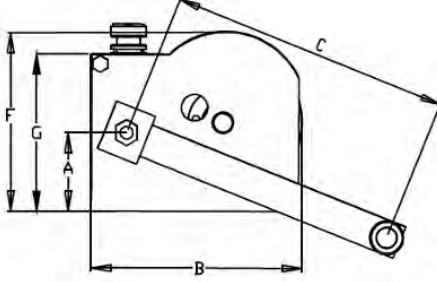
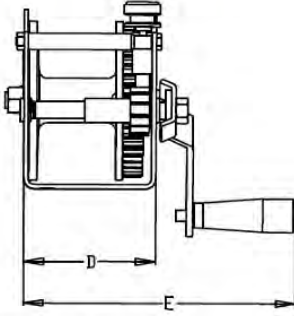
**TALLERES  
TGM  
GAN-MAR**

Calle 5 N° 2076 - (S2438AYP) FRONTERA (Santa Fe) -CC 4  
 Tel./Fax: 54 - 3564 - 426086 - 429506 - 428820  
 E-mail: ventas@ganmar.com.ar - ganmar@ganmar.com.ar  
 http://www.ganmar.com.ar

---

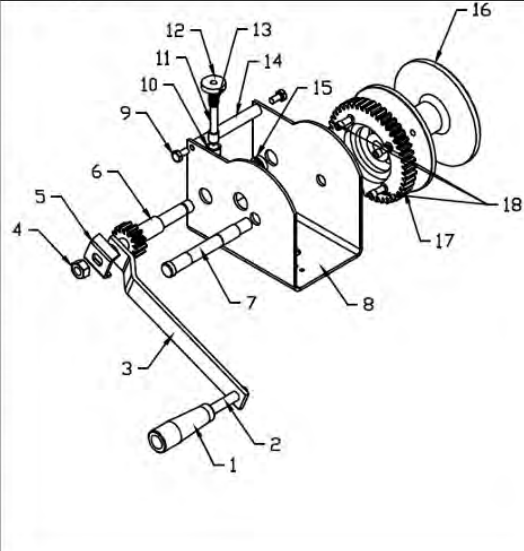
### Cabrestante liviano

Medidas

Modelo	A	B	C	D	E	F	G	Cable Ø3/16	Peso
C20K	28	125	205	99	218	103	90	18 mts	3 Kgs
C35K	59	160	205	99	218	130	108	25 mts	3,5 Kgs

Despiece



#	Pieza	Codigo interno	
		CK20	CK35
1	Manopla	0711317	
2	Perno palanca	030430002	
3	Palanca	030430001	
4	Tuerca hexagonal	0710451	
5	Refuerzo palanca	030430003	
6	Eje palanca	030430004	
7	Eje carretel	030430006	
8	Cuerpo	030430013	030435003
9	Bulón hexagonal	0710154	
10	Buje traba	030430017	
11	Traba	030430009	
12	Perilla freno	030450018	
13	Resorte traba	0710728	
14	Perno separador sup.	030430015	
16	Carretel	030430018	030435005
17	Engranaje carretel	030430012	030435002
18	Umbraco	0710064	
19	Buje eje	030430005	

Versión 1.1 - 21/10/2009

Nota. Tomado de "Cabrestante Liviano", por Talleres Gan-Mar (TGM), 2009.

## Anexo 3

### Primera entrevista a agricultores

Entrevista semiestructurada a pobladores de Chillaco			
Sección	Descripción	Objetivos	Preguntas
<b>Introducción</b>	Presentación y preguntas de introducción al tema de transporte de cosecha en pendientes	Conocer a los participantes	<p>1. Hola, mi nombre es Brenda Peña. Soy estudiante de la Pontificia Universidad Católica del Perú y me encuentro desarrollando un proyecto sobre el traslado de cosecha en pendientes en Chillaco. He logrado ver la dificultad que tienen los agricultores de la zona al trasladarse por la pendiente de los cerros con el peso de la cosecha. Por eso quisiera realizarte algunas preguntas para conocer la situación y proponer soluciones de mejora en tu comunidad.</p> <p><b>Datos del entrevistado</b></p> <p>2. ¿Cuál es tu nombre</p> <p>3. ¿Cuántos años tienes?</p> <p>4. ¿Te dedicas a la agricultura en Chillaco?</p>
<b>Desarrollo</b>	Proceso de traslado y acopio de la cosecha	Conocer el proceso de traslado de cosecha	<p><b>Conocimientos sobre el proceso de recolección y traslado de cosecha</b></p> <p>5. ¿Puedes describir el proceso de recolección y acopio de la cosecha, desde que sales de casa?</p> <p>6. ¿Cuánto es el peso de las jabas con cosecha que trasladas?</p> <p>7. ¿Cuántos viajes necesitas hacer para recolectar toda la cosecha?</p> <p>8. Durante el proceso ¿Qué molestias tienes?</p> <p>9. ¿El proceso lo haces tú solo o lo haces en</p>

			<p>grupo?</p> <p>10.¿Cuánto tiempo te toma realizar todo el proceso al día?</p> <p>11.¿Tu terreno de cultivo está cerca a donde vives?</p> <p>12. Según lo que has observado ¿La mayoría de los agricultores afrontan la misma situación?</p>
	Herramientas agrícolas	Precisar las herramientas utilizadas durante el proceso	<p><b>Uso de herramientas utilizadas en el proceso</b></p> <p>13.¿Puedes mencionar los implementos o herramientas que utilizas durante todo el proceso?</p> <p>14.¿Qué crees que necesitas para facilitar el proceso descrito?¿Crees que necesitas una herramienta?</p>
	Terreno agrícola	Conocer la topografía por donde se trasladan los agricultores	<p><b>Conocimientos sobre el terreno de trabajo</b></p> <p>15.¿Qué características tiene el suelo por donde te trasladas para realizar la actividad?</p> <p>16.¿Se te dificulta trasladarte por ahí con el peso de la cosecha?</p> <p>17.¿Crees que la construcción de andenes te facilitaría el traslado en la zona?</p>
<b>Cierre</b>	Fin de la sesión	pregunta final y agradecimiento	<p>18. ¿Qué crees que se necesita para solucionar el problema del traslado riesgoso de cosecha en Chillaco?</p> <p>Muchas gracias por tu tiempo, toda la información que mencionaste ha sido importante.</p>

## Anexo 4

### Segunda entrevista a agricultor

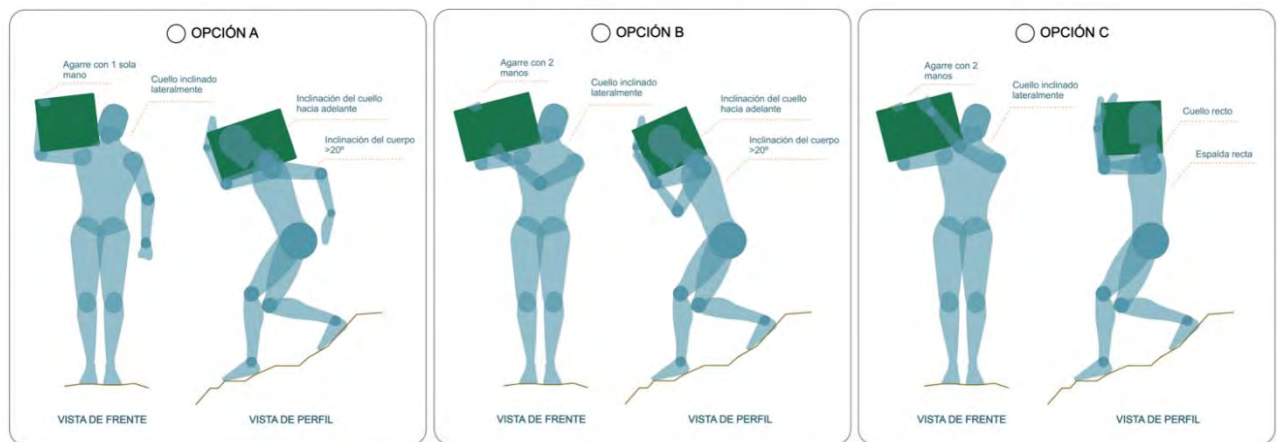
Entrevista semiestructurada a pobladora de Chillaco			
Sección	Descripción	Objetivos	Preguntas
<b>Introducción</b>	Presentación	General confianza con la entrevistada	1.Hola Sonia, soy Brenda Peña, estudiante de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Hace unos días te realicé una entrevista sobre el proceso de traslado y acopio de la cosecha. Quisiera hacerte unas preguntas sobre
<b>Desarrollo</b>	Factores agravantes de la dificultad del transporte de cosecha	Conocer a detalle cómo se siente el agricultor durante el proceso (Carga de peso y traslado)	2. Menciona qué o cuales son los factores que más te incomodan durante el proceso. 3.Podrías describir la postura que realizas al trasladar la cosecha.
	Postura incómoda durante el proceso de traslado y acopio de cosecha	Definir la postura adoptada durante el traslado y carga de cosecha	4. A continuación te enviaré una imagen por whatsapp sobre algunas posturas, que he podido observar, durante el proceso de carga de las jabas cosecheras en la pendiente. ¿Podrías revisarlo y escoger una de las 3 opciones? 5.¿Muchos de los agricultores, también adoptan esta postura durante el traslado de cosecha?
<b>Cierre</b>	Fin de la sesión	Agradecimiento	6.¿Cómo crees que se puede solucionar este problema? Gracias por tu tiempo y por colaborar en la entrevista

## Anexo 5

### Pregunta de opción múltiple (Elegir solo 1)

#### Pregunta de opción múltiple (marca 1)

Selecciona la imagen que creas tú se asemeja más a tú postura, durante el traslado de la jaba cosechera por la pendiente (cerro). Debes seleccionar solo una opción, considerando que el rectángulo verde es la jaba.



## Anexo 6

### Guía de entrevista a experto

Entrevista semiestructura a experto			
Sección	Descripción	Objetivos	Preguntas
<b>Introducción</b>	Presentación y preguntas de introducción al tema sobre la comunidad de Chillaco	conocer la experiencia del experto en Chillaco	<p>1. Buenas tardes ingeniera Carmen Felipe-Morales. Mi nombre es Brenda Peña y estoy realizando un proyecto enfocado al transporte de cosecha en pendientes en la comunidad de Chillaco en Antioquía.</p> <p>Por lo que me gustaría hacerle algunas preguntas relacionadas al tema de andenería y tipo de suelo de la zona.</p> <p>2. ¿Conoce la zona de Chillaco?</p>
<b>Desarrollo</b>	Andenería en Perú	Conocer la importancia de los andenes y métodos de transporte para cosecha en pendientes	<p>3. ¿Cuál es la importancia de los andenes en el Perú?</p> <p>4. ¿Por qué muchos de los terrenos de cultivos se encuentran en pendientes? ¿Cuál es la necesidad de trasladarse hasta ahí?</p> <p>5. ¿Existen métodos que faciliten el transporte en pendientes?</p>
	Terreno de Chillaco	Conocer el terreno	<p>6. ¿Cómo definiría el terreno de Chillaco de la zona? Según su experiencia.</p> <p>7. ¿Según su experiencia existe andenería en la zona y especialmente en Chillaco?</p>
<b>Cierre</b>	Fin de la sesión	Agradecimiento	Gracias por el tiempo brindado y la información proporcionada, ha sido de mucha ayuda para mi investigación.

## Anexo 7

### Preguntas de primera validación

Preguntas abiertas (Post presentación de propuestas)
1. ¿Crees que la propuesta facilita el proceso de transporte de cosecha en pendientes?
2. ¿Crees que la propuesta se puede implementar en la zona?
3. ¿En qué árboles se podría instalar el accesorio? ¿Existen árboles en la zona que podrían soportar fuerza?

## Anexo 8

### Cuestionario

Preguntas
1. ¿Qué te parece la propuesta?
2. ¿La usarías?
3. ¿Prefieres un sistema fijo o un sistema que puedas sacar e instalar durante el periodo de cosecha?





## Anexo 10

*Tabla de respuestas de pobladores*

Preguntas	Entrevista 1	Entrevista 2	Entrevista 3
¿Cuál es tu nombre	Flor Bernable	Sonia Samaniego	Guiovanny Rosado
¿Cuántos años tienes?	50	39	34
¿Te dedicas a la agricultura en Chillaco?	Sí	Sí	Sí, de vez en cuando vengo a ayudar a mi familia
¿Puedes describir el proceso de recolección y acopio de la cosecha, desde que sales de casa?	Salgo de mi casa temprano, en la mañana y camino hasta llegar a la chacra, como mi chacra está ubicada en la zona alta, tengo que subir el cerro para llegar a mi chacra. Recolectó la cosecha usando las jabas de cosecha, son esas jabas de plástico verdes, y camino para bajar hasta una zona en donde se acopia todos los cultivos. Es un espacio que armamos con calaminas para poner las frutas y las clasificamos por tamaños para así venderlas. Tenemos grandes, medianas y pequeñas; las vendemos por cajas, en las mismas jabas. Las grandes las vendemos a mayor precio y las	Salgo de mi casa en la mañana con algunas bolsas y papel periodico, luego me dirijo hasta donde están mis cultivos y con las jabas que las dejamos por ahí cerca, recolectó mis productos, Luego acopiamos en un espacio acondicionado con calaminas y las clasificamos de grandes a pequeñas, aquí es donde usamos las bolas o papel periodico para poner	Yo salgo de mi casa para llegar al terreno donde tenemos nuestros cultivos y en una jaba coloco los productos buenos para transportarlos hasta abajo donde clasificamos la cosecha. Ahí acondicionamos bien el lugar para clasificar los frutos para así venderlos a los camiones que vienen a transportar la cosecha de Chillaco a Lima. Sí a se lo damos a estos señores y ellos lo llevan al gran mercado mayorista de Lima, ahí lo recoge un

	pequeñas a menor. Todo eso lo tratamos de hacer de Lunes hasta el Martes, porque los miércoles y viernes, en la tarde a las 2pm. vienen los camiones para transportar todo lo que juntamos para venderlo en el mercado en Lima	encima de la mesa y ahí ponemos nuestras frutas. Eso lo hacemos los lunes y martes, porque luego viene el camión que traslada las jabas a Lima y se las damos a ellos.	vendedor de fruta ya conocido, quien nos paga por la cantidad de cajas y según el tamaño de las frutas.
¿Cuanto es el peso de las jabas con cosecha que trasladadas?	20kg-25kg	20kg	20kg
¿Cuántos viajes necesitas hacer para recolectar toda la cosecha?	Unos 20 viajes	15 viajes	20 por ahí, depende de la cantidad de cosecha, a veces, la cosecha no es buena
Durante el proceso ¿Qué molestias tienes?	Duele la espalda porque cargamos varias cajas, a veces terminamos tarde. Pero ya nos acostumbramos	Los brazos, las piernas y la espalda por el peso y por estar todo el día moviéndonos	Duele la espalda y cansa porque a veces hace calor y eso molesta
¿El proceso lo haces tú solo o lo haces en grupo?	A veces lo hago yo, cargar y bajar la cosecha, a veces también pido ayuda a unos familiares. La mayoría hace eso, sino piden ayuda a los vecinos y les pagan una parte de la ganancia.	Sí, o a veces con ayuda de familiares si es que están	A veces, sino con la familia, entre dos. A veces entre los vecinos se ayudan y ya ganan una comisión de todo lo que se gana en la venta a los transportistas

¿Cuánto tiempo te toma realizar todo el proceso al día?	Desde la mañana que salimos de nuestras casas hasta la tarde como 6pm, porque después está oscuro y es peligroso.	Desde la mañana hasta la tarde unas 7 a 8 horas	Más de 8 o 10 horas, todo el día
¿Tu terreno de cultivo está cerca a donde vives?	Un poco, ya me acostumbre, hay otros en la zona que están más lejos por eso caminan más	Sí, me tardo unos 15 o 20 minutos en llegar	Esta un poco lejos como a 20 a 30 minutos
Según lo que has observado ¿La mayoría de los agricultores afrontan la misma situación?	Sí, no hay otra manera de bajar la cosecha, algunos tienen andenes eso les facilita	Sí la mayoría porque no tienen andenes	La mayoría porque tienen sus chacras lejos de casa y también necesitan subir para alcanzar sus cultivos
¿Puedes mencionar los implementos o herramientas que utilizas durante todo el proceso?	Solo usamos las jabas cosecheras, algunos usan en vez de eso canastas o también usan burro pero solo llega hasta una altura, luego el camino es más estrecho y no llega	Las jabas	Solo usamos las jabas para cargar los productos
¿Qué crees que necesitas para facilitar el proceso descrito? ¿Crees que necesitas una herramienta?	Herramienta no, construir andenes, es lo que se necesita para caminar mejor, además el terreno tiene mucha piedra, así una señora aquí en el poblado construyó sus andenes con un maestro que sabe construirlos	No, unas escaleras para poder subir y bajar rápido  como la de los andenes	Andenes, definitivamente; También algo para cargar como polea o cuerdas
¿Qué características	Tiene mucha piedra y tiene	Tiene muchas piedras,	Es rocoso, con mucha

tiene el suelo por donde te trasladas para realizar la actividad?	pendiente	es inclinado; eso hace difícil caminar por ahí	pedra e inclinado.
¿Se te dificulta trasladarte por ahí con el peso de la cosecha?	Sí, tienes que saber dónde poner el pie para no caerte, alguien que no está acostumbrado se cae. Yo por ejemplo camino en Zig Zag porque es más fácil así.	Sí por el peso	Sí y es peligroso, no hemos tenido incidentes porque tenemos mucho cuidado.
¿Crees que la construcción de andenes te facilitaría el traslado en la zona?	Sí bastante	Sí	Sí, totalmente
¿Qué crees que se necesita para solucionar el problema del traslado riesgoso de cosecha en Chillaco?	Creo que solo construir andenes, con una escalera para poder subir fácilmente, porque los andenes deben ser altos, aquí el maestro los hace 1.20x1 metro, entonces mejor una escalera para poder subir.	No sé, creo que con los andenes para poder caminar y trasladarnos.	Un sistemas con poleas, en donde se coloca uno arriba y otro abajo así con una cuerda subimos y bajamos la cosecha

## Anexo 11

*Tabla de respuestas de pobladora*

Preguntas	Entrevista 1
Menciona qué o cuales son los factores que más te incomodan durante el proceso.	El peso de la jaba con cosecha, cargarla en el hombro no hay otra opción, también el sol molesta.
Podrías describir la postura que realizas al trasladar la cosecha	Ponemos la caja con la cosecha en el hombro y poco a poco caminamos con cuidado hasta llegar abajo.
A continuación te enviaré una imagen por whatsapp sobre algunas posturas, que he podido observar, durante el proceso de carga de las jabas cosecheras en la pendiente. ¿Podrías revisarlo y escoger una de las 3 opciones?	Respuesta de pregunta múltiple: Opción A
¿Muchos de los agricultores, también adoptan esta postura durante el traslado de cosecha?	Sí, la mayoría, algunos les facilita porque tienen andenes y es más fácil otros con burro pero no por todo el rato
¿Cómo crees que se puede solucionar este problema?	Construyendo andenes o también algo parecido a los Huaros, para poder trasladar nuestra cosecha.  Los huaros lo utilizan los pobladores que viven en la zona baja de Chillaco, lo utilizan cuando el río sube y ellos necesitan transportar sus cultivos cruzando el río, por eso colocan troncos de extremo a extremo en forma de "Y" y pasan una cuerda que se entierra; entonces por ahí se pasan los cultivos con ayuda de una rueda y otra cuerda.

## Anexo 12

Tabla de análisis REBA

Hemisferio Derecho (Soporta la jaba con peso)		Hemisferio Izquierdo (No soporta la jaba)	
<b>GRUPO A</b>			
Movimiento	Puntuación	Movimiento	Puntuación
<b>Cuello</b>			
Flexión >20°	2	Flexión >20°	2
Inclinación lateral	1	Inclinación lateral	1
<b>Piernas</b>			
Postura inestable	2	Postura inestable	2
Flexión entre rodillas entre 30° y 60°	1	Flexión entre rodillas entre 30° y 60°	1
<b>Tronco</b>			
20°-60° flexión y extensión >20°	2	20°-60° flexión y extensión >20°	2
<b>Carga/Fuerza</b>			
>10Kg	2	0Kg	0
<b>GRUPO B</b>			
<b>Antebrazos</b>			
Flexión >100°	2	Flexión 60°	1
<b>Muñecas</b>			
Flexión de 0°-15°	1	Flexión de 0°-15°	1
<b>Brazos</b>			
Flexión 45°-90	3		

Abducción del brazo	1	0-20° flexión	1
<b>Agarre</b>			
Incómodo, sin agarre manual inaceptable usando utilizando el brazo de apoyo	3		0
<b>RESULTADO:</b> Puntuación final REBA: <b>12 (Nivel de riesgo muy alto)</b> . Se necesita intervenir inmediatamente.		<b>RESULTADO:</b> Puntuación final REBA: <b>8 (Nivel de riesgo alto)</b> . Se necesita intervenir pronto.	



