

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE PRENDAS DE VESTIR CON PROBADOR
VIRTUAL**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Mecatrónico

AUTOR:

Kevin Joel Teran Lujan

ASESOR:

Diego Martín Arce Cigüeñas

Lima, Junio, 2023

Informe de Similitud

Yo, Diego Martin Arce Cigüeñas, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado DISPENSADOR AUTOMÁTICO DE PRENDAS DE VESTIR CON PROBADOR VIRTUAL, del autor(a) Kevin Joel Teran Lujan, dejó constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 16/06/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, 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, 23 de Junio del 2023

Apellidos y nombres del asesor: Arce Cigüeñas, Diego Martin	
DNI:46726472	Firma 
ORCID: 0000-0002-7350-1709	



RESUMEN

Actualmente las personas dedican aproximadamente dos horas de su tiempo cuando se encuentran realizando compras en las tiendas por departamento y retailers debido a la demora en decisión de elección de prendas por parte de los clientes, demora en probadores o largas colas.

Por estas razones se decidió desarrollar una solución efectiva, crear un dispensador automático de prendas de vestir con probador virtual, la cual permitirá que el cliente tome una decisión de manera rápida, fácil y virtual, así evitando las largas colas y permitir probarse múltiples prendas en poco tiempo sin causar incomodidad ni dañar las prendas.

Se diseñó el dispensador automático de prendas de vestir junto con el probador virtual, en el cual se implementó y validó el algoritmo de reconocimiento virtual, además de diseñar a través de modelos 3d el sistema mecánico del dispensador automático. También se realizó una estimación de costos de materiales, componentes, fabricación e implementación a través de cotizaciones reales para así obtener el costo real del proyecto.

Para finalizar con el proyecto se llegó a realizar dos validaciones, la primera por parte del sistema mecánico sometiendo a esfuerzos de las prendas de vestir logrando una excelente resistencia, y la segunda por parte del asignador de tallas virtual el cual brindaba las medidas de las prendas de los usuarios a través de una pantalla.

AGRADECIMIENTO

Al ver que tan lejos se ha llegado, solo queda decir muchas gracias por todo el apoyo brindando, en primer lugar a mis padres, ya que sin ellos no hubiese sido posible llegar a este importante momento.

Al grandioso Ingeniero Diego Arce, por el tiempo brindado y dedicado a la elaboración de esta tesis, y por los grandes consejos.

A mis profesores de la Pontificia Universidad Católica del Perú, por todos los conocimientos brindados, los cuales los vengo aplicando en el aspecto profesional.



DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a mi familia que siempre me ha apoyado en mis decisiones y ha sido el soporte fundamental en toda mi vida universitaria, a mi abuelitos que se encuentran en el cielo por darme la fortaleza de seguir adelante, y a Dios por brindarme salud y guiarme en todo el proceso.



INDICE DE CONTENIDO

Introducción	12
1. Antecedentes al Diseño	14
1.1.Problemática	14
1.2.Objetivos	16
1.2.1. Objetivo General	16
1.2.2. Objetivos Específicos	17
1.3.Propuesta Solución	17
1.4.Alcance	18
1.5.Metodología	18
2. Estado del arte	20
2.1.Subsistema Probador Virtual	20
2.1.1. Tecnología Realidad Aumentada	20
2.1.1.1.Comparación de tecnología de realidad aumentada	22
2.1.2. Tecnología Captura de Datos	24
2.1.2.1.Comparación de tecnología de captura de datos	25
2.2.Subsistema Dispensador Automático	26
2.2.1. Tecnología Dispensador	26
2.2.1.1. Comparación de tecnología dispensador	28
2.2.2. Tecnología de Pagos	29
2.2.2.1. Comparación de tecnología de sistema de pagos	30
3. Diseño Conceptual	32
3.1.Requerimientos para el diseño	32
3.2.Estructura de funciones	34
3.2.1. Black Box	34
3.2.2. Dominio de funciones	36
3.2.2.1. Dominio de sensores	36
3.2.2.2. Dominio mecánico	37
3.2.2.3. Dominio energía	38
3.2.2.4. Dominio procesamiento	38
3.2.2.5. Dominio de actuadores	39
3.2.2.6. Dominio de comunicación	39
3.2.2.7. Domino interfaz	40

3.3. Matriz morfológica	42
3.4. Concepto Solución	44
3.5. Evaluación Técnico – Económica	44
3.6. Concepto Solución Óptimo	46
4. Diseño del Sistema	48
4.1. Sistema Integral	48
4.1.1. Modelo 3D	48
4.1.2. Diagrama de Operaciones	51
4.1.3. Diagrama de Bloques	52
4.2. Subsistema Probador Virtual	53
4.2.1. Cálculo de Toma de Medida	53
4.2.2. Cálculo de Inclinación del Sensor de Captura de Datos	56
4.2.3. Selección de Componentes	57
4.2.3.1. Sensor de Luz Estructurada	57
4.2.3.2. Sensor de Presencia Infrarrojo	57
4.2.4. Pantalla Led	58
4.2.5. Interfaz	59
4.2.6. Software	59
4.3. Subsistema Dispensador Automático	60
4.3.1. Cálculo del Motor	60
4.3.2. Cálculo de la Velocidad	61
4.3.3. Materiales	62
4.3.4. Selección de Componentes	63
4.3.4.1. Actuador Sonoro	63
4.3.4.2. Motores	64
4.3.4.3. Driver Motor	65
4.3.4.4. Sensor Presión – Fuerza	65
4.3.4.5. Sensor Magnético	66
4.3.4.6. Módulo Comunicación	66
4.3.4.7. Microprocesador	67
4.4. Sistema de Control	67
4.4.1. Flujograma	67

4.4.2. Estrategia de Control	69
4.5. Diseño Electrónico	70
4.5.1. Motor Paso a Paso	70
4.5.2. Sensor PIR	71
4.5.3. Módulo Bluetooth	72
4.5.4. Sensor Presión	72
4.5.5. Sensor Magnético	73
4.5.6. Pantalla Led	73
4.5.7. Kinect	73
4.6. Planos	75
4.7. Costos	75
5. Validaciones	78
5.1. Simulación del Dispensador	78
5.2. Simulación del Asignador de Tallas	80
Conclusiones	85
Recomendaciones y Observaciones	86
Bibliografía	87
Anexos	92
Anexo 1: Lista de exigencias	92
Anexo 2: Matriz morfológica	95
Anexo 3: Concepto solución	98
Anexo 4: Planos	103
Anexo 5: Cotización material	118
Anexo 6: Cotización fabricación	119
Anexo 7: Cotización componentes	121
Anexo 8: Cotización software	122

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Tabla comparativa de los subsistemas de realidad aumentada.....	23
Tabla 2.2: Tabla comparativa de los subsistemas de captura de datos.....	26
Tabla 2.3: Tabla comparativa de los subsistemas de dispensadores.....	29
Tabla 2.4: Tabla comparativa de los subsistemas de pagos.....	31
Tabla 3.1: Matriz morfológica del subsistema de captura de datos.....	42
Tabla 3.2: Matriz morfológica del subsistema de probador virtual.....	42
Tabla 3.3: Matriz morfológica del subsistema de dispensado.....	43
Tabla 3.4: Matriz morfológica del subsistema de pago.....	43
Tabla 3.5: Evaluación técnica.....	45
Tabla 3.6: Evaluación económica.....	46
Tabla 4.1: Tabla de tallas de prendas para comparación - hombres	55
Tabla 4.2: Tabla de tallas de prendas para comparación - mujeres	56
Tabla 4.3: Comparación de sensores de luz estructurada	57
Tabla 4.4: Comparación de sensores de presencia infrarrojo	58
Tabla 4.5: Comparación de pantallas led	58
Tabla 4.6: Comparación de tabletas de pagos	59
Tabla 4.7: Comparación de base de datos	60
Tabla 4.8: Comparación materiales estructura	62
Tabla 4.9: Comparación materiales dispensador	63
Tabla 4.10: Comparación de actuador sonoro	64
Tabla 4.11: Comparación de motores	64
Tabla 4.12: Comparación de drivers de motor	65
Tabla 4.13: Comparación de sensores de presión – fuerza	65
Tabla 4.14: Comparación de sensores magnéticos	66
Tabla 4.15: Comparación de módulos bluetooth	66
Tabla 4.16: Comparación de microprocesadores	67
Tabla 4.17: Tabla de planos	75
Tabla 4.18: Tabla de costos de materiales	75
Tabla 4.19: Tabla de costos de fabricación	76
Tabla 4.20: Tabla de costos de componentes	76
Tabla 4.21: Tabla de costos de software	77
Tabla 4.22: Tabla de costos totales	77

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Flujo funcionamiento de la propuesta solución.....	18
Figura 2.1 : Sistema de realidad aumentada Fitnect.....	21
Figura 2.2: Sistema de realidad aumentada Icónica.....	21
Figura 2.3: Sistema de realidad aumentada Visualook.....	22
Figura 2.4: Algoritmo probador virtual.....	23
Figura 2.5: Sistema de captura de datos Kinect.....	24
Figura 2.6: Sistema de captura de datos Azure Kinect DK.....	25
Figura 2.7: Sistema de captura de datos real Asus Xtion.....	25
Figura 2.8: Sistema dispensador de sandalias.....	27
Figura 2.9: Sistema dispensador de vestuarios.....	27
Figura 2.10: Sistema dispensador de uniformes.....	28
Figura 2.11: Mercado Pago.....	29
Figura 2.12: PayPal.....	30
Figura 2.13: Pay-Me.....	30
Figura 3.1: Sistema global.....	35
Figura 3.2: Funciones del dominio de sensores.....	36
Figura 3.3: Funciones del dominio mecánico.....	37
Figura 3.4: Funciones del dominio de energía.....	38
Figura 3.5: Funciones del dominio de procesamiento.....	38
Figura 3.6: Funciones del dominio de actuadores.....	39
Figura 3.7: Funciones del dominio de comunicaciones.....	39
Figura 3.8: Funciones del dominio de interfaz.....	40
Figura 3.9: Estructura de funciones.....	41
Figura 3.10: Evaluación técnico-económica.....	46
Figura 3.11: Concepto solución óptima 1.....	47
Figura 3.12: Concepto solución óptima 2.....	47
Figura 4.1: Ensamble general del sistema	49
Figura 4.2: Ensamble sin puertas.....	49
Figura 4.3: Puerta principal.....	50
Figura 4.4: Sistema dispensado con carrete.....	50
Figura 4.5: Sistema dispensado sin carrete	50

Figura 4.6: Unión tornillo-motor	50
Figura 4.7: Diagrama de operaciones	51
Figura 4.8: Diagrama de bloques	52
Figura 4.9: Subsistema probador virtual	53
Figura 4.10: Distancia entre articulaciones	54
Figura 4.11: Barrido de profundidad	54
Figura 4.12: Elipse	55
Figura 4.13: Ángulo de inclinación del sensor	56
Figura 4.14: Subsistema dispensador automático	60
Figura 4.15: DCL 1	61
Figura 4.16: DCL 2	61
Figura 4.17: Diagrama del probador	68
Figura 4.18: Diagrama de abastecimiento de prendas	69
Figura 4.19: Estrategia de control para posición del motor	70
Figura 4.20: Conexión motor paso a paso con Driver	71
Figura 4.21: Conexión sensor PIR	71
Figura 4.22: Conexión módulo bluetooth	72
Figura 4.23: Conexión sensor presión	72
Figura 4.24: Conexión sensor magnético	73
Figura 4.25: Conexión pantalla led	73
Figura 4.26: Conexión Kinect	73
Figura 4.27: Conexión general	74
Figura 5.1: Simulación dispensadores	79
Figura 5.2: Simulación esfuerzo máximo	80
Figura 5.3: Simulación factor seguridad	80
Figura 5.4: Posicionamiento esqueleto	81
Figura 5.5: Análisis profundidad	81

Figura 5.6: Medidas como entradas	82
Figura 5.7: Obtención de tallas	82
Figura 5.8: Resultados	82
Figura 5.9: Resultados prueba 1	83
Figura 5.10: Resultados prueba 2	83
Figura 5.11: Resultados prueba 3	83
Figura 5.12: Superposición de prendas	84



INTRODUCCIÓN

Se identificaron diversas problemáticas en las tiendas departamentales y retail, como la demora en los probadores, la falta de personal en días de alta demanda, las colas largas en las cajas, el uso constante de los probadores por diferentes personas y los gastos adicionales de desinfección debido a la pandemia. Por estas razones, resulta conveniente investigar sobre los dispensadores y los probadores virtuales de ropa. Estos elementos se complementan para automatizar y mejorar el uso de la tecnología en tiendas departamentales y negocios comunes. Su implementación permitirá agilizar procesos como la búsqueda de tallas y productos, el pago y la entrega, en solo unos pocos pasos.

En el primer capítulo, se abordará la problemática actual en las tiendas por departamento y retail, y se plantearán soluciones para optimizar y mejorar estas situaciones. Se establecerá el objetivo general, los objetivos específicos, el alcance del proyecto y se describirá la metodología a desarrollar.

En el segundo capítulo, se analizará el estado del arte del proyecto, referenciando las tecnologías disponibles en el mercado, enfocadas en los subsistemas del probador virtual y el dispensador automático.

El tercer capítulo se centrará en el diseño conceptual. Se detallarán los requerimientos y se evaluarán las necesidades para el desarrollo del proyecto. Se presentará la estructura de funciones tanto de manera general como específica para cada parte del sistema, incluyendo las entradas, salidas y conexiones correspondientes. Además, se desarrollará una matriz morfológica y se presentarán tres posibles soluciones para el proyecto, evaluando las diferentes tecnologías mencionadas previamente. Finalmente, se realizará un análisis técnico-económico para determinar la mejor alternativa y se presentará la solución óptima junto con las mejoras correspondientes.

En el cuarto capítulo, se abordará el diseño y los costos del proyecto. Se realizará el diseño integral, que incluirá un diseño 3D previo, un diagrama de operaciones y bloques, así como el enfoque específico para cada subsistema, incluyendo cálculos, componentes necesarios, materiales, etc. También se desarrollarán los planos del proyecto, los circuitos electrónicos y

las conexiones del sistema. En cuanto a los costos, se llevará a cabo un análisis basado en cotizaciones reales de distintas empresas del mercado para calcular un valor estimado para el desarrollo, fabricación e implementación del proyecto. También se podrán incluir costos de publicidad y venta.

Para finalizar, en el quinto capítulo se presentarán las simulaciones del sistema, divididas en la simulación del dispensador y la simulación del probador virtual. Se utilizarán distintos métodos para obtener un análisis preciso y con validez real. Terminando con las conclusiones, donde se detallarán los objetivos específicos alcanzados y se evaluará el proyecto en función de los resultados obtenidos en comparación con los esperados, utilizando los respectivos indicadores. Además el análisis cuantitativo del costo total se presentará en este capítulo, proporcionando información relevante para el cierre del estudio.



CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES AL DISEÑO

En este capítulo, se aborda el tema de la problemática en las tiendas por departamento y retail, el cual detalla la experiencia del cliente a través del proceso de compra y las decisiones por parte de las tiendas para complacer a sus diversos clientes, además de revisar el estado de las tecnologías a los temas afines a este. También se evalúa los objetivos tales como generales y específicos, propuesta solución, alcances y metodología a desarrollar basada en la norma de diseño definida por la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI) para el diseño de sistemas mecatrónicos.

1.1.PROBLEMÁTICA

La industria de los centros comerciales ha cobrado un gran dinamismo, lo cual se evidencia en la apertura de nuevos establecimientos de ventas por retail o ventas por departamento, donde la filosofía tanto para los grandes almacenes y centro comerciales contemporáneos se basa en que los compradores puedan conseguir todo lo que necesitan en un mismo lugar con la finalidad de obtener fidelización con el cliente e ir innovando en relación con lo que ofrecen como productos, marcas, precios, procesos, servicios entre otros (Ulloa, 2018).

En el concepto retail, las tareas claves se basan en determinar las necesidades y deseos de su mercado objetivo, así como dirigir a la empresa hacia la satisfacción de esas necesidades y deseos de forma más eficiente que sus competidores (Vigaray, 2005).

Las tiendas por departamento o retail centran todos sus esfuerzos e invierten cuantiosos recursos en procurar brindar una experiencia satisfactoria al cliente; sin embargo, esto pudiera no ser suficiente, pues si bien uno de los objetivos consiste en prolongar el tiempo de los compradores en la tienda, ello no debe malinterpretarse. Aunque la duración del viaje debe ser lo más larga posible, a su vez tiene que ser enriquecedora y por sobre todo voluntaria para lograr una experiencia de compra memorable (Villalba et al., 2017).

En efecto, un probador es el lugar donde se toman las decisiones de compra, las grandes tiendas de ventas retail o por departamento hasta las pequeñas tiendas conocen el poder del probador, este puede resultar ineficiente para algunos clientes, ya que se pueden presentar problemas menores que afectan la decisión de compra como la falta de iluminación, falta de vistas de distintas perspectivas de las prendas y espacios reducidos para que los clientes puedan probarse las prendas. Además, algunas tiendas llevan a cabo normas de seguridad sobre la cantidad de prendas que pueden ser probadas por cada cliente en el probador, ya que si ingresan varias pueden perder el control de las mismas (Ortiz, 2020).

Aunque la necesidad de vestirse es generalizada, la prueba de ropa ocasiona dos problemas principales para los compradores:

1. Inversión de tiempo: Probarse ropa que se desea adquirir resulta tedioso, puesto que se necesita dedicar tiempo para evaluar los diferentes modelos y/o colores hasta que el comprador se decida por uno en particular. Dicho proceso repercute directamente de forma negativa en la intención de compra, lo que a vez afecta en el volumen total de ventas.
2. Esfuerzo en la selección del vestuario adecuado: Hallar la ropa ideal en tiendas retail o departamentales puede ser difícil para los clientes, puesto que debe adaptarse a sus necesidades y preferencias entre toda la abrumadora cantidad de opciones, lo que tomaría bastante esfuerzo por parte de los usuarios. Asimismo, como los compradores desean un proceso de compra rápido y sencillo, prefieren elegir de forma más simplificada su vestuario entre las opciones que mejor se adapten a sus gustos individuales.

Estas desventajas del probador real pueden desprestigiar a la tienda e incluso intervenir en la decisión de compra del cliente, se puede notar en la siguiente cita estadística, “de acuerdo

estudio de la consultora Coleman Parks, destaca que a un 27 % de los encuestados desearía usar probadores de realidad virtual que les permita probarse ropa sin hacerlo físicamente” (ShopperTrak, 2017). El cliente, al dar por finalizada su compra e incorporarse a la línea de cajas para efectuar el pago de sus productos, se puede encontrar con largas colas, provocando una clara insatisfacción en los consumidores, algunos abandonando la tienda, dejando sus compras de lado, ShopperTrak (2017) mencionó que otro aspecto que el estudio de la consultora Coleman Parks arrojó que un 36 % de los compradores españoles se marcha de una tienda sin comprar, si se encuentra con una cola en la zona de cajas. Esta cifra es aún más significativa si se compara con los otros países europeos, pues el estudio muestra que los españoles son los que menos toleran en hacer colas para pagar.

Por consiguiente, se debe tomar muy en serio el disminuir el tiempo de espera del cliente en las colas para probarse los productos o ya sea para pagar los mismos, ya que puede ser un factor detonante para brindar una mala experiencia de compra. Por otro lado, el uso común de prendas que se realizó en un estudio, detectó la presencia de infinidad de microorganismos dañinos que se alojan en un probador o en las mismas prendas, es por ello que se debe emplear ropa propia bajo la nueva en los probadores, así como de lavarse las manos después de realizar las compras para evitar en lo mínimo el contagio (Pierrend, 2020).

De tal forma que, gracias al avance de la tecnología, se puede implementar distintos programas y sistemas para darle solución a los problemas presentados que requieren un procedimiento rápido y de menor esfuerzo. En virtud de ello, para el presente proyecto se planteó resolver tales problemas como la obtención de la talla de los usuarios a través de la digitalización y medición de estos. Asimismo, permitir que los usuarios se prueben diferentes prendas de vestir en segundos, evitando el uso de probadores comunes y probarse ropa ya empleada por terceras personas. También se podrá reducir el tiempo de espera en los probadores y cajas, además de reducir el costo de estos.

1.2.OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un probador virtual capaz de detectar las características y movimientos del usuario, que se integre a un sistema de dispensado de prendas de vestir según color, talla y modelo

requerido. Permitiendo al usuario probar distintas prendas en segundos, pagarlas de manera rápida, y disponerlas automáticamente. Por consiguiente, las tiendas departamentales agilizan su sistema de ventas.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se cuentan con los siguientes objetivos específicos:

- Implementar y validar un software y algoritmo de reconocimiento virtual a través de sensores y pantallas para el subsistema probador virtual.
- Diseñar el dispensador automático, el cual incluye la definición de los mecanismos, modelo 3D y selección de sensores y actuadores necesarios para su operación.
- Validar el sistema a través de simulaciones para los dos subsistemas presentes, por un lado, el subsistema probador virtual y, por el otro, el subsistema dispensador automático.
- Estimar los costos de materiales, componentes, fabricación e implementación a través de cotizaciones reales.

1.3. PROPUESTA SOLUCIÓN

La propuesta solución se basa en la creación de un probador virtual, capaz de realizar una digitalización o escaneo del cuerpo del usuario para después anexarlo virtualmente con la ropa que esta persona desee y así poder probarse las prendas con mayor facilidad y rapidez en cuestión de segundos. Incluso, permite obtener la talla ideal del usuario para tal producto. En cuanto se seleccione la talla junto al modelo y color, se presentará la opción de pago inmediatamente para luego ser dispensada por un sistema automático. Se elaboró la Figura 1.1 para exponer de forma clara cuál es el flujo de funcionamiento de la propuesta solución.

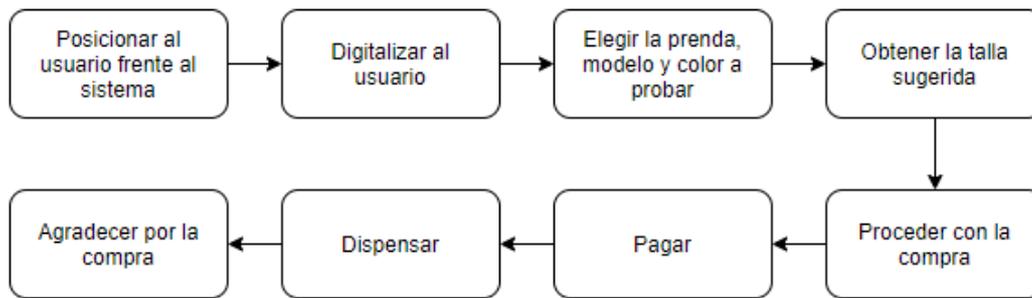


Figura 1.1. Flujo funcionamiento de la propuesta solución.

1.4.ALCANCE

El proyecto tendrá un alcance amplio hasta el diseño de un probador virtual capaz de permitir al usuario probarse distintas prendas en segundos. Además de la creación de un sistema dispensador automático con sistema de pago fácil y rápido.

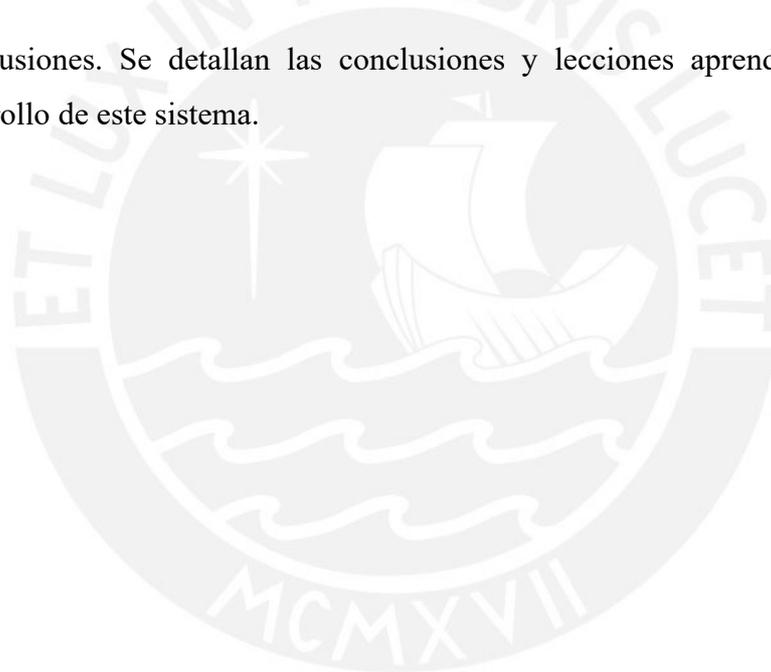
Este proyecto está desarrollado para el uso comercial para tiendas por retail y departamentales de venta de ropa, permitiendo automatizar y hacer de forma más fácil su sistema de ventas.

1.5.METODOLOGÍA

La metodología se basa en la normas VDI 2206 y VDI 2221 para la síntesis del diseño de sistemas mecatrónicos del presente proyecto de la siguiente manera:

1. Definición del Problema. Se inicia mediante la selección de la problemática a resolver con los objetivos propuestos a desarrollar.
2. Estado del Arte. Se elabora el estado del arte de la tecnología presente para el desarrollo de probadores virtuales, dispensadores automáticos, sistemas de pago, los cuales se podrán obtener a través de distintas fuentes como internet, libros y reseñas tecnológicas.
3. Estructura de Funciones. Se ejecuta un análisis de cuáles serán las funciones de nuestro sistema, además de evaluar cuál es el procedimiento a seguir.
4. Matriz Morfológica. Se procede a la comparación de diversas soluciones propuestas para cada una de las funciones detectadas.

5. Concepto Solución. Se diseña el concepto solución óptimo para las soluciones propuestas, en la cual se podrán analizar varias variables necesarias para el desarrollo del proyecto.
6. Evaluación Técnico – Económica. Se realiza un análisis técnico – económico de los conceptos solución elegidos, para seleccionar el óptimo a la problemática mencionada.
7. Diseño Preliminar del Sistema. Se efectar el diseño del sistema en base al concepto solución óptimo, para proceder con el modelado y simulación del sistema. Además de la elección de sus componentes, en base a los cálculos realizados.
8. Conclusiones. Se detallan las conclusiones y lecciones aprendidas a través del desarrollo de este sistema.



CAPÍTULO 2

ESTADO DEL ARTE

En este capítulo, se revisa el estado del arte del proyecto, referenciando las tecnologías presentes en la actualidad, con lo cual se podrá analizar qué tan factible es el desarrollo de este proyecto. Se divide en dos subsistemas, tales como el subsistema probador virtual y dispensador automático, los cuales se desglosarán en una comparación de tecnologías existentes en el mercado.

2.1.SUBSISTEMA PROBADOR VIRTUAL

Este subsistema se encuentra conformado por dos partes, la primera, la realidad aumentada, la cual permitirá evaluar proyectos similares que usen esta tecnología o similar, y la segunda, la captura de datos, lo cual permitirá evaluar componentes innovadores y tecnológicos que cumplan con las expectativas pactadas.

2.1.1 TECNOLOGÍA REALIDAD AUMENTADA

Fitnect

Sistema de realidad aumentada en el mercado de Hungría, adaptado para distintos tipos de clientes, ya sea tiendas por departamento para uso común o para clientes permitiendo el uso en casa. Este es un software el cual se puede customizar, permitiendo así la disponibilidad del servicio en distintas aplicaciones requeridas. Fitnect hace empleo de la tecnología Kinect del Xbox, Primesense Carmine y Asus XTION, para el reconocimiento de los movimientos de las personas, como se observa en la Figura 2.1. Este permite seleccionar las prendas, ajustar las tallas y compartir tus experiencias en las redes sociales (Fitnect, 2020).



Figura 2.1. Sistema de realidad aumentada Fitnect.
Tomado de Fitnect (2020) AR Virtual Dressing Room.

Icónica

Empresa dedicada a la comercialización de sistemas de realidad aumentada como probadores virtuales, pantallas y digitalizadores de prendas de vestir. Estos ofrecen el software y hardware necesario para la implementación del probador virtual. Icónica utiliza la tecnología Kinect del Xbox para el reconocimiento del movimiento de los usuarios, este permite seleccionar las prendas, ajustar las tallas y cambiarlas, como podemos observar en la Figura 2.2. Además de contar con un software de digitalización de prendas a través de fotografías de estas y ajustes mínimos. Sin duda una gran tecnología para los negocios de la moda (Icónica, 2018).

Procesador

Un procesador externo con tarjeta gráfica especial es necesario para el funcionamiento y viene incluido en el Kit.

Kinect 3D

El sistema de Kinect ó cámara 3d incluido en el Kit permite calcular automáticamente las operaciones de siso, movimiento, profundidad e interacción al 100%.

Conectividad

Optimizamos los recursos necesarios para el uso de Internet ya que toda la información se encuentra en la nube.



Interfaz de Usuario

El sistema visual se genera gráficamente para cada marca según los criterios estéticos que requiera.

Software Generador de Prendas

El Kit incluye un programa SGP para generar las prendas a ser visualizadas. Más abajo compartimos algunos detalles.

Pantalla Ultra HD

Nos encargamos del screening correspondiente dependiendo del plan contratado. Nuestras pantallas están disponibles en 55" - 65" y 75" pulgadas mínima.

Figura 2.2. Sistema de realidad aumentada Icónica.
Tomado de Icónica (2018) Probador Virtual 3D.

Visual Look

Empresa dedicada a la comercialización de sistemas de realidad aumentada para probadores virtuales de prendas de vestir. Estos ofrecen el software necesario para implementarlo en tu tienda virtual, el cual permite generar un avatar con tus medidas exactas para simular como se visualizaría la prenda en tu cuerpo, como en el ejemplo de la Figura 2.3. Además de brindarte la talla perfecta para ti y la opción de poder comprarla. Sin duda una gran tecnología para los negocios de la moda y e-commerce (Visualook, 2020).



Figura 2.3. Sistema de realidad aumentada Visualook.
Tomado de Visualook (2020) Probador virtual Visualook.

2.1.1.1.COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE REALIDAD AUMENTADA

Las tres tecnologías de realidad aumentada presentadas en la Tabla 2.1 son ampliamente utilizadas en el mercado mundial y por grandes tiendas de varios departamentos con marcas reconocidas. Estas tecnologías permiten a los usuarios probarse prendas virtualmente y cuentan con límites establecidos para la cantidad de prendas que se pueden probar en una sesión. Además, ofrecen integración de sistemas de pago en línea, lo que facilita transacciones seguras y convenientes desde la aplicación o plataforma de realidad aumentada. También se gestionan eficientemente las experiencias de prueba al establecer un límite de usuarios permitidos por probador como se mencionó, para evitar aglomeraciones y largos tiempos de espera. Estas características contribuyen a la viabilidad y eficiencia del proyecto, brindando a los usuarios una experiencia atractiva y satisfactoria mientras se optimiza el proceso de compra y prueba de prendas.

Tabla 2.1
Tabla comparativa de los subsistemas de realidad aumentada

Tabla Comparativa			
	Fitnect	Icónica	Visual Look
Tienda por Departamento	Sí, en el mercado de Hungría	Sí, en el mercado de Uruguay	No, probado directamente desde el hogar
Pago virtual	No, se realiza el pedido directamente en la caja	No, se realiza el pedido directamente en la caja	Sí, a través de Paypal
Límite de Usuarios por Probador	1	1	Ilimitado Online
Cantidad de Prendas	3000	2500	1500

Se puede resaltar que para el algoritmo de realidad aumentada y el probador virtual, se utilizará la proyección de luz estructurada, una técnica empleada por el sensor Kinect de Microsoft para la obtención de información 3D del entorno. Es mediante un patrón de luz infrarroja y una matriz de sensores que Kinect mide la deformación del modelo proyectado y calcula su profundidad y posición en la escena. Incluso, facilita la generación de mapas tridimensionales y detectar cada movimiento en tiempo real, resalta innovador que videojuegos, realidad aumentada y la robótica lo están aplicando. En este caso, se busca ejecutar con la finalidad de extraer información de cada parte del cuerpo para así definir la talla y medida del cuerpo del usuario. Se procesará en tercera dimensión la imagen superponiendo datos de las prendas sobre el usuario, adaptándolos al cuerpo y así definiendo la prenda a ser dispensada posteriormente, ello se elaboró en la Figura 2.4.

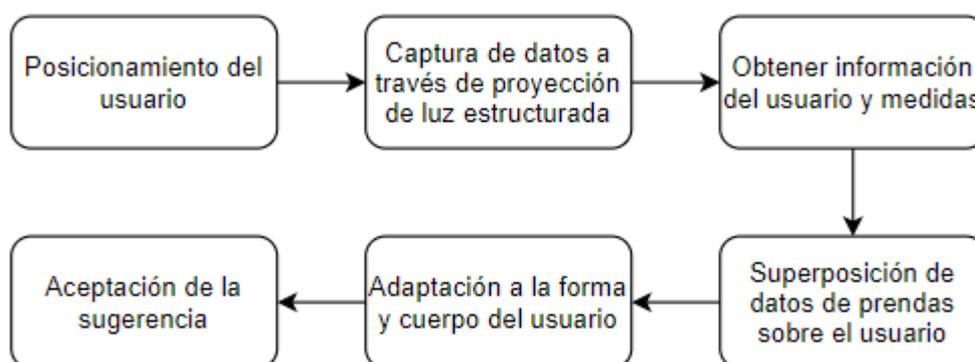


Figura 2.4. Algoritmo del probador virtual.

2.1.2. TECNOLOGÍA CAPTURA DE DATOS

Kinect

Revolucionario dispositivo de profundidad usada por lo general en la industria de los videojuegos como XBOX. Adaptada actualmente para fines comerciales e innovadores, la cual permite la percepción 3D de los movimientos humanos, además de ser necesario para múltiples aplicaciones. La Figura 2.5 muestra sus partes como la cámara de visión, sensor de movimiento, sensor de profundidad, sensor infrarrojo y micrófono para el correcto funcionamiento y captura de datos. El precio del mercado va entre unos 200 a 900 soles (Edwin Duque, 2015).



Figura 2.5. Sistema de captura de datos Kinect.
Tomado de Edwinnui (2015) Kinect V2 Toward a brand-NUI World.

Azure Kinect DK

Revolucionario dispositivo de visión computarizada observado en la Figura 2.6 es capaz de ver el entorno, comprenderlo, interactuar y aprender de él, permitiendo la percepción 3D de los movimientos humanos y de la correcta profundidad de los objetos. Cuenta con cámaras de visión, sensores de movimiento, sensores de profundidad, sensores infrarrojos y micrófonos para el correcto funcionamiento y captura de datos. El precio del mercado de la versión actualizada va entre unos 1000 a 1900 soles (Azure Microsoft, 2023).



Figura 2.6. Sistema de captura de datos Azure Kinect DK.
Tomado de Azure Microsoft (2023) Azure Kinect DK: desarrollo de modelos de IA.

Asus Xtion

Revolucionario dispositivo de captura de datos observada en la Figura 2.7 es usada, por lo general, en la industria de los videojuegos con detección de movimiento, la cual permite la percepción 3D de los movimientos humanos, además de poder ser utilizado para múltiples aplicaciones. Cuenta con cámaras de visión, sensores de movimiento, sensores de profundidad, sensores infrarrojos y micrófonos para el correcto funcionamiento y captura de datos. El precio del mercado va entre unos 300 a 800 soles (Asus, 2014).



Figura 2.7. Sistema de captura de datos real Asus Xtion.
Tomado de Asus (2014) Xtion PRO.

2.1.2.1. COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE CAPTURA DE DATOS

Para la captura de datos, se compara en la Tabla 2.2, las tres tecnologías detalladas anteriormente. Se puede observar que estas cuentan con una fiabilidad de más del 80 %, lo cual es una tasa considerable, además que en la actualidad se vienen probando en el mercado mundial. Estos cuentan con múltiples sensores dependiendo el modelo y cuentan con distintos precios según la marca.

Tabla 2.2
Tabla comparativa de los subsistemas de captura de datos

Tabla Comparativa			
	Kinect	Azure Kinect DK	Asus Xtion
Captura de datos	Proyección de luz estructurada	Cámara de profundidad	Cámara de profundidad
Usado comercialmente	Si, complemento del Xbox	Si, utilizado como componente de reconocimiento de robots	Si, utilizado como componente de reconocimiento de robots
Cantidad de sensores	8	4	5
Adaptabilidad con facilidad	Si, a través del sdk del componente	Si, a través de los software del componente	NO
Grado de precisión	>95%	>90%	>85%
Precio en el mercado	<600	<1900	<800

2.2. SUBSISTEMA DISPENSADOR AUTOMÁTICO

Este subsistema se encuentra conformado por dos partes, la primera, el dispensador, el cual permitirá evaluar proyectos similares que usen esta tecnología o similar, y la segunda, el sistema de pagos, lo cual permitirá evaluar pasarelas de pagos innovadoras y tecnológicas que cumplan con las expectativas pactadas.

2.2.1. TECNOLOGÍA DISPENSADOR

Dispensador de Sandalias

Sistema dispensador presentado en la Figura 2.8 está adaptado a la necesidad del mercado para la venta de sandalias al público en general, cuenta con sistema de pagos de monedas, tarjetas y billetes, los cuales permiten el fácil uso de los usuarios para adquirir estos productos. Este sistema tiene una capacidad de almacenamiento entre 210 a 300 productos, dando un total en general un peso aproximado de 210 Kg. Es un sistema muy útil para la venta de productos, además de que no necesita la interacción de personal para ventas, solo de mantenimientos cada cierto tiempo (Alibaba, 2020).



Figura 2.8. Sistema dispensador de sandalias.

Tomado de Alibaba (2020) AFEN shoes vending dispenser fitness leggings slipper vending machine for sale in hotel sneaker vending machine.

Dispensador de Vestuario

Sistema dispensador automático de vestuarios presentado en la Figura 2.9, cuenta con lectores RFID incorporados para lograr un despacho de 15 segundo. Además de contar con un sistema de recepción de prendas y lavado para lograr un correcto almacenamiento y reutilización de la prenda, está adaptado a la necesidad del mercado y, en específico, del usuario para el uso común de vestuarios y el alquiler al público en general. Dicho sistema tiene una capacidad de almacenamiento entre 500 a 1300 productos. Resulta útil para el despacho y alquiler de vestimenta, sin mencionar que no requiere la interacción de personal para el despacho, únicamente de mantenimiento cada cierto tiempo (La Fábrica de Software, 2023).



Figura 2.9. Sistema dispensador de vestuarios.

Tomado de La Fábrica de Software (2023) Dispensadora de ropa, uniformes y pijamas.

Dispensador de Uniformes

Sistema dispensador automático de uniformes de trabajo que se visualiza en la Figura 2.10, cuenta con un sistema de recepción de prendas, está adaptado a la necesidad del mercado

para el empleo común de uniformes de trabajo en empresas. El presente sistema tiene una amplia capacidad de almacenamiento debido a que cuenta con un amplio sistema de distribución como podemos observar en la imagen. Es un sistema muy útil para el despacho de prendas de uso laboral, sobre todo cuando se necesitan implementos para cada área de cuidado de las empresas, además de que no necesita la interacción de personal para el despacho, solo de mantenimientos cada cierto tiempo (Boaya, 2017).



Figura 2.10. Sistema dispensador de uniformes.

Tomado de Boaya (2017) Dispensador automático de ropa B2K Uniform System.

2.2.1.1. COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍA DISPENSADOR

Se elaboró la Tabla 2.3 para comparar los sistemas dispensadores, los cuales cuentan con una fiabilidad superior al 90 %. Algunos de estos sistemas también aceptan pagos. Además, se menciona que sus precios son considerables en comparación con cualquier producto ya evaluado. Al afirmar que los precios son considerables a cualquier producto ya evaluado, se sugiere que los precios de los sistemas dispensadores son significativos en relación con otros productos similares que han sido evaluados previamente. Esto puede indicar que los sistemas dispensadores son tecnologías innovadoras y avanzadas, lo que justifica su mayor costo en comparación con soluciones más tradicionales. También puede implicar que, a pesar de su precio más alto, los sistemas dispensadores ofrecen un valor sustancial y características superiores en comparación con otras opciones evaluadas anteriormente.

Tabla 2.3
 Tabla comparativa de los subsistemas de dispensadores

Tabla Comparativa			
	Dispensador de Sandalias	Dispensador de Vestuarios	Dispensador de Uniformes
Probado en el mercado	Si, utilizado en el mercado de China	Si, utilizado en las industrias de Europa	Si, utilizado en las industrias Europa
Fiabilidad	95%	98%	96%
Cantidad de sensores	<10	<30	<30
Espacio Aproximado	1900mm x 1000 mm x 1600 mm	2000mm x 5000 mm x 1500 mm	2000mm x 5000 mm x 4500 mm
Medio de pago	Efectivo y tarjeta	Ninguno	Ninguno
Adaptabilidad con facilidad	80%	90%	60%
Precio	<6000	<12000	<16000

2.2.2. TECNOLOGÍA DE PAGOS

En esta sección se presentarán sistemas de pago confiables, seguros y usados en el mercado por grandes empresas como Latam, Avianca, Linio, Cuponatic, Ripley, Tottus, Biufor, etc. Además, estos cuentan con la certificación y protocolo de seguridad necesarios para garantizar y evitar el robo de credenciales de las tarjetas de crédito y débito, y así evitar robos.

Mercado Pago

Pasarela de pagos eficiente y capaz de adaptarse a cualquier sistema que desee aceptar todo tipo de pagos, ya sean en efectivo o tarjeta. Mercado Pago, visualizado en la Figura 2.11, permite generar enlaces redirigidos a su plataforma con los montos previamente creados para conceder a los clientes un pago rápido y seguro. La comisión es de 4 % + S/ 1.00, sin incluir los impuestos de ley. Los depósitos de los pagos recibidos se pueden transferir a la cuenta del vendedor con tan solo un clic (Mercado Pago, 2023).



Figura 2.11. Mercado Pago.

Tomado de Mercado Pago (2023) Mercado Pago, hacemos que cobrar y pagar no tenga límites.

PayPal

Pasarela de pagos internacional capaz de adaptarse a cualquier sistema que desee aceptar todo tipo de pagos en la plataforma de PayPal, presentado en la Figura 2.12, o directamente en el dispositivo, ya sean en efectivo o tarjeta. Además, permite generar pagos en las cuentas de los clientes con tan solo contar con su correo registrado. La comisión es de 3 % + S/ 1.00 sin incluir los impuestos de ley. Los depósitos de los pagos recibidos se pueden transferir a la cuenta del vendedor con tan solo un clic con el inconveniente de que se paga una comisión de S/ 15.00 por retiro de dinero (PayPal, 2023).



Figura 2.12. PayPal.

Tomado de PayPal (2023) Paypal, la forma fácil y segura de enviar y recibir pagos en línea.

PayMe

Pasarela de pagos competente y capacitado para la adaptación de cualquier sistema que desee aceptar todo tipo de pago, ya sea en efectivo o tarjeta. PayMe, observado en la Figura 2.13, tiene la comisión online más baja del mercado de 3.75 % + S/ 0.50, sin incluir los impuestos de ley. Los depósitos de los pagos recibidos se transfieren automáticamente a la cuenta afiliada del vendedor (Pay-me, 2022).



Figura 2.13. Pay-me.

Tomado de Pay-me (2022) Pay-me, pasarela para pagos en línea.

2.2.2.1. COMPARACIÓN DE TECNOLOGÍA DE SISTEMA DE PAGOS

Se elaboró la Tabla 2.4 para la comparación de los subsistemas de pagos, los cuales se encuentran en funcionamiento en el mercado mundial, aceptando tarjetas y pagos de distintas marcas, además de contar con una fiabilidad mayor al 90 %, pero contando con diferentes tarifas de comisiones por transacciones y costos de retiro.

Tabla 2.4
Tabla comparativa de los subsistemas de pagos

Tabla Comparativa			
	MercadoPago	PayPal	PayMe
Pago efectivo	Sí, a través de pago efectivo	No acepta pagos en efectivo	Sí, a través de pago efectivo
Fiabilidad	95%	95%	92%
Comisión	4% + S/1.00	3% + S/1.00	3.75% + S/0.50
Costo de Retiro	S/. 0.00	S/ 15.00	S/ 0.00



CAPÍTULO 3

DISEÑO CONCEPTUAL

En este capítulo, se examina la lista de exigencias del proyecto, así como la estructura de funciones, identificando los diferentes dominios. Aparte de los distintos conceptos de solución planteados, se llevará a cabo la matriz morfológica, a partir de la cual se va a ejecutar la evaluación técnica-económica, con la finalidad de obtener el concepto de solución óptimo.

3.1. REQUERIMIENTOS PARA EL DISEÑO

Se elaboró en el Anexo I los distintos puntos de exigencia necesarios para el desarrollo de este proyecto, tales como la geometría del dispensador que tendrá una dimensión de Alto x Ancho x Fondo: 1800 mm x 1100 mm x 1500 mm siendo este el tamaño total, el cual permitirá el correcto posicionamiento y espacio calculado para las tiendas por departamento o centros comerciales.

En cuanto a la pantalla del probador es del tamaño de un televisor de 55 pulgadas (1200 mm x 685 mm x 100 mm) permitiendo la visualización correcta del usuario al igual que la pantalla para pagos que tiene como dimensiones 200 mm x 150 mm x 15 mm en la parte superior

derecha del dispensador de forma centrada al lado derecho del probador, siendo un tamaño adecuado para facilitar la visualización del proceso de pago.

Por otro lado a la Bandeja de Recepción de la Prenda cuenta con unas dimensiones de 300 mm x 300 mm x 300 mm en la parte inferior derecha del dispensador de forma centrada, al lado derecho del probador y debajo de la pantalla de pagos, en cuanto al Dispensador Unitario sus dimensiones son de 300 mm x 300 mm x 1150 mm, estos se colocaran dentro de la estructura del dispensador y se encargará de despachar cada producto y por último el contenedor de Ropa: Dimensiones de 200 mm x 70 mm x 70 mm donde contendrá la prenda de vestir a dispensar.

La cinemática tendrá una velocidad del dispensador unitario de 0.10 m / s. lo cual permitirá el dispensado del producto en un promedio de 30 segundos para caer en la bandeja de recepción de prenda. Por otro lado las fuerzas que se presentarán en el sistema tendrá un máximo de 0.7 kg por cada prenda en manera general, ya que pueden variar y la diferencia es mínima. El peso máximo del sistema unitario de dispensado es de 7 kg, el cual se encargará de dispensar prenda por prenda, según la ubicación en que se encuentren, este puede contar con un riel y tornillo sin fin para realizar su trabajo. El peso máximo del dispensador es 210 kg, el cual almacenará todos los componentes del sistema. El peso máximo del probador es 25 kg, el cual se considera el subsistema que permitirá probarse a las personas las prendas de vestir y ayudar al usuario a realizar una compra. La alimentación del proyecto en general como la carga del dispensador, del probador y del sistema será de 220V AC - 60Hz los cuales se distribuirá a cada componente del sistema transformándolo al voltaje que sea necesario para el sistema.

Los materiales deseados a utilizar son de estructura de metal de plancha galvanizada para mayor seguridad y que cumpla con los requerimientos de geometría y fuerzas previamente mencionados y un vidrio protector anti empañamiento para protección y buena visualización.

Las señalizaciones del sistema serán la señalización de producto seleccionado, señalización de pago aceptado, señalización de despacho de producto, señalización de producto entregado, señalización de fallas ocasionadas inesperadamente, siendo indicadores que guiarán al cliente cada proceso que vaya efectuando en su compra.

En el control se cuenta con la velocidad del dispensador, cantidad de productos disponibles

y producto despachado, los cuales indicarán información del sistema para una mejor administración.

La seguridad se debe tener presente, tanto para proteger al cliente como para la reputación del proyecto. En razón de ello, se contará con protección o envase de cada producto, protección de datos del cliente para pago, protección antirrobo para mayor seguridad del cliente, aislamiento de circuitos eléctricos a clientes, estructura eléctrica conectada a tierra y con una llave diferencial y térmica, ejecutando así un proyecto que brinde confiabilidad al cliente por su buena seguridad.

Los costos máximos propuestos son 8000 soles que, a gran avance, pueden cubrir los costos totales del proyecto, siendo así un proyecto factible para la reducción de gastos en el lugar donde se le vaya a hacer empleo, siendo estos las tiendas por departamento o centros comerciales. Por otro lado, en cuanto al mantenimiento, tenemos que el dispensador es de fácil desmontaje, facilidad a la hora de reemplazo de partes y superficies de fácil limpieza.

Sobre el software, será una versión mínima Windows 8, versión mínima OS (para compatibilidad): Android 4.3.1 y una plataforma de pagos en tiempo real que permitirá al cliente realizar todos los procesos, desde elección de las prendas hasta hacer de forma rápida y fácil el pago de la compra.

La comunicación será, por cable de datos, comunicación por bluetooth mínima distancia de 1 metro, protocolo de conexión a dispensador, conexión directa a plataforma de pagos, por la parte electrónica tendrá una cámara de detección, dos sensores infrarrojos, dos micrófonos con buena calidad de recepción, un sensor de profundidad, motores de rápido accionar y sensor de distancia. Incluso contará con microcontrolador, el cual va a poseer múltiples pines que permitirá el correcto funcionamiento del dispositivo y su fácil distribución al público objetivo propuesto.

3.2. ESTRUCTURA DE FUNCIONES

3.2.1. BLACK BOX

En esta sección se describe de forma global el dispensador automático de prendas de vestir con probador virtual en el cual las entradas y salidas se detallan, como en la Figura 3.1:

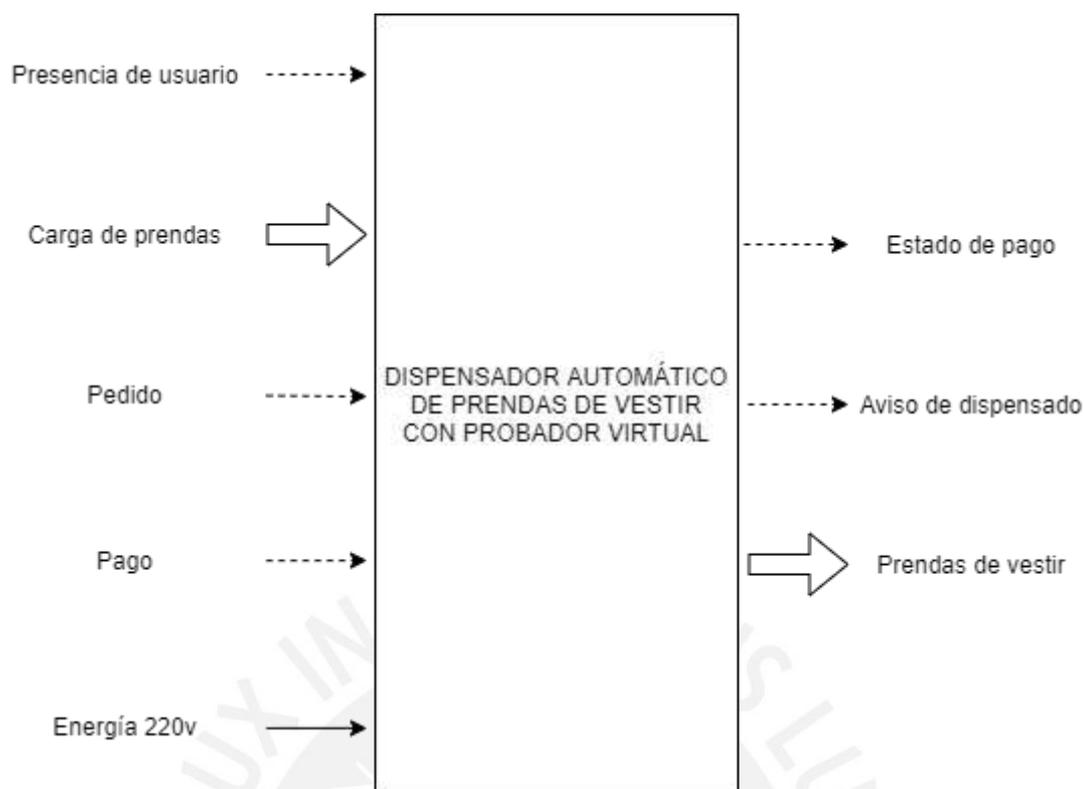


Figura 3.1. Sistema global.

Entradas:

- A. Presencia de Usuario: La cual se representa como una señal de entrada, que permitirá al sistema detectar al usuario frente al dispositivo para comenzar a hacer uso del probador y del sistema de dispensado.
- B. Carga de prendas: La cual se representa como flecha gruesa indicando el ingreso de carga de productos como prendas de vestir al dispensador, reponiendo el stock, para posteriormente ser dispensadas.
- C. Pedido: Señal ingresada que permitirá obtener información de la prenda cuando se realice el pedido, así como la talla, modelo y cantidad.
- D. Pago: Señal ingresada que permitirá dar la confirmación de dispensado de los productos una vez se proceda el pago.
- E. Energía 220v: Energía suministrada al sistema, la cual permite el funcionamiento y suministro de energía necesaria a cada componente interno.

Salidas:

- A. Estado de pago: La señal muestra si el pago ejecutado por el cliente es correcto.
- B. Aviso de dispensado: Señal que informa al usuario cuando el sistema está en proceso de dispensar el producto seleccionado, para luego ser recibido.
- C. Prendas de vestir: La salida indica cuándo la prenda de vestir se encuentra lista para ser recogida por el cliente.

3.2.2. DOMINIO DE FUNCIONES

El sistema del proyecto presentado requiere de diferentes módulos para el correcto funcionamiento, estos se detallarán a continuación separados por su dominio correspondiente. Además, se puede observar la estructura completa en la Figura 3.9. el dominio de sensores, se presenta a continuación la Figura 3.2.

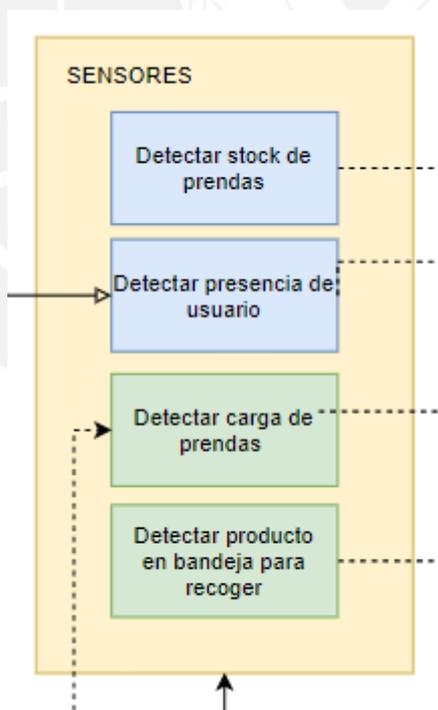
3.2.2.1. DOMINIO DE SENSORES

Figura 3.2. Funciones del dominio de sensores.

Detectar stock de prendas: Señal que permitirá obtener información del stock de prendas en el dispensador.

Detectar presencia de usuario: Emitir señal de información de presencia de usuario para hacer uso del sistema.

Detectar carga de prenda: Señal que permitirá obtener información cuando se recargue el dispensador de nuevo stock de prendas de vestir.

Detectar producto en bandeja para recoger: Señal que permitirá reconocer cuando un producto se encuentra en la zona de dispensado, lista para recoger por el usuario.

3.2.2.2.DOMINIO MECÁNICO

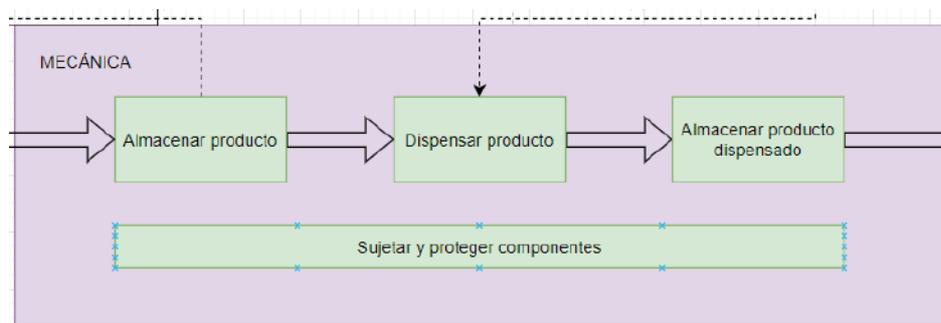


Figura 3.3. Funciones del dominio mecánico.

Almacenar producto: Permitirá almacenar los productos en stock para la máquina de dispensado.

Dispensar producto: Se suministrarán los productos conforme lo solicite el sistema para ser entregados al usuario.

Almacenar producto dispensado: Se almacenará el producto dispensado en una bandeja individual para permitir que el usuario la recoja sin peligro alguno.

Sujetar y proteger componentes: Resguardar los componentes del proyecto contra factores externos e internos para evitar fallos en el funcionamiento.

3.2.2.3.DOMINIO ENERGÍA

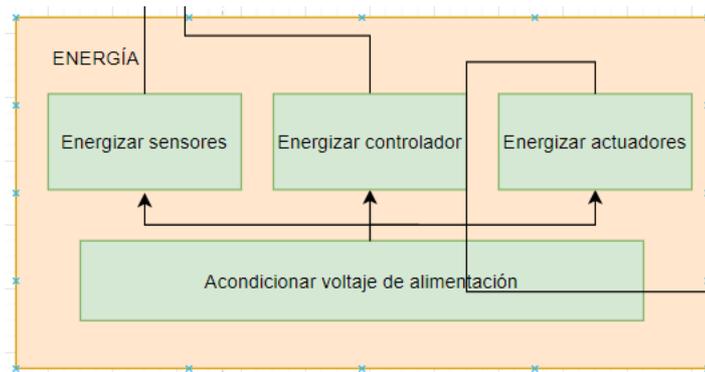


Figura 3.4. Funciones del dominio de energía.