## Anexo 13

### Respuestas de experta

Preguntas	Entrevista a experta
¿Conoce la zona de Chillaco?	No, pero he desarrollado proyectos en un poblado cercano
¿Cuál es la importancia de los andenes en el Perú?	<p>Para empezar, somos un país de montaña. Según el estudio que realizó la oficina nacional de Recursos Naturales, según la capacidad de tierra para la agricultura intensiva en terrenos planos como en valles tenemos menos del 4%, por eso somos un país de montaña. Por eso los antiguos peruanos para poder cultivar, porque se dieron cuenta que no tenían muchos terrenos planos, hicieron los andenes. Una tecnología impuesta que es conocida en el mundo como terrazas agrícolas no solamente en Perú, porque en Perú se llaman andenes porque se hicieron en la cordillera de los Andes. Gracias a esta tecnología pudieron cultivar en laderas</p>
¿Por qué muchos de los terrenos de cultivos se encuentran en pendientes? ¿Cuál es la necesidad de trasladarse hasta ahí?	<p>Los mejores terrenos agrícolas están en los valles, pero lo que sucede en el Perú es que estos terrenos que podrían ser dedicados a la agricultura se están convirtiendo en ciudades como el caso de la cuenca del río Rímac. Se están incorporando terrenos con irrigaciones que no son los buenos suelos que son los valles, por esa razón los agricultores se ven obligados a cultivar en terrenos no aptos para una agricultura intensiva como son las laderas; la misma dificultad que tenían los antiguos peruanos, pero ellos desarrollaron tecnologías diversas entre ellos los andenes</p>
¿Existen métodos que faciliten el transporte en pendientes?	<p>No es lo mismo sacar un producto de un lugar plano con movilidad, pero en la andenería se ayudan con llamas para bajar los productos. Actualmente existen carreteras.</p>
¿Cómo definiría el terreno de Chillaco de la zona? Según su experiencia.	<p>El poblado de Chillaco forma parte de la cuenca media del río Lurín. Toda cuenca Hidrográfica es un territorio formado por un río; en la parte alta, cuenca alta o cabecera de cuenca pueden ser terrenos planos una parte (la Puna) en donde llueve más, pero a medida que va bajando el río se encajona por la geografía accidentada, entonces se forma, al borde del río, la taza fluvial</p>

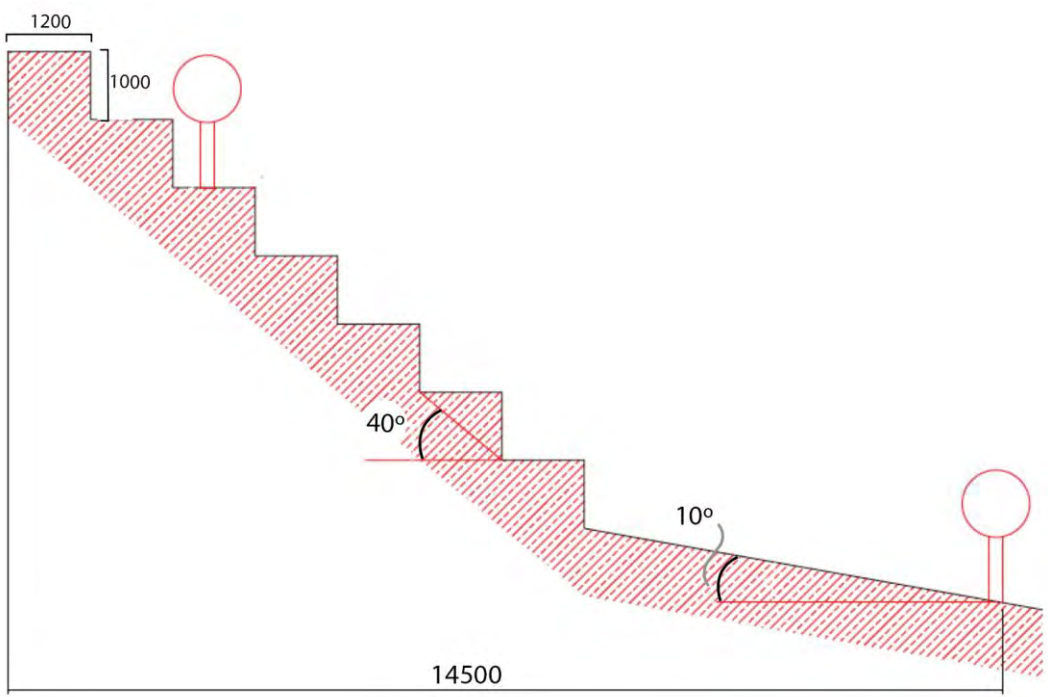


	<p>baja en donde hay terrenos un poco planos, pero el resto son pendientes de diferentes inclinaciones. La cuenca nos permite entender cómo es el territorio de montaña. En la parte final de la cuenca el río va a llegar a su nivel base, que en este caso es el mar, allí el agua que ha ido arrastrando, debido a las fuerte pendientes, se deposita y se forman los valles aluviales</p>
<p>¿Según su experiencia existe andenería en la zona y especialmente en Chillaco?</p>	<p>En la zona alta de la cuenca del río Lurín hay más presencia de andenes, pero en la zona media, donde se encuentra Antioquía, distrito donde se ubica Chillaco, también hay, lo que ocurre es que cuando la pendiente es más empinada el ancho de los andenes es más corto, por eso se ven como pequeños muretes. La cuenca del río Lurín el 80% de sus andenes se mantienen (se cultiva), en comparación de la cuenca del río Rímac</p>



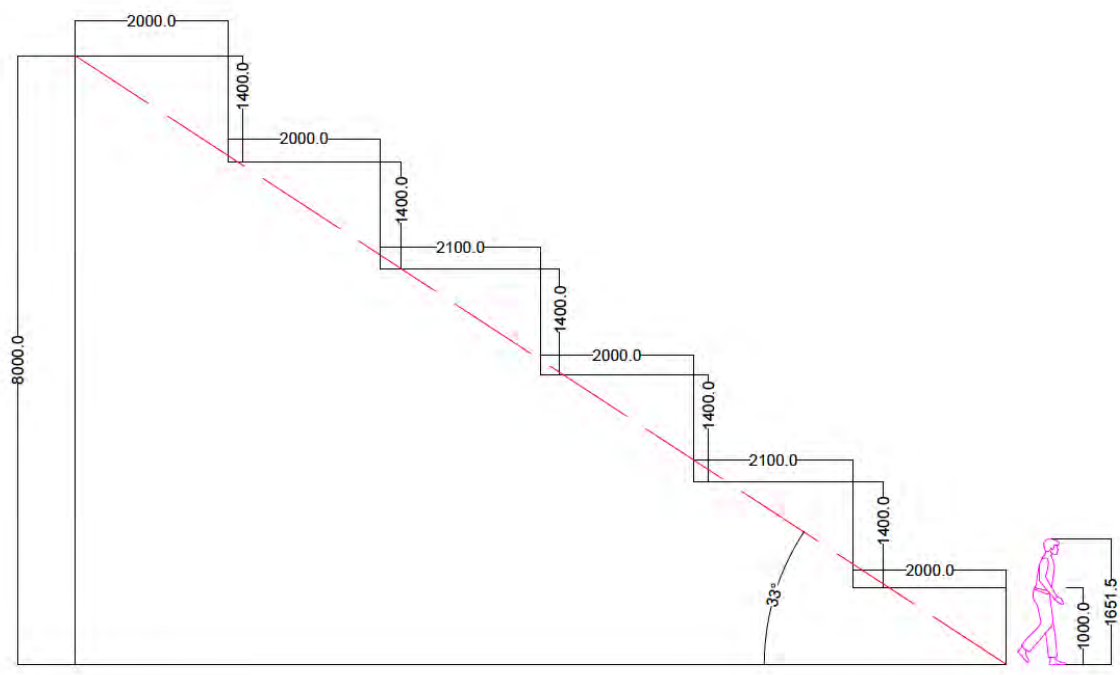
## Anexo 14

Ángulo de la pendiente encontrado con Google Earth



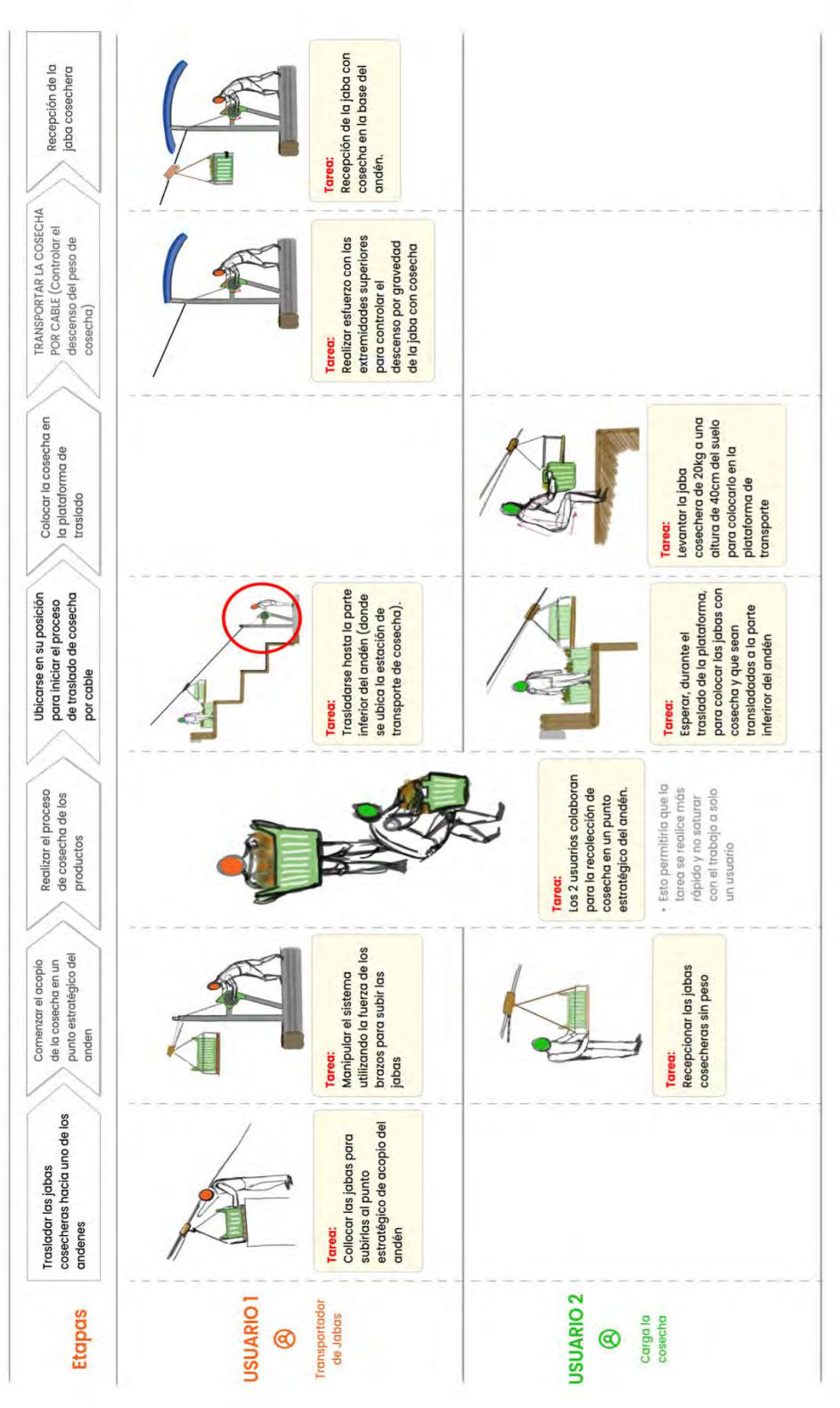
## Anexo 15

Dimensiones del perfil del terreno



# Anexo 16

## Mapa de historia del usuario



## Anexo 17

### Instructivo Waru

# WARU

Sistema para transporte de cosecha en pendientes

INSTRUCTIVO

En este instructivo te mostramos las posturas adecuadas para hacer uso del sistema, de esta manera logres cuidar tu salud física, durante todo el proceso de trabajo.

#### 1 Proceso de traslado de cosecha

1 Manipula las manivelas, como se observa en el gráfico, para controlar el movimiento de la cosecha por cable. Recuerda manipular las manivelas a una velocidad constante para no dañar el sistema o tener algún incidente mientras la cosecha está en movimiento.



--- Inclina el cuerpo hacia adelante para facilitar la manipulación del sistema

--- Colocar una pierna hacia atrás para darle mayor estabilidad a tu cuerpo



Si no puedes controlar el movimiento de la cosecha con el uso de las manivelas. Por seguridad desliza la palanca de freno hacia abajo para detener todo el sistema.

#### 2 Recepción de la jaba cosechera

2 Cuando retires la jaba cosechera de la plataforma metálica, procura mantener las siguientes posturas:

--- Sujeta la jaba cosechera cerca a tu cuerpo y levántala



25 cm

--- Flexiona las piernas para colocar la jaba cosechera en el suelo.



## Anexo 18

### Costos de implementación de Waru

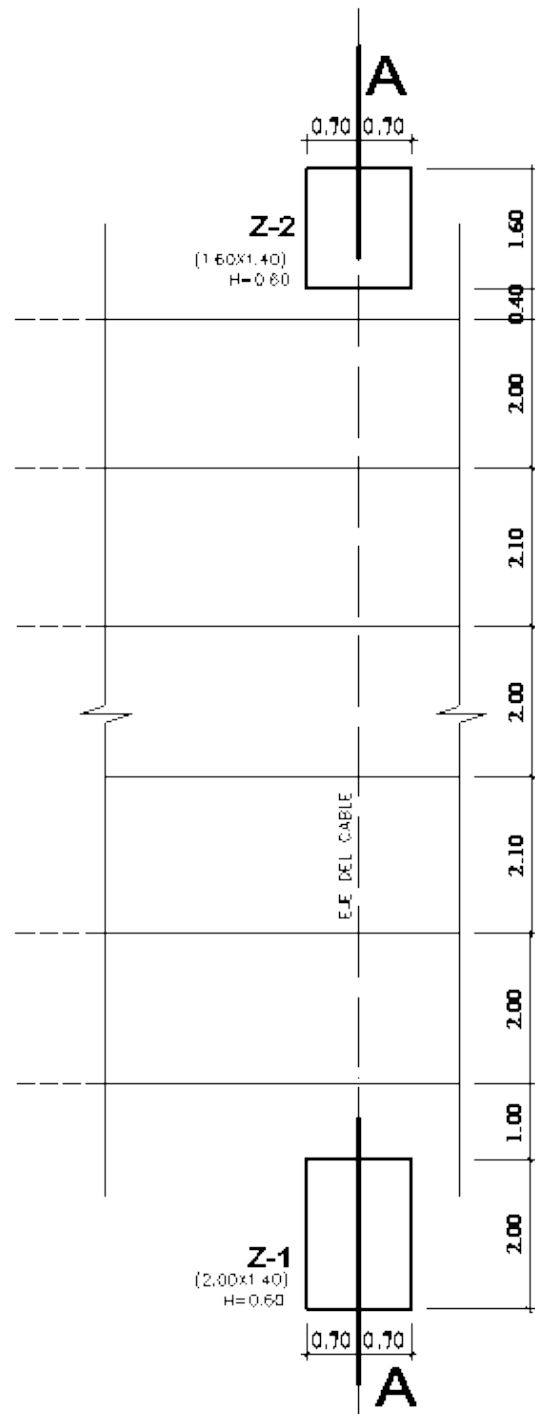
Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Parcial	Subtotal
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>					
Movimiento de tierras (nivelacion superficial del terreno)	M2	7.56	6.13	46.35	
Excavacion manual para cimientos	M3	3.02	82.40	249.18	
Nivelacion y com pactación en el interior y fondo de cimentacion	M2	5.04	5.70	28.71	
Eliminacion de material excedente de excavaciones	M3	3.02	24.50	73.99	398.23
<b>CONCRETO SIMPLE</b>					
Solado E=5 CM	M2	5.04	40.37	203.44	203.44
<b>CONCRETO ARMADO</b>					
Concreto F'C=210 KG/CM2 para cimientos	M2	5.04	457.52	2,305.92	
Fierro de estructuras FY=4200 KG/CM2	M3	43.00	8.03	345.20	2,651.12
<b>ESTRUCTURA METALICA</b>					
Portico superior incluye rodamientos	GLB	1.00	833.45	833.45	
Portico inferior incluye rodamientos	GLB	1.00	753.45	753.45	
Cable de 3/8"	ML	25.00	54.93	1,373.26	2,960.16
<b>SISTEMA LEVADIZO</b>					
Polea fabricada con plancha metalica de 1/8" de espesor y rodamientos metalicos de 43 MM , según plano.	UND	1.00	467.92	467.92	
Cabestrante metalico con engranajes y cable de 3 MM instalado en tubo cuadrado de 4" y 4MM de espesor . Cerramiento con plancha doblada de 1/16" según plano	UND	1.00	1,280.44	1,280.44	
Canastilla fabricada en tubería de 1/2" según lo indicado en plano	UND	1.00	522.70	522.70	
Techo plegable (accesorio adicional)	UND	1.00	397.56	397.56	2,668.62
<b>PINTURA</b>					
Pintura de estructura, accesorios y equipos	GLB	1.00	381.27	381.27	381.27
<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>					<b>S/. 9,262.84</b>



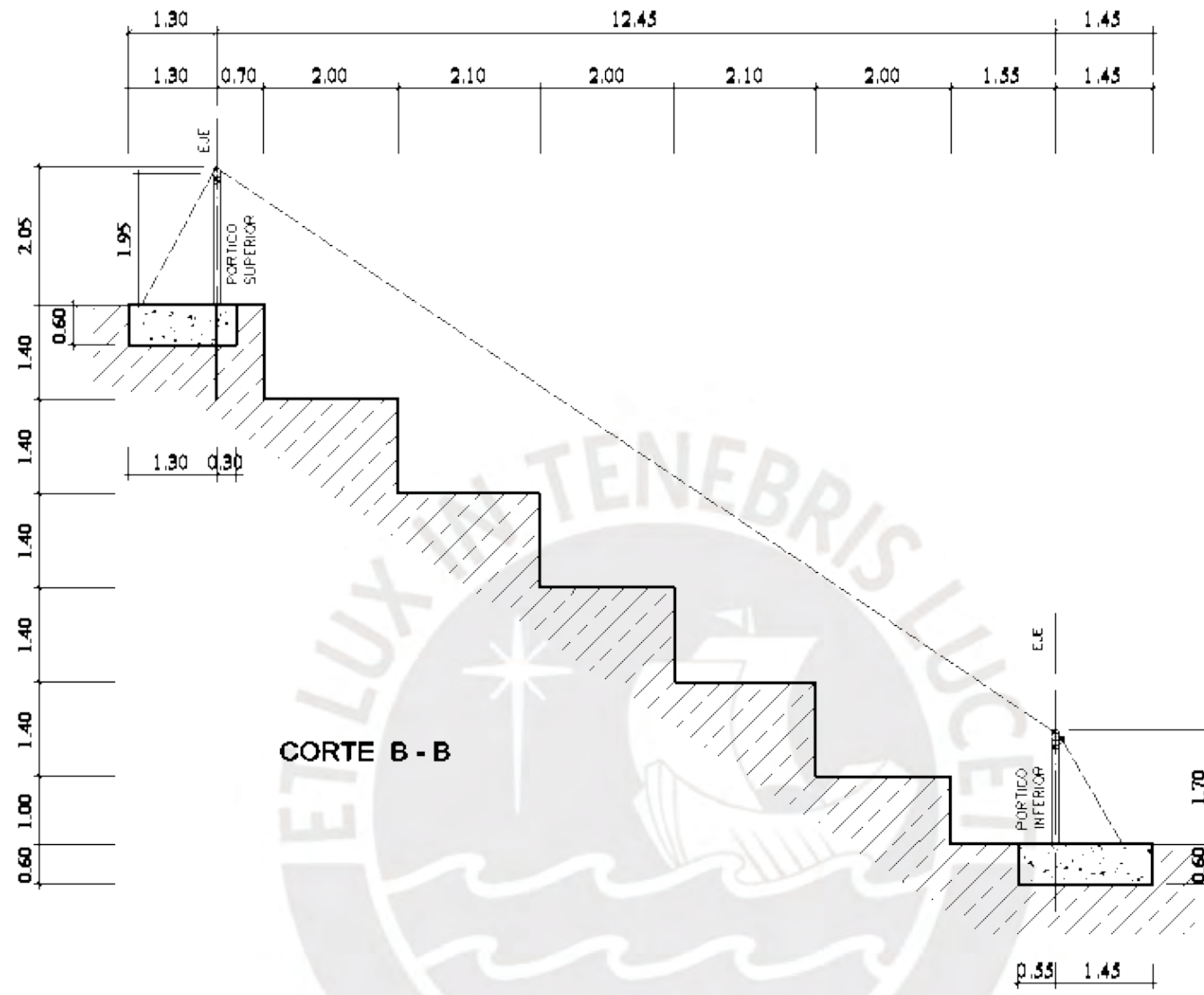
## **Anexo 19**

### *Planos técnicos*

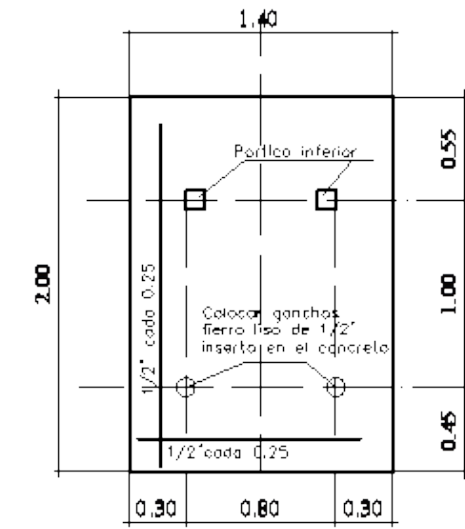
- 1.- Instalación de bloques de concreto
- 2.- Instalación cables-accesorios
- 3.- Pórtico superior
- 4.- Pórtico inferior
- 5.- Ensamble de accesorio de traslado de cosecha
- 6.- Estructura interna
- 7.- Ensamble de cabrestante
- 8.- Caja de cabrestante
- 11.- Plano de ejes
- 9.- Engranaje y disco
- 10.- Piñón
- 12.- Freno manual
- 13.- Tapa frontal plegada
- 14.- Tapa posterior plegada
- 15.- Tapa lateral derecha
- 16.- Tapa lateral izquierda
- 17.- Plancha de aluminio para serigrafía
- 18.- Manivela
- 19.- Ensamble de techo plegable
- 20.- Estructura superior
- 21.- Estructura inferior
- 22.- Ensamble de polea
- 23.- Pieza superior de polea
- 24.- Pieza inferior de polea
- 25.- Canasta de traslado



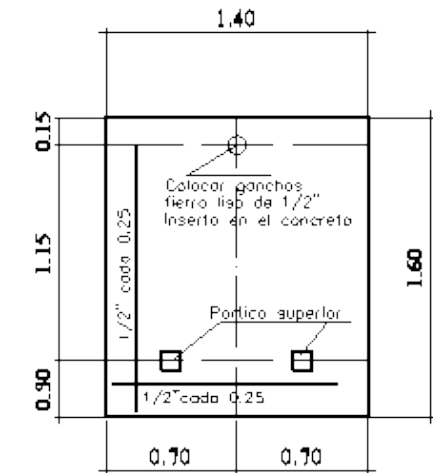
PLANTA ANDENERIA



CORTE B - B

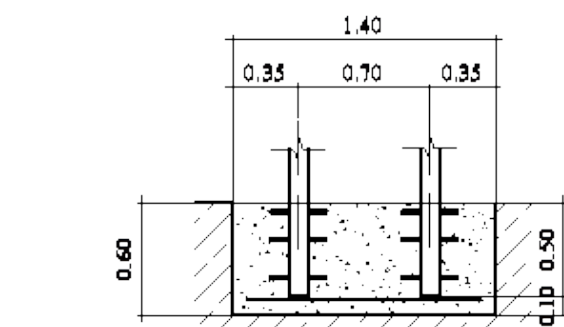


ZAPATA Z-1

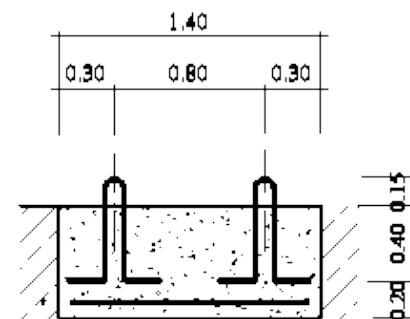


ZAPATA Z-2

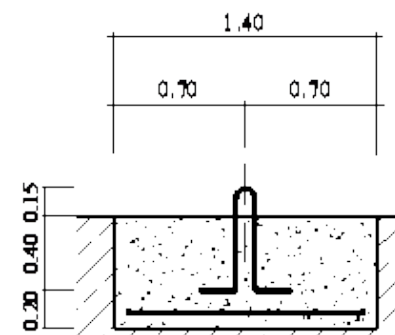
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU



DETALLE TIPICO DE INSTALACION DE PORTICO

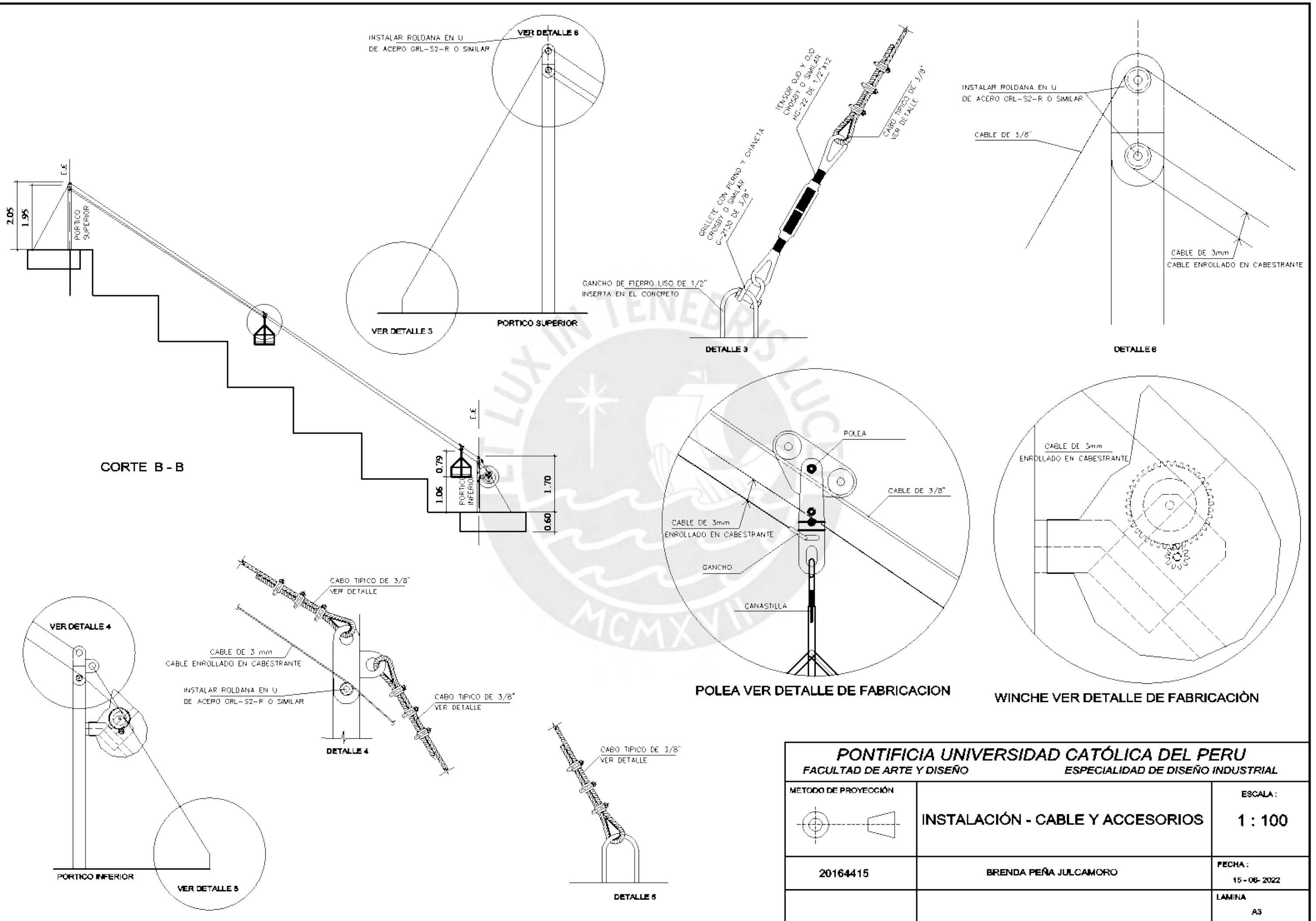


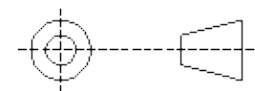
DETALLE DE GANCHOS



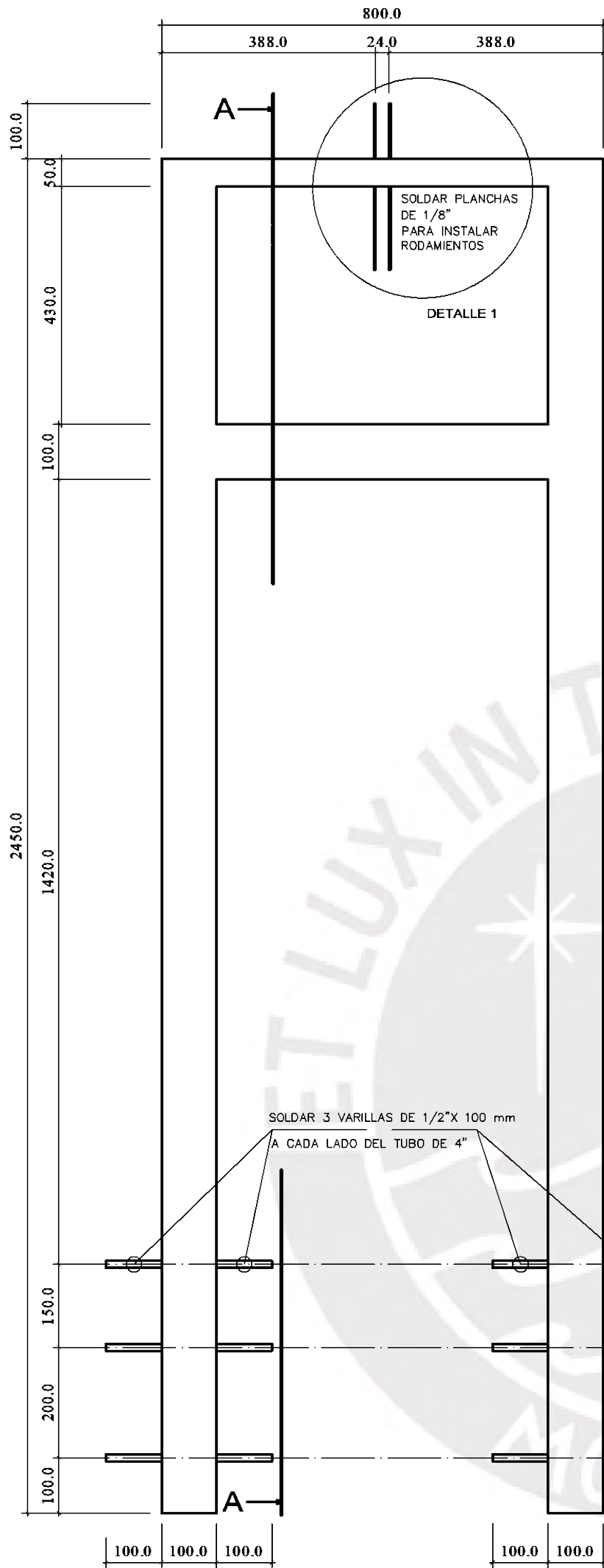
DETALLE DE GANCHO

<p align="center"><b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU</b>          FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO          ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</p>		
<p>METODO DE PROYECCIÓN</p>	<p><b>BLOQUES DE CONCRETO</b></p>	<p>ESCALA: <b>1 : 100</b></p>
<p>20164415</p>	<p>BRENDA PEÑA JULCAMORO</p>	<p>FECHA: 15-06-2022</p>
		<p>LAMINA A3</p>

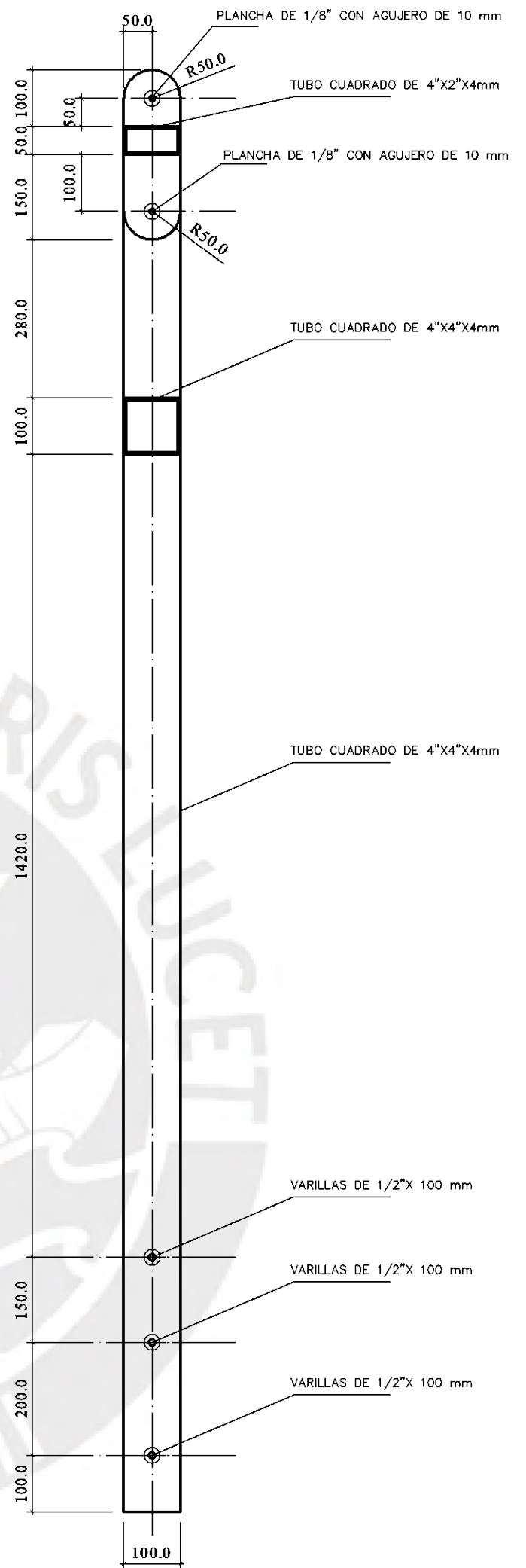


<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO <span style="float: right;">ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</span>		
METODO DE PROYECCIÓN 	<b>INSTALACIÓN - CABLE Y ACCESORIOS</b>	ESCALA : <b>1 : 100</b>
<b>20164415</b>	<b>BRENDA PEÑA JULCAMORO</b>	FECHA : 15-06-2022
		LAMINA A3



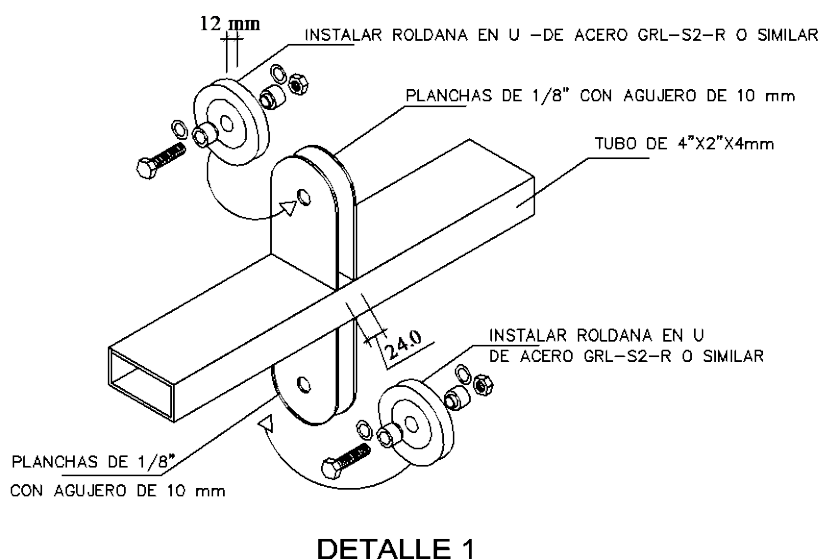


VISTA FRONTAL



CORTE A - A

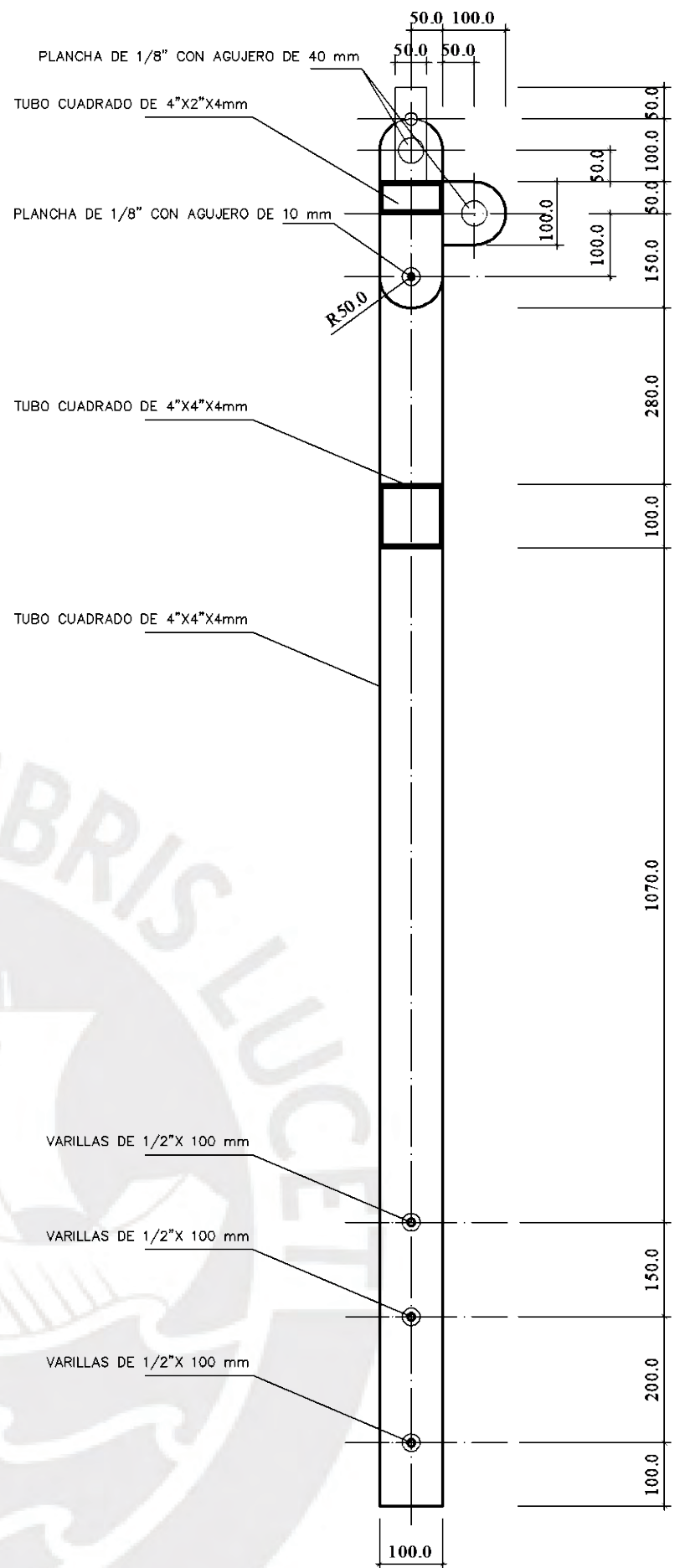
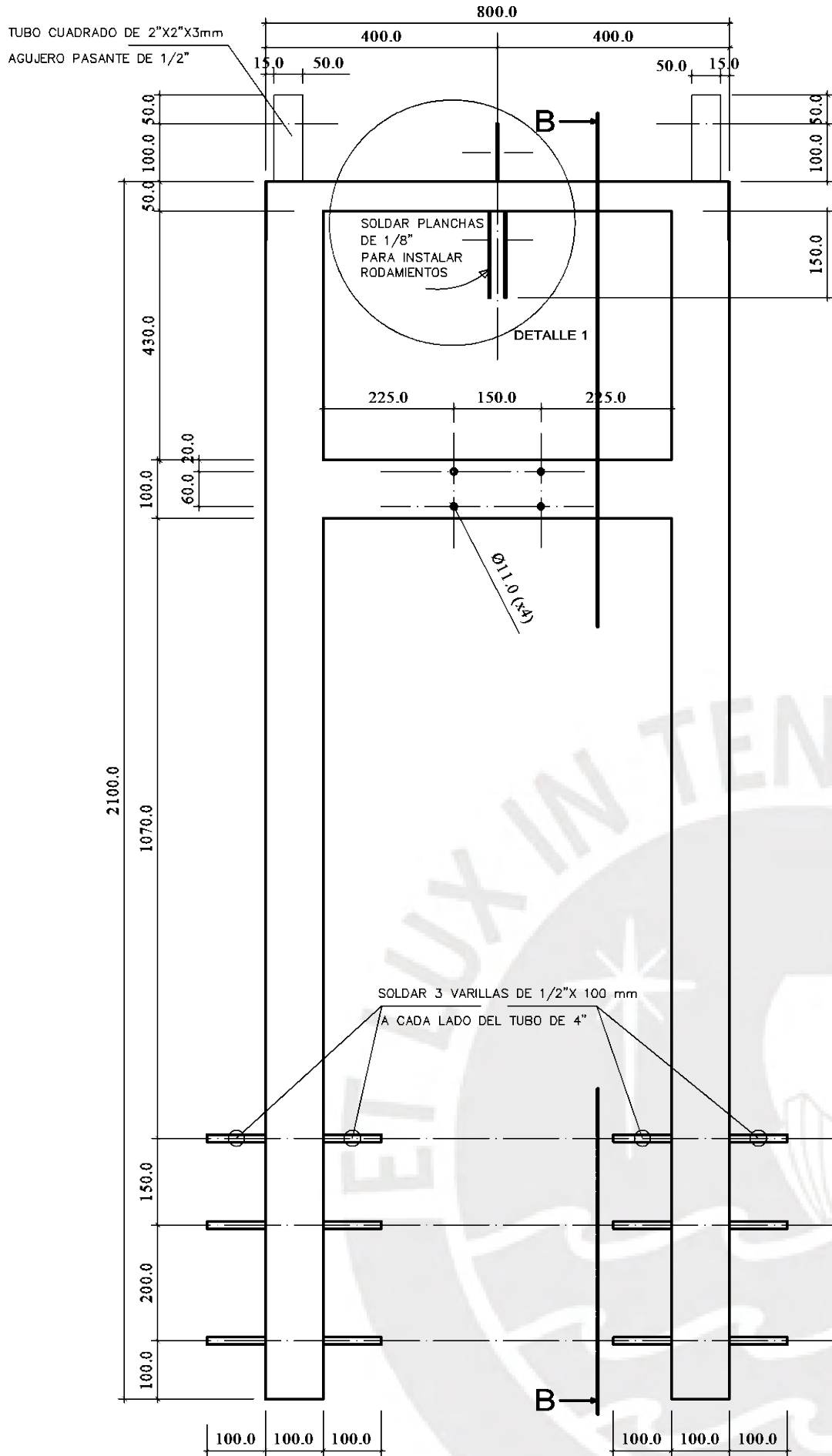
## DETALLE DE PÓRTICO SUPERIOR



DETALLE 1

TIPO	RODAMIENTO GUIA (ROLDANA)
DIAMETRO EXTERNO	48 mm
ANCHO	24 mm
DIAMETRO DE RANURA	12 mm

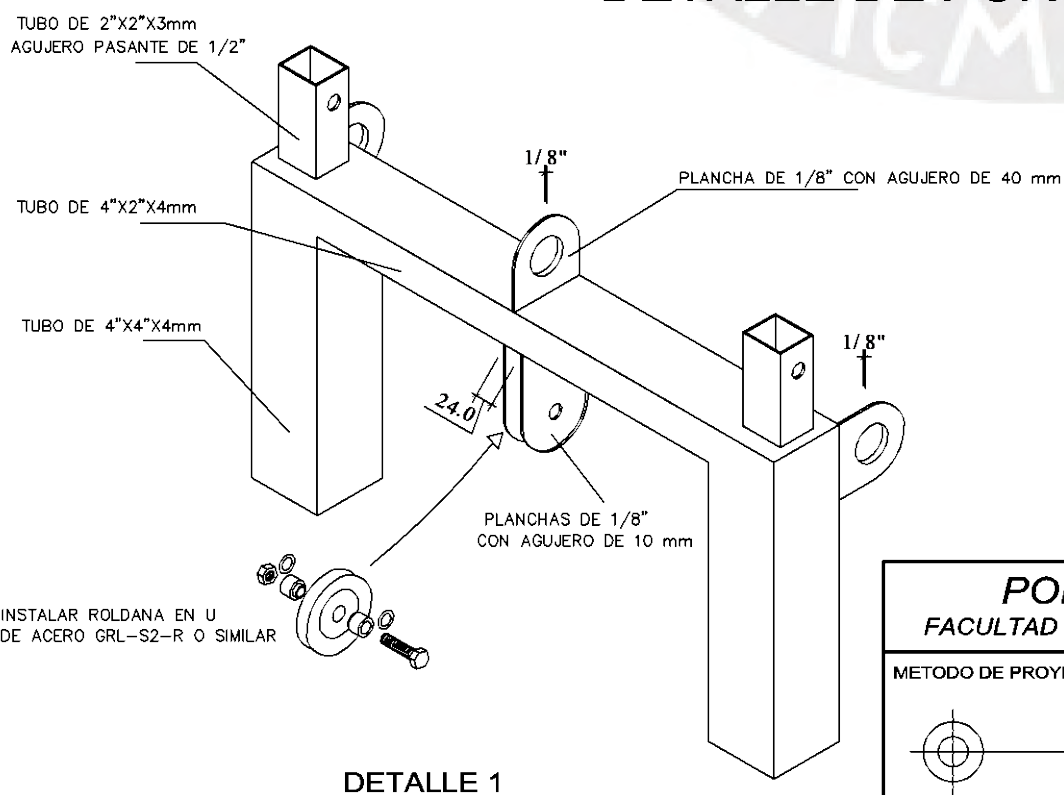
<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL		
METODO DE PROYECCIÓN	<b>PÓRTICO SUPERIOR</b>	ESCALA :
		<b>1 : 100</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA : 15 - 06 - 2022
		LAMINA A3



VISTA FRONTAL

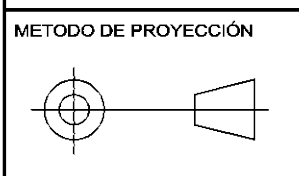
CORTE B - B

### DETALLE DE PÓRTICO INFERIOR



TIPO	RODAMIENTO GUIA (ROLDANA)
DIAMETRO EXTERNO	48 mm
ANCHO	24 mm
DIAMETRO DE RANURA	12 mm

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERU  
FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO  
ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL



20164415

PÓRTICO INFERIOR

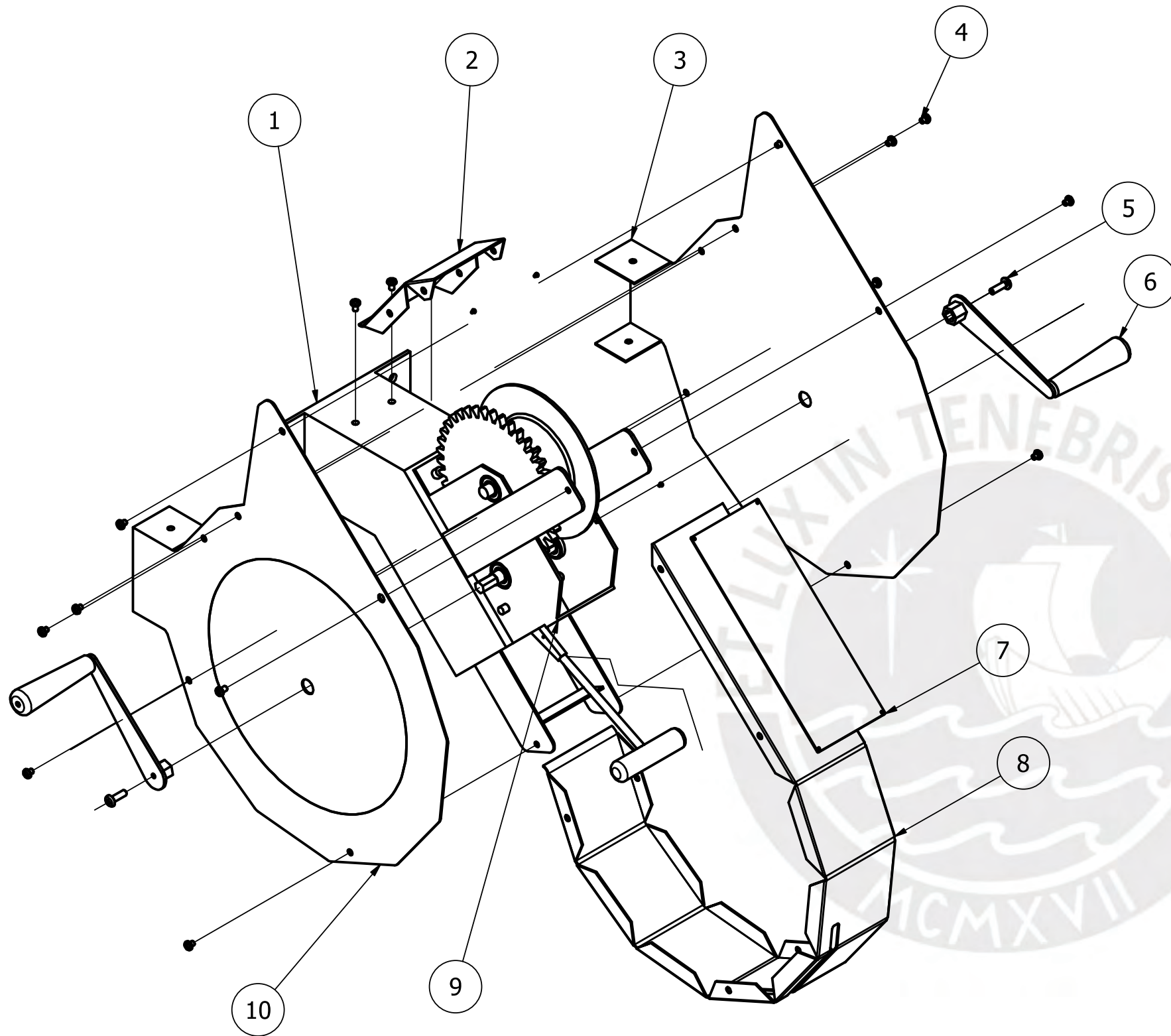
BRENDA PEÑA JULCAMORO

ESCALA :