Acondicionar energía y energizar: Obtiene la señal de energía común de los tomacorrientes y la transforma al voltaje necesario según requerimiento de los actuadores y sensores.

3.2.2.4.DOMINIO PROCESAMIENTO

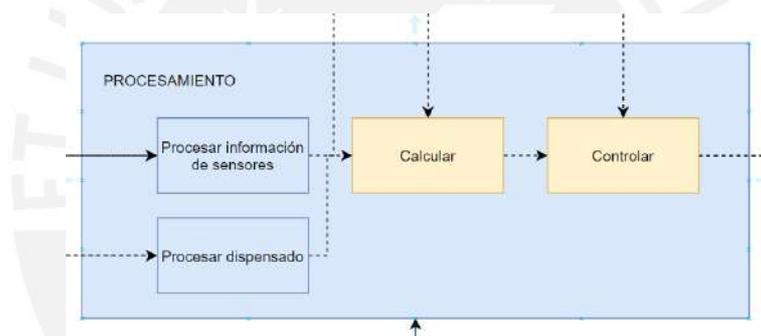


Figura 3.5. Funciones del dominio de procesamiento.

Procesar información de sensores: Procesamiento de los datos obtenidos por los sensores para garantizar su correcto funcionamiento y facilitar la toma de decisiones posteriores.

Procesar dispensado: Implica analizar los datos recibidos por el dispensador para su correcto funcionamiento y contribuir en la toma de decisiones futuras.

Calcular: Permite seleccionar y presentar correctamente los datos a los usuarios, además de proceder a una revisión precisa de dicha información.

Controlar: Habilita el envío de los datos previamente calculados a los actuadores correspondientes.

3.2.2.5.DOMINIO DE ACTUADORES

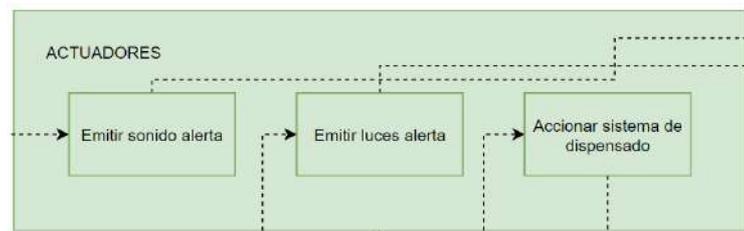


Figura 3.6. Funciones del dominio de actuadores.

Emitir sonido: Se encargará de transmitir un sonido, el cual identificará diversas acciones que se realizan en el momento.

Emitir luces: Se encargará de transmitir luces, las cuales identificarán los diferentes estados del sistema.

Accionar sistema de dispensado: Accionará el sistema capaz de permitir que se dispensen las prendas seleccionadas por el usuario.

3.2.2.6.DOMINIO DE COMUNICACIÓN

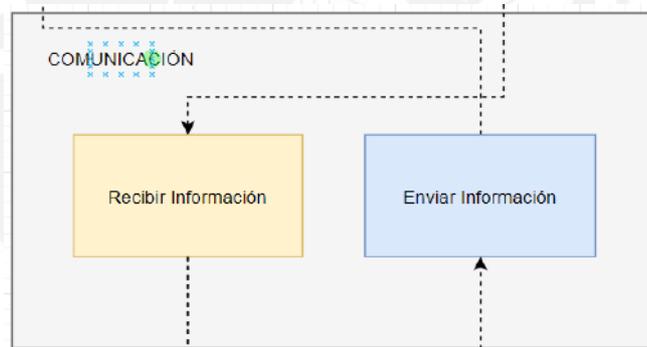


Figura 3.7. Funciones del dominio de comunicaciones.

Enviar información: Transmitir información del sistema a través del protocolo de comunicación.

Recibir información: Recibir información del sistema a través del protocolo de comunicación.

3.2.2.7.DOMINIO INTERFAZ

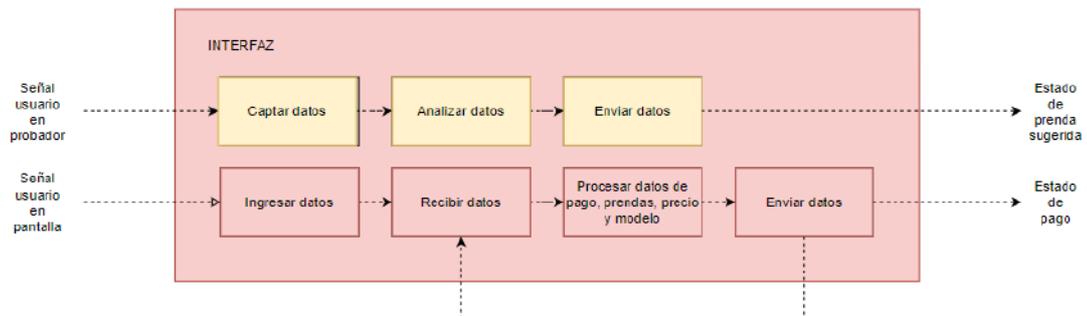


Figura 3.8. Funciones del dominio de interfaz.

Ingresar datos: El usuario ingresará los datos necesarios de su información para realizar la orden y pago correspondiente.

Recibir datos: El sistema recibirá la información del pago y la orden para validarla.

Procesar datos: Se procesarán los datos recibidos y se verificarán par ser enviados.

Enviar datos: Se enviarán datos al sistema para procesar con el dispensado de la prenda de vestir seleccionada.

Captar datos: Se captará datos a través de los sensores de captura de datos para procesar las imágenes.

Analizar datos: Se analizarán los datos captados para un correcto procesamiento.

Enviar datos: Se enviarán datos para ser mostrados al usuario de la forma correcta.

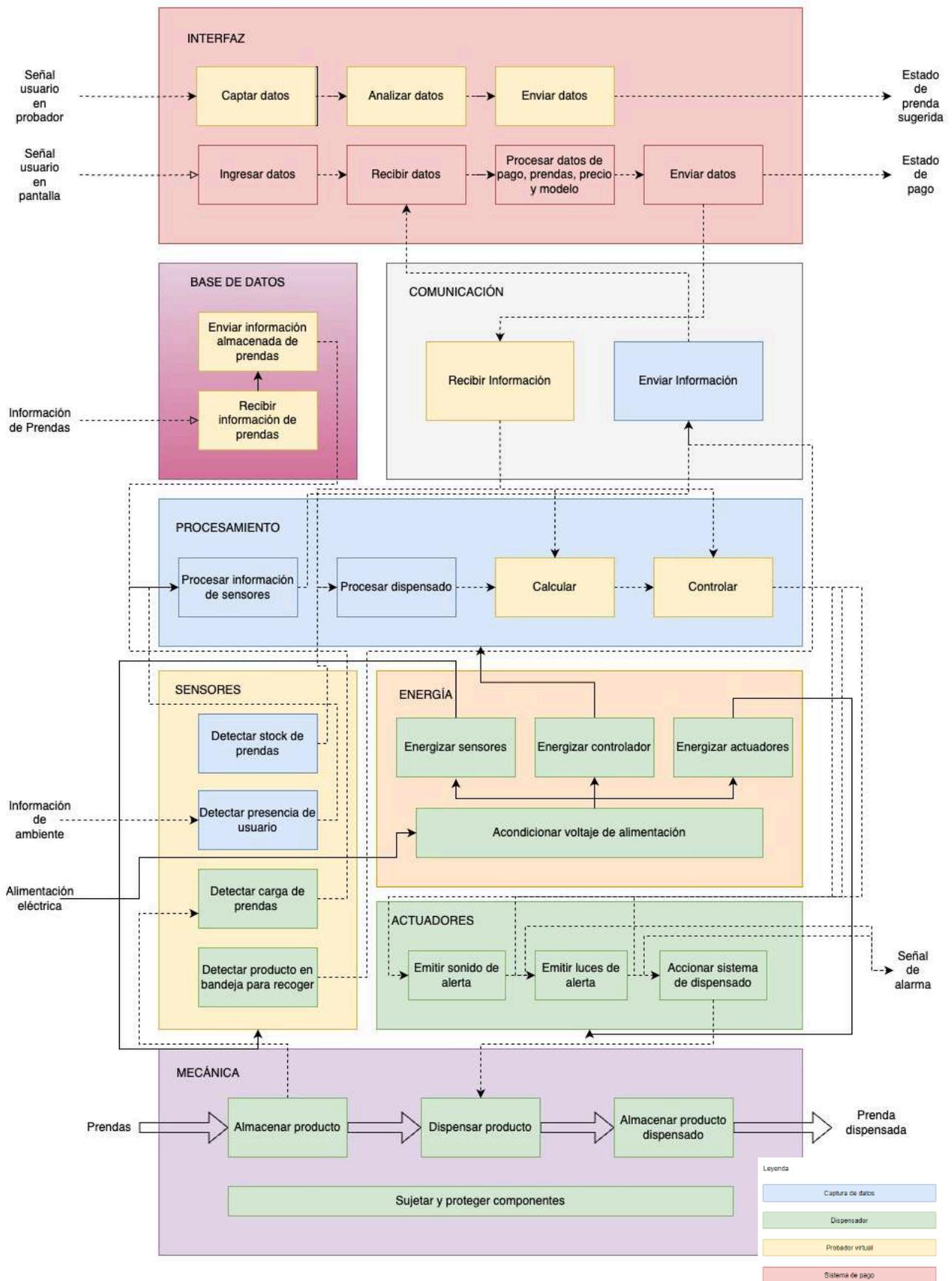


Figura 3.9. Estructura de funciones.

3.3.MATRIZ MORFOLÓGICA

Se presentará en la Tabla 3.1 la matriz morfológica de la totalidad del proyecto, así como el subsistema de captura de datos, la cual presenta dos alternativas, una de proyección de luz estructurada que se establece a través de puntos y otro de cámara estereoscópica que se establece a través de cámaras de profundidad.

Tabla 3.1
Matriz morfológica del subsistema de captura de datos

	DOMINIO	FUNCION PARCIAL	CONCEPTO SOLUCIÓN 1	CONCEPTO SOLUCIÓN 2	CONCEPTO SOLUCIÓN 3
SUBSISTEMA A CAPTURA DE DATOS	SENSORES	Captura de datos	Proyección de luz estructurada	Cámara estereoscópica / cámara de profundidad	

Se cuenta con la comparación de alternativas del subsistema de probador virtual en la Tabla 3.2. Tiene múltiples dominios, como: control, sensores, comunicación, interfaz, base de datos y eléctrico, en los cuales se presentan 3 alternativas de solución, que pueden ser utilizadas para abarcar este subsistema.

Tabla 3.2
Matriz morfológica del subsistema de probador virtual

	DOMINIO	FUNCIÓN PARCIAL	CONCEPTO SOLUCIÓN 1	CONCEPTO SOLUCIÓN 2	CONCEPTO SOLUCIÓN 3
SUBSISTEMA PROBADOR VIRTUAL	CONTROL	Procesar información de sensores	Microcontrolador	Placa Computadora (Microprocesador)	FPGA
	SENSORES	Detectar presencia de usuario	PIR	Ultrasonido	Cámara
	COMUNICACIÓN	Enviar y recibir datos	Módulo Wifi	Módulo Bluetooth	
	INTERFAZ	Estado de prenda sugerida	Pantalla LED	Pantalla LCD	Pantalla PC
	BASE DE DATOS	Base de datos de las prendas	Firebase Realtime Database	Amazon Web Services	SQLServer
	ELÉCTRICO	Acondicionamiento eléctrico – disminución de tensión	Transformador clásico 220VAC – Voltaje necesario	Autotransformador 220VAC – Voltaje necesario	

Por otro lado, se puede observar en la Tabla 3.3 la matriz morfológica del subsistema del dispensador, el cual se encargará de recibir la información necesaria para proceder a dispensar los productos seleccionados y previamente pagados por el cliente.

Tabla 3.3.
Matriz morfológica del subsistema de dispensado

	DOMINIO	FUNCIÓN PARCIAL	CONCEPTO SOLUCIÓN 1	CONCEPTO SOLUCIÓN 2	CONCEPTO SOLUCIÓN 3
SUBSISTEMA DISPENSADOR	ACTUADORES	Accionar sistema de dispensado	Motor DC	Motor paso a paso	Servomotor
		Emitir sonido de alerta	Zumbador	Altavoz	
	CONTROL	Procesar dispensado	Microcontrolador	Placa Computadora (Microprocesador)	FPGA
		Controlar	PID	PWM	On/Off
	SENSORES	Detectar stock de prendas	Sensor de presión	Ultrasonido	Cámara
		Detectar producto en bandeja para recoger	Sensor de presión	Ultrasonido	Cámara
		Detectar carga de prendas	Sensor magnético	Ultrasonido	PIR
	COMUNICACIÓN	Enviar y recibir datos	Módulo Wifi	Módulo Bluetooth	
	ELÉCTRICO	Acondicionamiento eléctrico – disminución de tensión	Transformador clásico 220VAC – Voltaje necesario	Autotransformador 220VAC – Voltaje necesario	
	ESTRUCTURAL	Sujetar y proteger componentes	Aluminio	Metal	Madera
Dispensar producto		Tornillo sin fin	Palanca		

Por último, se tiene al subsistema de pago, el cual trabajará con una interfaz en las cuales se menciona en la Tabla 3.4 haciendo uso de un módulo, ya sea wifi o bluetooth, para realizar el proceso de envío de datos.

Tabla 3.4
Matriz morfológica del subsistema de pago

	DOMINIO	FUNCIÓN PARCIAL	CONCEPTO SOLUCIÓN 1	CONCEPTO SOLUCIÓN 2	CONCEPTO SOLUCIÓN 3
SUBSISTEMA DE	COMUNICACIÓN	Enviar y recibir datos	Módulo Wifi	Módulo Bluetooth	
	INTERFAZ	Interacción usuario máquina	Tablet	Smartphone	PC
	Eléctrico	Acondicionamiento eléctrico – disminución de tensión	Transformador clásico 220VAC – Voltaje necesario	Autotransformador 220VAC – Voltaje necesario	

3.4. CONCEPTO SOLUCIÓN

Se evaluaron tres conceptos solución para el proyecto, estos se adjuntan en el anexo 3. De estos conceptos solución presentados, se seleccionó el óptimo para el proyecto. Asimismo, se tuvo en cuenta diferentes variables para la selección, tales como el diseño, facilidad para mantenimiento, facilidad para abastecimiento, diseño ergonómico, cantidad de piezas y, sobre todo, el aspecto económico.

3.5. EVALUACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA

Para la evaluación técnica se tomaron en cuenta los criterios de precisión, seguridad, número de piezas y facilidad de montaje, los cuales se detallan a continuación.

Precisión: Se otorgó una prioridad de grado 4 a la precisión, ya que es de importancia el correcto funcionamiento y de la mejor manera el proyecto. Para las soluciones con una alta precisión, como las soluciones mencionadas, se le otorgó un puntaje de 3, debido a que son más precisas y tienden a menor error que las demás. Por otro lado, para las de baja precisión, se le otorgó un puntaje de 1 puesto que son menos precisas y tienden a tener un mayor error.

Seguridad: Se otorgó una prioridad de grado 3 a la seguridad, como a las soluciones 1 y 2, ya que es de importancia propiciar un ambiente seguro para el usuario, es decir, no causar daño físico al usuario. Además de contar con una buena seguridad en cuestión de mecanismo, en otros términos, mecanismos altamente asegurados y sin causar desperfecto, también debe contar con seguridad en el software para el proyecto en virtud de ser posible resguardar y cuidar la información financiera de los usuarios al momento de la compra. Se otorgó un puntaje de 3, a las soluciones las cuales son seguras para el usuario, seguras en software y seguras en mecanismo, para las soluciones que solo cumplen con seguridad, únicamente en dos aspectos de estos, se le otorgó un puntaje de 2 y para las cuales solo cumplen en un aspecto, un puntaje de 1.

Número de piezas: Se otorgó una prioridad de grado 2 al número de piezas, ya que es importante la facilidad del transporte de estas y el correcto mantenimiento según las piezas. Para las soluciones con cantidad de piezas entre 50 a 60 se le otorgó un puntaje de 3, sea el caso de las soluciones 1 y 2, de 40 a 50 piezas un puntaje de 2, como la solución 3, y de 30 a 40 piezas un puntaje de 1.

Facilidad de montaje: Se otorgó una prioridad de grado 3 a la facilidad de montaje, ya que es de importancia el correcto armado y montaje del proyecto, así se podría asegurar su correcto

transporte cuando sea necesario, además de asegurar su correcto mantenimiento. Se le otorgó un puntaje de 3 a las soluciones, las cuales tienen un porcentaje de facilidad entre 70 % a 90 %, un puntaje de 2 a las cuales su porcentaje está entre 50 % y 70 %, como las soluciones descritas, y un puntaje de 1 a las cuales su porcentaje está entre 30 % y 50 %.

Tabla 3.5
Evaluación técnica

EVALUACIÓN TÉCNICA										
N°	Criterios Técnicos	Prioridad	Soluciones							
		G	Solución 1		Solución 2		Solución 3		Solución Ideal	
			P	P*g	P	P*g	P	P*g	P	P*g
1	Precisión	4	3	12	3	12	3	12	4	16
2	Seguridad	3	3	9	3	9	2	6	4	12
3	Número de piezas	2	3	6	3	6	1	2	4	8
4	Facilidad de montaje	3	2	6	2	6	2	6	4	12
	SUMA TOTAL			33		33		26		48
	VALOR TÉCNICO			0.68		0.68		0.54		1

Para la evaluación económica se tomaron en cuenta los criterios de costo de tecnología, fácil adquisición de materiales y mantenimiento, los cuales se detallan a continuación.

Costo de la tecnología: Se otorgó una prioridad de grado 4 al costo de la tecnología, ya que es de importancia determinar la priorización de la solución adecuada. Se asignó un puntaje 3 a las cuales el costo de la tecnología abarca un 50 % a 70 % al precio estimado del valor del proyecto, un puntaje de 2 a las cuales abarcan entre el 70 % al 80 % y un puntaje de 1 a las cuales abarcan entre el 80 % y el 90 %.

Fácil adquisición de materiales: Se otorgó una prioridad de grado 3 a la fácil adquisición de materiales, de las cuales se le asignó a las soluciones un puntaje de 3 a que la adquisición se encuentran en el mercado peruano, un puntaje de 2 a que se encuentran en el mercado global y un puntaje de 1 a las cuales se tienen que fabricar a la medida.

Mantenimiento: Se otorgó una prioridad de grado 2 al mantenimiento, ya que es de importancia evaluar cuál es la solución más fácil y económica para brindar el mantenimiento. Se le asignó un puntaje de 3 a las soluciones las cuales el mantenimiento es económico, un puntaje de 2 a las cuales el mantenimiento es de un precio considerable, y un puntaje de 1 a las cuales el mantenimiento tiene un costo alto.

Tabla 3.6
Evaluación económica

EVALUACIÓN ECONÓMICA										
N°	Criterios Técnicos	Prioridad	Soluciones							
		G	Solución 1		Solución 2		Solución 3		Solución Ideal	
			P	P*g	P	P*g	P	P*g	P	P*g
1	Costo tecnología	4	3	12	3	12	2	8	4	16
2	Fácil adquisición de materiales	3	3	9	3	9	3	9	4	12
3	Mantenimiento	2	3	2	3	6	2	4	4	8
	SUMA TOTAL			23		27		21		36
	VALOR ECONÓMICO			0.64		0.75		0.58		1

En la Figura 3.10 se puede observar que la alternativa que más se acerca a la línea de tendencia es la solución 2 (S2), además de encontrarse más cerca a la solución ideal, por ende, podemos llegar a la conclusión que la solución 2 es la ganadora.

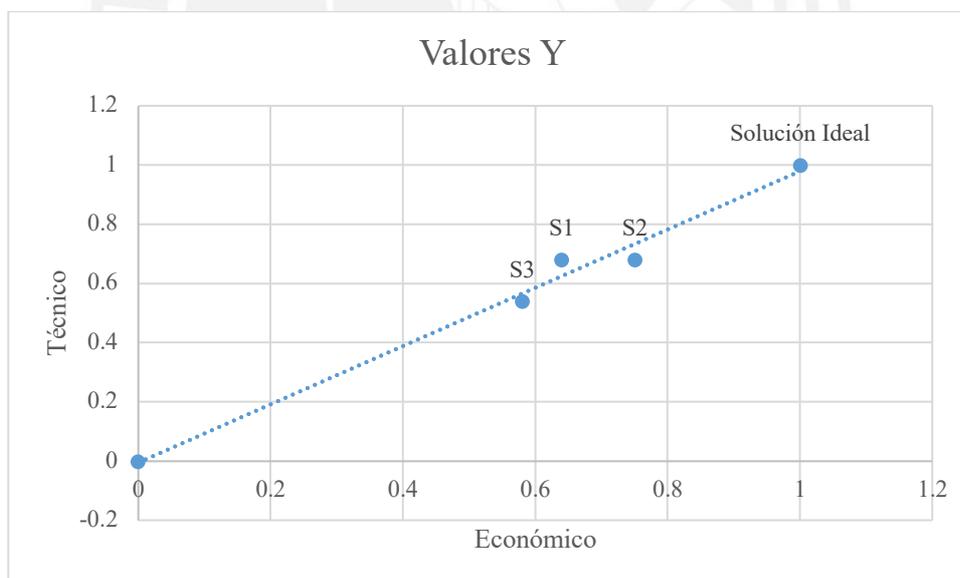


Figura 3.10. Evaluación técnico-económica.

3.6. CONCEPTO SOLUCIÓN ÓPTIMO

Analizando los conceptos de solución y la evaluación técnico económica descrita anteriormente, se puede concluir que la solución 2 es la solución ganadora. Observando ciertas anotaciones y observaciones, se pueden agregar mejoras de las demás soluciones para perfeccionar esta solución. Para lograr ello, en la Figura 3.11 y 3.12 se visualiza que se debe emplear una pantalla de alta calidad LED, la cual va a facilitar al usuario para que pueda

hacer uso del probador virtual, el uso de altavoces en vez de zumbadores, los cuales permitirán una experiencia más realista entre el usuario y máquina.

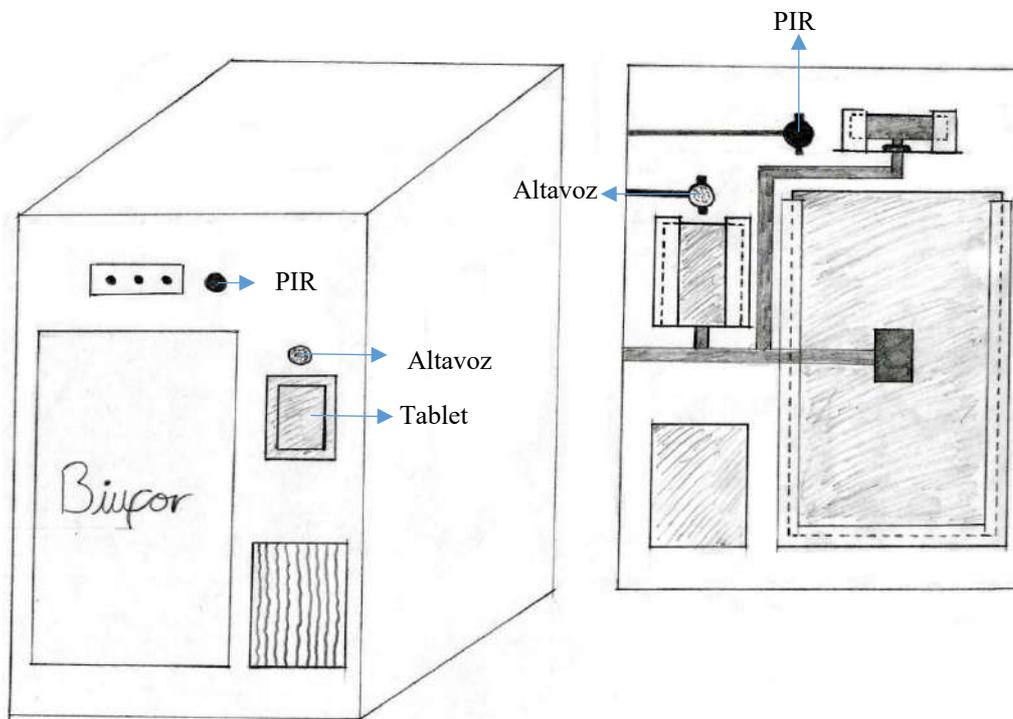


Figura 3.11. Concepto solución óptima 1.

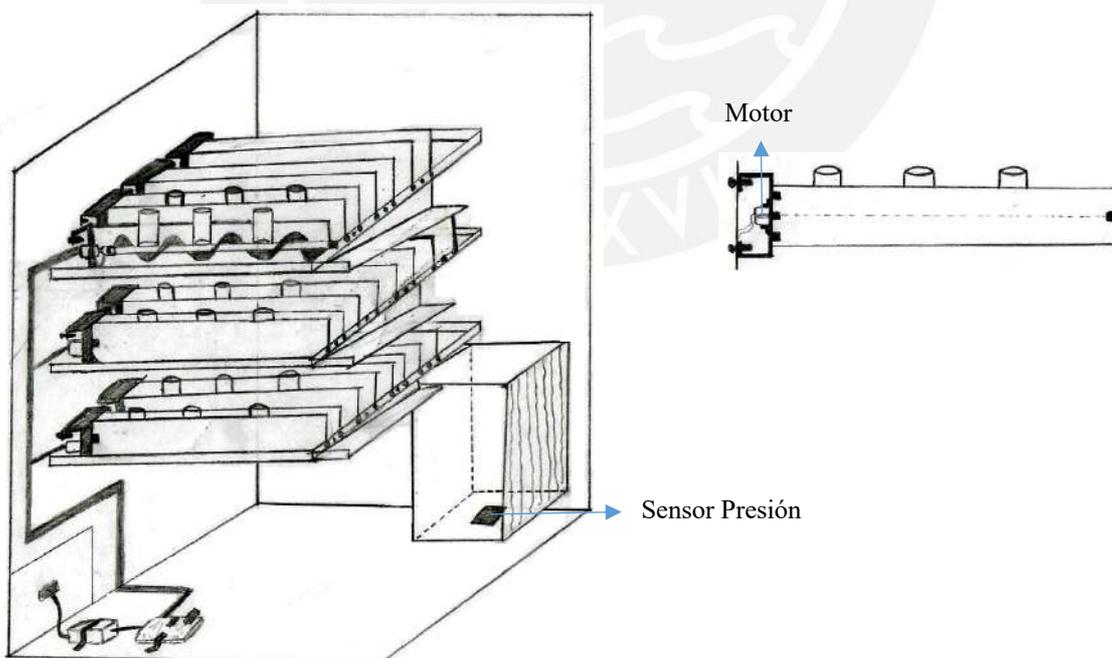


Figura 3.12. Concepto solución óptima 2.

CAPÍTULO 4

DISEÑO DEL SISTEMA

En este capítulo, se presenta el desarrollo preliminar del proyecto en el cual se seleccionarán los materiales, componentes y dispositivos, se realizará el modelado 3D del sistema, además de realizar los cálculos necesarios para la correcta selección de componentes y correcto funcionamiento según los requerimientos descritos en la lista de exigencias.

4.1. SISTEMA INTEGRAL

Se detalla el modelo 3D realizado, haciendo énfasis en sus componentes y medidas definidas para el sistema.

4.1.1. MODELO 3D

Se realizó una modelación del sistema en 3D con medidas reales, los cuales permitirán tener un panorama más amplio del proyecto, y permitirán la correcta selección y posicionamiento de los dispositivos.

En la Figura 4.1 se puede observar el ensamble general del sistema. Este cuenta con las medidas según los requerimientos del sistema.

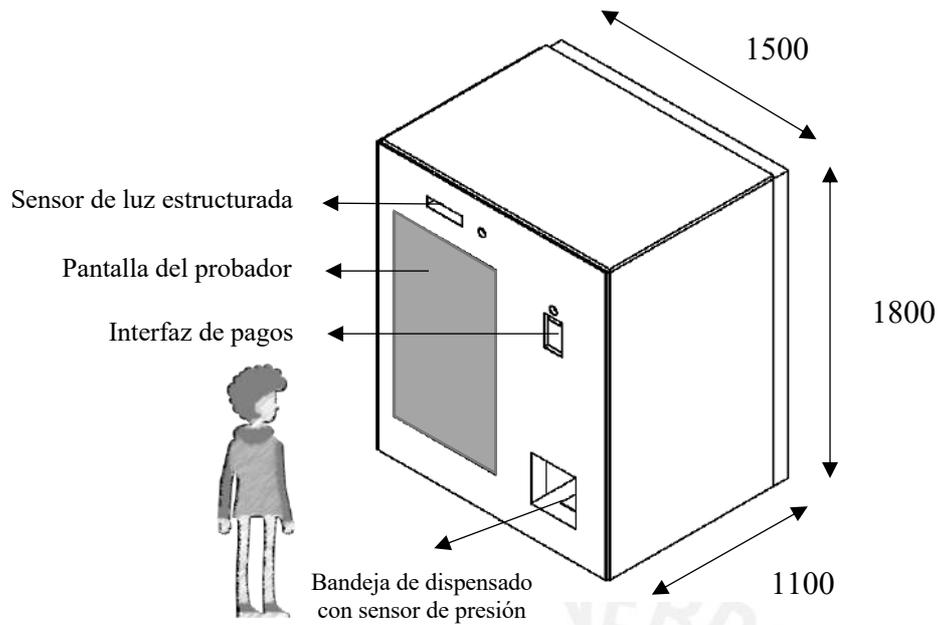


Figura 4.1. Ensamble general del sistema.

En la Figura 4.2, se observa el interior del dispensador automático. Este sujeta a los sistemas de dispensado a través de rieles en la estructura.

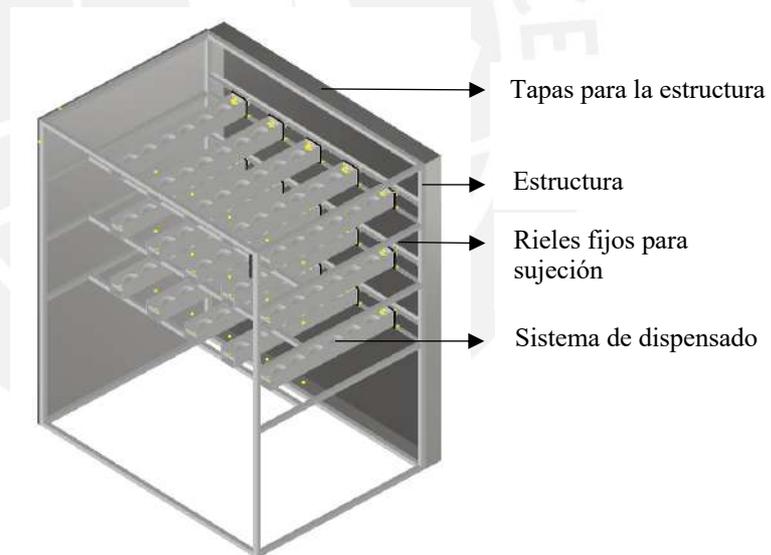


Figura 4.2. Ensamble sin puertas.

En la Figura 4.3, se observa la puerta principal del dispensador. En la cual se realizarán los mantenimientos y tendrán los sensores principales del probador virtual.

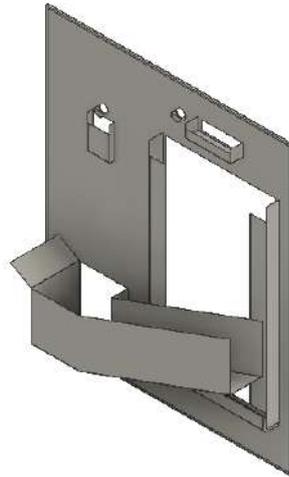


Figura 4.3. Puerta principal.

En la Figura 4.4 y 4.5, se observa el sistema de dispensado, compuesto por el motor paso a paso, el tornillo sin fin con hélice, el carrete y los tubos contenedores de ropa, el cual permitirá dispensar prenda por prenda según preferencia. Este funciona de tal manera que el motor permite, a través del conector mostrador en la Figura 4.6, que el tornillo sin fin con hélice gire un paso capaz de botar una prenda a la vez según sea lo requerido.

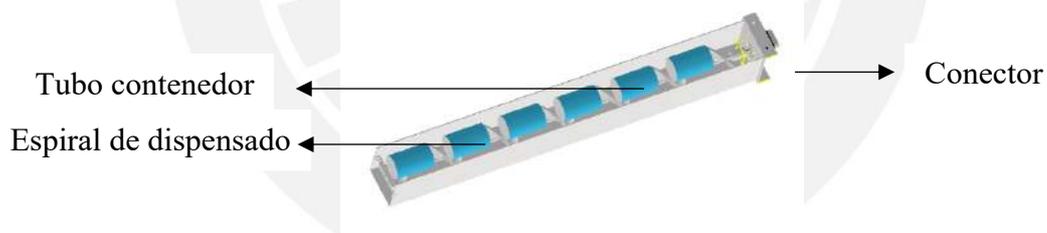


Figura 4.4. Sistema dispensado con carrete.

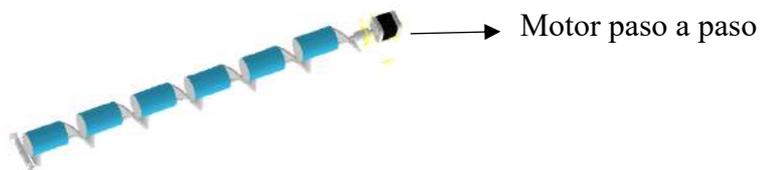


Figura 4.5. Sistema dispensado sin carrete.



Figura 4.6. Unión tornillo – motor.

4.1.2. DIAGRAMA DE OPERACIONES

Se muestra a continuación en la Figura 4.7 el diagrama de operaciones del sistema, en el cual indica el funcionamiento del sistema para el usuario.

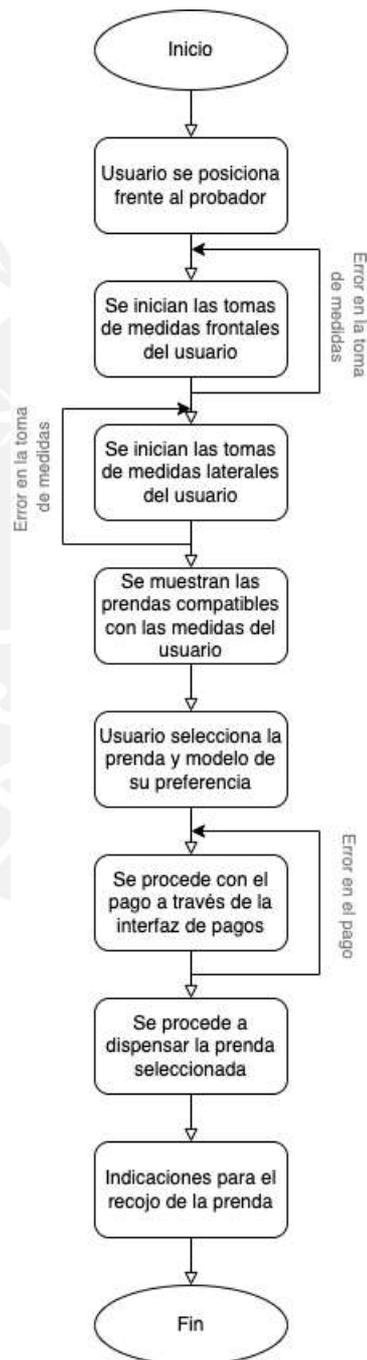


Figura 4.7. Diagrama de operaciones.

4.1.3. DIAGRAMA DE BLOQUES

Se presentarán los diagramas de bloques de la estructura del hardware como los mostrados en la Figura 4.8 en los cuales se representan junto a su conexión en voltaje a través de una fuente switching.

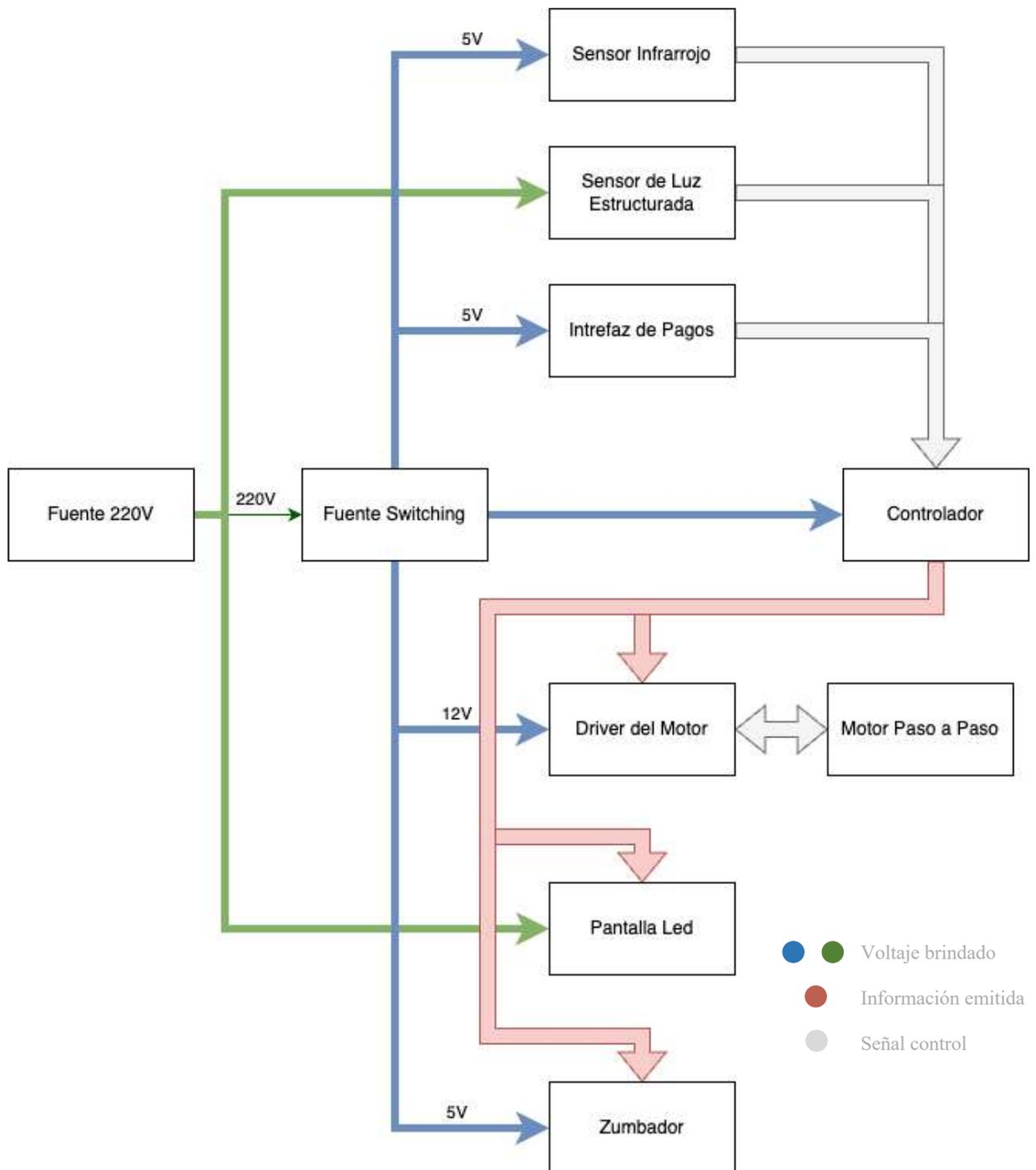


Figura 4.8. Diagrama de bloques.

4.2. SUBSISTEMA PROBADOR VIRTUAL

Se detallará la selección de los materiales y componentes correspondientes al subsistema del probador virtual observado en la Figura 4.9. Incluye la realidad aumentada y la captura de datos.

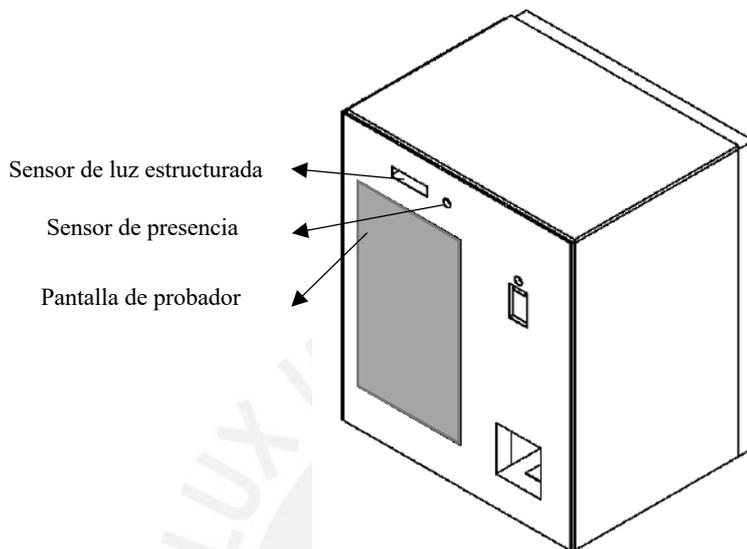


Figura 4.9. Subsistema probador virtual.

4.2.1. CÁLCULOS DE TOMA DE MEDIDAS

Para hallar las medidas del usuario es necesario que a través del sensor de captura de datos se realicen ciertos algoritmos con el fin de obtener números aproximados con margen de error mínimo.

En primer lugar, se calculará la distancia que hay entre dos articulaciones como se observa en la fórmula (1), se podrá obtener el largo del brazo, largo de la pierna y distancia entre hombros a través de los datos obtenidos por el sensor.

$$d = \sqrt{(x1 - x2)^2 + (y1 - y2)^2 + (z1 - z2)^2} \dots \dots (1)$$

En la cual, tal como se elaboró en la Figura 4.10, x representa la posición en el eje X de las articulaciones de las cuales se desea obtener la medida, así como y en el eje Y, y z en el eje Z.

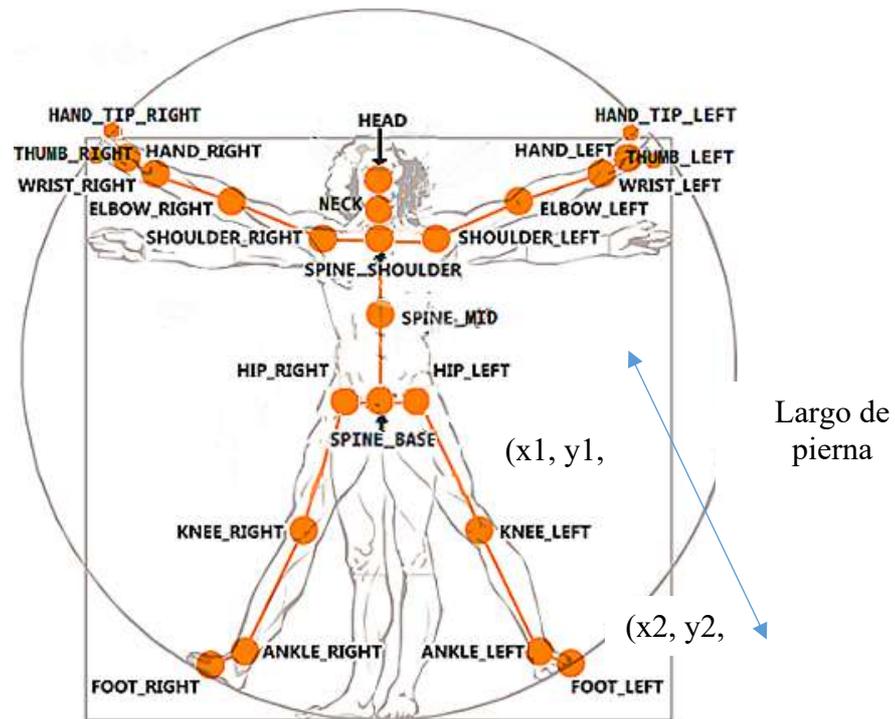


Figura 4.10. Distancia entre articulaciones.

Tomado de Hybridart (2021) Kinect y cámaras de profundidad y tracking compatibles con Isadora 3.

Una vez obtenidos estos cálculos y para la definición de la talla de la prenda del usuario, es necesario complementarlos con un barrido de píxeles de profundidad para hallar las medidas hasta el borde del físico del usuario, las cuales permitirán obtener las distancias señaladas en rojo en la Figura 4.11, tales como cadera, cintura, cuello y altura.



Figura 4.11. Barrido de profundidad.

Una vez obtenidas las medidas deseadas del usuario, ya sea primero frontal y luego lateral, es posible obtener el contorno de este, la cual se representaría como una elipse como la mostrada en la Figura 4.12, y sería necesario hallar el perímetro de esta empleando la fórmula (2).

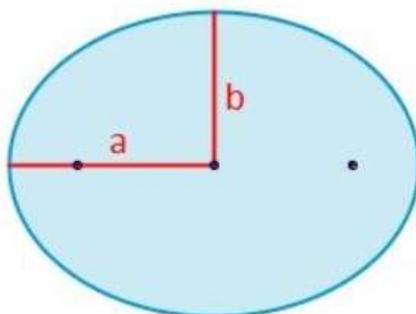


Figura 4.12. Elipse.

Tomado de Universo Fórmulas (2014) Perímetro de una elipse.

$$p = \pi [3 \cdot (a + b) - \sqrt{(3a + b)(a + 3b)}] \dots (2)$$

Con las medidas halladas, estas pueden ser comparadas con los rangos de valores de las tallas ya definidas en la Tabla 4.1 y 4.2, para así obtener la talla sugerida para el usuario. Estas tablas fueron obtenidas a través de la medición de múltiples prendas de vestir, obteniendo el promedio como punto de referencia.

Tabla 4.1

Tabla de tallas de prendas para comparación - hombres

Medidas de parte superior					
Talla	Equivalente Talla	Manga	Espalda	Hombro	Contorno Pecho
S	40	62	66	44	108
M	41/42	64	69	46	112
L	43/44	64	70	48	116
XL	45	66	72	50	120
Medidas de parte inferior					
Talla	Equivalente Talla	Cintura	Cadera		
S	37 - 41	75 - 80	90		
M	42 - 44	84 - 88	96		
L	46 - 48	92 - 96	101		
XL	50 - 52	100 - 104	116		

Tabla 4.2
 Tabla de tallas de prendas para comparación - mujeres

Medidas de parte superior					
Talla	Equivalente Talla	Manga	Espalda	Hombro	Contorno Pecho
S	38	58	52	41	112
M	39/40	60	65	43	116
L	41/42	62	66	45	120
XL	43	64	68	47	124
Medidas de parte inferior					
Talla	Equivalente Talla	Cintura	Cadera		
S	35 – 39	70 – 75	88		
M	40 – 42	79 – 83	94		
L	44 – 46	87 – 91	99		
XL	48 – 50	95 – 100	114		

4.2.2. CÁLCULO DE INCLINACIÓN DEL SENSOR DE CAPTURA DE DATOS

Según los requerimientos solicitados, el ángulo de visión del sensor es de 60° en vertical, lo cual se puede representar en la Figura 4.13, en donde se conoce la altura en que se colocará el sensor de 1780 mm y la posición a la cual se posicionará el usuario 1000 mm. Para poder captar y que el sensor tenga una buena visibilidad, este debe de estar inclinado un cierto ángulo, el cual se calculó en la fórmula (3).

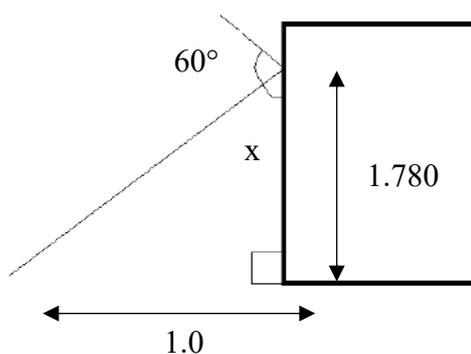


Figura 4.13. Ángulo de inclinación del sensor.

$$\arctg x = \frac{1.0}{1.78} = 29.32^\circ \dots (3)$$

$$\text{Inclinación} = 60 - 29.32 = 30.68^\circ$$

Realizando los cálculos y obteniendo el arcotangente del ángulo x , el cual resulta 29.32° , se puede obtener la inclinación necesaria restando este ángulo hallado a 60° , dando un total de 30.68° de inclinación hacia abajo del sensor de captura de datos para poder tener un buen alcance de medida.

4.2.3. SELECCIÓN DE COMPONENTES

Se seleccionó los componentes necesarios para el subsistema del probador virtual como sensores, interfaz y base de datos.

4.2.3.1. SENSOR DE LUZ ESTRUCTURADA

Dentro de la Tabla 4.3, se realiza una comparación entre diferentes sensores de captura de datos de luz estructurada, como el Kinect V2, SmartScan 3D y Azure Kinect DK. Incluso, se contempla que todos estos sensores cumplen con los requisitos necesarios para el proyecto. Sin embargo, considerando los costos asociados, se opta por seleccionar el Kinect V2 debido a que presenta la opción más económica.

Tabla 4.3
Comparación de sensores de luz estructurada

	Proyección de Luz Estructurada			
	Requerimientos	Kinect V2	Asus Xtion	Azure Kinect DK
Imagen				
Resolución	1280x700	1920x1080	2560x1440	3840x2160
Rango de detección	1 m – 3 m	1.37 m – 3.2 m	0.03 m – 1.5 m	1 m – 3.5 m
Ángulo de medición	70 grados horizontal 60 grados vertical	70 grados horizontal 60 grados vertical	58 grados horizontal 45 grados vertical	75 grados horizontal 65 grados vertical
Precio (S/.)	Menor 2000	800	1200	1900

4.2.3.2. SENSOR DE PRESENCIA INFRARROJO

En la Tabla 4.4, se presenta una comparación de los sensores de presencia infrarrojo disponibles en el mercado. Adicionalmente, posterior a la evaluación de cada sensor, se destaca que todos cumplen con los requerimientos establecidos. No obstante, al considerar el factor económico, se determina que el sensor de menor precio se selecciona como la opción preferida.

Tabla 4.4
Comparación de sensores de presencia infrarrojo

Sensor Presencia Infrarrojo				
	Requerimientos	Sensor HC-SR501	Sensor E18-D80NK	Sensor PST-WIP350
Imagen				
Voltaje	5 – 12 V	5 – 12 V	5 – 12 V	5 V
Corriente	1 mA	1 mA	100 mA	15 mA
Distancia requerida detección (m)	1 a 3	3	0.3 – 0.8	1 - 12
Precio (S/.)	Menor 45	15	28	41

4.2.4. PANTALLA LED

En la Tabla 4.5, se llevó a cabo una comparación entre diferentes interfaces en relación a los requerimientos establecidos por el sistema. Se analizaron varias opciones de pantallas LED y se evaluaron en función de su compatibilidad con los requisitos del subsistema. En efecto, todas cumplen con las medidas solicitadas. Sin embargo, al tomar en cuenta el factor económico, se selecciona el iMira 2, debido a que se ajusta a las medidas requeridas y ofrece una opción de menor costo, cumpliendo así con los criterios de selección establecidos.

Tabla 4.5
Comparación de pantallas led

Pantalla Led				
	Requerimientos	Televisor Led 50” LG	Pantalla Led Huahai	iMira 2
Imagen				
Resolución	Min 1280x720	3840x2160	1920x1080	1280x720
Dimensiones	1200x685 mm	1270 x 1107 mm	1200 x 1000	1200x680 mm
Precio (S/.)	Menor 1250	1200	1000	800

4.2.5. INTERFAZ

Se elaboró una comparación entre los dispositivos de interfaz de pagos disponibles en el mercado, incluyendo tablets, como se muestra en la Tabla 4.6. De estos dispositivos, se seleccionó el modelo intermedio que se encuentra dentro del rango de los requerimientos establecidos. La elección de este modelo se basa en consideraciones como su capacidad para cumplir con los requisitos funcionales y técnicos del sistema, así como en su relación costo-beneficio, teniendo en cuenta la viabilidad económica del proyecto.

Tabla 4.6
Comparación de tables de pagos

	Tablet Pagos			
	Requerimientos	Tablet Samsung	Tablet Huawei	Tablet Lenovo
Imagen				
Pulgadas	8	8	8	7
Modalidad	Bluetooth / Wifi	Bluetooth / Wifi	Bluetooth / Wifi	Bluetooth / Wifi
Voltaje	220 V	220 V	220 V	220 V
RAM	1 gb	1 gb	1 gb	1 gb
ROM	8 gb	8 gb	8 gb	8 gb
Precio (S/.)	Menor 500	453	447	400

4.2.6. SOFTWARE

Se comparará entre las distintas bases de datos y los requerimientos solicitados por el sistema, como se puede observar en la tabla 4.7, de los cuales el más acercado a los requerimientos y tomando en consideración el costo, se elige a MySQL, la cual es de fácil integración y compatible con múltiples plataformas.

Tabla 4.7
Comparación de base de datos

	Base de Datos			
	Requerimientos	SQL Server	MYSQL	AWS
Imagen				
Integración	Windows / Ubuntu	Integración principal con sistemas windows	Integración fácil con diferentes plataformas	Integración fácil con diferentes plataformas
Memoria transferencia	100 MB	100 MB	100 MB	150 MB
Memoria asignada	10 GB	16 GB	10 GB	12 GB
Precio	Gratuito	Gratuito - pero costoso integrar	Gratuito	Gratuito hasta cierto uso

4.3. SUBSISTEMA DISPENSADOR AUTOMÁTICO

Se elaboró la Figura 4.14 para detallar la selección de los materiales y componentes correspondientes al subsistema del dispensador automático que incluye el dispensador y sistema de pagos .

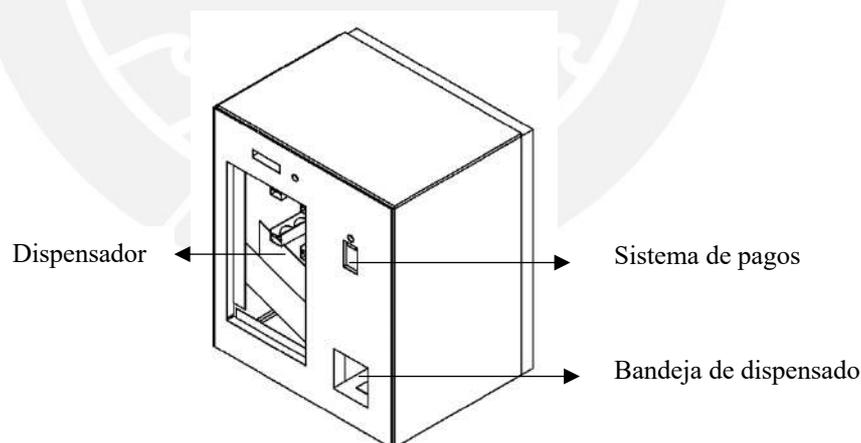


Figura 4.14. Subsistema dispensador automático.

4.3.1. CÁLCULOS DEL MOTOR

El motor paso a paso estará conectado a un tornillo sin fin con hélice la cual permitirá el dispensado de los productos señalados, para tal caso, se puede representar a través del Diagrama de Cuerpo Libre (DCL) elaborado en la Figura 4.15 y 4.16.

Se asumió que cada prenda tiene un peso de 500 g, el dispensador tiene una capacidad de 6 prendas por motor, en tal caso se tiene un peso de 3 kg, distribuido a través del tornillo sin fin.

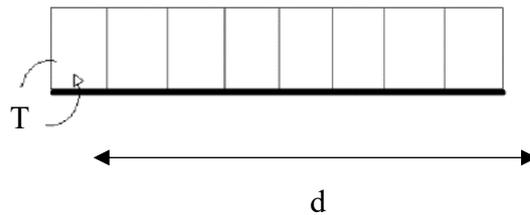


Figura 4.15. DCL 1.

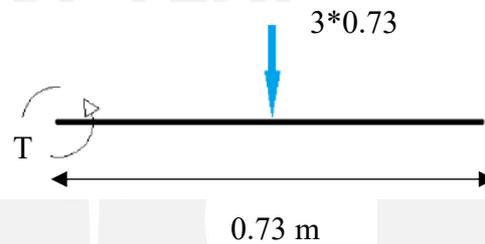


Figura 4.16. DCL 2.

Dada la relación de torque representada por la fórmula (4):

$$\text{Torque} = \text{Fuerza} * \text{Distancia} \dots (4)$$

Se reemplazarían los datos obteniendo de la fórmula (5):

$$T = 3*0.73*(0.73/2) = 0.799 \text{ Nm} \dots (5)$$

Este torque hallado, se convertirán en un requerimiento necesario para la selección de motores, el cual debería de ser mayor a 0.799 Nm.

4.3.2. CÁLCULOS DE VELOCIDAD

Se requiere que el espiral, quien va a dispensar las prendas, gire a una velocidad de 0.5 rps, una vuelta en dos segundos, el cual corresponde a 30 rpm. Además, contando con el diámetro de la espiral de 75 mm, se va a desarrollar el diámetro del eje del motor 8 mm mediante los cálculos necesarios.