1 : 100

FECHA :  
15 - 06 - 2022

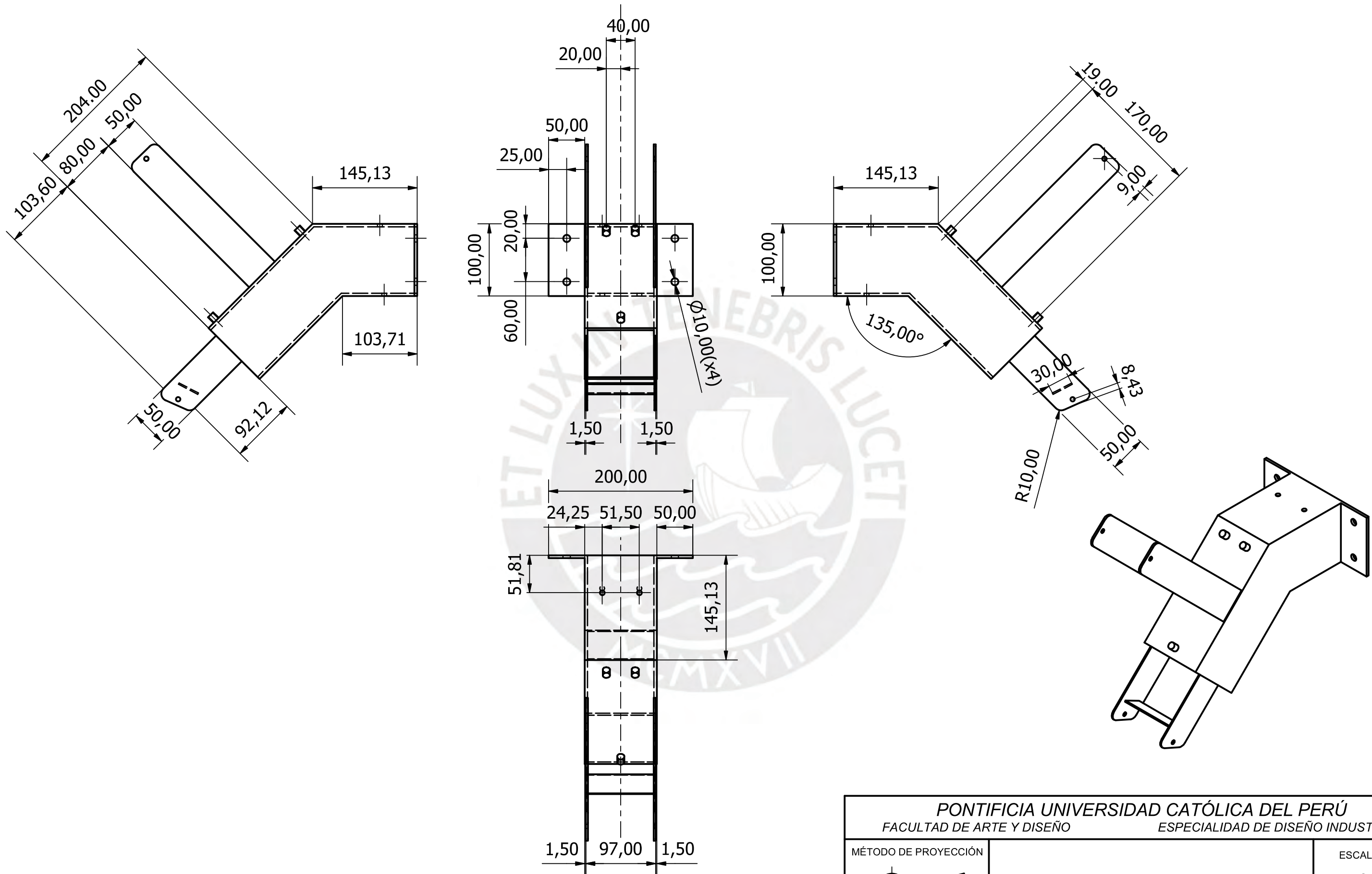
LAMINA  
A3



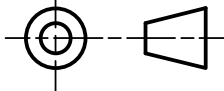
10	1	Tapa lateral derecha	-	Metal	Plancha plegada de 1,5 mm de espesor
9	1	Sistema de cabrestante	-	Metal	
8	1	Tapa frontal	-	Metal	Plancha plegada de 1,5 mm de espesor
7	1	Instructivo	-	Aluminio	Plancha de 1,5 mm de espesor
6	2	Manivela	-	Metal	-
5	2	Tornillos Philips	-	Metal	Tornillo métricos M6X20
4	16	Tornillo	-	Metal	Cabeza cónica M5X6
3	1	Tapa lateral izquierda	-	Metal	Plancha plegada de 1,5 mm de espesor
2	1	Tapa posterior	-	Metal	Plancha plegada de 1,5 mm de espesor
1	1	Estructura interna	-	Metal	Tubo cuadrado de 10 mm
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES

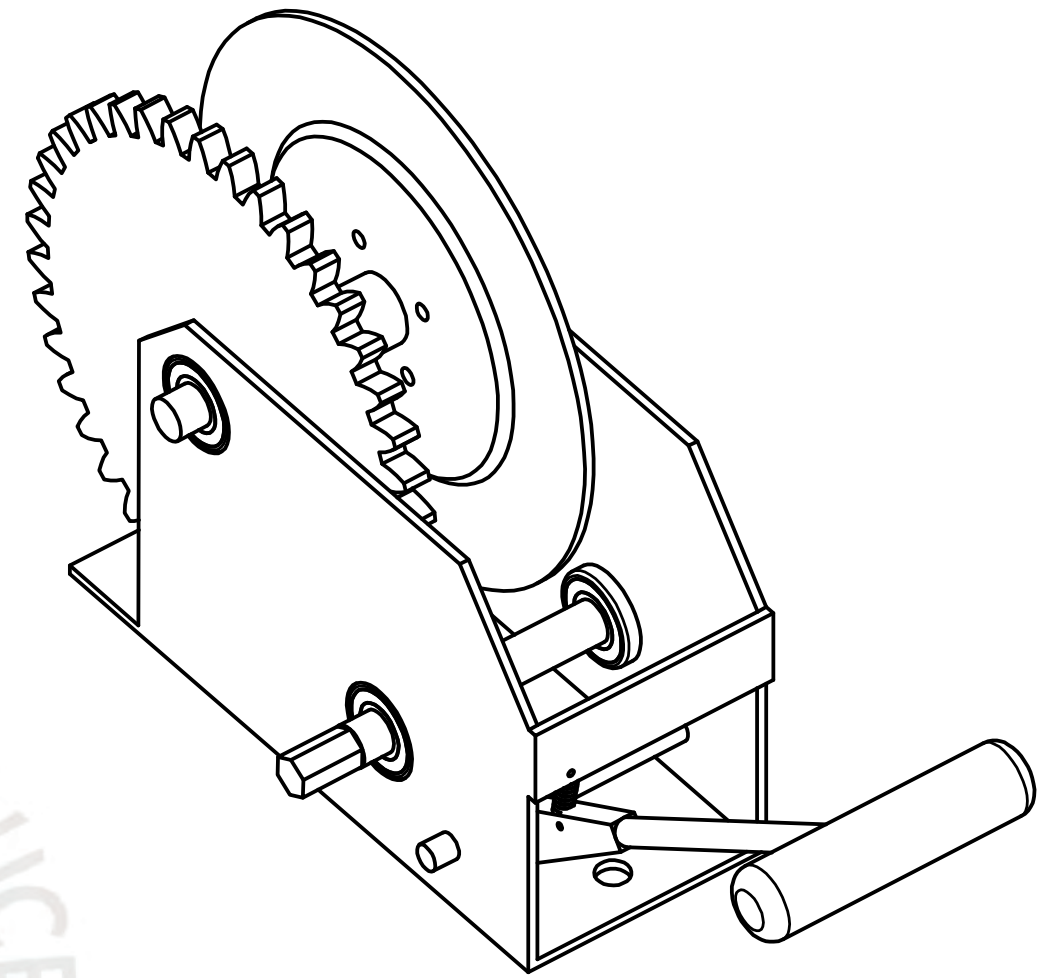
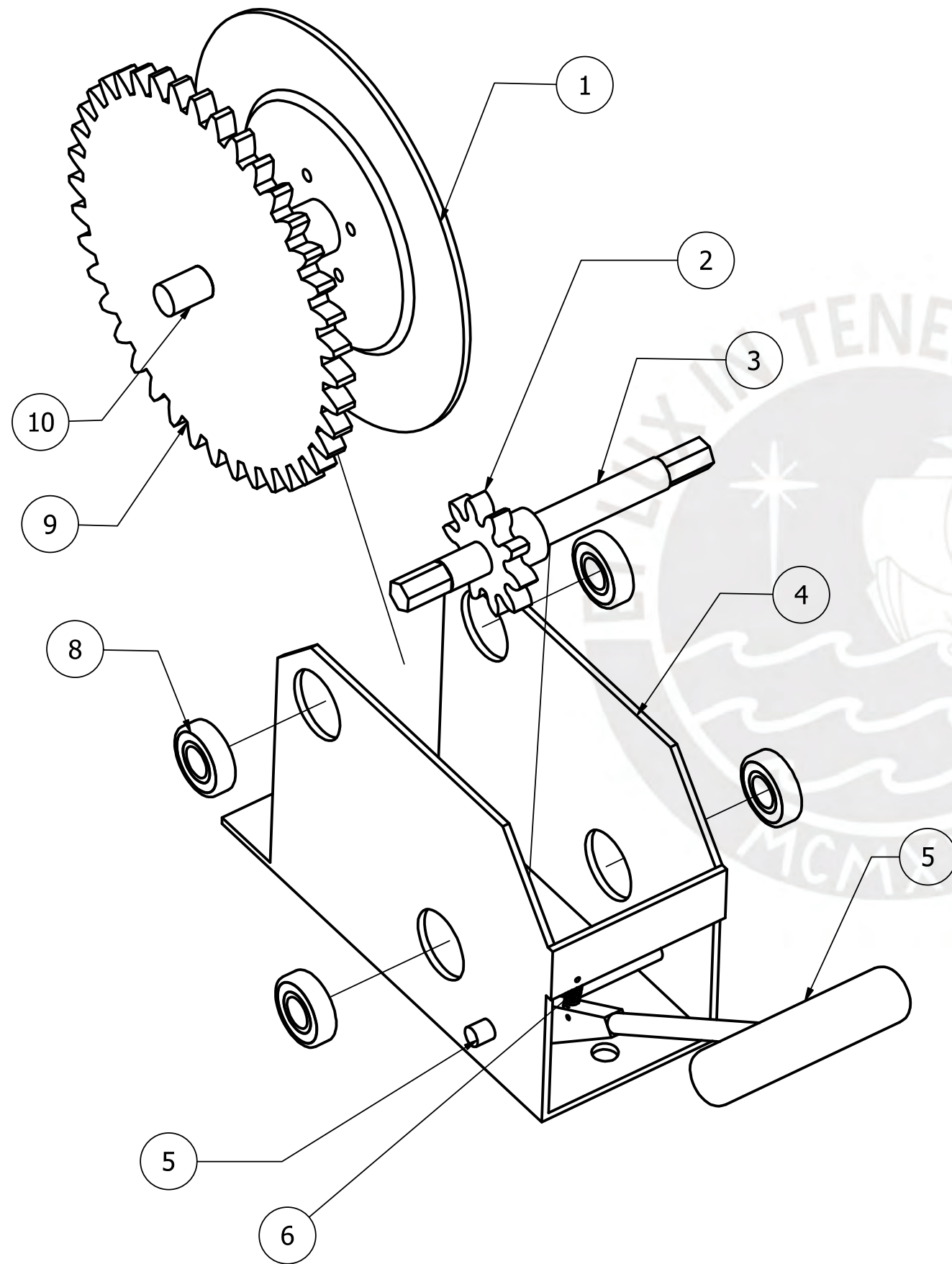
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
 FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL

MÉTODO DE PROYECCIÓN	<b>ENSAMBLE DE SISTEMA DE TRASLADO DE COSECHA</b>	ESCALA
		<b>1:5</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3



Notas:  
 Fabricar con tubo metálico cuadrado de 4x4" y espesor 3 mm  
 Platinas (plancha de 3 mm de espesor)  
 Los redondeamientos no acotados tienen radio R=10 mm

<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO <span style="float: right;">ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</span>		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>ESTRUCTURA INTERNA</b>	ESCALA <b>1:5</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3



10	1	Eje de engranje	-	Metal	-
9	1	Engranaje	-	Metal	Diametro-16.8 mm
8	4	Rodamientos	-	Metal	Diamtero-28.5 mm
7	1	Eje de freno	-	Metal	-
6	1	Resorte	-	Metal	Longitud-10 mm
5	1	Freno manual	-	Metal	-
4	1	Caja de cabrestante	-	Metal	-
3	1	Eje de piñon	-	Metal	-
2	1	Piñon	-	Metal	Diametro-48 mm
1	1	Disco de cabrestante	-	Metal	-

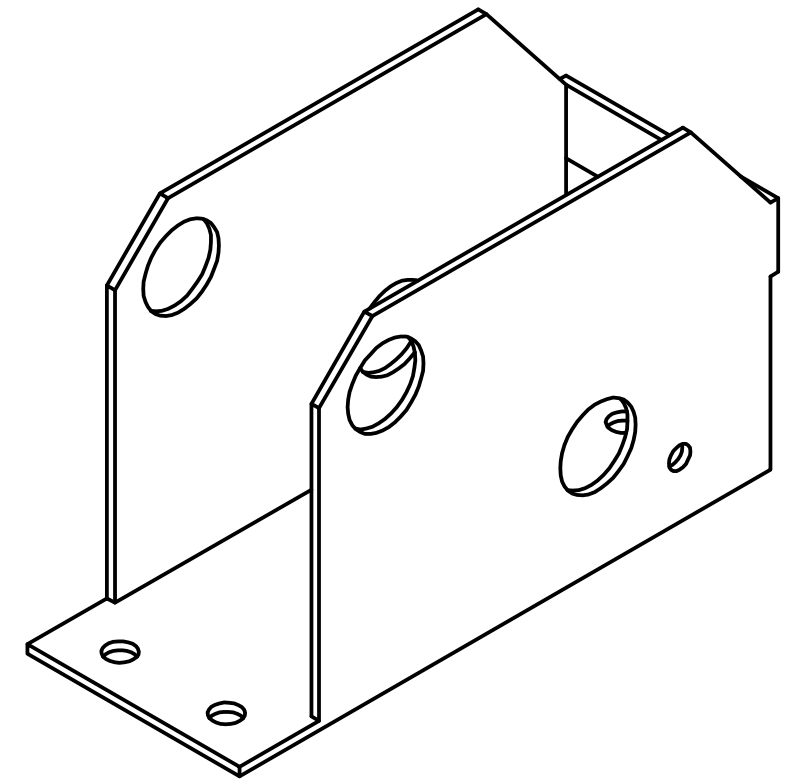
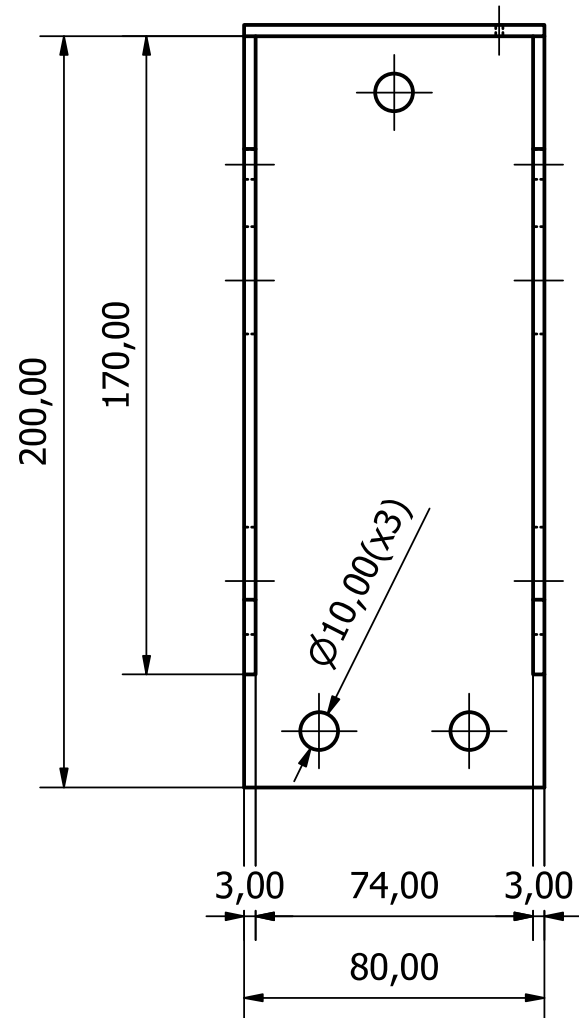
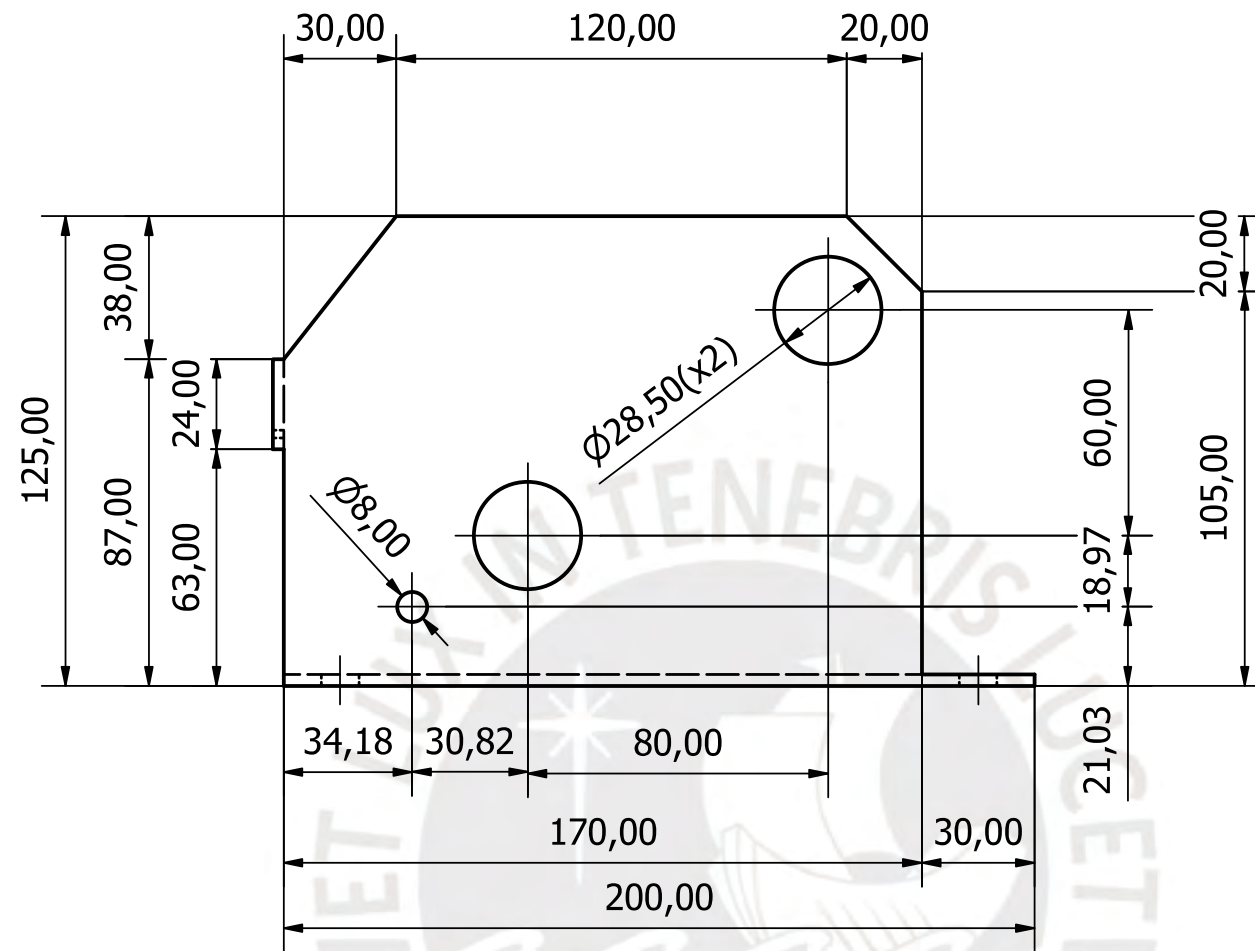
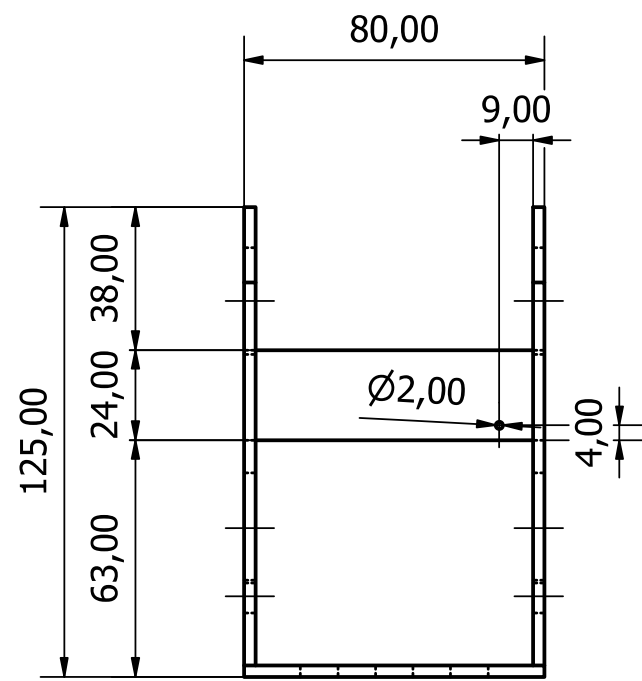
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES
------	-------	-------------	-------	----------	---------------

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
 FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL

MÉTODO DE PROYECCIÓN	<b>ENSAMBLE DE CABRESTANTE</b>	ESCALA
		1:2

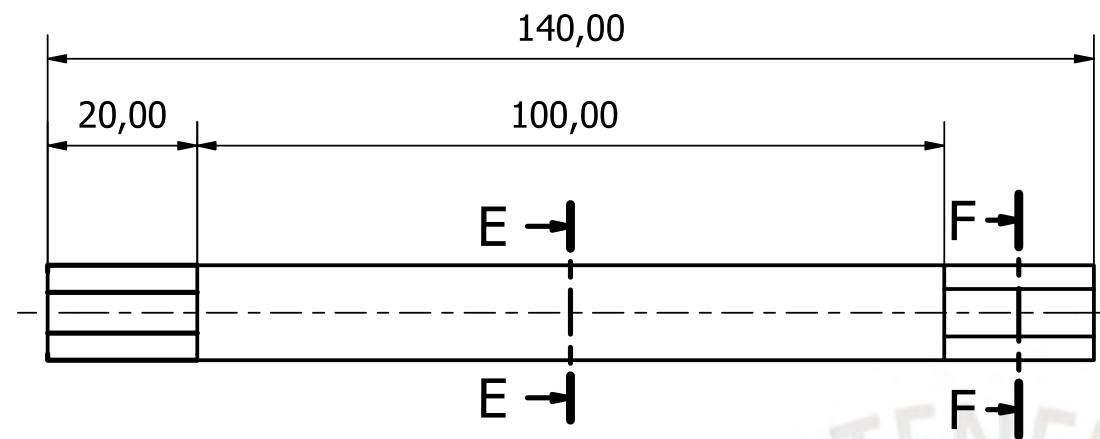
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
----------	-----------------------	----------------------

		LAMINA A3
--	--	--------------

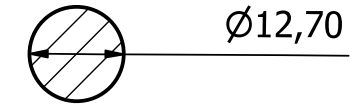


<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO <span style="float: right;">ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</span>		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>CAJA DE CABRESTANTE</b>	ESCALA <b>1:2</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3

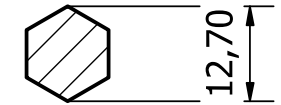
### EJE DE PIÑON



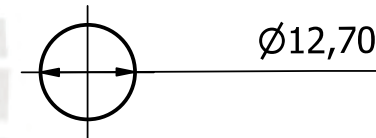
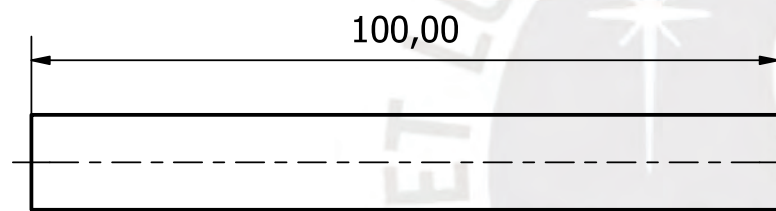
E-E ( 1 : 1 )



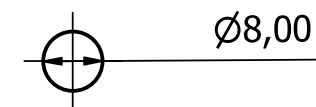
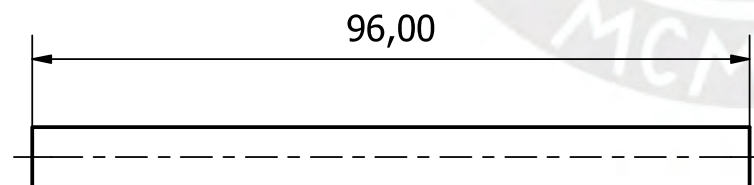
F-F ( 1 : 1 )



### EJE DE ENGRANAJE

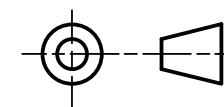


### EJE DE FRENO



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
 FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL

MÉTODO DE PROYECCIÓN



**PLANO DE EJES**

ESCALA

**1:1**

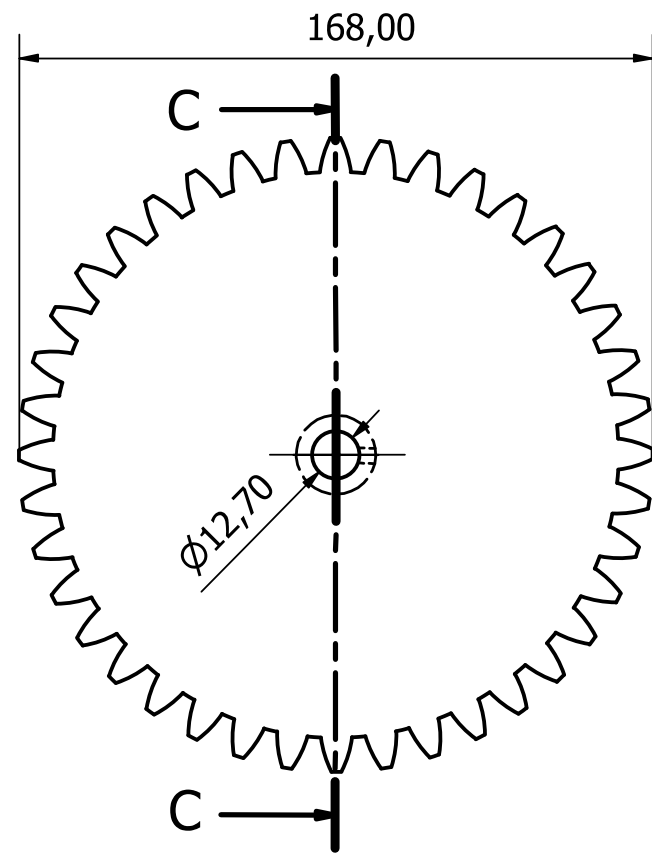
20164415

BRENDA PEÑA JULCAMORO

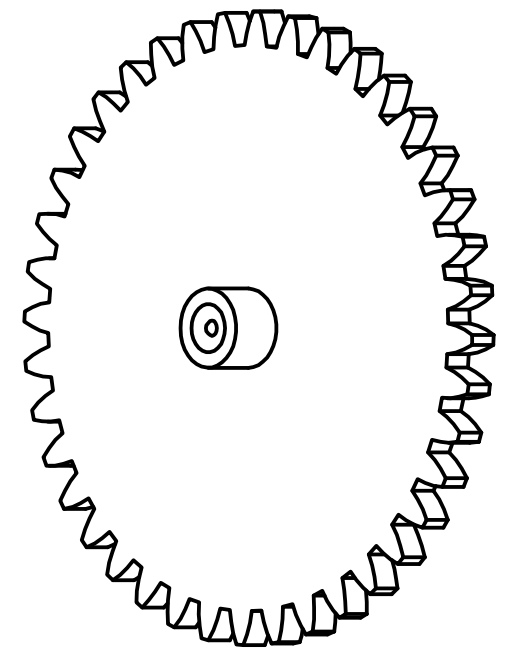
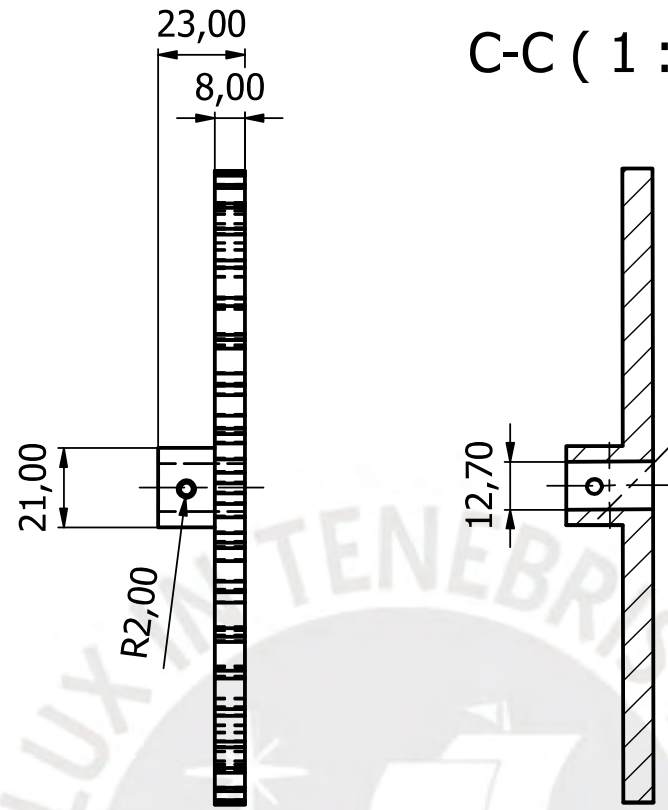
FECHA:  
15-06-2022

LAMINA  
A3

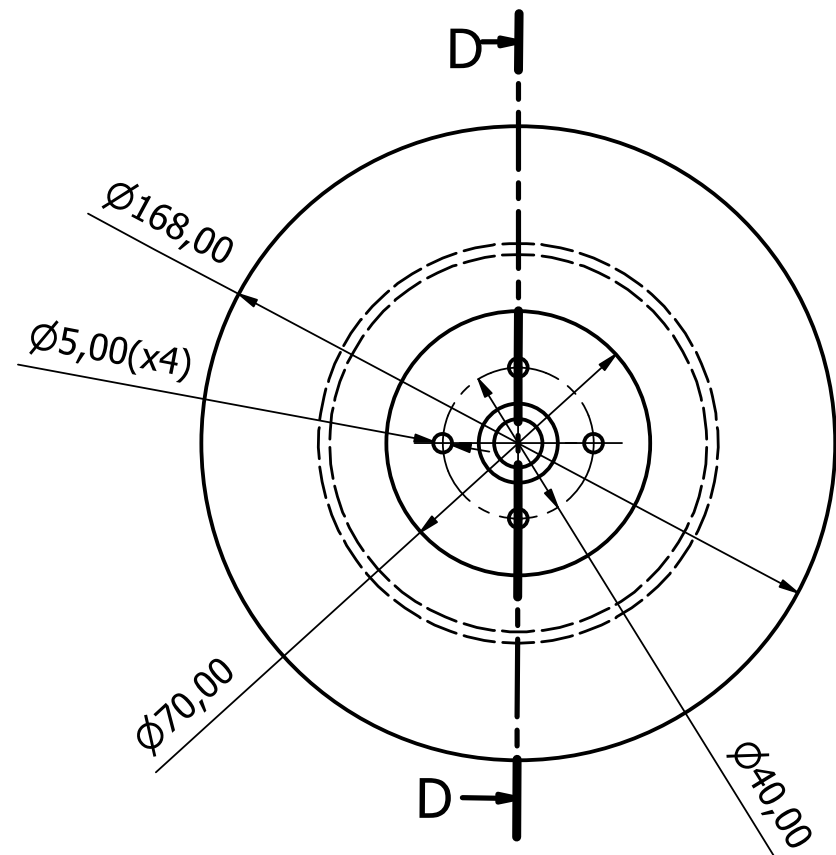
ENGRANAJE DE 168 MM



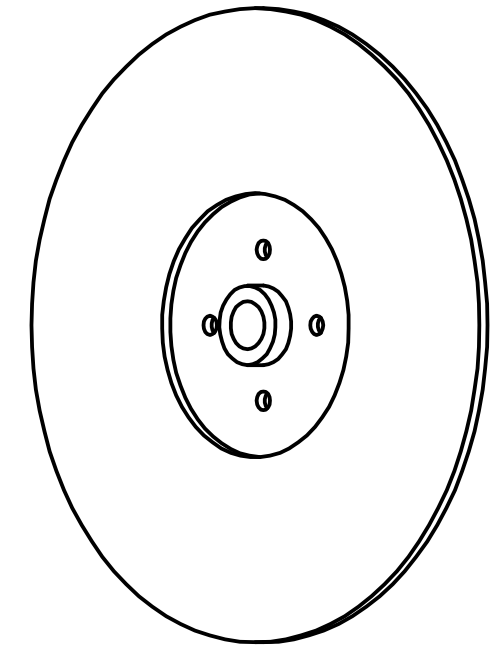
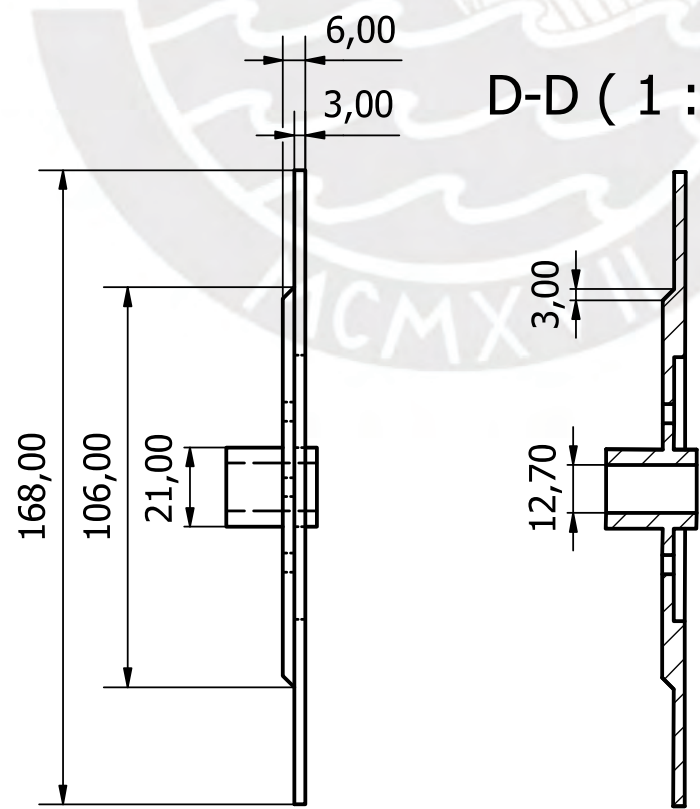
C-C ( 1 : 2 )



DISCO DE CABRESTANTE

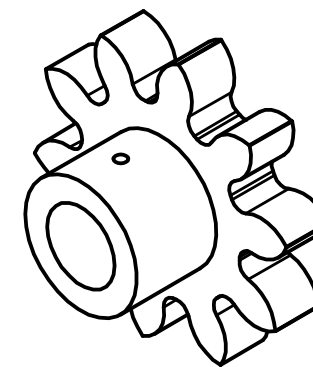
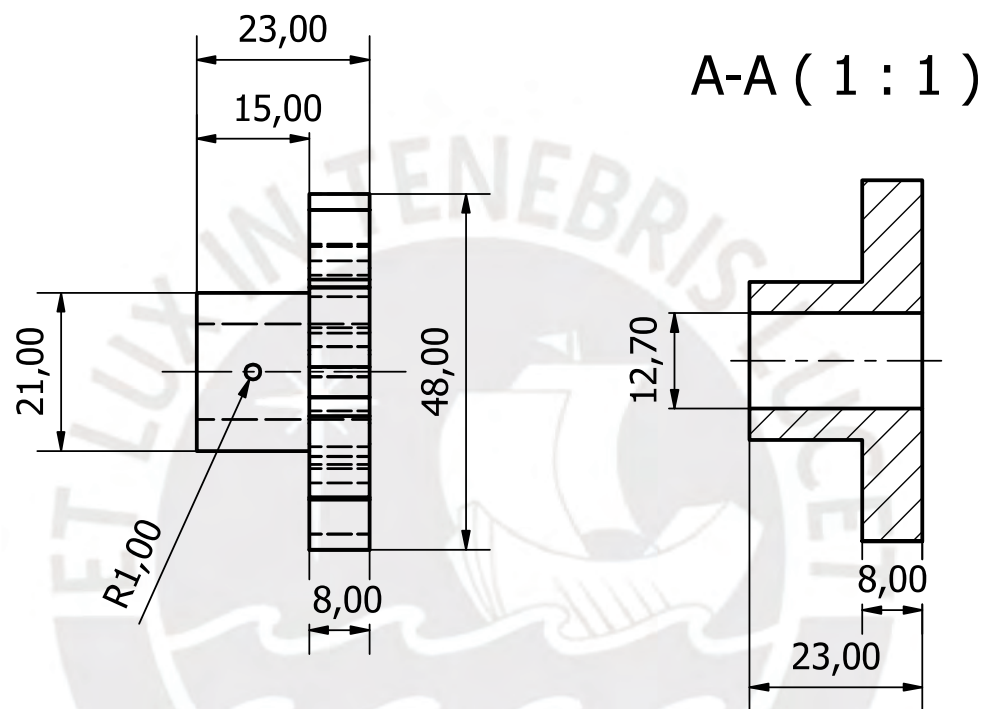
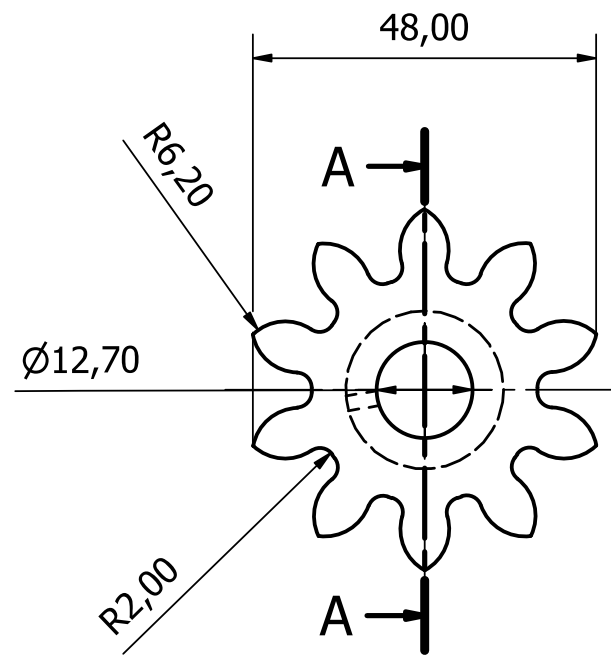


D-D ( 1 : 2 )

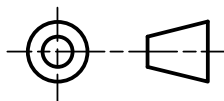


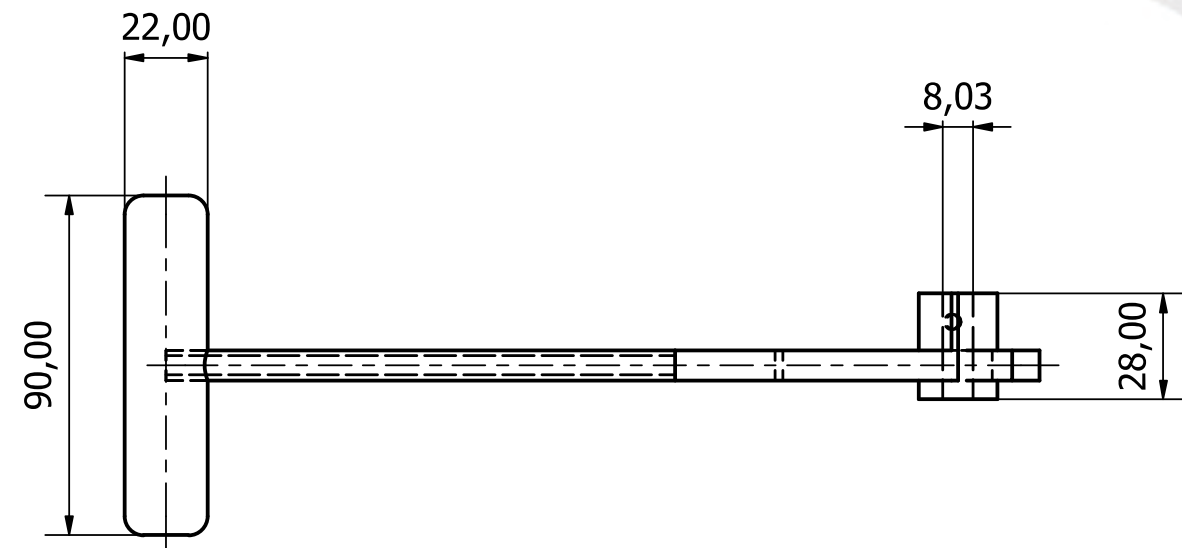
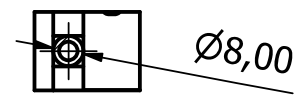
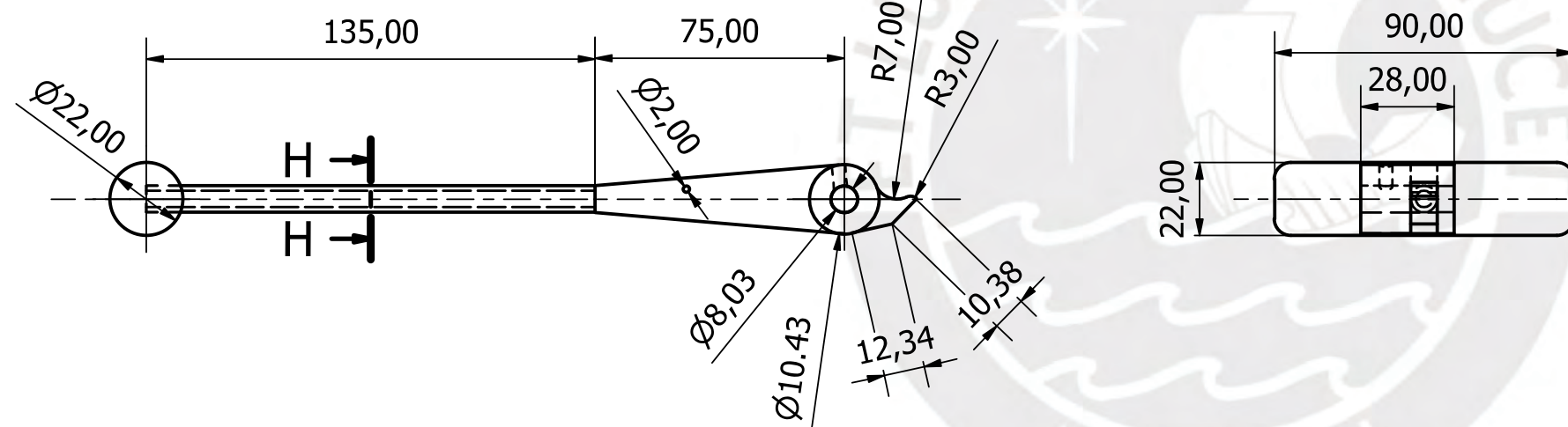
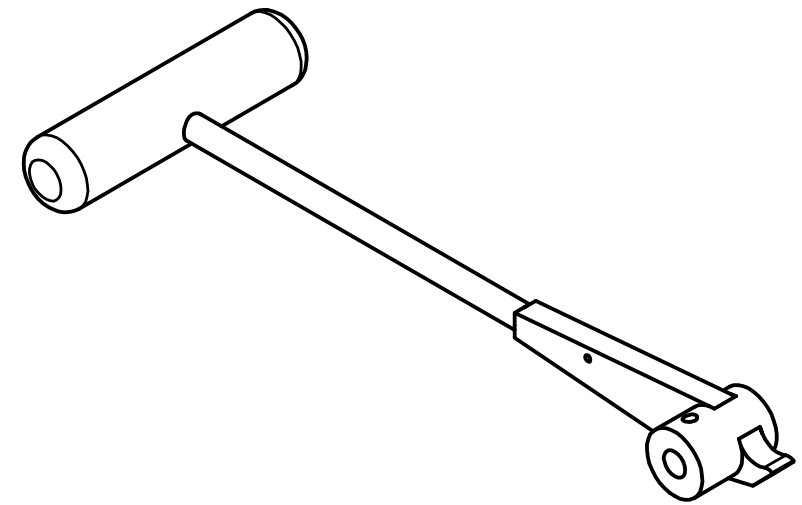
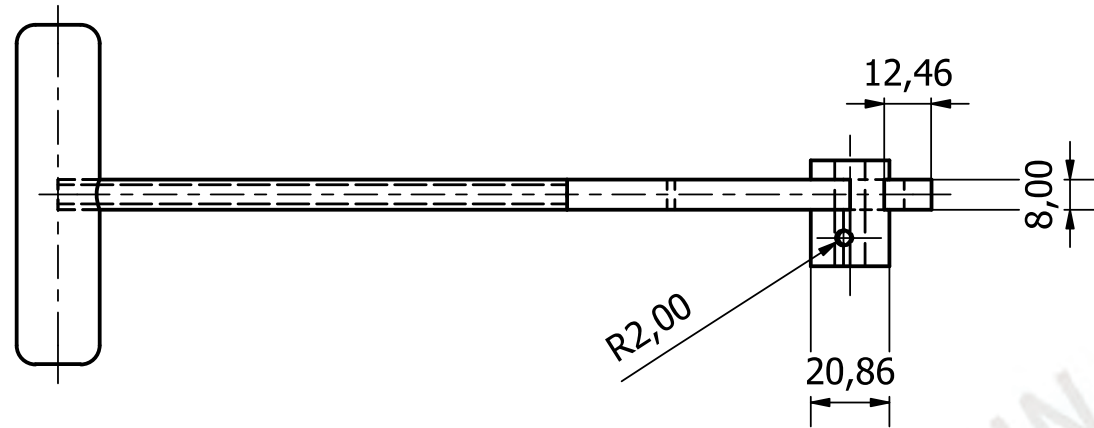
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>ENGRANAJE Y DISCO</b>	ESCALA <b>1:2</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3



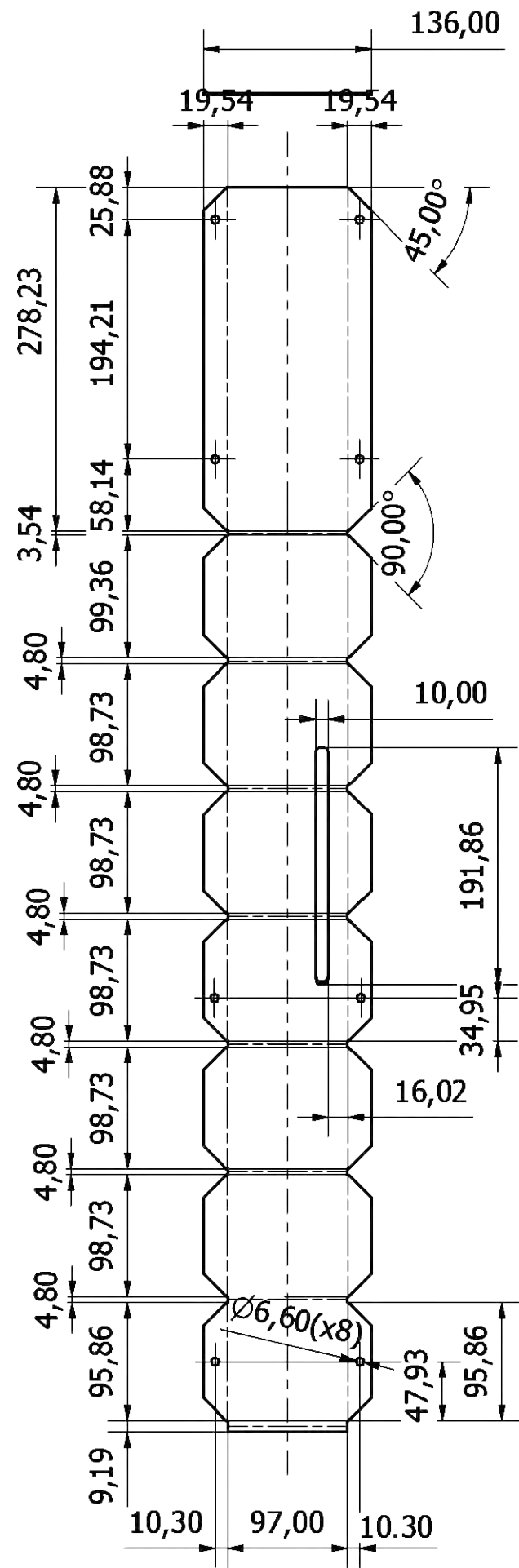


CARACTERÍSTICAS DE ENGRANAJE:  
 Número de dientes: 10  
 Diámetro primitivo: 40 mm  
 Diámetro interior: 30 mm  
 Paso(s): 5.97 mm

<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO      ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>PIÑÓN</b>	ESCALA <b>1:1</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3