Sabiendo que ambas conexiones giran sin deslizar en una conexión directa, la velocidad tangencial de ambas será la misma, por lo tanto, el diámetro por la velocidad angular será igual en ambos componentes. La comparación se realizó mediante la fórmula (6) y (7).

$$d1 \cdot w1 = d2 \cdot w2 \dots (6)$$

$$w1 = \frac{d2 \cdot w2}{d1} \dots (7)$$

$$w1 = \frac{75 \cdot 30}{8} = 281.25 \text{ rpm}$$

El resultado obtenido de 281.25 rpm representa la velocidad con la cual debe de girar el motor paso a paso para poder dispensar una prenda en 2 segundos, el cual será un requerimiento.

4.3.3. MATERIALES

Se realizó la comparación entre los diferentes materiales en el mercado que se ajustan a los requerimientos en la Tabla 4.8, de los cuales se escoge el material más económico, pero no menos resistente.

Tabla 4.8
Comparación Materiales de la estructura

	Estructura			
	Requerimientos	Acero LAF	Acero Inoxidable	Triplay
Imagen				
Espesor	2 mm	2 mm	2 mm	10 mm
Limite Fluencia		255 MPa	205 Mpa	40 MPa
Carga de Rotura		400 MPa	485 MPa	50 Mpa
Precio plancha 1.2 m x 2.4 m (S/.)	Menor 220	200	560	180

Tabla 4.9
Comparación materiales del dispensador

	Dispensador			
	Requerimientos	Acero Laf	Aluminio	Madera
Imagen				
Espesor	2mm	2mm	2mm	5mm
Limite Fluencia		255 MPa	300 Mpa	40 MPa
Carga de Rotura		400 MPa	500 Mpa	50 Mpa
Precio plancha 1.2 m x 2.4 m (S/.)	Menor 220	200	560	180

4.3.4. SELECCIÓN DE COMPONENTES

Se seleccionarán los componentes necesarios para el subsistema del dispensador como sensores, actuadores y controladores.

4.3.4.1. ACTUADOR SONORO

Se observa en la Tabla 4.10 una comparación entre los distintos indicativos sonoros, de los cuales se eligió el más económico y con la misma funcionalidad que los demás, debido a que, de esa forma lograremos un equilibrio entre costo y calidad, maximizando el valor obtenido por cada unidad monetaria invertida. Esta decisión permite asignar los recursos ahorrados a otras áreas del proyecto.

Tabla 4.10
Comparación de actuadores sonoros

	Indicativo Sonoro			
	Requerimientos	Mini Speaker-Pc Mount Sparkfun	Electromagnetic Buzzer Pololu	Buzzer TMB12A05
Imagen				
Conexión	PWM	PWM	PWM	PWM
Voltaje de operación	5V	5V	5V	5V
Corriente Consumida	40Ma	35mA	60mA	40mA
Sonido	65dB	65dB	65Db	65dB
Precio (S/.)	Menor 25	12	22	6

4.3.4.2. MOTORES

En la Tabla 4.11, se compararán los distintos motores paso a paso disponibles en el mercado, de los cuales se elegirá el cual puede ofrecer el torque requerido para dispensar los productos, como tal es el caso del nema 23.

Tabla 4.11
Comparación de motores

	Motor Paso a Paso			
	Requerimientos	Nema 24 – 24CS22C-400	Nema 23 - 57HS76-3004A08-D21	Nema 34 - 86HS100-5004
Imagen				
Torque	0.799 Nm	31.6 kg.cm / 2.2 Nm	20 kg.cm / 1.96 Nm	68 kg.cm / 6.6 Nm
Diámetro de eje	8mm	8 mm	8 mm	14 mm
Ángulo por paso	1.8 grados	1.8 grados	1.8 grados	1.8 grados
Corriente por fase	0.5 A	4 A	3 A	5 A
Longitud del motor	50 - 80 mm	58 mm	76 mm	100 mm
Precio (S/.)	Menor 180	195	165	410

4.3.4.3. DRIVER MOTOR

En la Tabla 4.12 se elaboró la comparación de los drivers de motor, los cuales deben permitir controlar los motores paso a paso para el dispensado. De dicha comparación se desglosó la opción económica y la que permite controlar dos motores con un solo driver.

Tabla 4.12
Comparación de drivers de motor

	Driver Motor			
	Requerimientos	TB6612FNG / Importación	TB6612FNG / SparFun	TB6612FNG / Pololu
Imagen				
Capacidad máxima de entrega	Máximo 3.5 A	3.2 A	3.2 A	3 A
Voltaje de operación	5 – 12 V	4.5 V – 15 V	4.5 V – 15 V	4.5 V – 13.5 V
Consumo	2.5 mA	2.5 Ma	2.5 mA	2.5 mA
Precio (S/.)	Menor 20	15	18	12
Adicionales			Conector QWIC	

4.3.4.4. SENSOR PRESIÓN - FUERZA

Se observa en la Tabla 4.13 una comparación entre los distintos sensores de presión - fuerza, de los cuales se eligió el más económico y que tiene un rango que permite que el sistema detecte las prendas dispensadas.

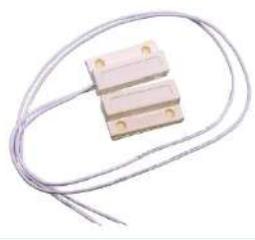
Tabla 4.13
Comparación de sensores de presión – fuerza

	Presión - Fuerza			
	Requerimientos	Interlink 402	Celda de carga 20 kg	Celad de carga 1 kg
Imagen				
Espesor	10 mm	0.45 mm	5 mm	15 mm
Voltaje	5 V	0V – 4.9V	5V	5V
Corriente	0.4 mA	0mA – 0.49mA	0.4 mA	0.3 mA
Peso Soportado	1 - 2 kg	2 kg	20 kg	1 kg
Precio (S/.)	Menor 45	40	13	16

4.3.4.5. SENSOR MAGNÉTICO

En la Tabla 4.14, se realiza la comparación entre los sensores magnéticos, los cuales permitirán saber cuando la puerta del dispensador se encuentra abierta, ya sea para carga o mantenimiento, entre estos, se elige el más económico, ya que ambos cuentan con la misma funcionalidad y requerimientos.

Tabla 4.14
Comparación de sensores magnéticos

	Magnético			
	Requerimientos	MC – 38	ALN – D026	
Imagen				
Material	Plástico	Plástico	Acero	
Distancia	10 mm	10 – 25 mm	10 – 20 mm	
Voltaje	5 V	5 V	5 V	
Corriente de trabajo	0.5 A	0.5 A	1 A	
Precio (S/.)	Menor 20	5	70	

4.3.4.6. MÓDULO DE COMUNICACIÓN

Se realizará la comparación entre los dispositivos de comunicación del sistema, como se puede observar en la tabla 4.15 con los componentes bluetooth, de los cuales se escoge el modelo intermedio, el cual se encuentra en el rango de los requerimientos.

Tabla 4.15
Comparación de módulos bluetooth

	Módulo Bluetooth			
	Requerimientos	HC – 06	HC - 05	HC - 08
Imagen				
Pines	4	4	6	4
Funcionalidad	Esclavo	Esclavo	Maestro – Esclavo	Esclavo
Rango de Comunicación	1 m	5 m	5 m	6 m
Bluetooth	2.0	2.0	2.0	4.0
Corriente	50 mA	50 mA	50 mA	50 mA
Voltaje	5 V	3 V – 5 V	3 V – 5 V	5 V
Precio (S/.)	Menor 45	25	22	40

4.3.4.7. MICROPROCESADOR

En este caso se puede observar en la tabla 4.16 la comparación de los distintos microprocesadores, de los cuales el más acertado a los requerimientos es el Raspberry Pi 3 Model A+ por su precio accesible y por contar con un mejor procesador.

Tabla 4.16
Comparación de microprocesadores

	Microprocesador			
	Requerimientos	Raspberry Pi 3 Model A+	Raspberry Pi Zero W	Raspberry Pi 3 Model B+
Imagen				
Dimensiones	70mm x 60mm	65mm x 56mm	66mm x 30.5mm	85.6mm x 56.5mm
Procesador	Cortex A53 – 1Ghz	Cortex-A53(ARMV8), 64 bit, 1.4Ghz	1 Ghz, Single Core CPU	Cortex – A53(ARMV7) 1.2Ghz
Cantidad de Pines	40	40	40	40
USB	Si	Si	Micro USB	Si
Corriente	400 mA	355 mA	300 mA	600 mA
Conectividad	Bluetooth 4.2	Wifi 2.4/5 GHz, Bluetooth 4.2	Wifi 2.4/5 GHz, Bluetooth 4.2	Wifi 2.4/5 GHz, Bluetooth 4.2
RAM	512 MB	512MB	512MB	1GB
Precio (S/.)	Menor 200	85	50	120

4.4.SISTEMA DE CONTROL

En la sección se va a presentar el diagrama de flujo para la correcta programación del controlador, para así poder llevar a cabo los procesos requeridos.

4.4.1. FLUJOGRAMA

En la Figura 4.17, se presenta el diagrama de flujo del sistema total, donde se visualiza a detalle cuál sería la lógica de control a programar para el correcto funcionamiento del sistema, además de las entradas externas y salidas del sistema necesarias para cumplir el proceso.

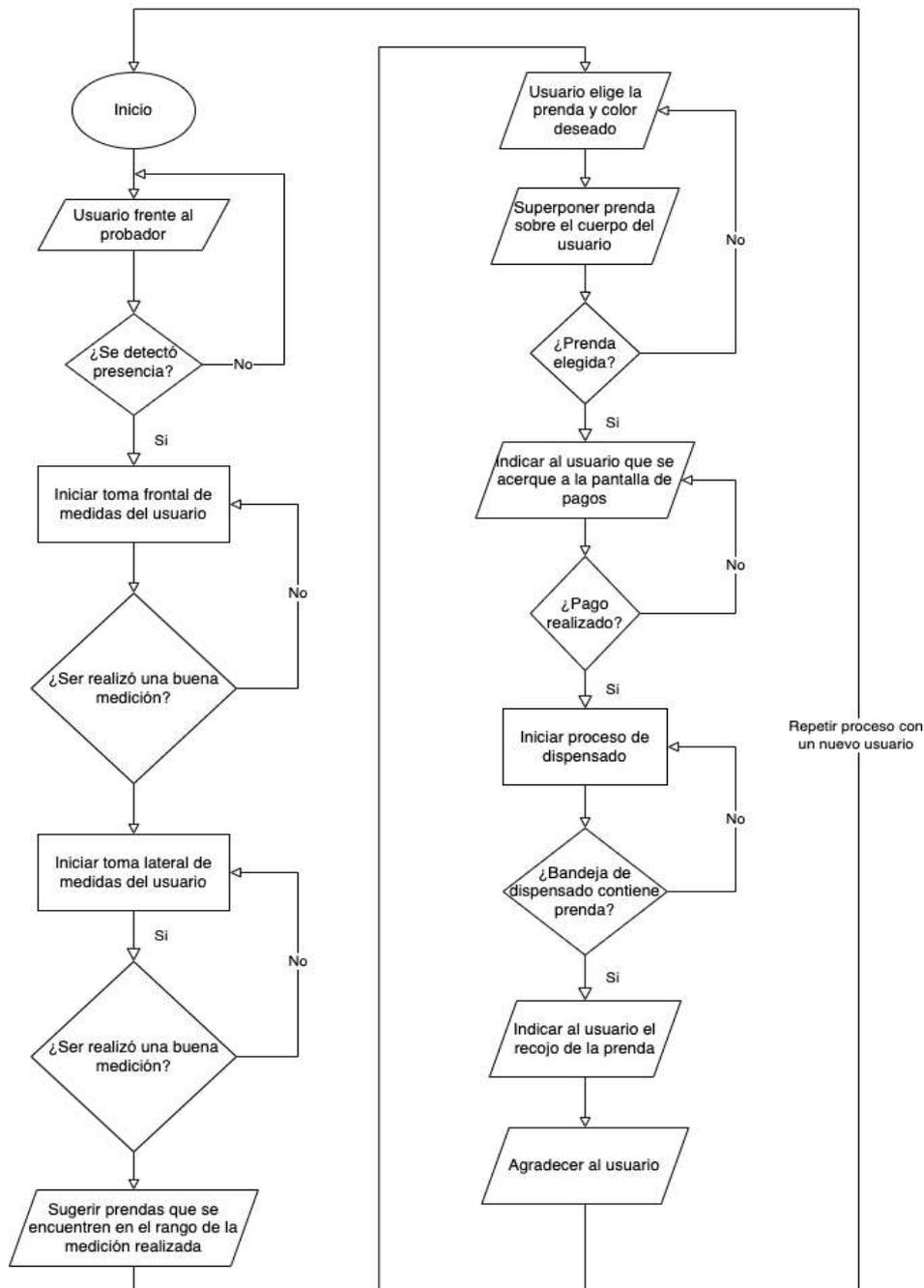


Figura 4.17. Diagrama del probador.

En la Figura 4.18 se detalla el diagrama de flujo para la carga de prendas y renovación de stock, la cual detectará la apertura de la puerta con un sensor magnético.

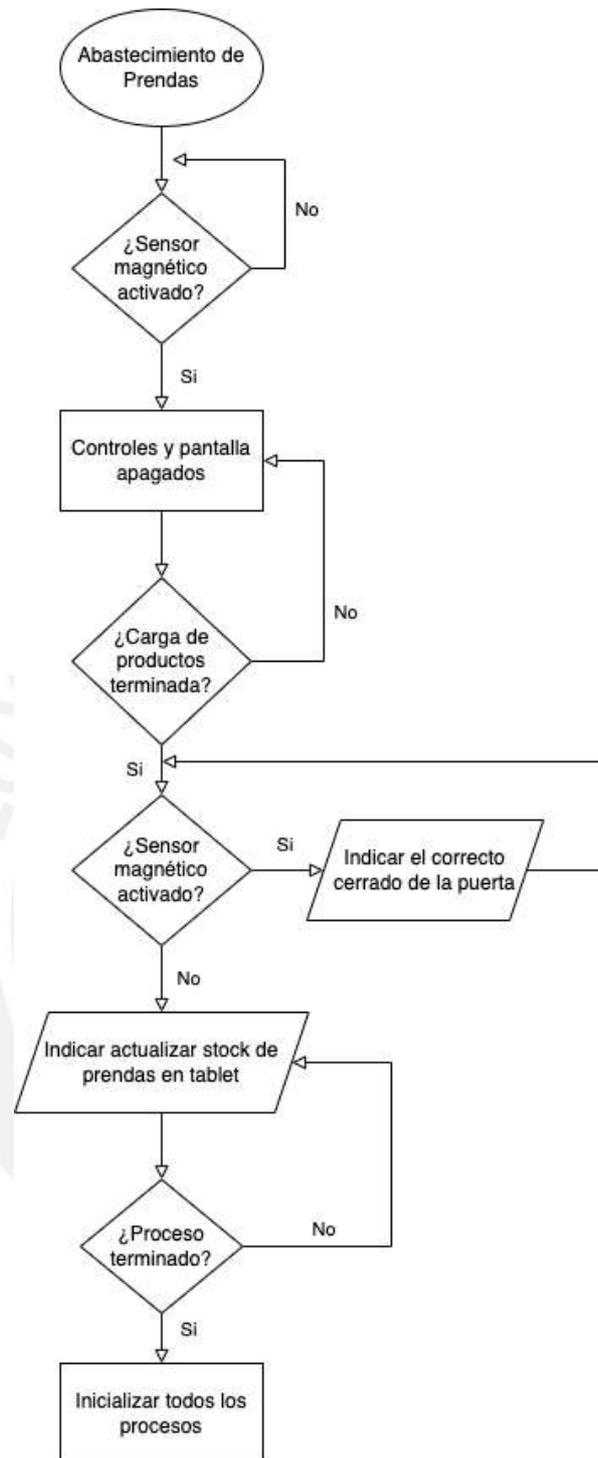


Figura 4.18. Diagrama de abastecimiento de prendas.

4.4.2. ESTRATEGIAS DE CONTROL

Las estrategias de control necesarias para el control de las variables serán de lazo cerrado debido a que se necesita conocer el constante estado del sistema a través de la realimentación de la salida.

Los controles de prenda dispensada visto en la Figura 4.19, se logran ya que se tiene referencias en las entradas como la posición de la prenda, que luego de ser procesadas por el controlador mandan las señales que permitan que las variables controladas estén en el estado deseado.

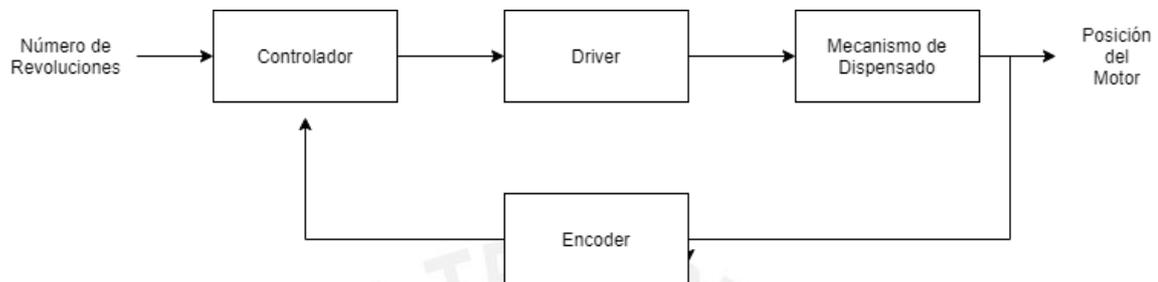


Figura 4.19. Estrategia de control para posición del motor.

4.5. DISEÑO ELECTRÓNICO

En la siguiente sección se procederá a mostrar los circuitos eléctricos en donde se representarán los distintos componentes y sus conexiones.

4.5.1. MOTOR PASO A PASO

Se observa en la Figura 4.20 las conexiones del driver del motor y el motor conectados entre sí y a la vez al microprocesador. Cabe resaltar que estas conexiones se repetirán 15 veces, ya que se cuenta con 15 motores paso a paso en el sistema.

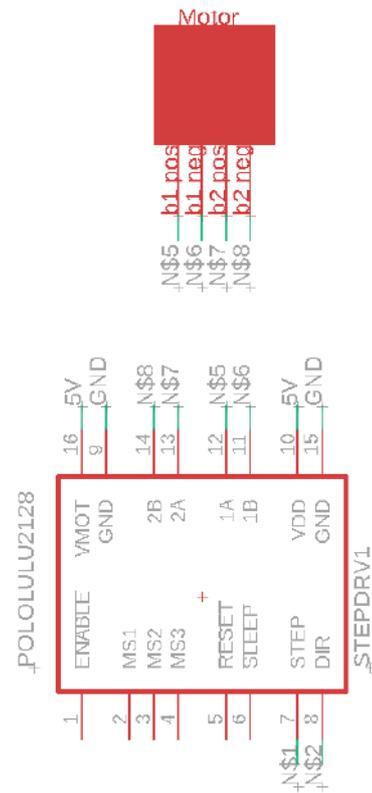


Figura 4.20. Motor paso a paso con Driver.

4.5.2. SENSOR PIR

Se observa en la Figura 4.21 las conexiones del sensor PIR al microcontrolador, este cuenta con una conexión de 5v, gnd y la señal.

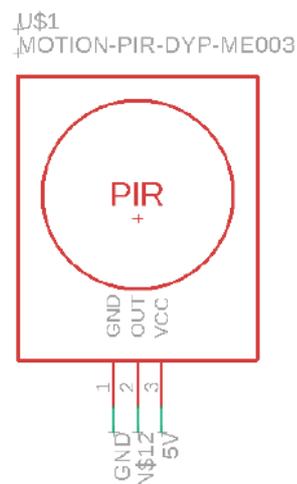


Figura 4.21. Conexión sensor PIR.

4.5.3. MÓDULO BLUETOOTH

Se observa en la Figura 4.22 las conexiones del módulo bluetooth al microcontrolador, este cuenta con una conexión de 5v, gnd y las señales de transmisión y recepción.



Figura 4.22. Conexión módulo bluetooth.

4.5.4. SENSOR PRESIÓN

Se observa en la Figura 4.23 las conexiones del sensor de presión al microcontrolador, este cuenta con una conexión de 5v, gnd y la señal conectada al pin 9.

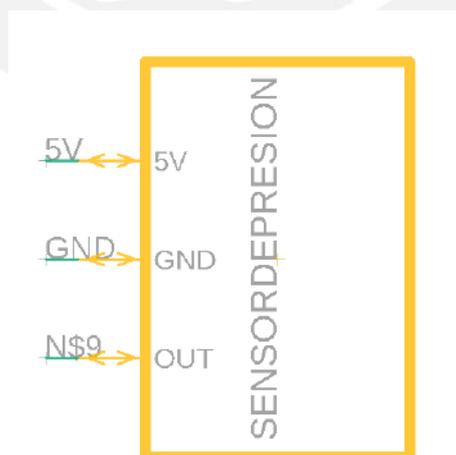


Figura 4.23. Conexión sensor presión.

4.5.5. SENSOR MAGNÉTICO

Se observa en la Figura 4.24 las conexiones del sensor magnético al microcontrolador, este cuenta con una conexión de 5v, gnd y la señal conectada al pin 10.



Figura 4.24. Conexión sensor magnético.

4.5.6. PANTALLA LED

Se observa en la Figura 4.25 las conexiones del sensor magnético a la misma placa, este cuenta con una conexión de 220v la cual contiene un transformador y la señal HDMI conectada a la misma entrada de la tarjeta.



Figura 4.25. Conexión pantalla led.

4.5.7. KINECT

Se observa en la Figura 4.26 las conexiones del Kinect a la misma placa, este cuenta con una conexión de 220v la cual contiene un transformador y la conexión Micro-USB conectada a la misma entrada de la tarjeta.



Figura 4.26. Conexión Kinect.

En la siguiente Figura 4.27, se muestran las conexiones en su totalidad. Estas conexiones se encuentran representadas por letras, para identificar cuál es el pin correcto al que va conectado.

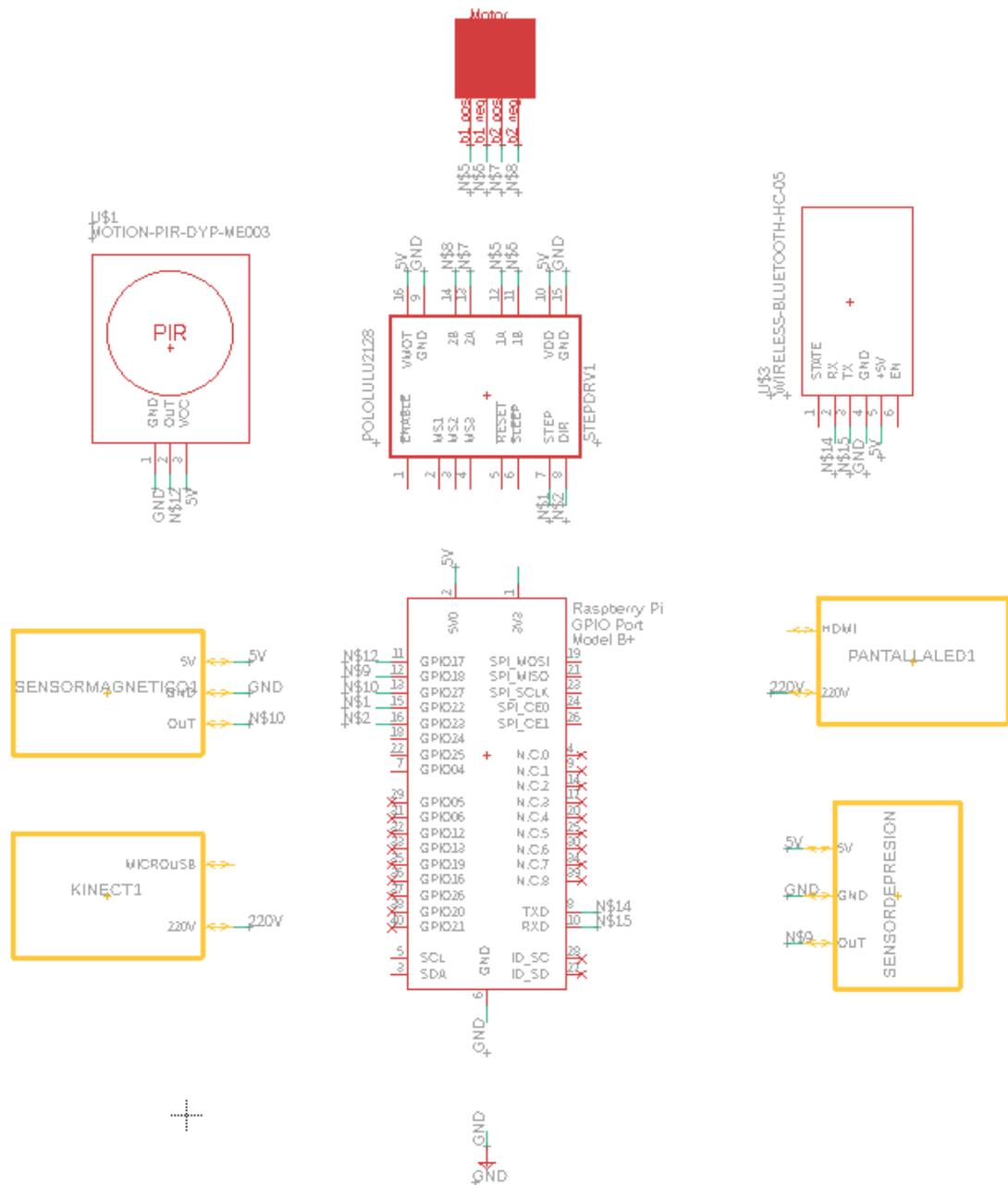


Figura 4.27. Conexión general.

4.6. PLANOS

Se adjuntará a través del anexo 4 los planos del sistema, los cuales se dividieron en dos tales como planos interiores y planos exteriores, estos se pueden observar en la Tabla 4.17.

Table 4.17
Tabla de planos

DISTRIBUCION DE PLANOS		
Planos Interiores		
Nombre	Código	Tamaño
Estructura Soldada	E01	A3
Dispensador	E02	A3
Carrete	D01	A3
Soporte Tornillo	D02	A3
Planos Exteriores		
Nombre	Código	Tamaño
Puerta Lateral	D03	A3
Puerta Trasera	D04	A3
Puerta Principal Soldada	E03	A3
Bandeja de Dispensado 1	D05	A3
Bandeja de Dispensado 2	D06	A3
Soporte de Interfaz de Pagos	D07	A3
Soporte de Sensor de Captura de Datos	D08	A3
Protector Lateral Pantalla	D09	A3
Protector Bajo Pantalla	D10	A3
Puerta Principal	D11	A3
Ensamble General	E04	A3

4.7. COSTOS

Se procederá a realizar una valuación de los distintos componentes, materiales, y costos de fabricación y software del sistema, para esto se solicitaron cotizaciones a distintos proveedores. Además, se analiza el desglose de estos gastos generados.

En la Tabla 4.18 se puede observar los costos de materiales para la fabricación de la estructura y puertas del sistema, tales como la plancha de acero y el tubo cuadrado, los cuales se encuentran en el Anexo 5.

Tabla 4.18
Tabla de costos de materiales

Costo de Materiales			
Nombre	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Subtotal (S/.)
Plancha Acero Laf 1.2 m x 2.4 m	6.5	150	975
Tubo cuadrado 1"	6	35	210
Total			1,185

En la Tabla 4.19 se puede observar los costos de fabricación del subsistema dispensador, tales como el carrete, puertas, estructura, etc. Estos suman un total de 1,531.5 soles, lo cuales se obtienen a través de una cotización adjuntada en el Anexo 6.

Tabla 4.19
Tabla de costos de fabricación

Costo de Fabricación			
Nombre	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Subtotal (S/.)
Carrete	15	34.7	520.5
Soporte Tornillo	15	5	75
Puerta Lateral	2	104	208
Puerta Trasera	1	104	104
Puerta Principal	1	170	170
Estructura	1	350	350
Tapa	1	104	104
Total			1,531.5

En la Tabla 4.20 se puede observar los costos de componente necesarios para el sistema, tales como el Kinect, sensores, pantalla, motores, etc. Estos suman un total de 4,940 soles, lo cuales se obtienen a través de una cotización adjuntada en el Anexo 7.

Table 4.20
Tabla de costos de componentes

Costo de Componentes			
Nombre	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Subtotal (S/.)
Kinect V2	1	900	900
Sensor PIR	1	15	15
Pantalla Led	1	800	800
Raspberry Pi 3	1	300	300
Polulo Driver	15	15	225
Buzzer TMB12A05	1	10	10
Nema 23	15	135	2025
Celda de Carga 20kg	1	10	10
Sensor Magnético	1	30	30
Bluetooth HC-05	1	25	25
Tablet Samsung	1	600	600
Total			4,940

En la Tabla 4.21 se puede observar los costos de software e implementación necesarios para desarrollar el subsistema probador, el cual se encuentra en el Anexo 8.

Table 4.21
Tabla de costos de software

Costo de Software			
Nombre	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Subtotal (S/.)
Reconocimiento y Procesamiento de Imagen	1	3500	3500
Implementación	1	1000	1000
Total			4,500

En la Tabla 4.22 se puede observar la suma de los costos totales generados para la elaboración del proyecto, estos dan un total de 12,156.5 soles.

Table 4.22
Tabla de costo totales

Costo de Materiales	1,185
Costo de Fabricación	1,531.5
Costo de Componentes	4,940
Costo de Software	4,500
Costo Total	S/. 12,156.5

A través de las tablas mostradas y en especial la Tabla 4.22, se observa que el monto total obtenido se puede representar en 12,156.5 soles, el cual incluye los costos de fabricación e implementación del sistema ya en funcionamiento, a este monto, también es posible agregarle los gastos de publicidad y costos de ventas en caso se desee comercializar en el mercado.

CAPÍTULO 5

VALIDACIONES

En este capítulo, se procederá a mostrar las simulaciones del sistema en donde se dividirá en dos, simulación del dispensador y simulación del probador virtual, en las cuales se realizarán distintos métodos para obtener un análisis preciso con validez real.

5.3. SIMULACIÓN DEL DISPENSADOR

Para esta etapa se simularon dos escenarios a través del programa Autodesk Inventor, el primero mostrado en la Figura 5.1, se representó la estructura sin las puertas y con los dispensadores, los cuales soportaron el peso distribuido posicionando su promedio en la mitad con una fuerza de 20N por dispensador indicando un factor de seguridad de 15 y un esfuerzo máximo de 32.92 MPa

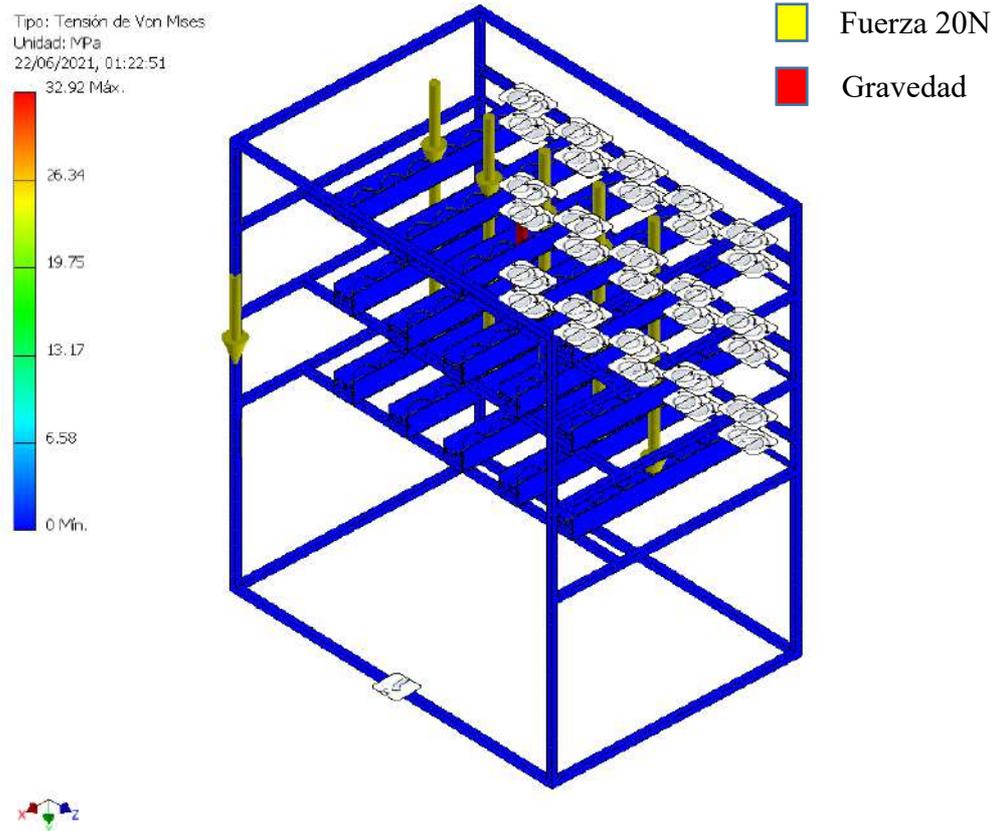


Figura 5.1. Simulación dispensadores.

En la segunda simulación mostrada en la Figura 5.2 y 5.3, se puede observar que se toma en consideración las puertas, tapas y fuerzas generadas por estos, brindando un esfuerzo máximo de 32.92 MPa y un factor de seguridad de 6.29. Esto especifica, que el dispensador es capaz de soportar un peso mayor al que se le está aplicando, evitando inconvenientes o errores humanos al momento de la manipulación.

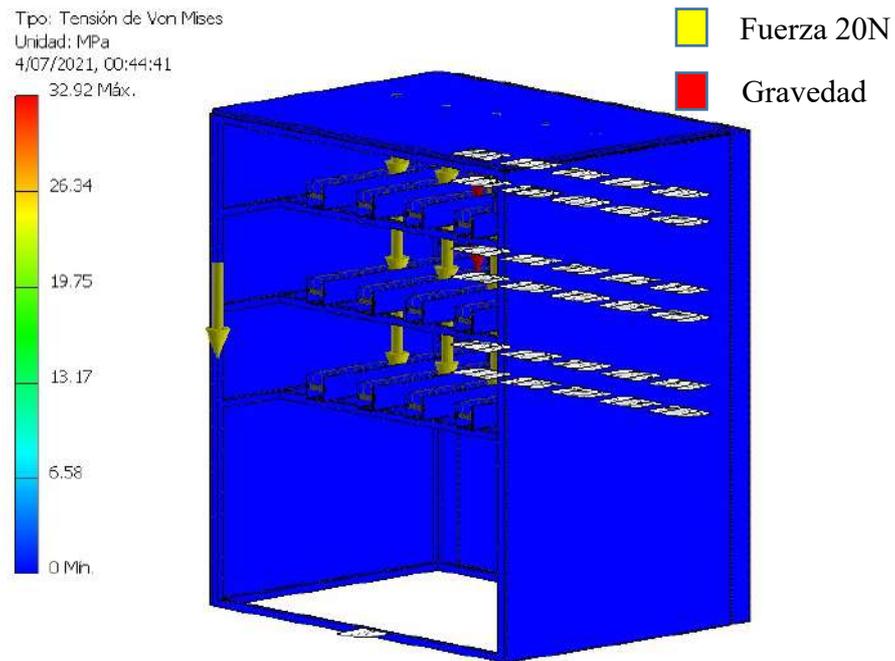


Figura 5.2. Simulación esfuerzo máximo.

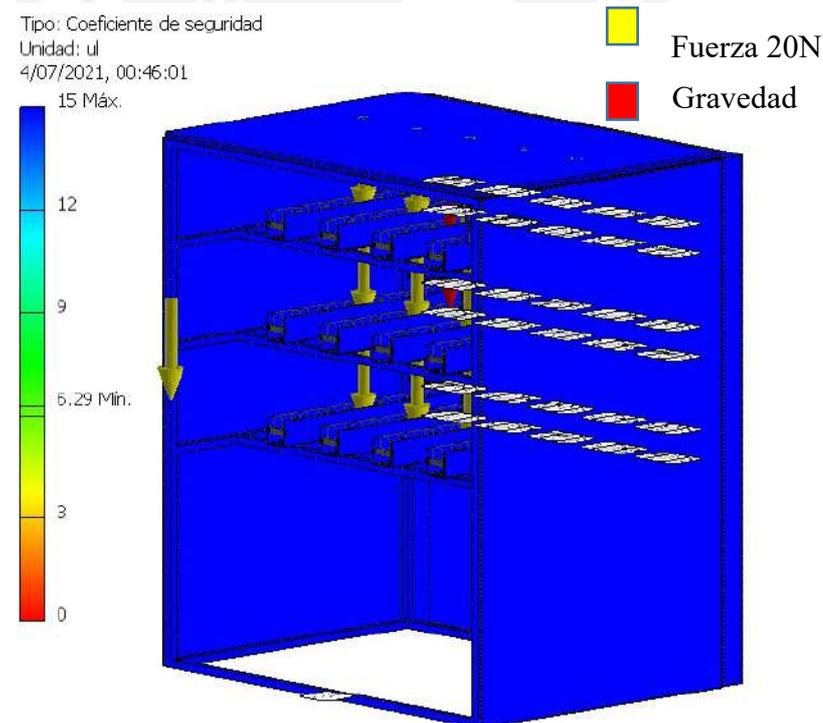


Figura 5.3 Simulación factor seguridad.

5.4. SIMULACIÓN DEL ASIGNADOR DE TALLAS

En primer lugar, a través del Kinect y Unity, junto con librerías agregadas al proyecto, se logró proyectar el esqueleto seguidor para poder captar los movimientos del cuerpo, observar la Figura 5.4 y 5.5. La finalidad es brindar una trayectoria a la prenda superpuesta.



Figura 5.4. Posicionamiento esqueleto.

En segundo lugar, se realizarán los cálculos de medidas del cuerpo. Para esto, el Kinect brindará la posición de los píxeles en cada articulación del esqueleto, en este caso si deseamos probarnos un short, el Kinect nos brindará las medidas desde la cadera a la rodilla para medir la altura a través de la fórmula (1), obteniendo como resultado la distancia de $d = 35$ cm.

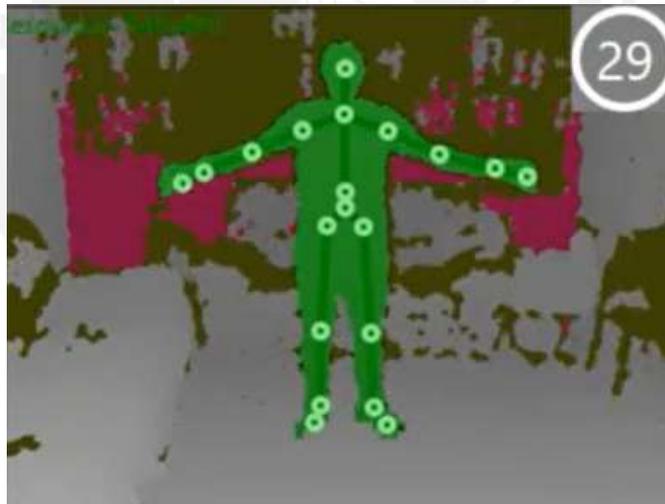


Figura 5.5. Análisis profundidad.

Además, se obtendrán las demás medidas que serán ingresadas en el software para así realizar los demás cálculos. Estos se calculan a través de programación presentado en la Figura 5.6.

```

double distanciaCaderaRodilla;
double distanciaCaderaExtremoCentro;
double distanciaCaderaExtremoProfundidad;
double distanciaRodillaExtremoProfundidad;
double distanciaFrontalCentroExtremoCadera;

double radioMayor, radioMenor, perimetro;

void obtenerMedidaCadera();
void obtenerTalla();
void obtenerDistanciaCaderaRodilla();
void convertirPixelesCm();

void main()
{
    obtenerDistanciaCaderaRodilla();

    //Datos obtenidos por el kinect
    distanciaCaderaRodilla = 35.0;
    distanciaCaderaExtremoCentro = 10.0;
    distanciaCaderaExtremoProfundidad = 12.0;
    distanciaRodillaExtremoProfundidad = 5.0;
    distanciaFrontalCentroExtremoCadera = 7.5;

    obtenerMedidaCadera();
}

```

Figura 5.6. Medidas como entradas.

Luego, a través del sensor de profundidad, el cual se muestra en color verde, y teniendo en cuenta las posiciones en la cual se encuentran las articulaciones y el cambio de profundidad, se calculan las distancias y, a través de la fórmula (2), se obtiene el perímetro de la elipse dando como resultado $p = 98.362$ cm como el mostrado en la Figura 5.7 y 5.8.

```

void obtenerMedidaCadera(void)
{
    radioMayor = distanciaCaderaExtremoCentro + distanciaCaderaExtremoProfundidad;
    radioMenor = distanciaFrontalCentroExtremoCadera;

    perimetro = 3.1416 * (3 * (radioMayor + radioMenor) - sqrt(((3 * radioMayor) + radioMenor) * (radioMayor + (3 * radioMenor))));

    std::cout << "La Medida de la cadera es \n";
    std::cout << perimetro;

    obtenerTalla();
}

void obtenerTalla(void)
{
    if (perimetro > 75 && perimetro <= 90) {
        std::cout << "\n Tu talla es S \n";
    } else if (perimetro > 90 && perimetro < 115) {
        std::cout << "\n Tu talla es M \n";
    }
}

```

Figura 5.7. Obtención de tallas.

```

La Medida de la cadera es
98.362
Tu talla es M

```

Figura 5.8. Resultados.

Se realizó el mismo procedimiento con dos personas más para poder obtener su talla específica según medida y análisis. En la Figura 5.9 se muestra la primera persona analizada junto con su resultado obtenido de talla S. En la Figura 5.10 y 5.11, se muestran el resultado de las otras dos personas, cada una con un resultado diferente.

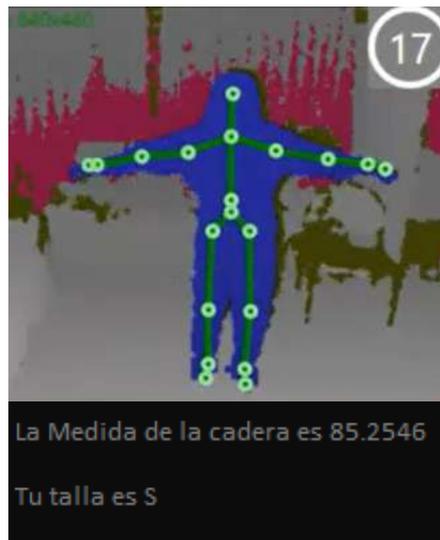


Figura 5.9. Resultados de prueba 1.



Figura 5.10. Resultados de prueba 2.



Figura 5.11. Resultados de prueba 3.

Con los datos obtenidos y las tablas de las tallas de las prendas, se puede filtrar la talla sugerida para el usuario para proceder con el siguiente y último paso en el cual el sistema

sugerirá las prendas y posicionará estas en el cuerpo de la persona, tal como se visualiza en la Figura 5.12.

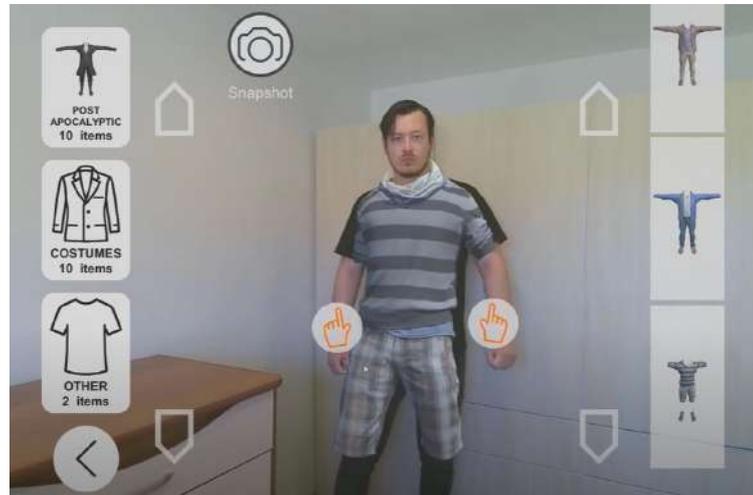
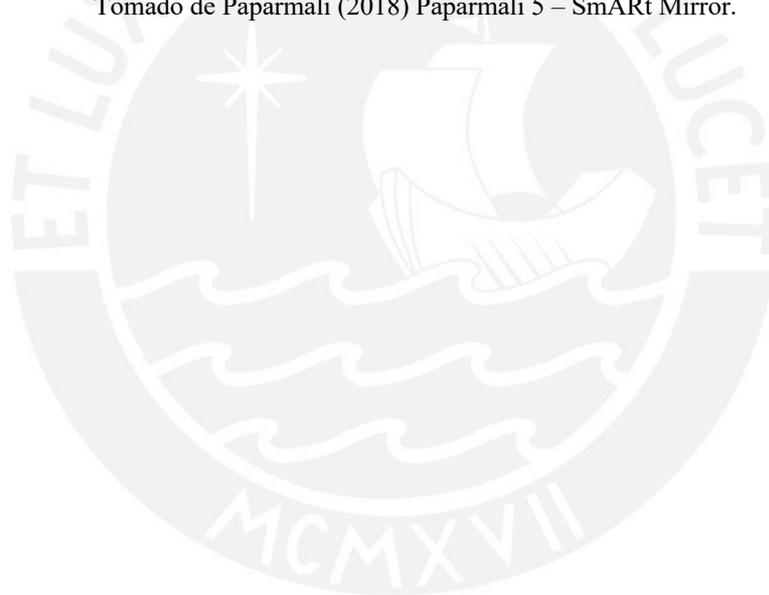


Figura 5.12. Superposición de prendas.
Tomado de Paparmali (2018) Paparmali 5 – SmARt Mirror.



CONCLUSIONES

Se desarrolló y validó el reconocimiento virtual de medidas que permitió obtener las tallas de las personas a través de mediciones con el sensor Kinect de profundidad y los píxeles reconocidos, comparándolos con distancias reales y acercándolo a medidas verídicas a través de prendas virtualizadas según talla para la correcta selección.

Se realizó una selección de componentes, a partir de los cuales se seleccionó el Kinect v2.0 para la toma de datos, el sensor PIR HC-SR501 para detectar la presencia del usuario, el iMira 2 para mostrar el usuario con la prenda superpuesta, la Tablet Samsung para permitir el pago de los productos, el motor nema 23 para el dispensado de las prendas, así como otros componentes, materiales y software, con la finalidad de elegir la mejor opción en calidad, precio y requerimientos del sistema, el cual se encuentra resaltado en las tablas mostradas.

Se realizaron simulaciones del subsistema dispensador para evaluar las fuerzas y la resistencia de la estructura que soportarán los distintos componentes, obteniendo una resistencia de 32.92 MPa y un factor de seguridad de 6 lo cual indica que el subsistema soportará el peso indicado durante la operación. También se realizó una simulación del subsistema probador virtual para la obtención de las medidas del cuerpo y tallas de las tres personas evaluadas para así superponer las prendas en tiempo real obteniendo un porcentaje del 100 %, esto se logró a través de la comparación con una tabla de tallas ya definidas.

Se desarrolló un análisis de costos obtenidos a través de cotizaciones reales del mercado para obtener un estimado de presupuesto para elaboración del proyecto, lo cual reflejó que el costo total de fabricación e implementación del sistema es de 12,156.5 soles, el cual refleja un costo un poco elevado para los requerimientos del sistema, el cual se deseaba que estuviera bajo los 8000 soles, también se debe de tener en cuenta que es necesario agregar costos de ventas, publicidad y ganancias. Esto implicaría realizar un estudio de mercado para evaluar la viabilidad costo – beneficio.

RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES

Para superponer las prendas en el cuerpo de las personas, se utilizará el software de Paparmali, el cual se adaptará al sistema utilizando el algoritmo de obtención de tallas, esto permitirá desarrollar el proyecto de manera óptima y eficientemente.

Las prendas que se utilizarán en el proyecto, deben de ser lo más delgadas posible para que puedan ocupar el espacio de los tubos contenedores, los cuales se dispensaran junto con las prendas.

Se recomienda que el sistema se posicione en lugares con amplio tránsito de personas y dentro de zonas seguras, ya que contiene elementos de valor, los cuales pueden ser usurpados.

Se recomienda realizar estudios de mercado para evaluar la viabilidad del proyecto, teniendo en cuenta los análisis de costo y beneficio, ya que desde la vista financiera, se tendría que invertir más de lo esperado.

Es posible que a través de los años se presenten en el mercado nuevas actualizaciones del software, por esa razón se recomienda estar al día con las noticias y últimos avances tecnológicos que se puedan agregar al proyecto para hacer más divertida la experiencia del usuario.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Ulloa, A. (2018). Estrategias más relevantes que incurren los centros comerciales del sur de Quito para la fidelización de sus clientes. *Revista Publicando*, 5(14), 67-80. <https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/1088>
- [2]. Villalba, R., Medina, R., & Abril, J. (2017). El marketing como estrategia para la fidelización del cliente. *Polo del Conocimiento*, 2(6), 1259-1268. <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v2i6.198>
- [3]. Ortiz, E. (2020). *Diseño de un probador que permita gestionar la ropa probada* [Tesis de pregrado, Universitat Jaume I]. Repositori UJI. <https://repositori.uji.es/xmlui/handle/10234/191448>
- [4]. Pierrend, S. (2020). La fidelización del cliente y retención del cliente: tendencia que se exige hoy en día. *Gestión en el Tercer Milenio*, 23(45), 5–13. <https://doi.org/10.15381/gtm.v23i45.18935>
- [5]. Fitnect. (2020). *AR Virtual Dressing Room*. <https://www.fitnect.com/>
- [6]. Iconica. (2018). *Probador virtual 3D*. <http://www.iconica.com.uy/mirror/index.html>
- [7]. Visualook. (2020). *Probador virtual Visualook*. <http://visualook.com/es/>
- [8]. Asus. (2023). *Xtion PRO – Support*. https://www.asus.com/supportonly/xtion%20pro/helpdesk_download/
- [9]. Duque, E. (2015). *Kinect V2 Toward a brand-NUI World*. Edwinnui. <https://edwinnui.wordpress.com/tag/kinect-v2/>
- [10]. Microsoft Azure. (2023). *Azure Kinect DK: desarrollo de modelos de IA*. <https://azure.microsoft.com/es-es/products/kinect-dk/>
- [11]. Alibaba. (2020). *AFEN shoes vending dispenser fitness leggings slipper vending machine for sale in hotel sneaker vending machine*. https://www.alibaba.com/product-detail/AFEN-Shoes-Vending-Dispenser-Fitness-Leggings_1600640827282.html?spm=a2700.7724857.0.0.403a2ee9BX2uD2
- [12]. La Fábrica de Software. (2023). *Dispensadora de ropa, uniformes y pijamas*. <https://lafabricadesoftware.es/dispensadora-de-ropa/>
- [13]. Boaya. (2017). *Dispensador automático de ropa B2K Uniform System*. <https://boaya.es/es/dispensacion-y-gestion/b2k-uniform-system.html>
- [14]. Mercado Pago. (2023). *Mercado Pago, hacemos que cobrar y pagar no tenga límites*. <https://www.mercadopago.com.pe/>

- [15]. PayPal. (2023). *PayPal, la forma fácil y segura de enviar y recibir pagos en línea*. <https://www.paypal.com/pe/home>
- [16]. Pay-me. (2022). *Pay-me – Pasarela para pagos en línea*. <https://pay-me.com/>
- [17]. Tecnología 21. (2011). *Cómo funciona Kinect*. <https://tecnologia21.com/video-funciona-kinect>
- [18]. Cerezo, C., & Farfán, F. (2014). *Motion control computing Kinect* [Diapositivas de presentación]. <https://es.slideshare.net/FrederickFarfn/motion-control-computing-kinect>
- [19]. Latinpymes. (2023). *Dispensadores de ropa cambiarán el negocio de la moda*. <https://www.latinpymes.com/dispensadores-de-ropa-cambiaran-el-negocio-de-la-moda/>
- [20]. Nexar. (2023). *Probador Virtual*. <https://www.nexar.cl/soluciones/marketing-digital-interactivo/probador-virtual/>
- [21]. Perú Retail. (2012). *Tendencia en tiendas de ropa*. <https://www.peru-retail.com/tendencias-en-tiendas-de-ropa-en-lima-quien-las-aprovechara/>
- [22]. Schiffman, L., & Kanuk, L. (2010). Capítulo 15: Más allá de la toma de decisiones del consumidor. En *Comportamiento del consumidor* (10.^a ed., p. 460). Pearson Educación. <https://psicologadelconsumidor.files.wordpress.com/2016/04/comportamiento-del-consumidor-schiffman-10edi.pdf>
- [23]. Hybridart. (2021). *Kinect y cámaras de profundidad y tracking compatibles con Isadora 3 - hybridart*. <https://hybridart.net/kinect-camaras-de-profundidad-y-tracking-compatibles-con-isadora-3/>
- [24]. Morales, A. (2019). El servicio al cliente como estrategia competitiva. *Revista Colombiana De Ciencias Administrativas*, 1(1), 8–20. <https://doi.org/10.52948/rcca.v1i1.39>
- [25]. Bernat Requena Serra. (2014). *Perímetro de una elipse*. Universo Formulas. <https://www.universoformulas.com/matematicas/geometria/perimetro-elipse/>
- [26]. DARetail. (2017). *Fortalezas y debilidades en las tiendas físicas según los consumidores*. <https://www.distribucionactualidad.com/fortalezas-debilidades-las-tiendas-fisicas-segun-los-consumidores/>
- [27]. Sensormatic News Desk. (2022). *Comprensión de nuestro compromiso con el retail sostenible*. https://www.sensormatic.com/es_es/resources/ar/2022/sustainability-blog

- [28]. Ripka, P. (2002). Magnetic Sensors and Magnetometers. *Measurement Science and Technology*, 13(4), 645. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/0957-0233/13/4/707>
- [29]. AliExpress. (2017). *MOOL 4pc HC-ST501 Small PIR Sensor Module Infrared Body/Motion Sensing*. <https://es.aliexpress.com/i/32908786868.html>
- [30]. Naylamp Mechatronics. (2021). *Sensor Ultrasonido HC-SR04*. <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>
- [31]. Geek Factory. (2023). *Cámara OV7670*. <https://www.geekfactory.mx/tienda/sensores/camara-ov7670/>
- [32]. Enciclopedia Humanidades. (2018). *Madera: composición, estructura, usos y características*. <https://humanidades.com/madera/>
- [33]. Comasa. (2021). *Planchas y bobinas LAF*. <https://comasa.com.pe/productos/planchas-y-bobinas/planchas-y-bobinas-laf/>
- [34]. López, C. (2019). *El aluminio, al desnudo: por qué tantos dispositivos de gama alta apuestan por este material*. Xataka. <https://www.mipsa.com.mx/dotnetnuke/Sabias-que/Que-es-aluminio>
- [35]. Espinar, I. (2019). *Buzzer: todo sobre este dispositivo para emitir sonido*. Hardware libre. <https://www.hwlibre.com/buzzer/>
- [36]. Jiménez, C. (2017). *Los probadores virtuales: la nueva arma de comercio de las tiendas web*. Gestión TPV. <https://www.gestiontpv.com/blog/los-probadores-virtuales-la-nueva-arma-de-comercio-de-las-tiendas-web>
- [37]. Garduño, M., Morales, A., Morales, L., & Osornio, R. (2014). *Determinación de parámetros dimensionales en imágenes de líneas gravitacionales de referencia postural por medio de un sensor Kinect*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/288994171_Determinacion_de_parametros_dimensionales_en_imagenes_de_lineas_gravitacionales_de_referencia_postural_por_medio_de_un_sensor_kinect
- [38]. Academia Montesino. (2018). *Perímetro de una elipse*. <https://academiamontesino.com/2018/08/15/perimetro-de-una-elipse/>
- [39]. Pérez, H., & Sánchez, A. (2019). *Modelo tecnológico de Virtual Try-On para la mejora de experiencia del usuario en la decisión de compra online para el sector moda* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628157/P%C3%A9rez_MH.pdf?sequence=3

- [40]. Indimetal SAC. (2022). *Indimetal SAC: Innovaciones y diseños en metal S.A.C.*
<https://indimetalsac.com/#seccion2>
- [41]. Universidad Peru. (2015). *Electro S.A.C.*
<https://www.universidadperu.com/empresas/electro.php>
- [42]. Antonio, J. (2014, March 28). *Así es Kinect 2.0 para Windows en PC.* Computer Hoy. <https://computerhoy.com/noticias/hardware/asi-es-kinect-20-windows-pc-10937>
- [43]. Mastertronic Ventas. (2020). *Sensor módulo PIR HC-SR501.*
<https://mastertronicventas.com/index.php/producto/sensor-modulo-pir-hc-sr501/>
- [44]. iMira Us. (2015). *iMira 2, Smart sleek & simple.* <https://www.imira.us/>
- [45]. Speed Logística y Servicios S.A.C. (2021). *Planchas LAF.*
<https://www.sls.com.pe/PLANCHAS-LAF/605010>
- [46]. Mobiliario Net. (2019). *Corte de planchas.* <https://mobiliario.net.pe/corte-de-planchas/>
- [47]. CyberMarket. (2019). *Samsung Galaxy Tab A 10.1" 32GB, SM-T510, Wi-Fi.*
<https://www.cybermarket.pe/p/samsung-galaxy-tab-a-10-1-sm-t510/>
- [48]. Amazon Web Services. (2023). *MySQL, Most Popular Open-Source Relational Database.* <https://aws.amazon.com/es/rds/mysql/what-is-mysql/>
- [49]. Sandorobotics. (2022). *Zumbador (Buzzer) Activo – TMB12A05.*
<https://sandorobotics.com/producto/tmb12a05/>
- [50]. CPDXK Linear Motion Store. (2023). *Stepper motor NEMA23 76mm 3.0A 2N.m 57HS76-3004A08-D21-05.* <https://cpdxkcnc.com/stepper-motor-nema23-76mm-30a-2nm-57hs76-3004a08-d21-05-p0569.html>
- [51]. Novatronic. (2023). *TB6612FNG Driver para motor DC.*
<https://novatronic.com/index.php/product/tb6612fng-driver-para-motor-dc/>
- [52]. Electronica HI-FI S.A.C. (2023). *Sensor de Celda de Carga 20 kilos miniatura.*
<https://hifisac.com/shop/wss-20kg-sensor-de-celda-de-carga-20-kilos-miniatura-3076>
- [53]. Naylamp Mechatronics. (2021). *Módulo Bluetooth HC06.*
<https://naylampmechatronics.com/inalambrico/24-modulo-bluetooth-hc06.html>
- [54]. Raspberry Pi. (2014). *Raspberry Pi 3 Model A+.*
<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-a-plus/>

- [55]. Paparmali. (2018). *Paparmali 5 – SmARt Mirror – Kinect 2/Azure Kinect DK Body Tracking*. <https://www.paparmali.com/>



ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de la lista de Exigencias

Tabla A5.1. Lista de requerimientos.