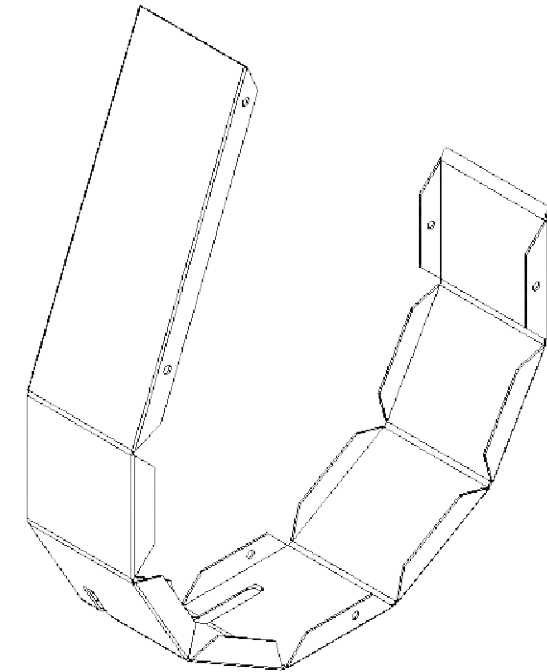
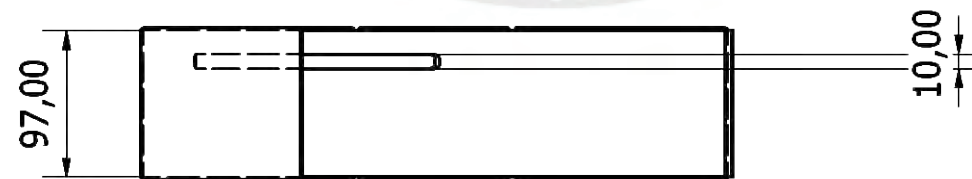
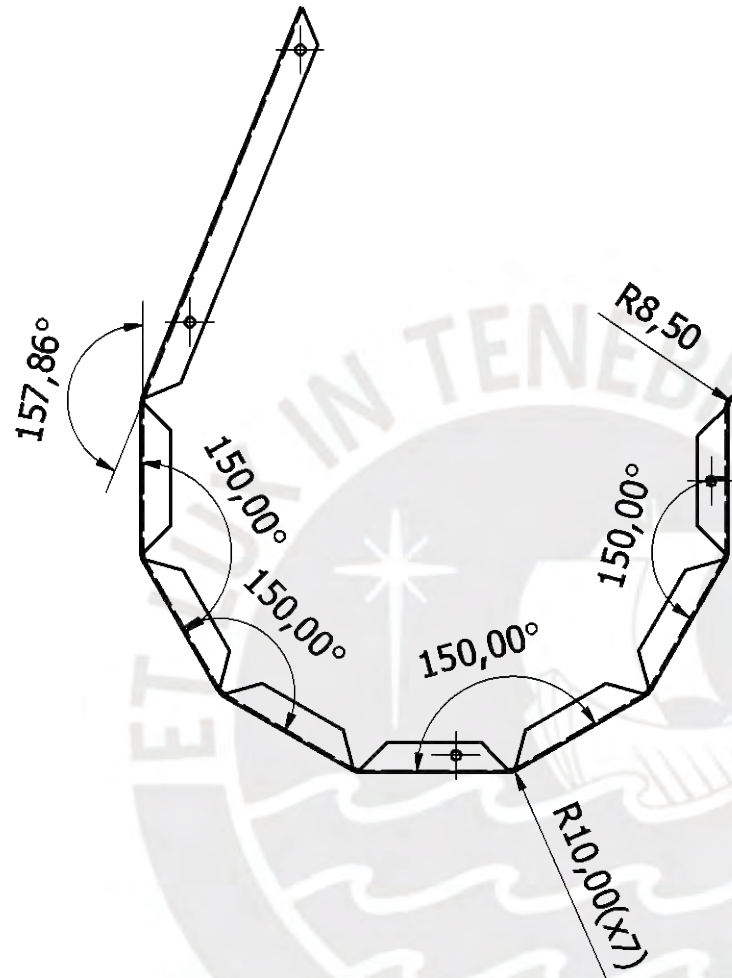


<p align="center"><b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b>          FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO      ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</p>		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>FRENO MANUAL</b>	ESCALA <b>1:2</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3



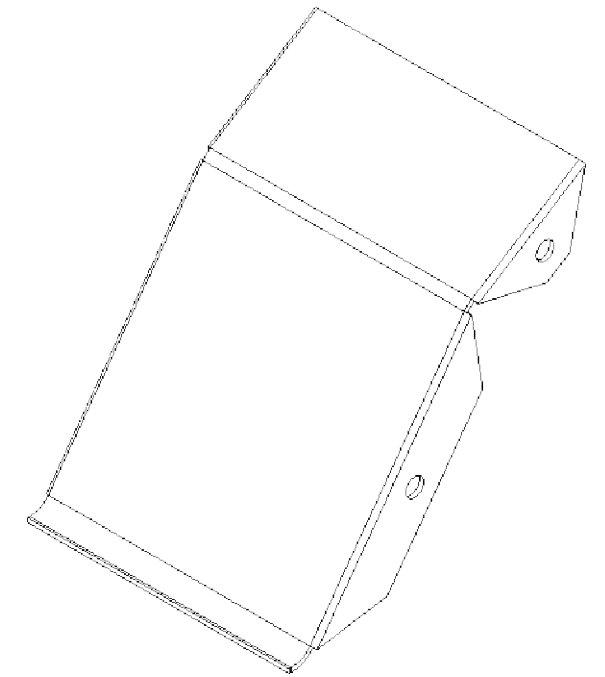
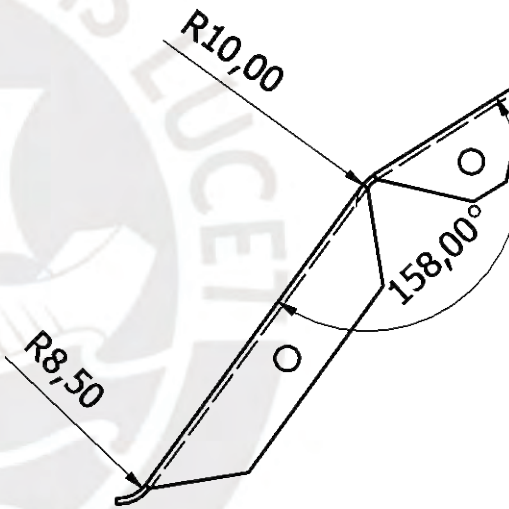
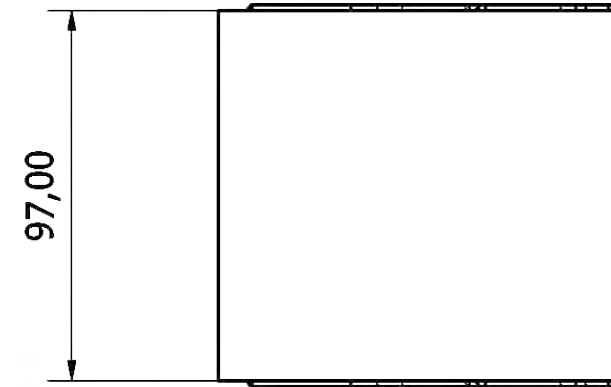
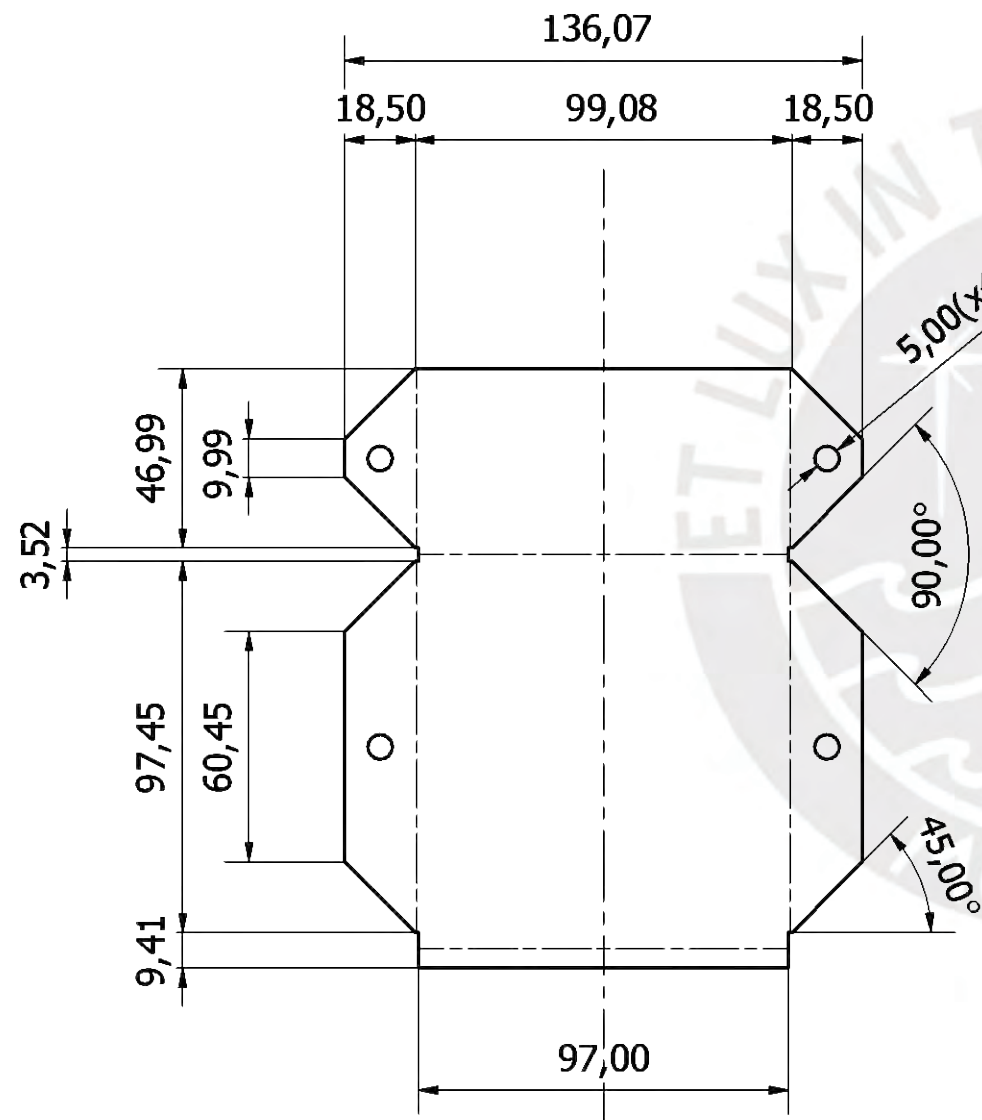
**DESARROLLO DE PIEZA**

**Ángulos de doblez de plancha**



Nota:  
Fabricarlo en plancha metálica  
de espesor 1/16"

<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO <span style="float: right;">ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</span>		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>TAPA FRONTAL PLEGADA</b>	ESCALA <b>1:5</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMDRO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3

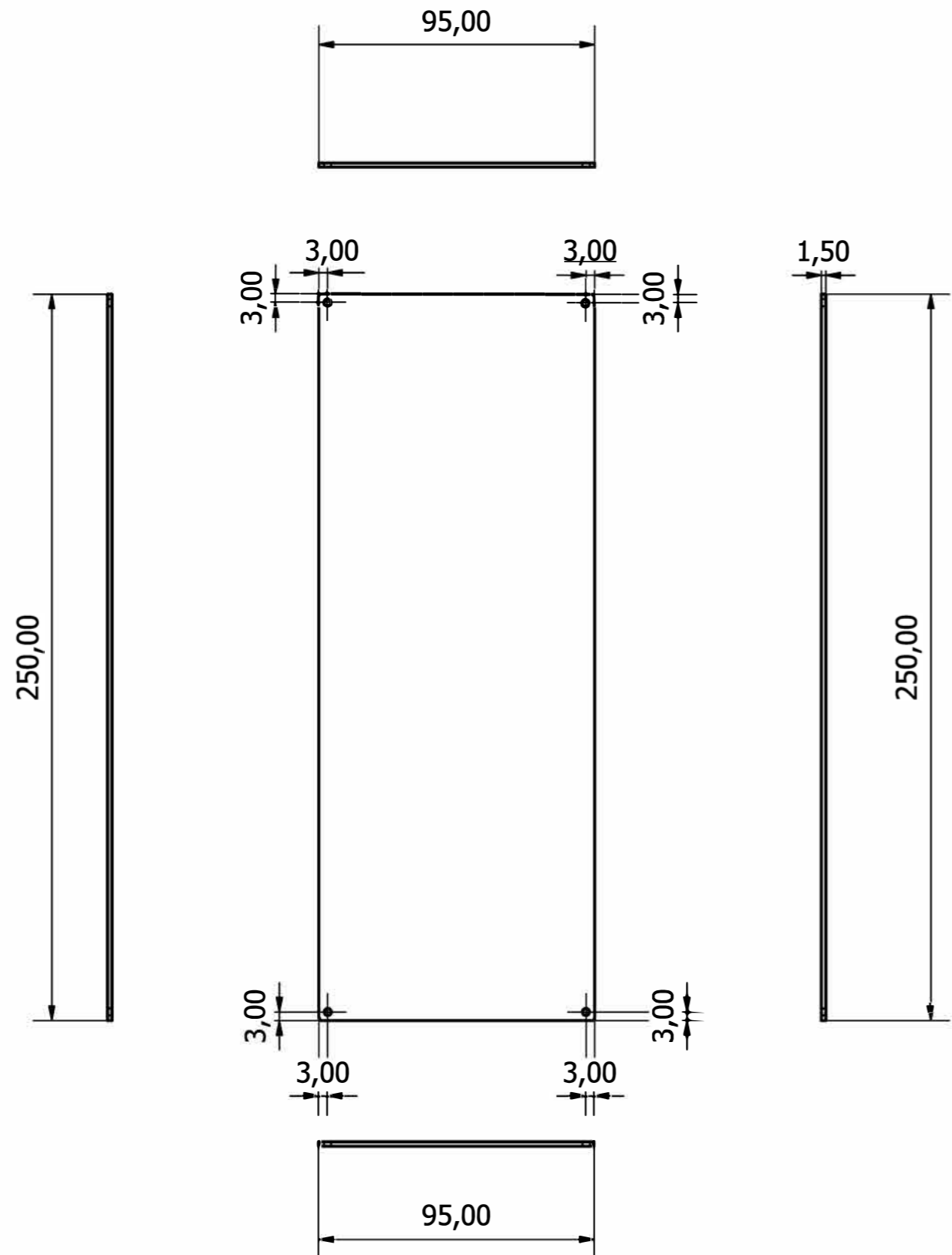


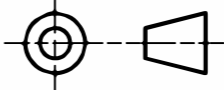
**DESARROLLO DE PIEZA**

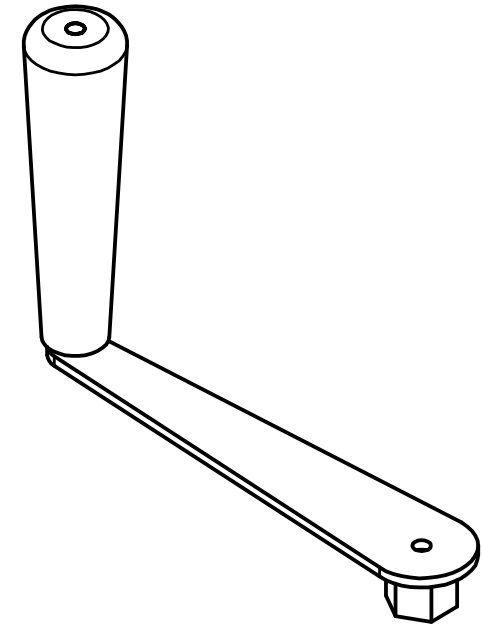
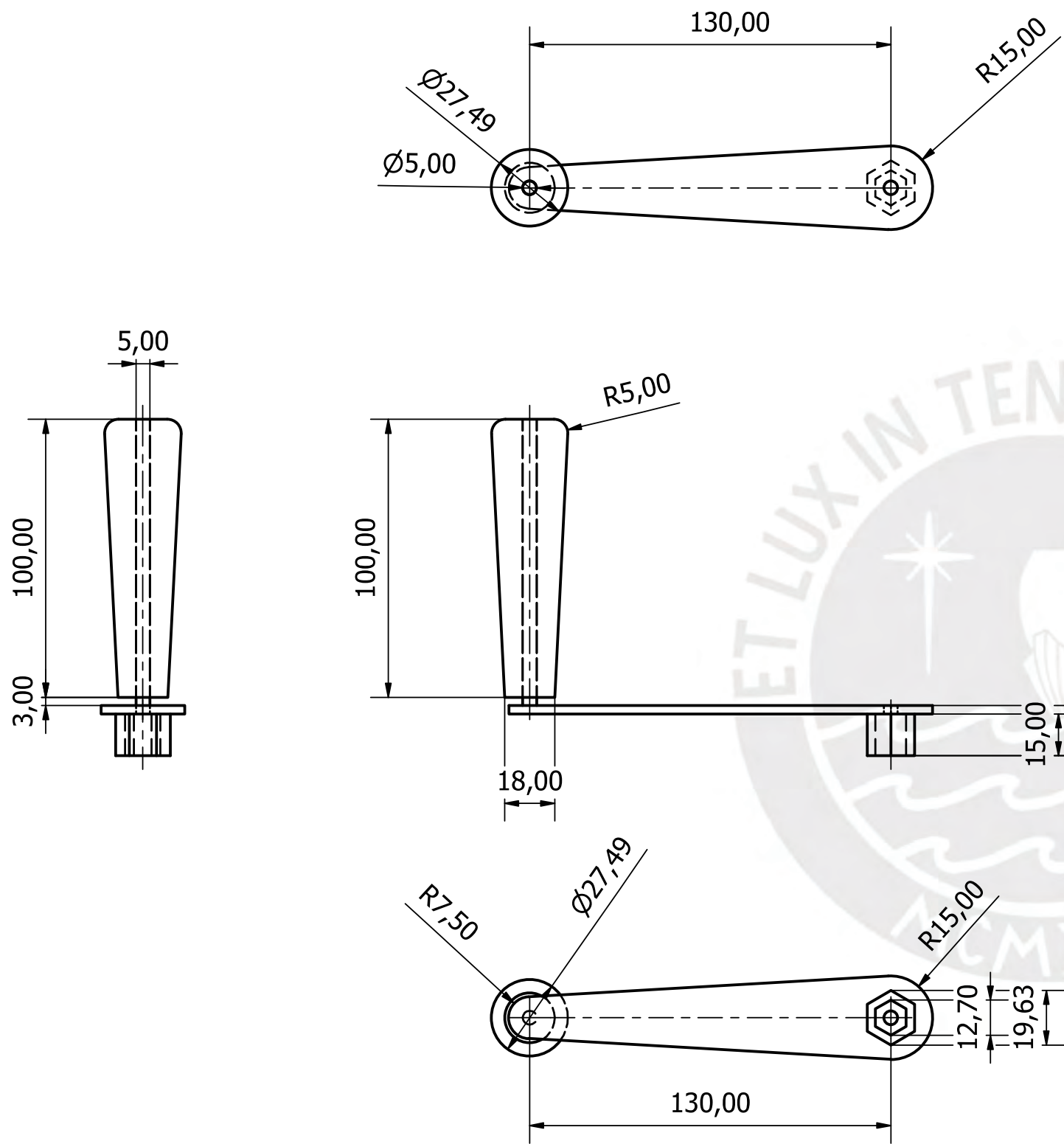
<p align="center"><i>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</i>  <i>FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO</i>      <i>ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</i></p>		
<p>MÉTODO DE PROYECCIÓN</p>	<p><b>TAPA POSTERIOR PLEGADA</b></p>	<p>ESCALA</p> <p align="center"><b>1:2</b></p>
<p>20164415</p>	<p><b>BRENDA PEÑA JULCAMORO</b></p>	<p>FECHA:</p> <p align="center">15-06-2022</p>
		<p>LAMINA</p> <p align="center">A3</p>

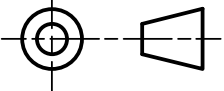




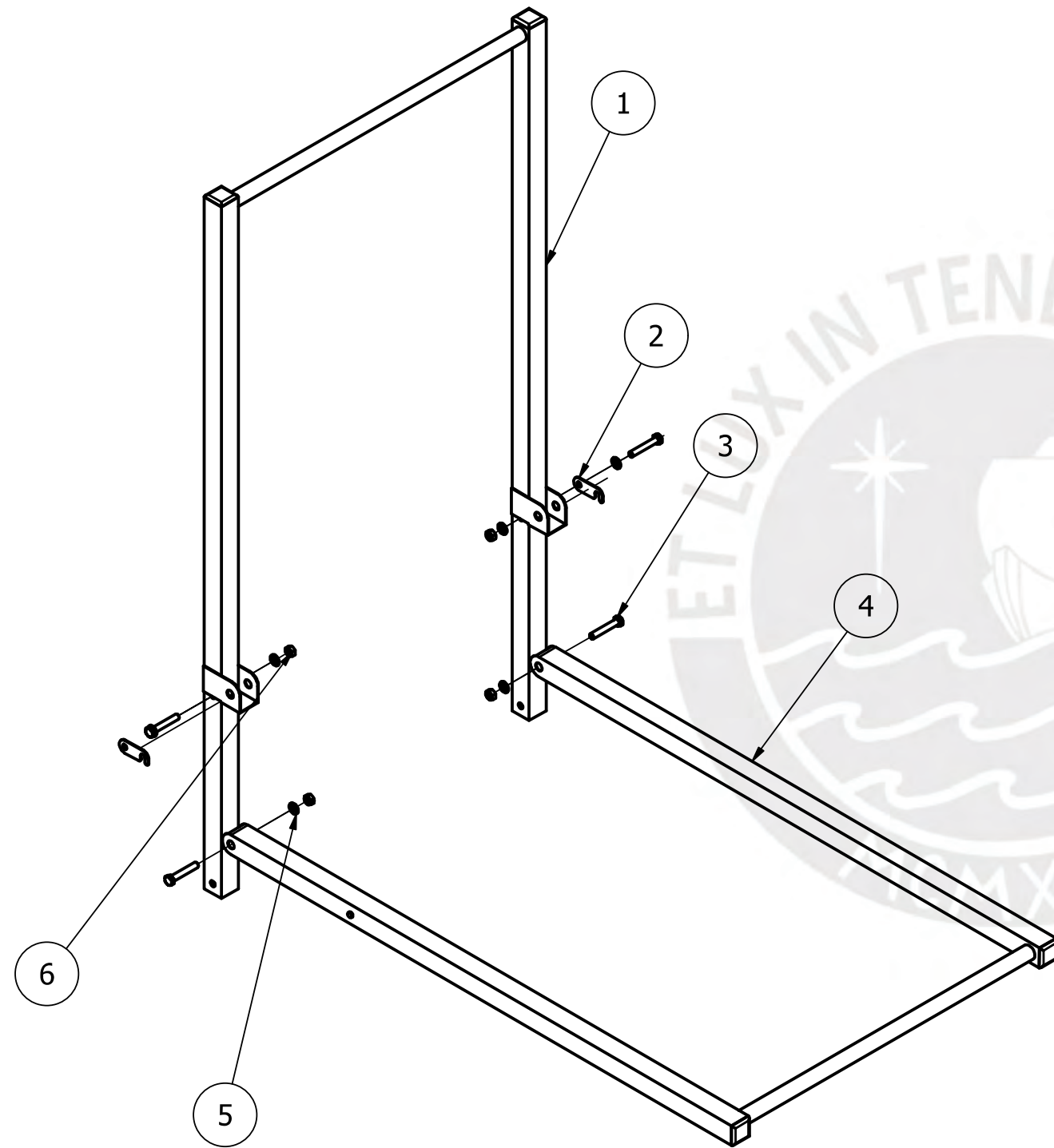


<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO      ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>PLANCHA DE ALUMINIO</b>	ESCALA <b>1:2</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3



<p align="center"><b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b>          FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO <span style="float: right;">ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</span></p>		
<p>MÉTODO DE PROYECCIÓN</p> 	<p><b>MANIVELA</b></p>	<p>ESCALA</p> <p align="center"><b>1:2</b></p>
<p>20164415</p>	<p>BRENDA PEÑA JULCAMORO</p>	<p>FECHA:</p> <p align="center">15-06-2022</p>
		<p>LAMINA</p> <p align="center">A3</p>

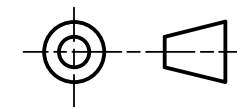




6	4	Tuercas exagonales	-	Metal	-
5	6	Arandelas planas	-	Metal	-
4	1	Estructura inferior de techo	-	Metal	-
3	4	Tornillos de cabeza exagonal	-	Metal	-
2	2	Seguro de techo plegable	-	Metal	-
1	1	Estructura superior de techo	-	Metal	-
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
 FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL

MÉTODO DE PROYECCIÓN



**ENSAMBLE DE TECHO PLEGABLE**

ESCALA

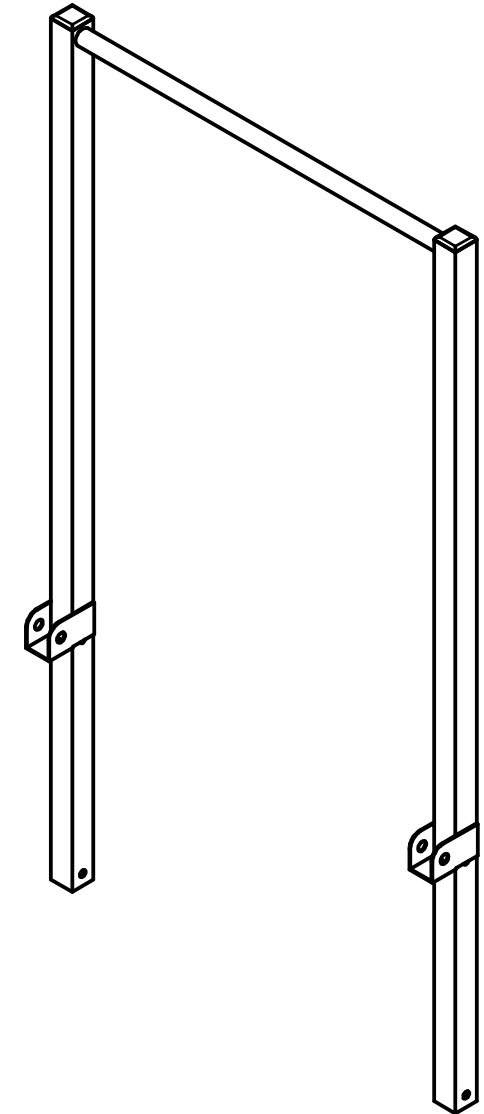
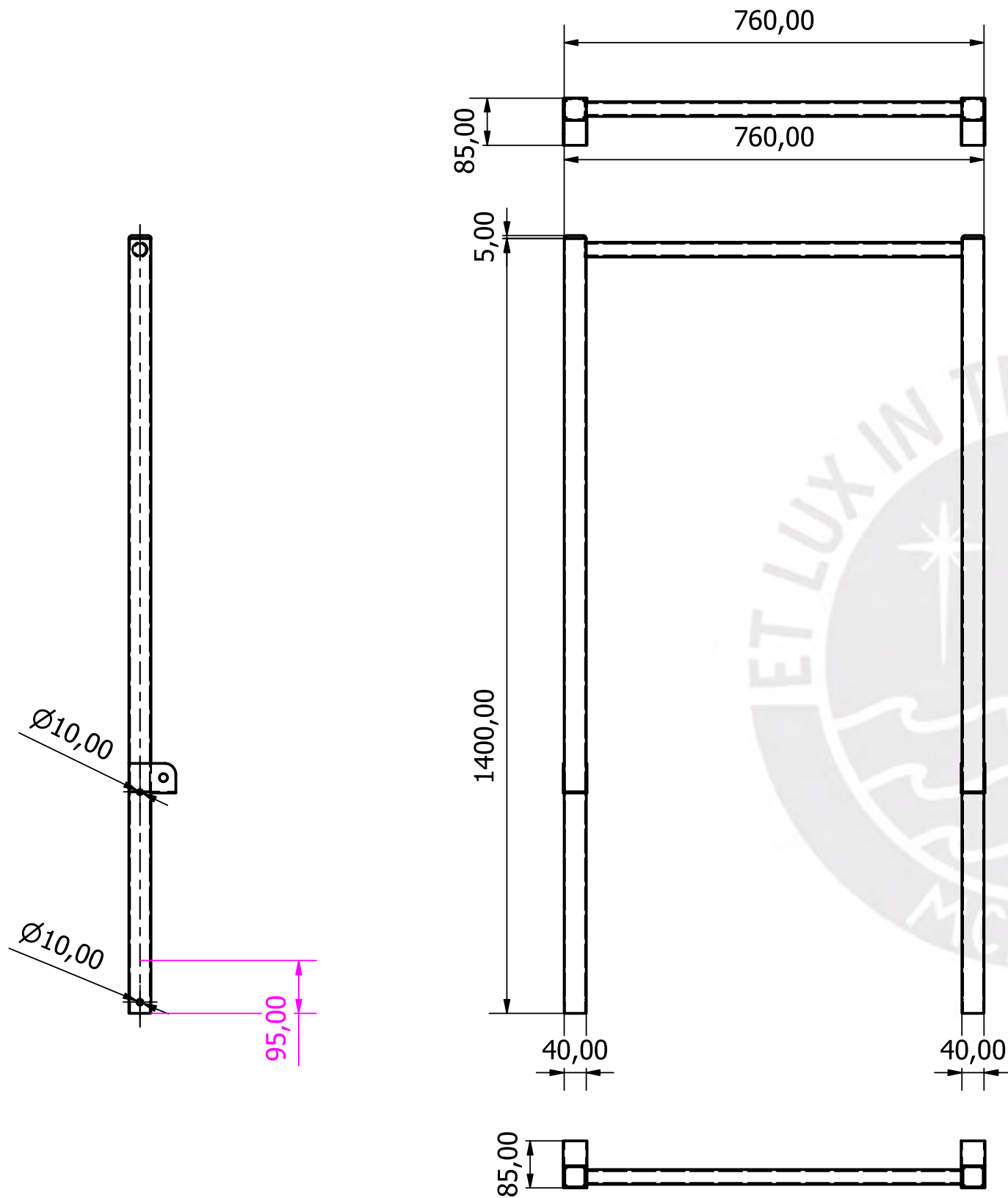
**1:10**

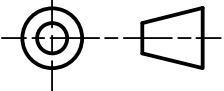
20164415

BRENDA PEÑA JULCAMORO

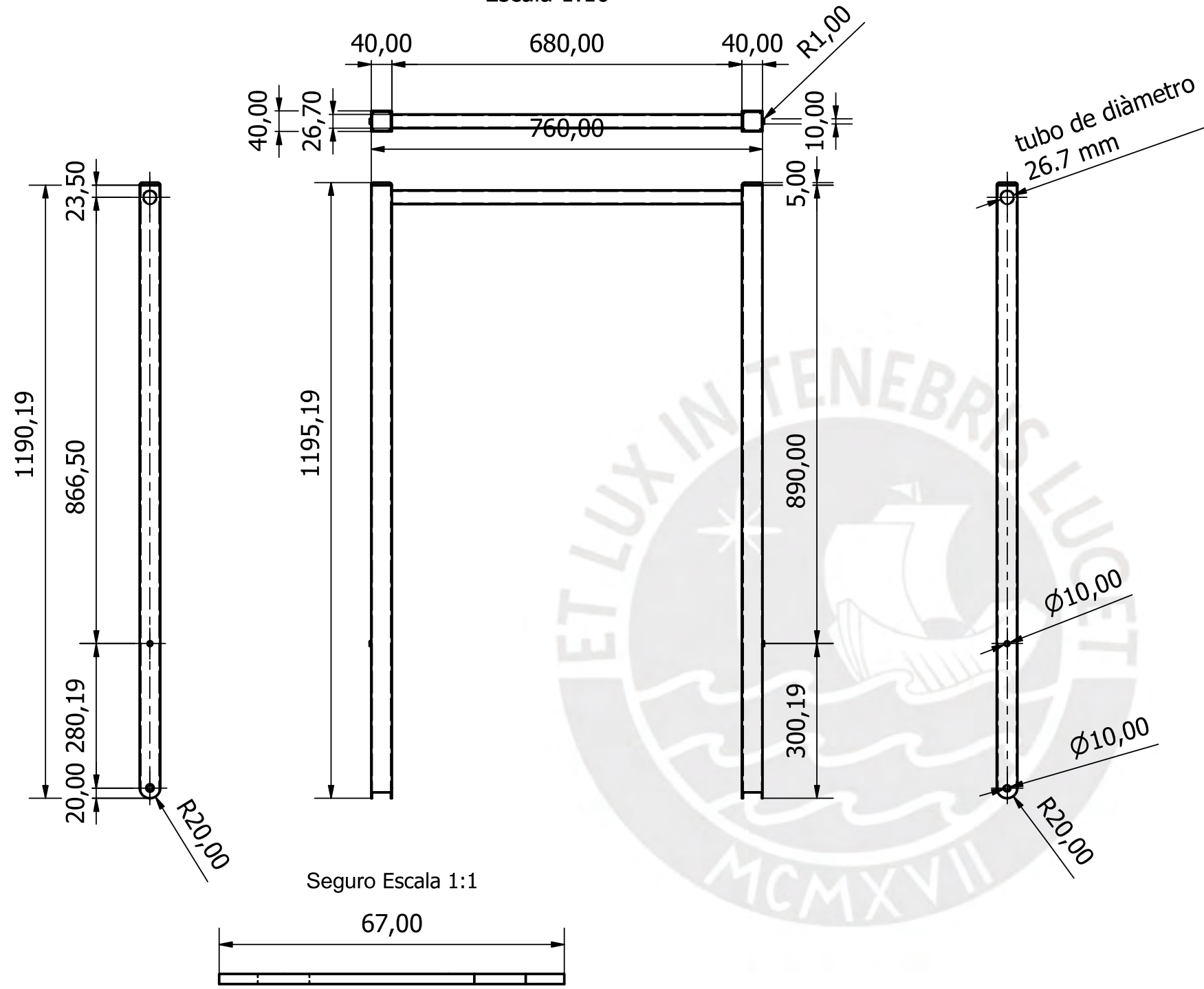
FECHA:  
15-06-2022

LAMINA  
A3

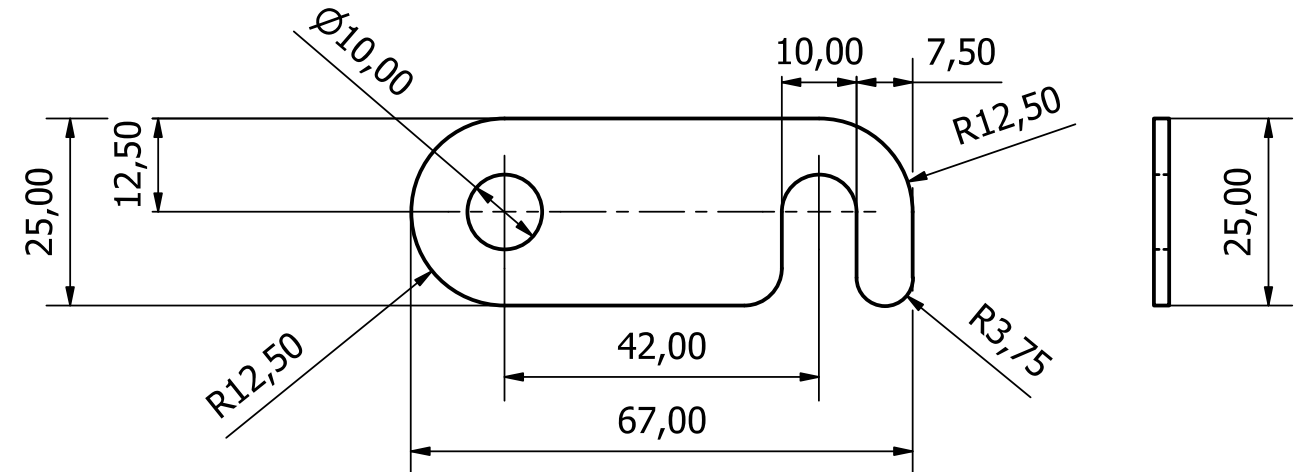
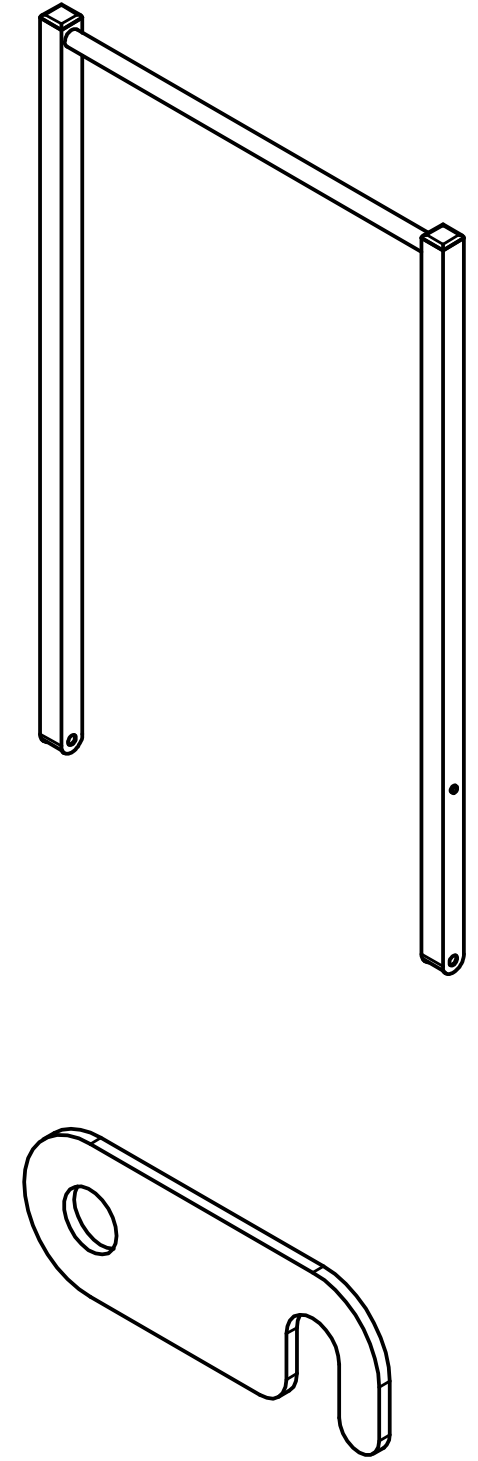
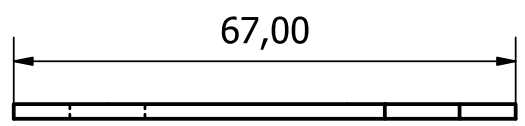


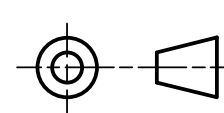
<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO      ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>ESTRUCTURA SUPERIOR</b>	ESCALA <b>1:10</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3

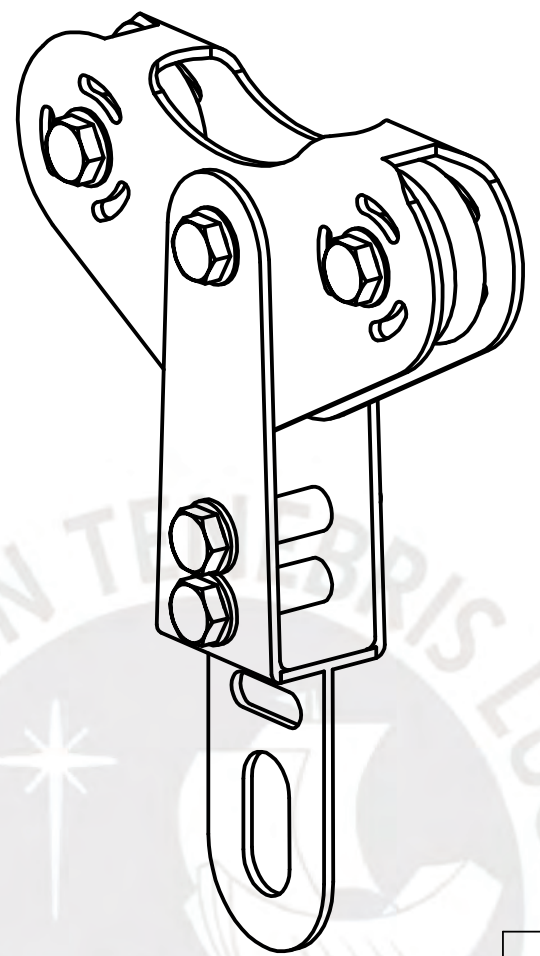
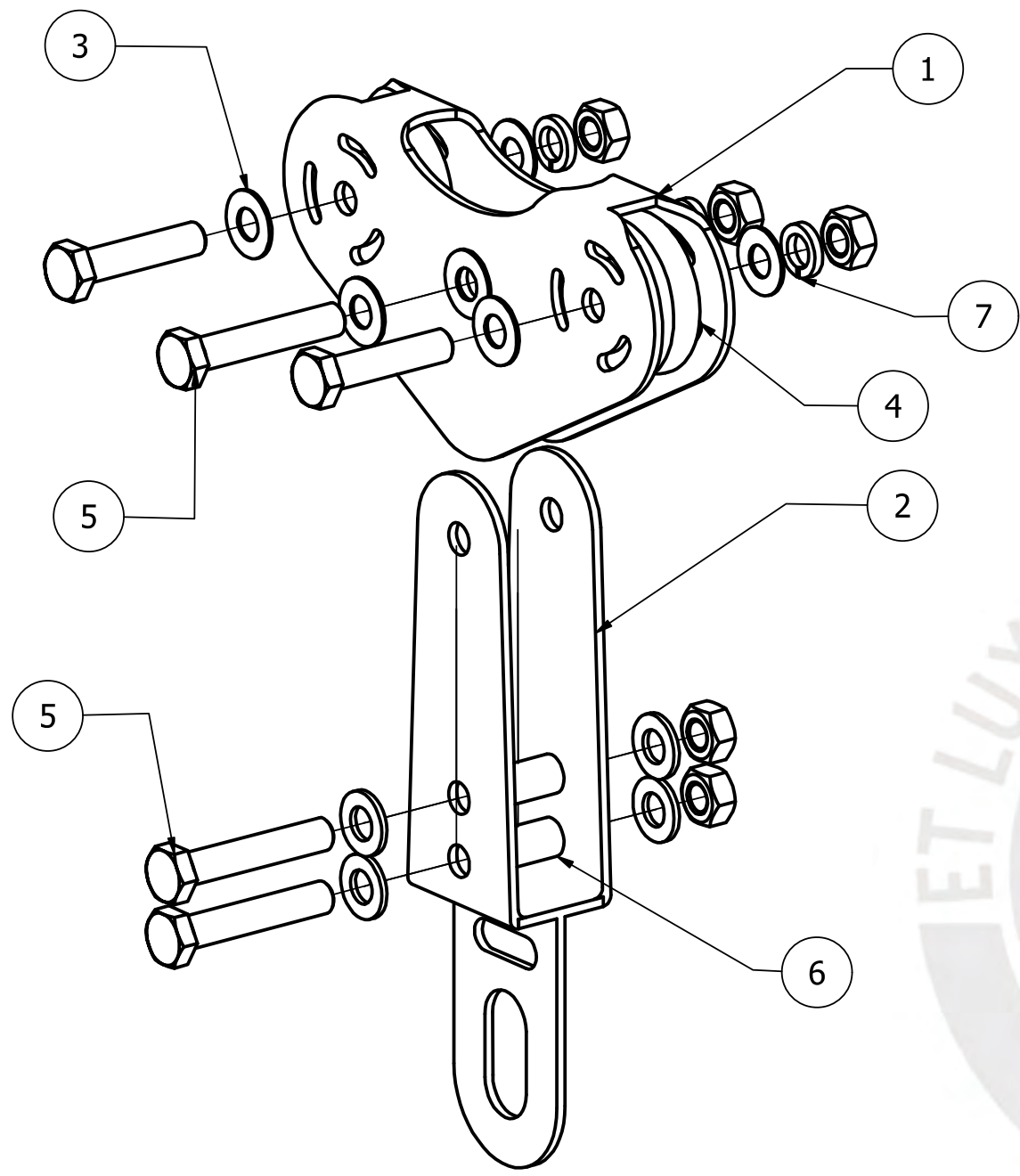
Estructura inferior de techo  
Escala 1:10



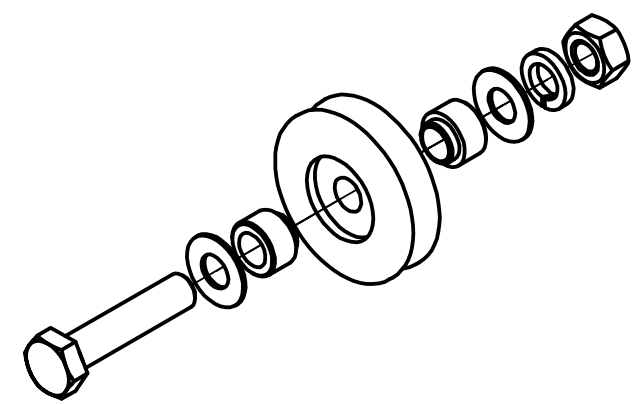
Seguro Escala 1:1



<p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</p>		
<p>MÉTODO DE PROYECCIÓN</p> 	<p><b>ESTRUCTURA INFERIOR</b></p>	<p>ESCALA <b>1:10</b></p>
<p>20164415</p>	<p>BRENDA PEÑA JULCAMORO</p>	<p>FECHA: 15-06-2022</p>
		<p>LAMINA A3</p>