LISTA DE REQUERIMIENTOS	
Deseo o exigencia	Exigencia
	1. Geometría:
E	Alto x Ancho x Fondo: 1800 mm x 1100 mm x 1500 mm
E	Pantalla del probador del tamaño de un televisor de 55 pulgadas (1200 mm x 685 mm x 100 mm) permitiendo la visualización correcta del usuario.
E	Pantalla para Pagos: Dimensiones de 200 mm x 150 mm x 15 mm en la parte superior derecha del dispensador de forma centrada, al lado derecho del probador.
E	Bandeja de Recepción de la Prenda: Dimensiones de 300 mm x 300 mm x 300 mm en la parte inferior derecha del dispensador de forma centrada, al lado derecho del probador y debajo de la pantalla de pagos.
E	Dispensador Unitario: Dimensiones de 300 mm x 300 mm x 1150 mm, estos se colocarán dentro de la estructura del dispensador y se encargarán de despachar cada producto.
E	Contenedor de Ropa: Dimensiones de 200 mm x 70 mm x 70 mm contendrá la prenda de vestir a dispensar
	2. Cinemática:
E	Velocidad del Dispensador Unitario de 0.10 m / s.
	3. Fuerzas:
E	Peso máximo cada prenda: 500 gr
E	Peso máximo sistema unitario dispensado: 7 kg
E	Peso máximo del dispensador: 210 Kg
E	Peso máximo del probador: 25 Kg
	4. Alimentación Energía:
E	Carga del dispensador, del probador y del sistema mediante 220 V AC – 60 Hz
	5. Materiales:
E	Estructura de metal de plancha galvanizada para mayor seguridad y que cumpla con los requerimientos de geometría y fuerzas previamente mencionados
E	Vidrio protector anti empañamiento para protección y buena

	visualización
	6. Señalización
E	Señalización de producto seleccionado
E	Señalización de pago aceptado
D	Señalización de despacho de producto
D	Señalización de producto entregado
D	Señalización de fallas ocasionadas inesperadamente
	7. Control:
E	Velocidad dispensador
E	Cantidad de productos disponibles
E	Producto despachado
	8. Seguridad:
D	Protección o envase de cada producto
E	Protección de datos del cliente para pago
E	Protección antirrobo
E	Aislamiento de circuitos eléctricos a clientes.
E	Estructura eléctrica conectada a tierra y con una llave diferencial y térmica.
	9. Costo
D	Costo máximo 8000 soles
	10. Uso:
E	Tiendas por departamento
D	Centros comerciales
	11. Mantenimiento
E	Dispensador de fácil desmontaje
E	Facilidad a la hora de reemplazo de partes
E	Superficies de fácil limpieza
	12. Software
E	Versión mínima Windows 8
E	Versión mínima OS(para compatibilidad): Android 4.3.1
E	Plataforma de pagos en tiempo real
	13. Comunicación
E	Comunicación por cable de datos
D	Comunicación por bluetooth mínima distancia de 1 metros

D	Protocolo de conexión a dispensador
D	Conexión directa a plataforma de pagos
	14. Electrónica
E	Una cámara de detección
D	Dos sensores infrarrojos
D	Dos micrófonos con buena calidad de recepción
E	Un sensor de profundidad
E	Motores de rápido accionar
E	Sensor de distancia
E	Microcontrolador con múltiples pines



ANEXO 2: Matriz Morfológica

Tabla 5.2: Matriz morfológica del subsistema de captura de datos

	DOMINIO	FUNCION PARCIAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
SUBSISTEMA CAPTURA DE DATOS	SENSORES	Captura de datos	 Proyección de luz estructurada	 Cámara estereoscópica / cámara de profundidad	

Tabla 5.3: Matriz morfológica del subsistema de probador virtual

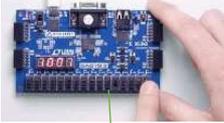
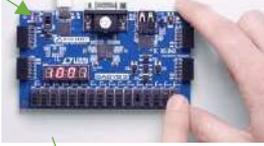
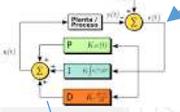
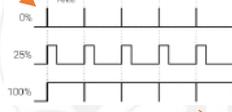
	DOMINIO	FUNCION PARCIAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
SUBSISTEMA PROBADOR VIRTUAL	CONTROL	Procesar información de sensores	 Microcontrolador	 Placa Computadora (Microprocesador)	 FPGA
	SENSORES	Detectar presencia de usuario	 PIR	 Ultrasonido	 Cámara
	COMUNICACIÓN	Enviar y recibir datos	 Módulo Wifi	 Módulo Bluetooth	
	INTERFAZ	Estado de prenda sugerida	 Pantalla LED	 Pantalla LCD	 Pantalla PC
	BASE DE DATOS	Base de datos de las prendas	 Firebase Realtime Database	 Amazon Web Services	 SQLServer
	ELÉCTRICO	Acondicionamiento eléctrico – disminución de tensión	 Transformador clásico 220VAC – Voltaje necesario	 Autotransformador 220VAC – Voltaje necesario	

Tabla 5.4: Matriz morfológica del subsistema de dispensado

		DOMINIO	FUNCIÓN PARCIAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
SUBSISTEMA DISPENSADOR	ACTUADORES	Accionar sistema de dispensado		 Motor DC	 Motor paso a paso	 Servomotor
		Emitir sonido de alerta		 Zumbador	 Altavoz	
	CONTROL	Procesar dispensado		 Microcontrolador	 Placa Computadora (Microprocesador)	 FPGA
		Controlar		 PID	 PWM	 On/Off
		SENSORES	Detectar stock de prendas		 Sensor de presión	 Ultrasonido
	Detectar producto en bandeja para recoger			 Sensor de presión	 Ultrasonido	 Cámara
	Detectar carga de prendas			 Sensor magnético	 Ultrasonido	 PIR
	COMUNICACIÓN	Enviar y recibir datos		 Módulo Wifi	 Módulo Bluetooth	

ELÉCTRICO	Acondicionamiento eléctrico – disminución de tensión	 Transformador clásico 220VAC – Voltaje necesario	 Autotransformador 220VAC – Voltaje necesario		
	ESTRUCTURAL	Sujetar y proteger componentes	 Aluminio	 Acero LAF	 Madera
		Almacenar producto dispensado	 Aluminio	 Acero LAF	 Madera
		Dispensar producto	 Tornillo sin fin	 Palanca	

Tabla 5.5: Matriz morfológica del subsistema de pago

	DOMINIO	FUNCIÓN PARCIAL	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
SUBSISTEMA DE PAGO	COMUNICACIÓN	Enviar y recibir datos	 Módulo Wifi	 Módulo Bluetooth	
	INTERFAZ	Interacción usuario máquina	 Tablet	 Smartphone	 PC
	Eléctrico	Acondicionamiento eléctrico – disminución de tensión	 Transformador clásico 220VAC – Voltaje necesario	 Autotransformador 220VAC – Voltaje necesario	

ANEXO 3: Concepto solución

Concepto solución 1

Para la solución 1, se tiene una estructura de aluminio, la cual se utilizará para sujetar todos los componentes del proyecto. Además, se contará con un microcontrolador como el Arduino, junto con distintos dispositivos como ultrasonido, motores DC, altavoces, cámaras, sensores PIR, módulo wifi para la comunicación, pantalla LCD para el probador virtual, Firebase para la base de datos, un Smartphone para la interfaz y un autotransformador para otorgar la energía necesaria al proyecto, esto se puede observar en la Figura 3.13 y 3.14. También se puede notar que el mecanismo de dispensado cuenta con un motor, junto con un tornillo sin fin, los cuales permitirán que los productos se dispensen uno por uno.

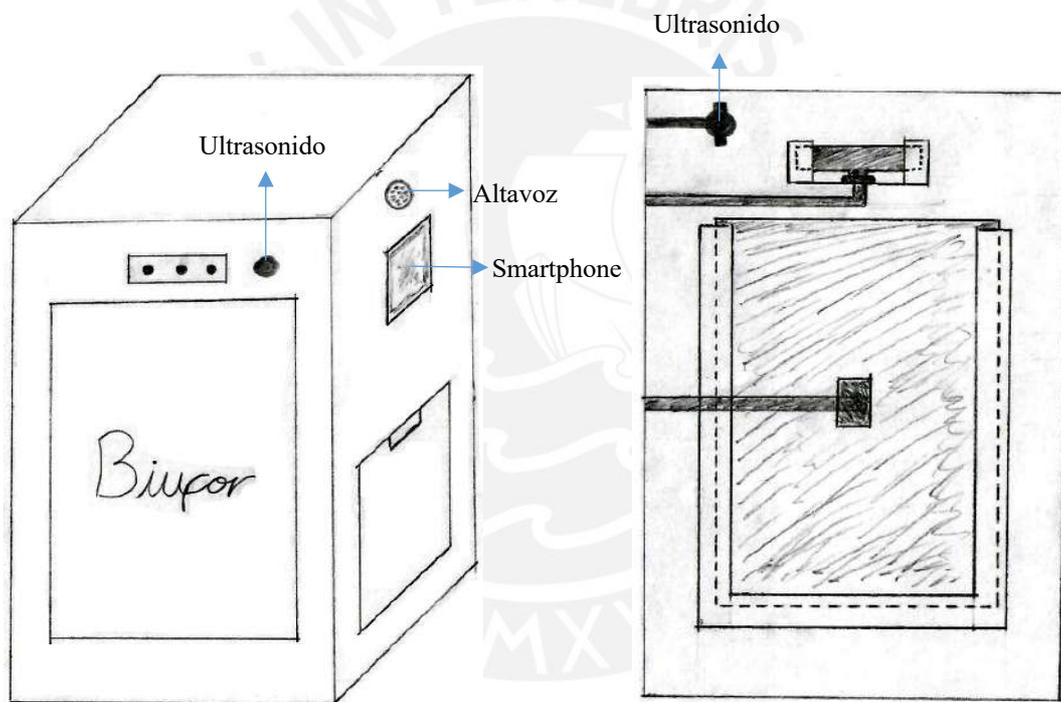


Figura 6.1. Vista general y frontal interior 1

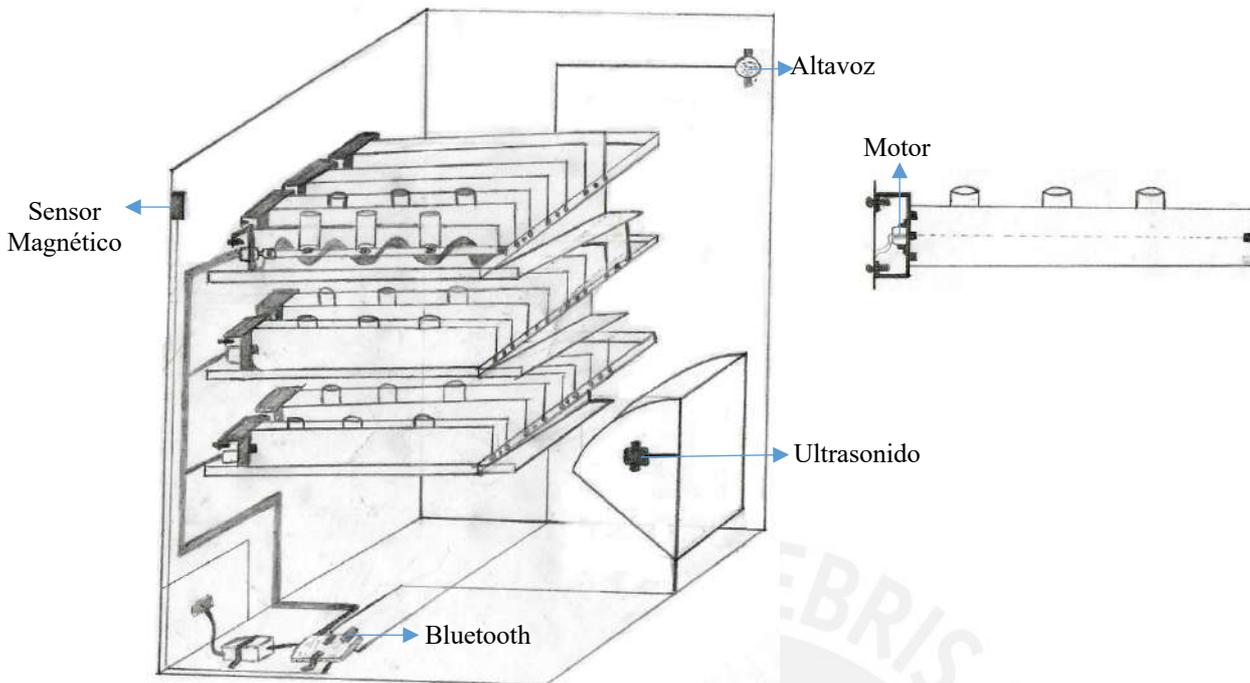


Figura 6.2. Vista interior y mecanismo.

Concepto solución 2

Para la solución 2, se tiene una estructura de acero LAF, la cual se utilizará para sujetar todos los componentes del proyecto. Además, se contará con un microcontrolador como el Raspberry, junto con distintos dispositivos como motores paso a paso, zumbadores, sensores de presión, sensores PIR, módulo bluetooth para la comunicación, pantalla LED para el probador virtual, SQL server para la base de datos, una Tablet para la interfaz y un transformador clásico para otorgar la energía necesaria al proyecto, esto se puede observar en la Figura 3.15 y 3.16. También se puede notar que el mecanismo de dispensado cuenta con un motor, junto con un tornillo sin fin, los cuales permitirán que los productos se dispensen uno por uno.

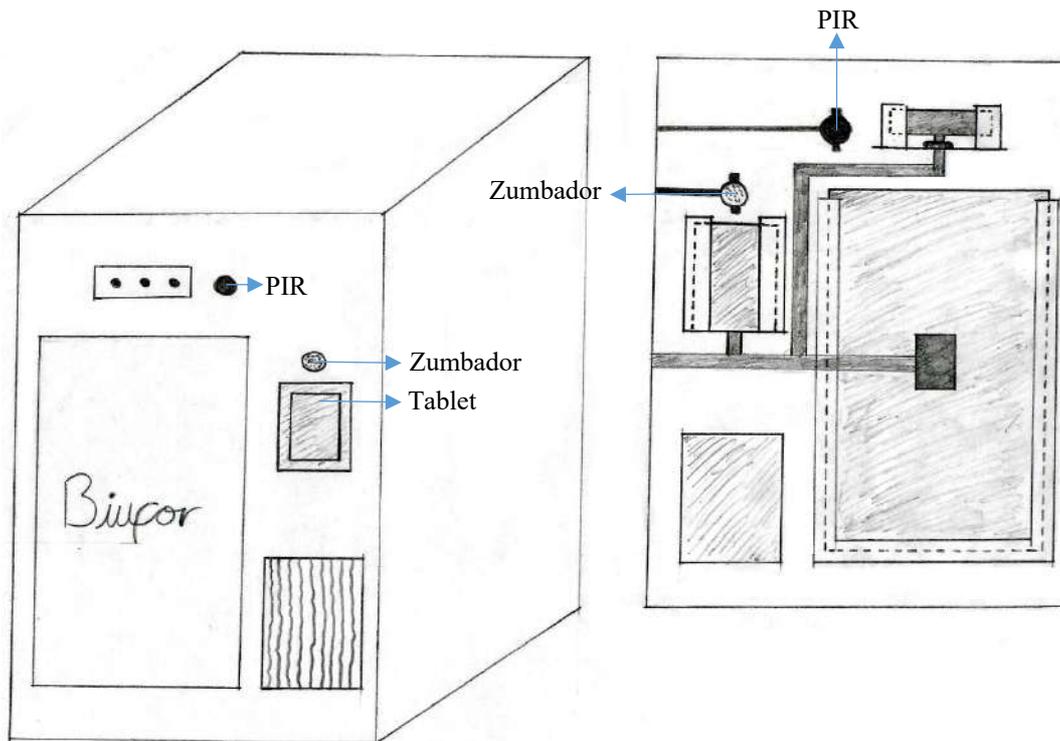


Figura 6.3. Vista general y frontal interior 2.

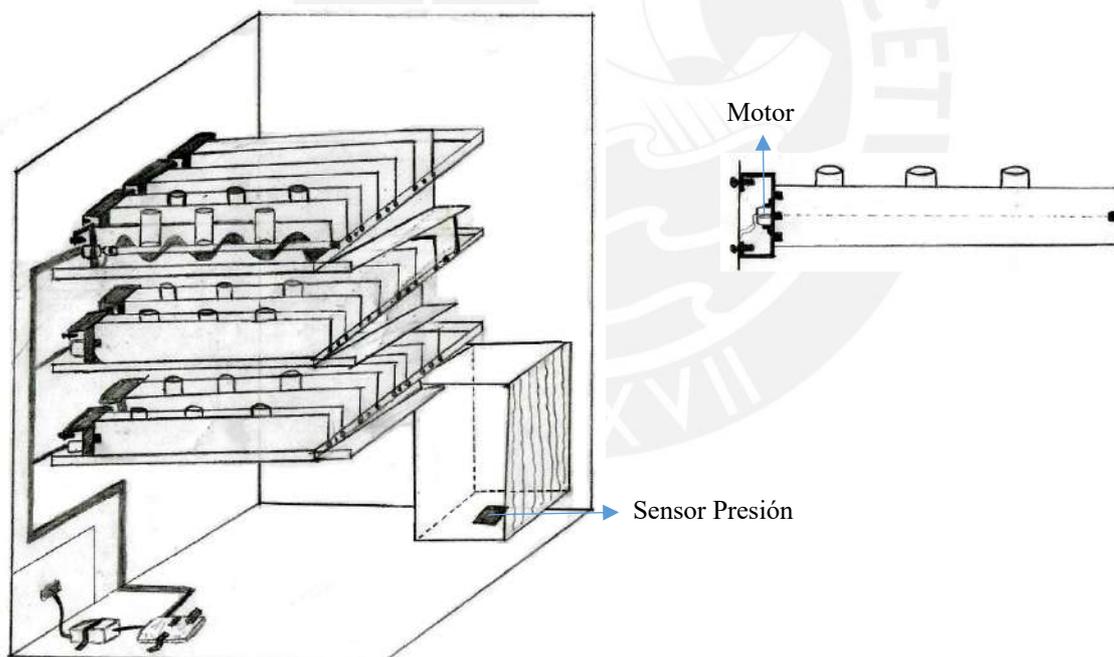


Figura 6.4. Vista interior y mecanismo 2.

Concepto solución 3

Para la solución 3, se tiene una estructura de madera, la cual se utilizará para sujetar todos los componentes del proyecto. Además, se contará con un microcontrolador como el FPGA, junto con distintos dispositivos como servomotores, altavoces, ultrasonidos, sensores PIR,

módulo wifi para la comunicación, pantalla PC para el probador virtual, Amazon Web Service para la base de datos, una PC para la interfaz y un autotransformador para otorgar la energía necesaria al proyecto. Esto se puede observar en las figuras 3.17 y 3.18. También se puede notar que el mecanismo de dispensado cuenta con un motor, junto con un bloqueador o palanca, que obstruye y permite el paso de los productos, los cuales permitirán que los productos se dispensen uno por uno, cayendo estos a la bandeja guía hacia la bandeja de dispensado.

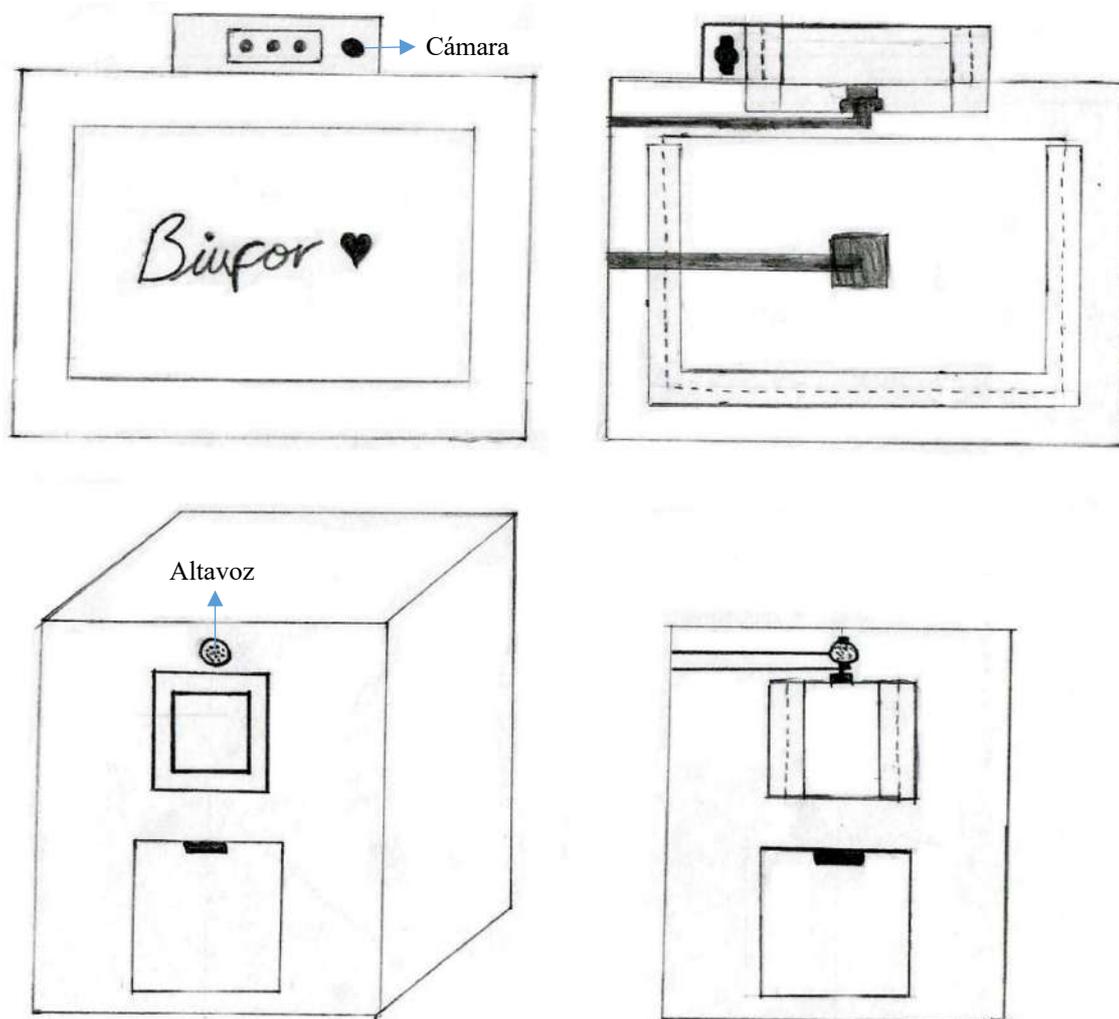


Figura 6.5. Vista general y frontal interior 3.

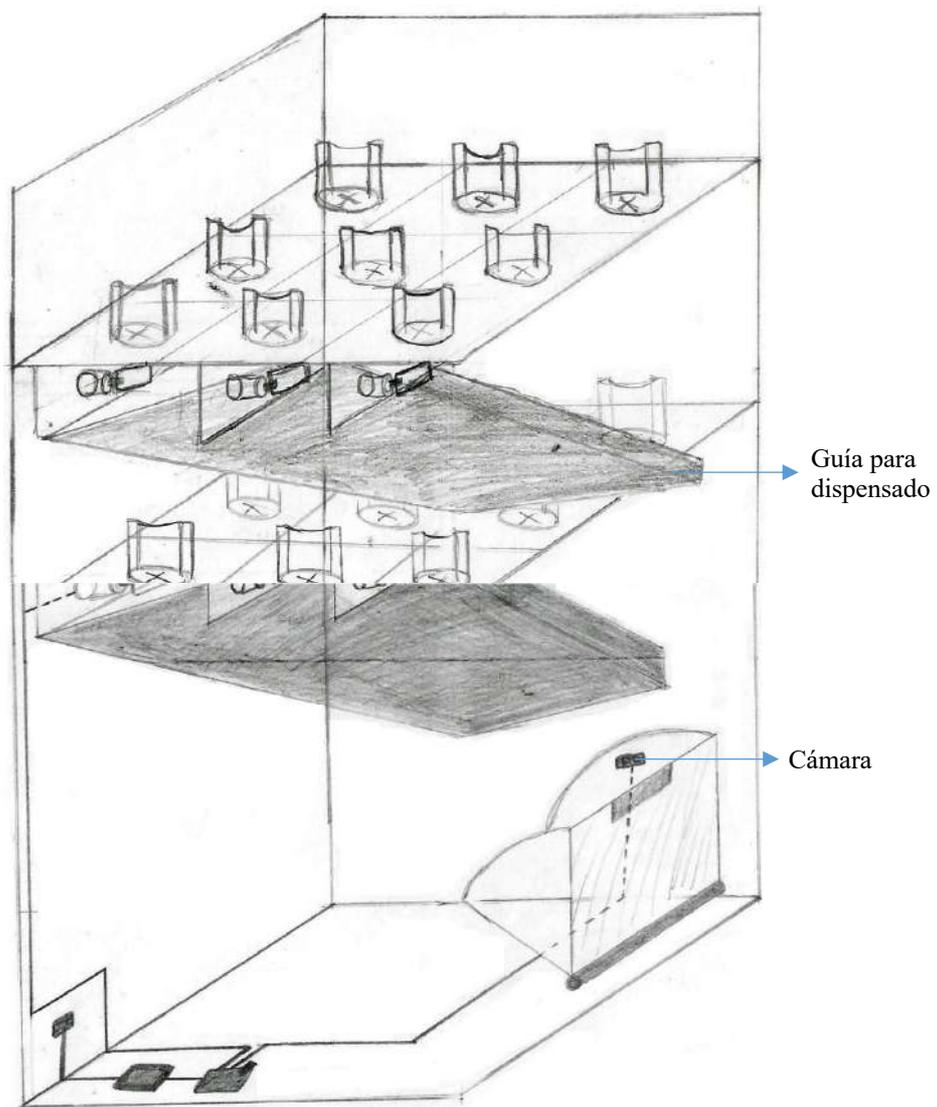


Figura 6.6. Vista interior 3.