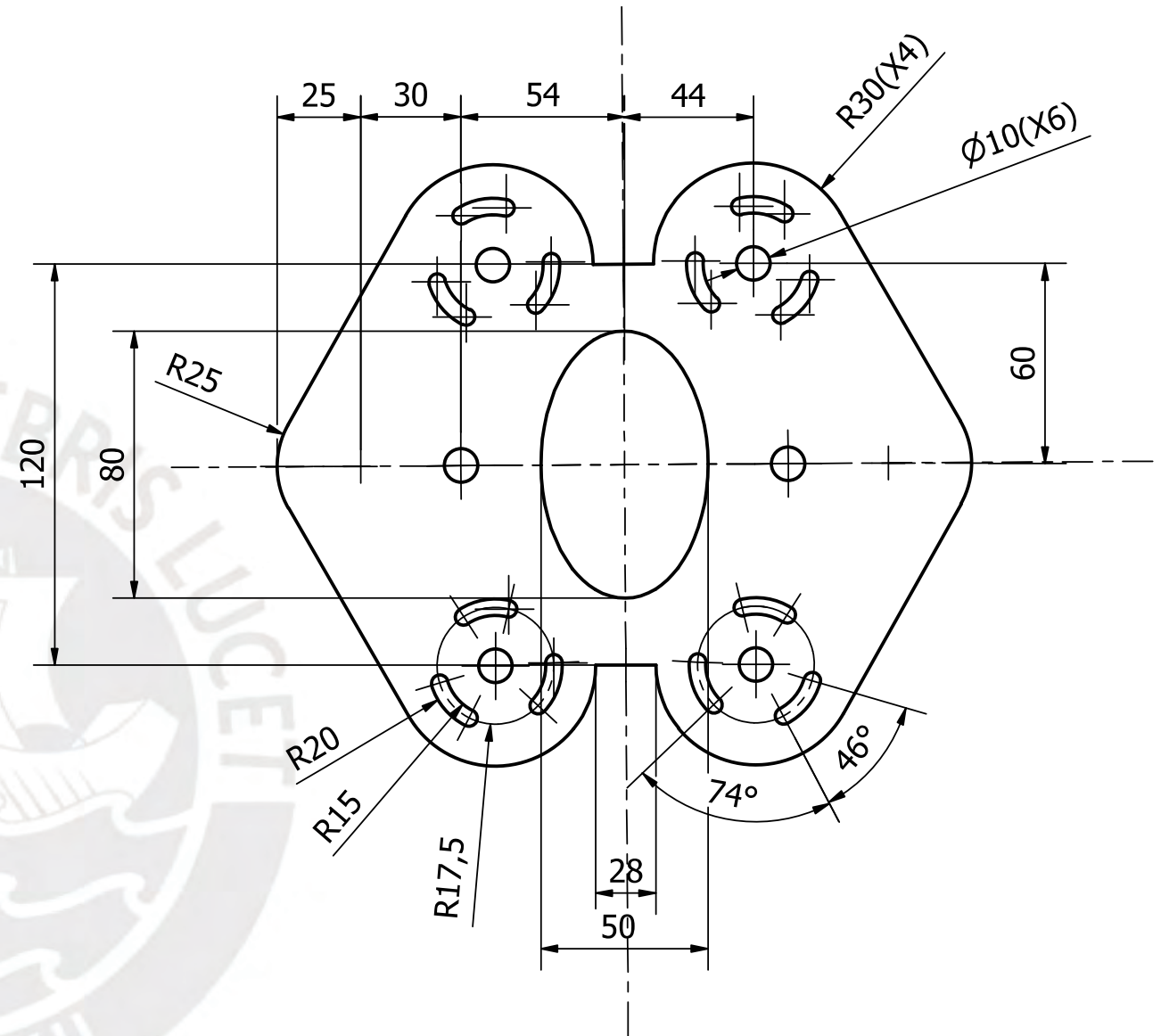
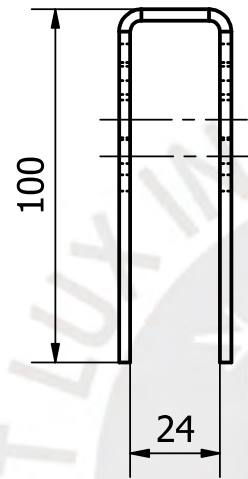
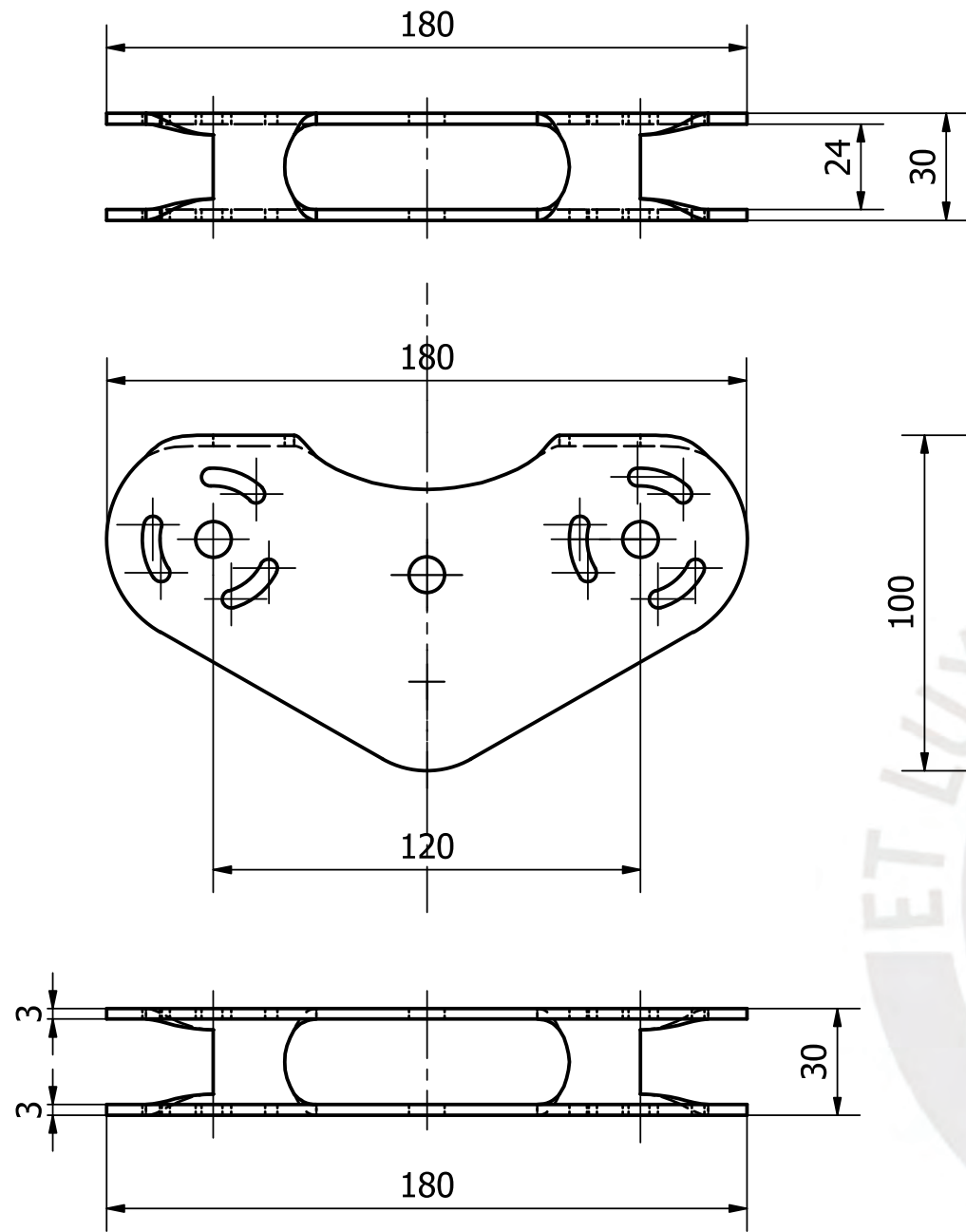
DESPIECE DE POLEA



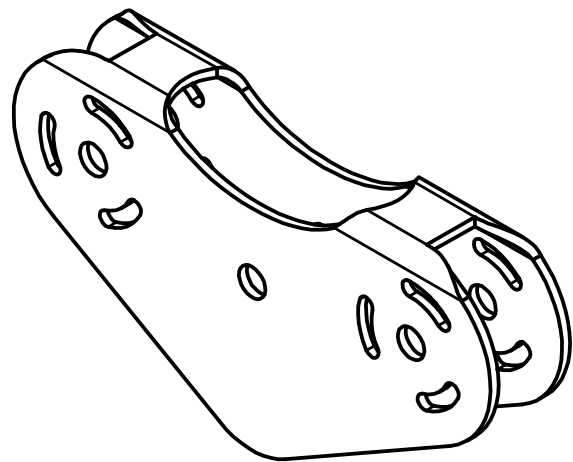
DETALLE DE RODAMIENTO (DESPIECE)

POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN	NORMA	MATERIAL	OBSERVACIONES
7	5	Arandelas de presión	-	Metal	Serie estándar
6	2	Tubo	-	Acero inox	1/2"- Diametro 31 mm- Logitud
5	3	Perno de cabeza hexagonal	-	Acero inox	50 mm
4	2	Roldana en U- GRL-S2-R o similar	-	Acero	-
3	12	Arandela plana	-		-
2	1	Plancha plegada	-	Metal 3 mm	-
1	1	Plancha plegada	-	Metal 3 mm	-

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL		
MÉTODO DE PROYECCIÓN	<b>ENSAMBLE DE POLEA</b>	ESCALA
		<b>1:2</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3

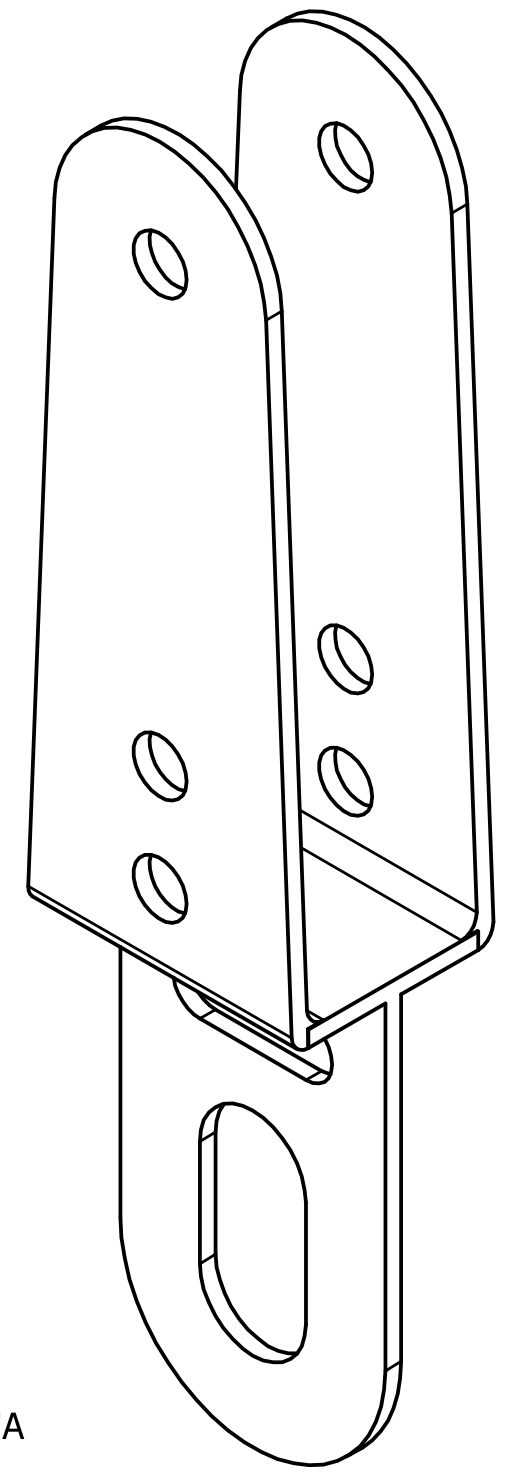
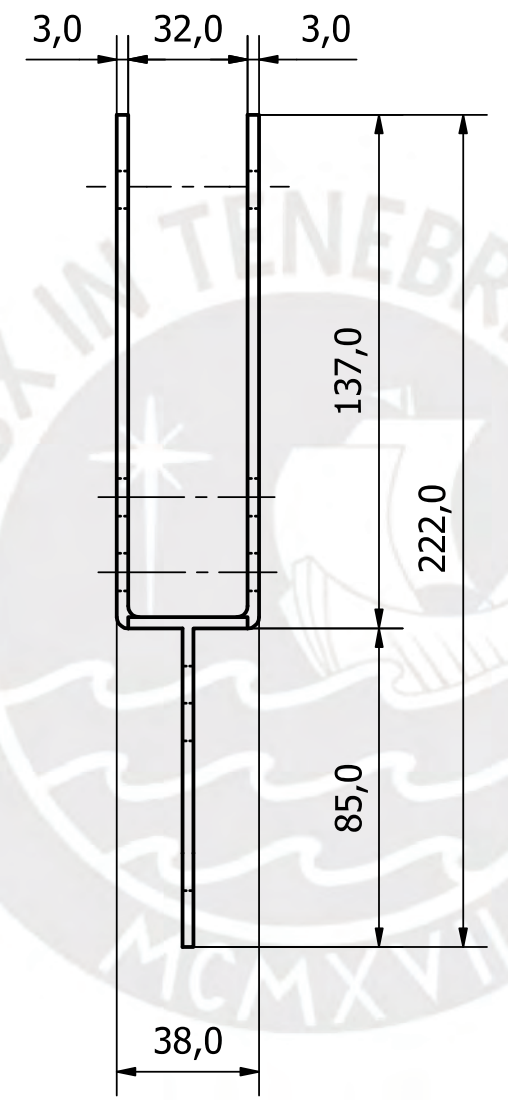
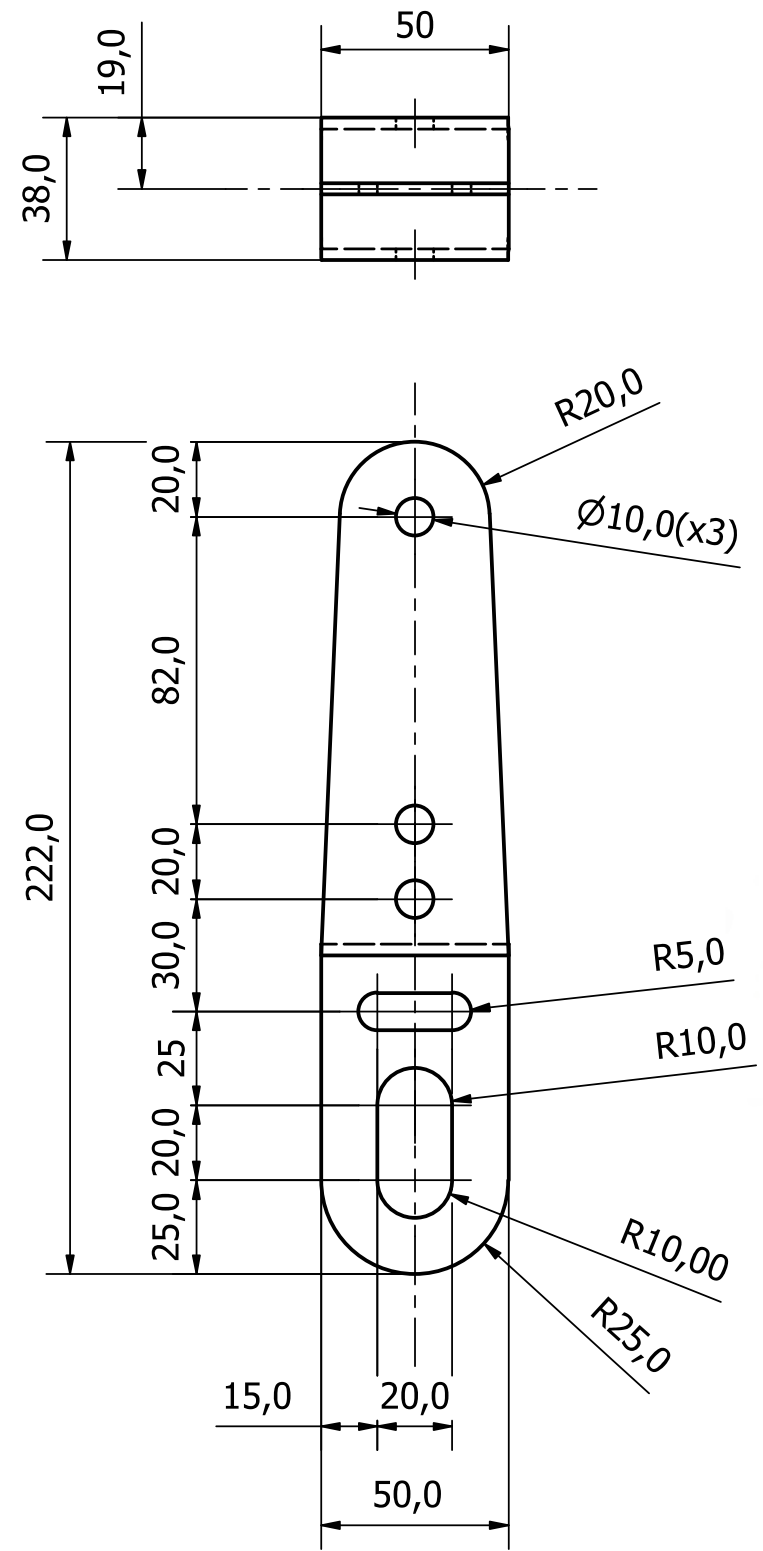


**DESARROLLO DE LA PIEZA**

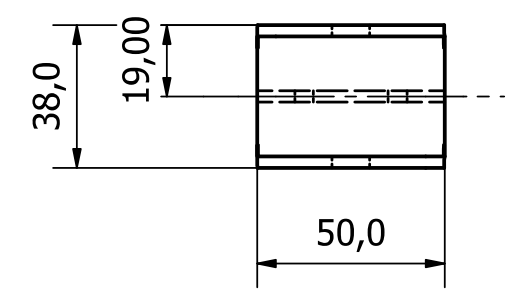


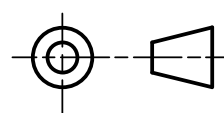
NOTA:  
FABRICACIÓN EN PLANCHA METÁLICA DE 3 mm

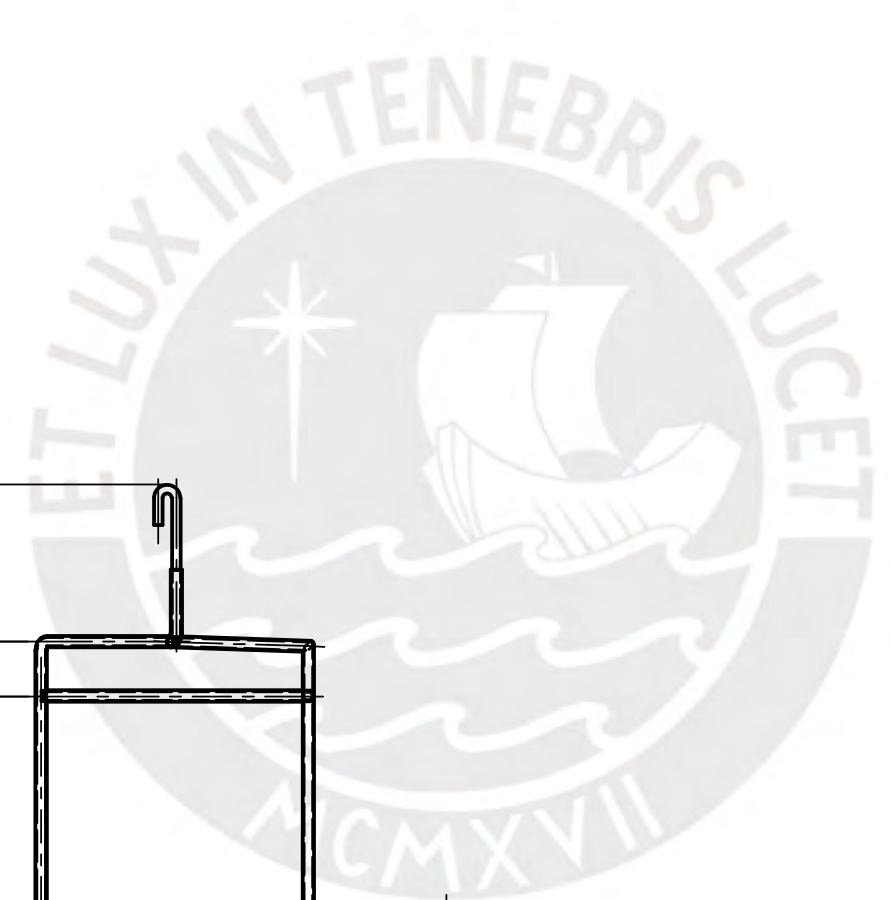
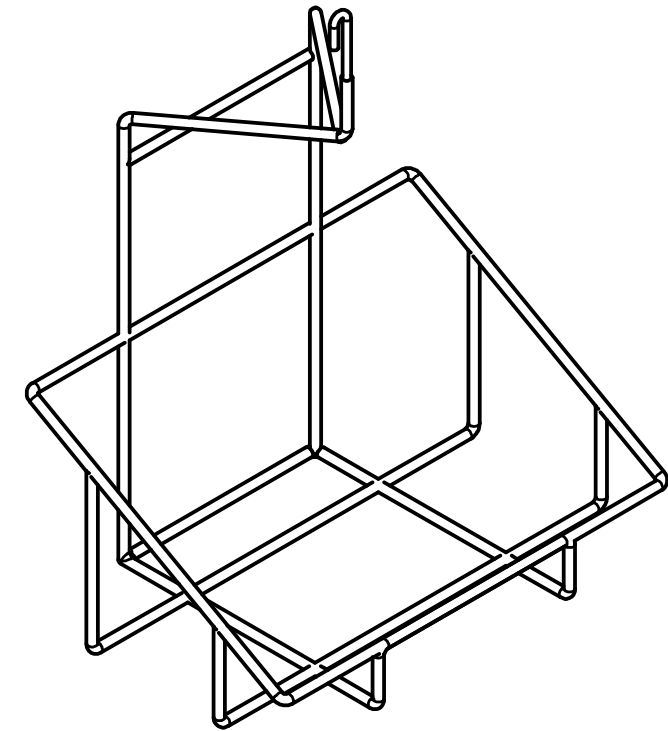
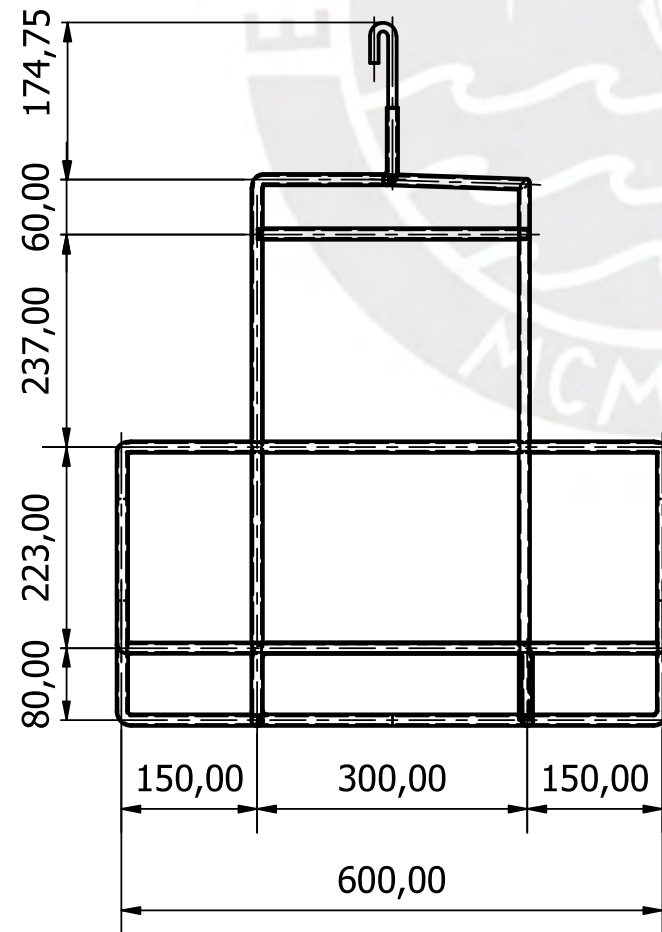
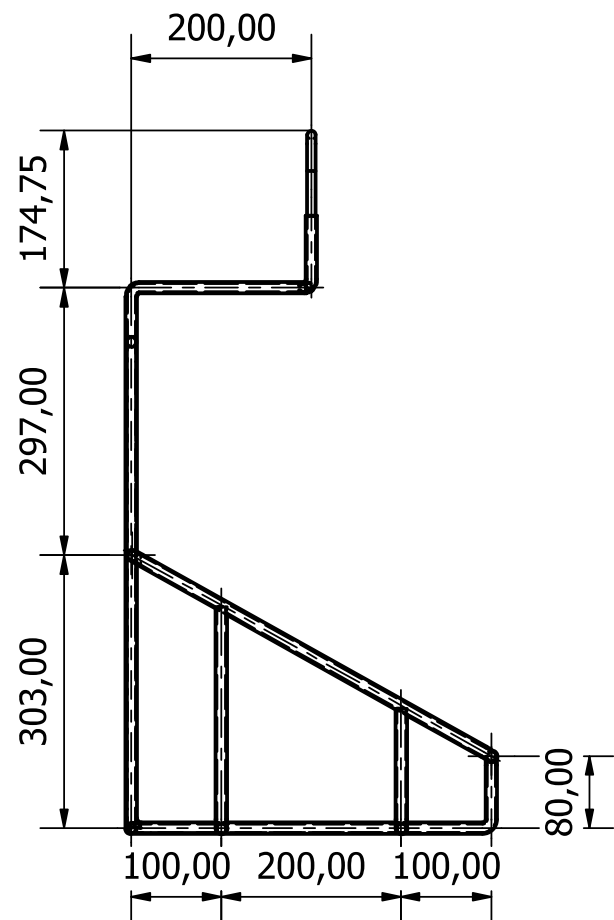
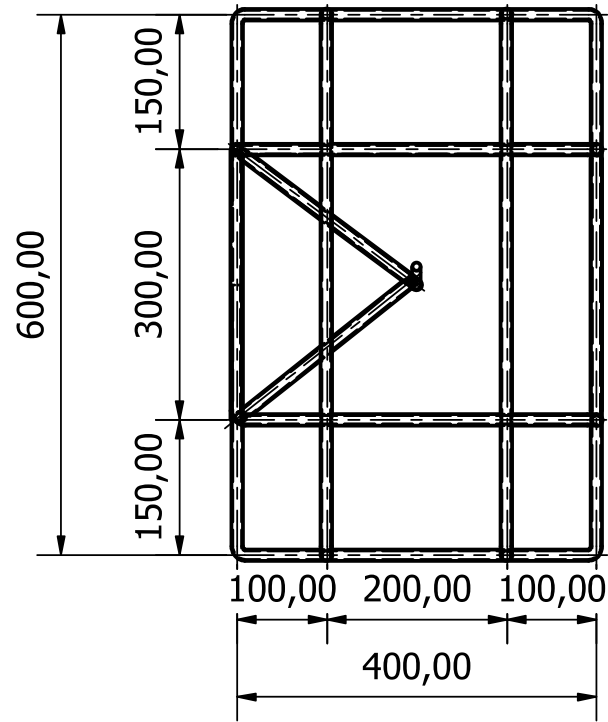
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL		
MÉTODO DE PROYECCIÓN	<b>PIEZA SUPERIOR DE POLEA</b>	ESCALA
		<b>1:2</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3



NOTA:  
FABRICADO EN PLANCHA  
METÁLICA DE 3 mm



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO      ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>PIEZA INFERIOR DE POLEA</b>	ESCALA <b>1:2</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3



<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ</b> FACULTAD DE ARTE Y DISEÑO <span style="float: right;">ESPECIALIDAD DE DISEÑO INDUSTRIAL</span>		
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	<b>CANASTA DE TRASLADO</b>	ESCALA <b>1:10</b>
20164415	BRENDA PEÑA JULCAMORO	FECHA: 15-06-2022
		LAMINA A3