MCMXVII

ANEXO 4: Planos

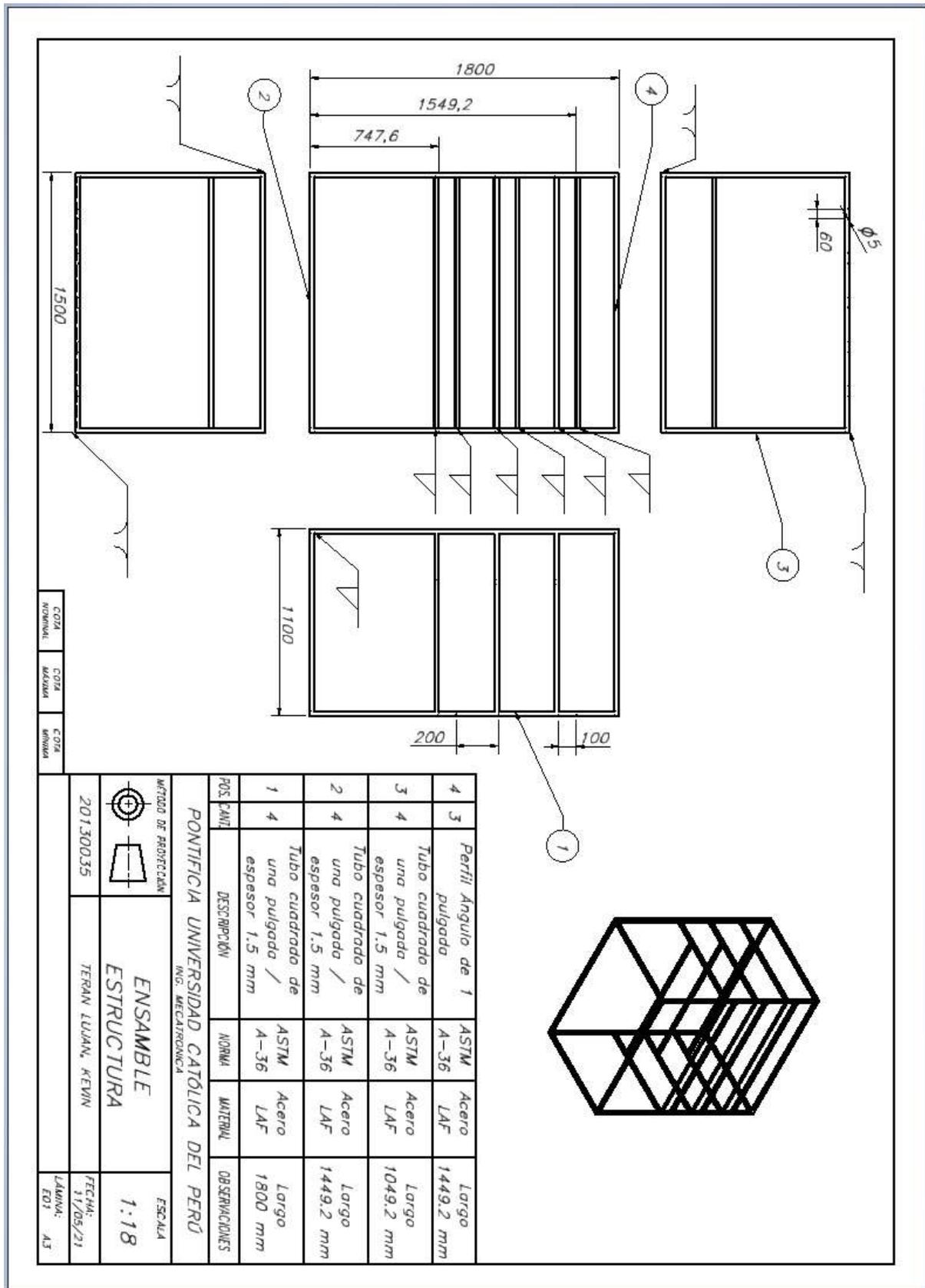


Figura 6.7. Ensamble estructura.

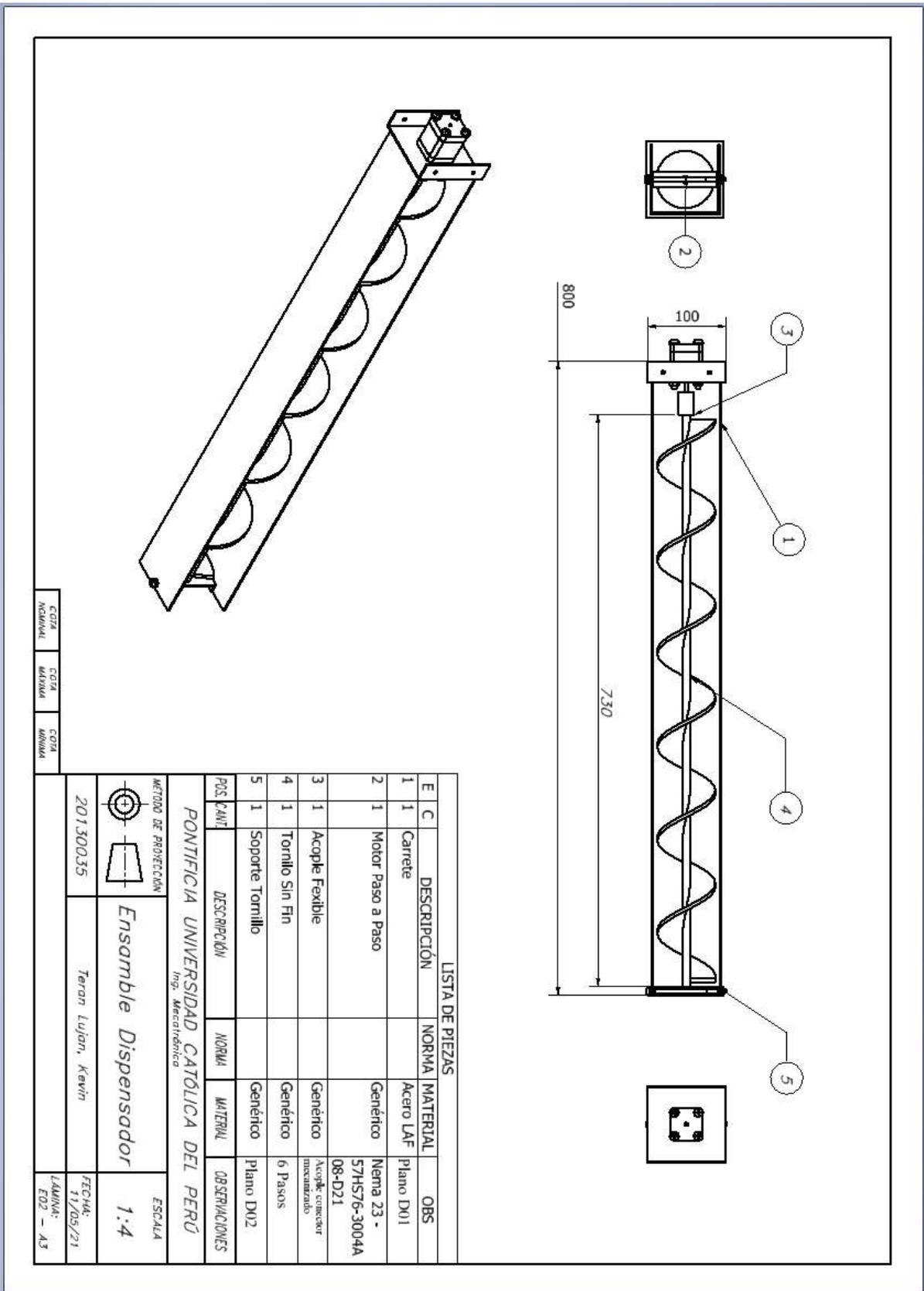


Figura 6.8. Ensamble dispensador.

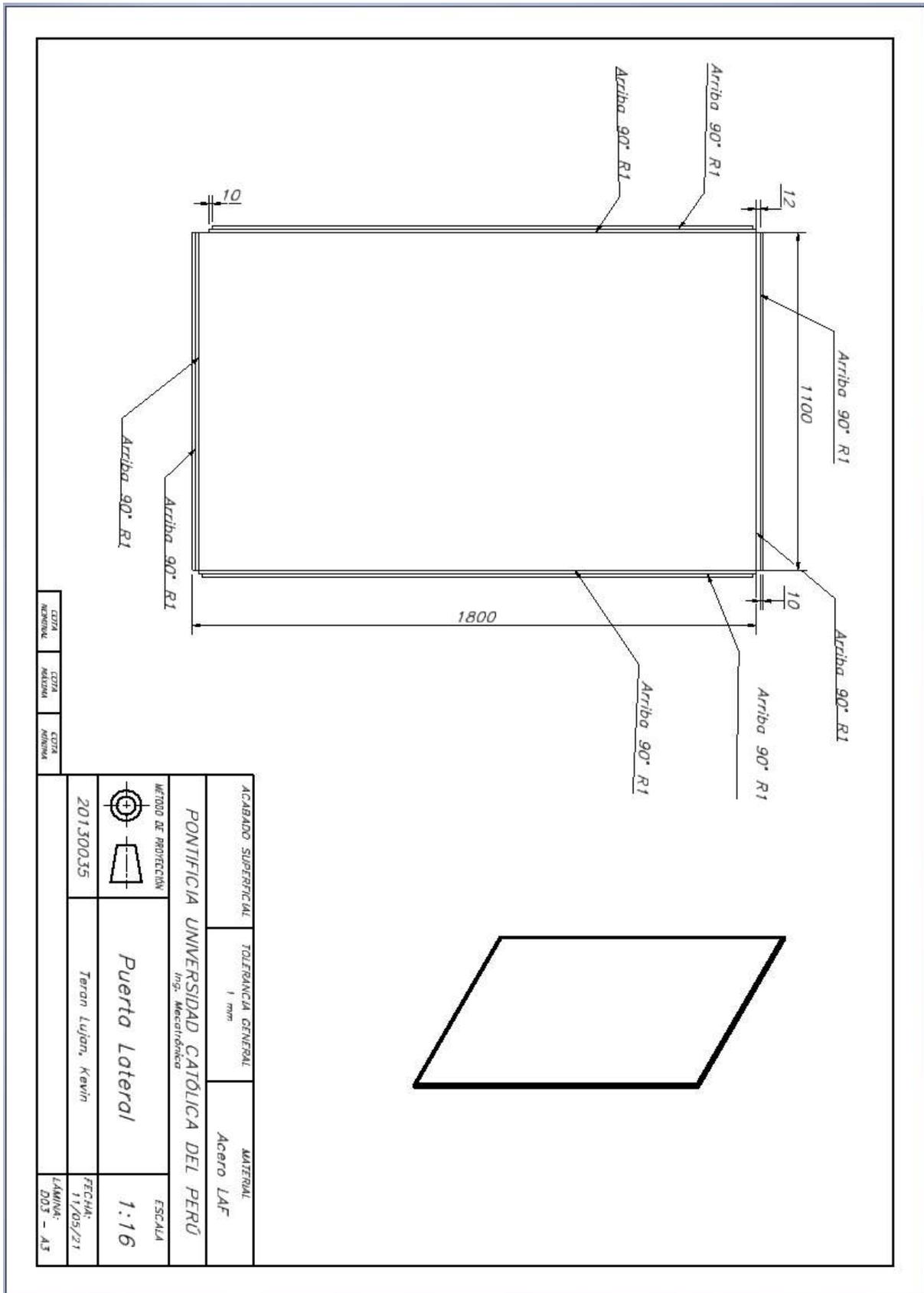


Figura 6.9. Puerta lateral.

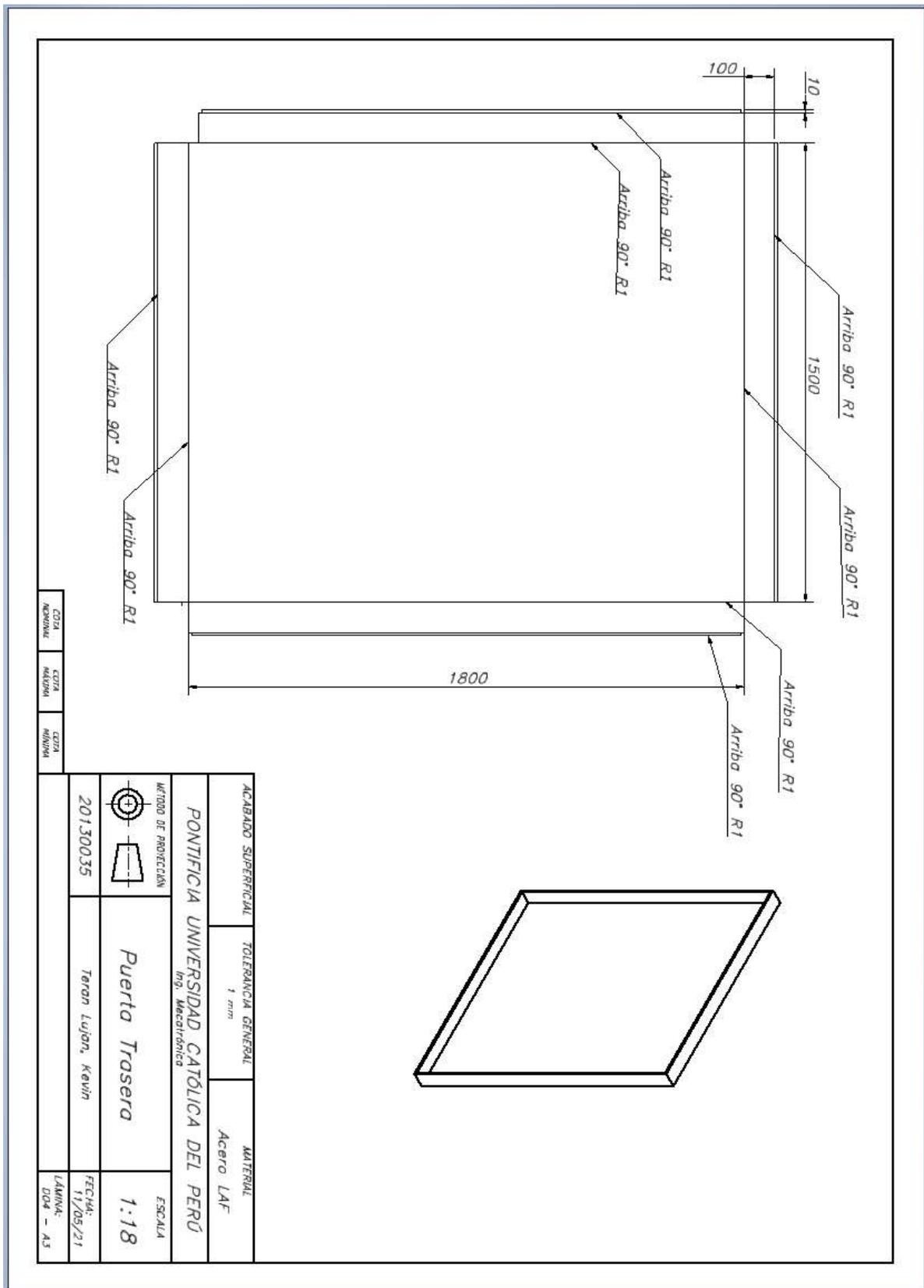


Figura 6.10. Puerta trasera.

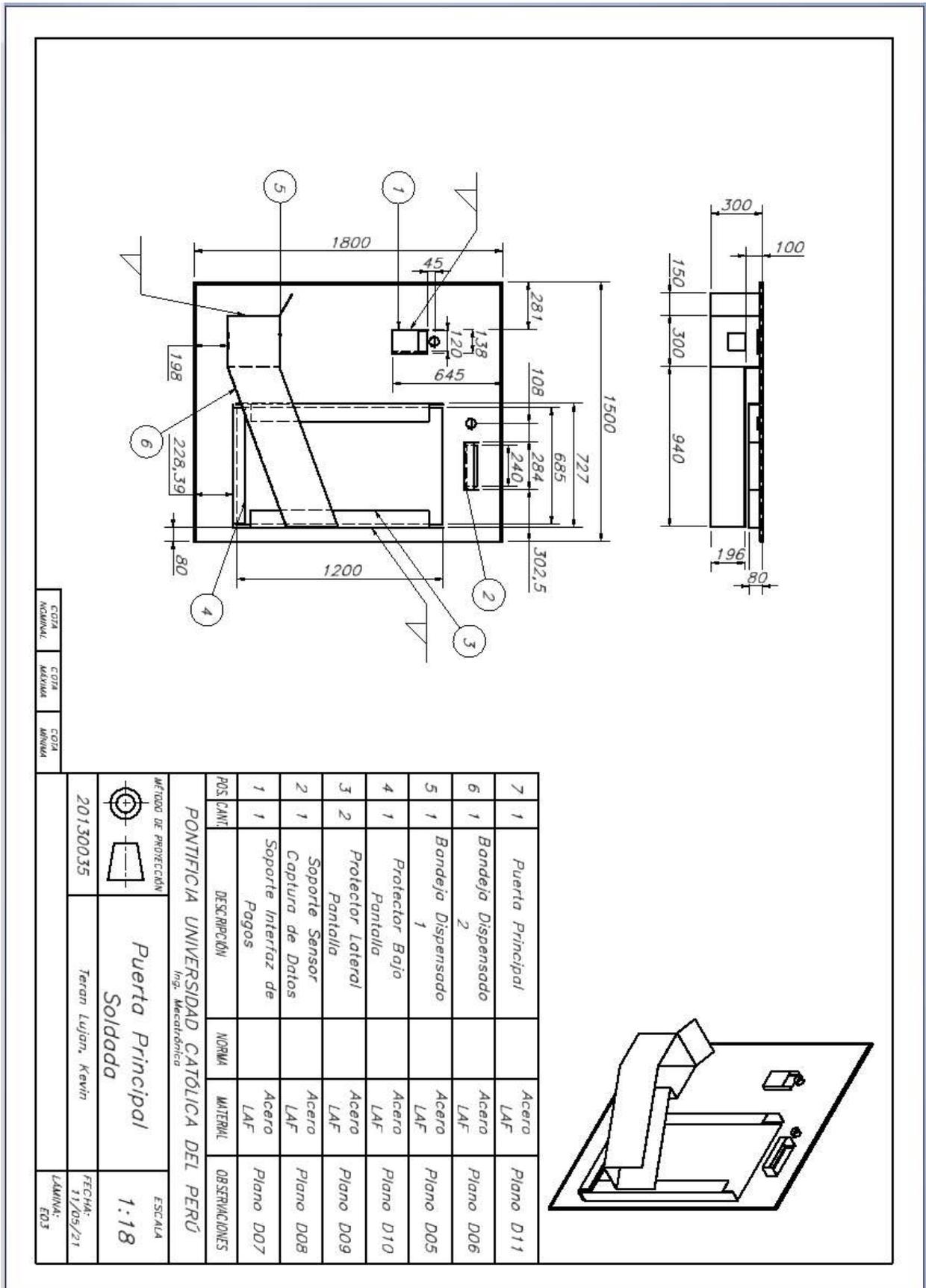


Figura 6.11. Puerta principal.

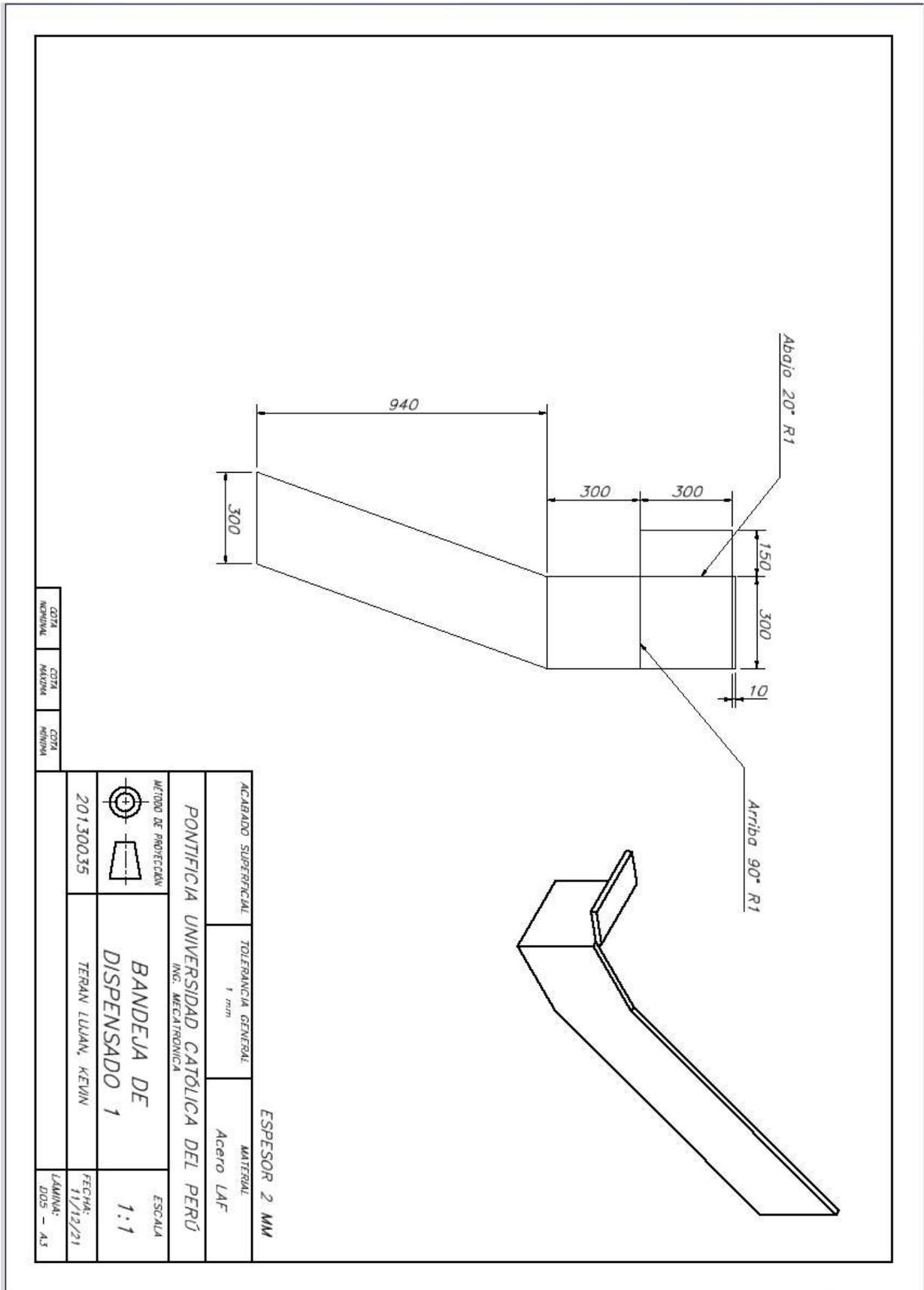


Figura 6.12. Bandeja de dispensado 1.

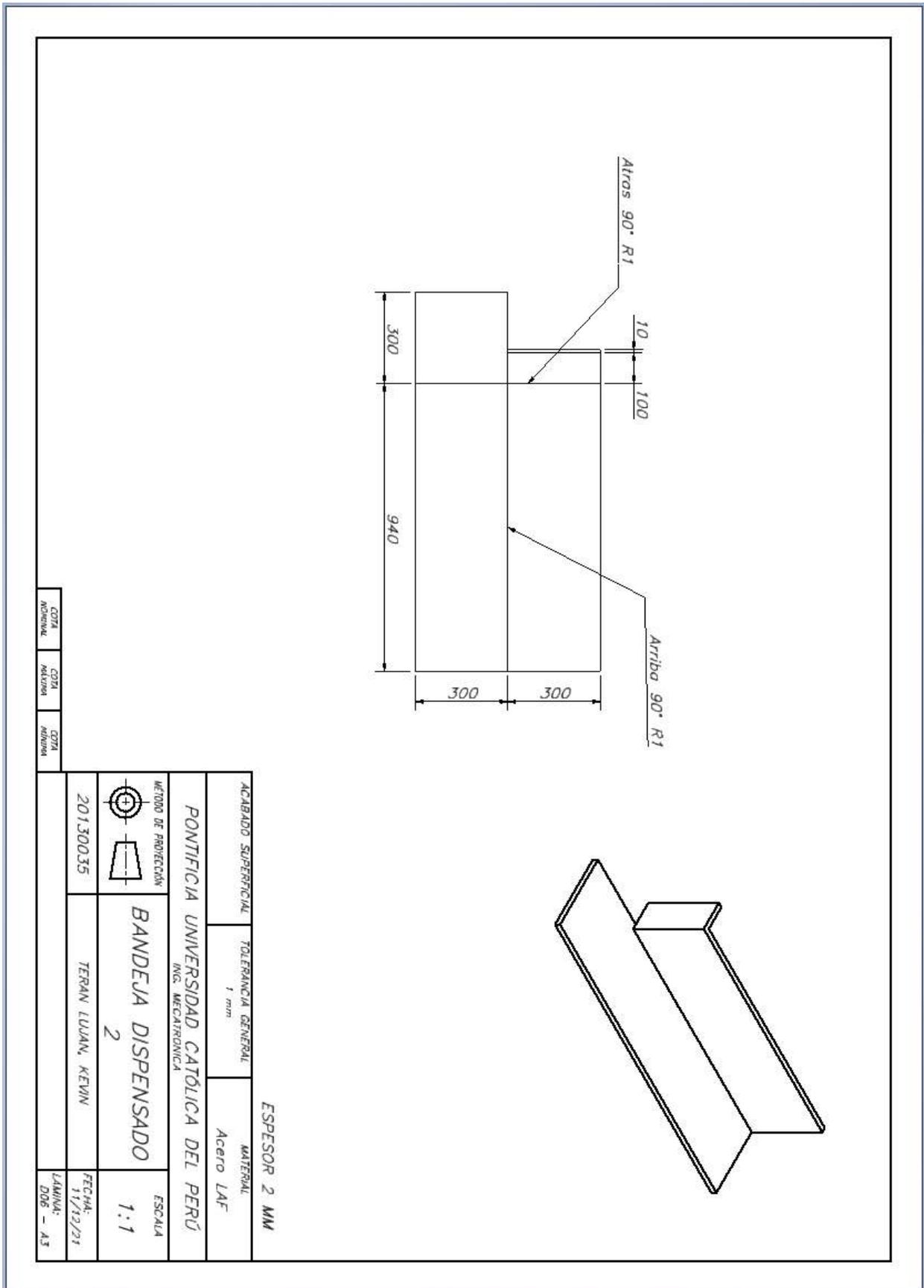


Figura 6.13. Bandeja dispensado 2.

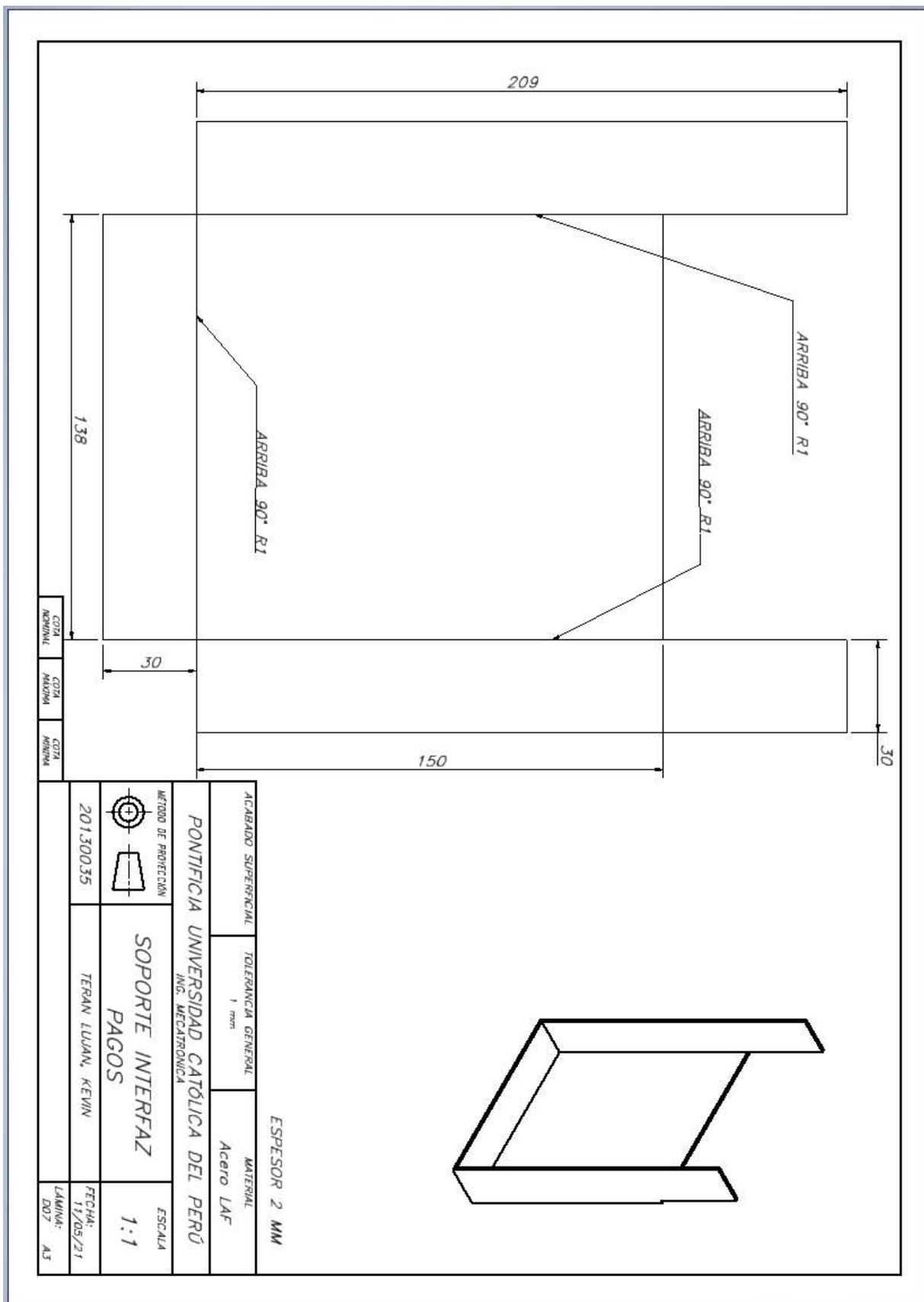


Figura 6.14. Soporte interfaz pagos.

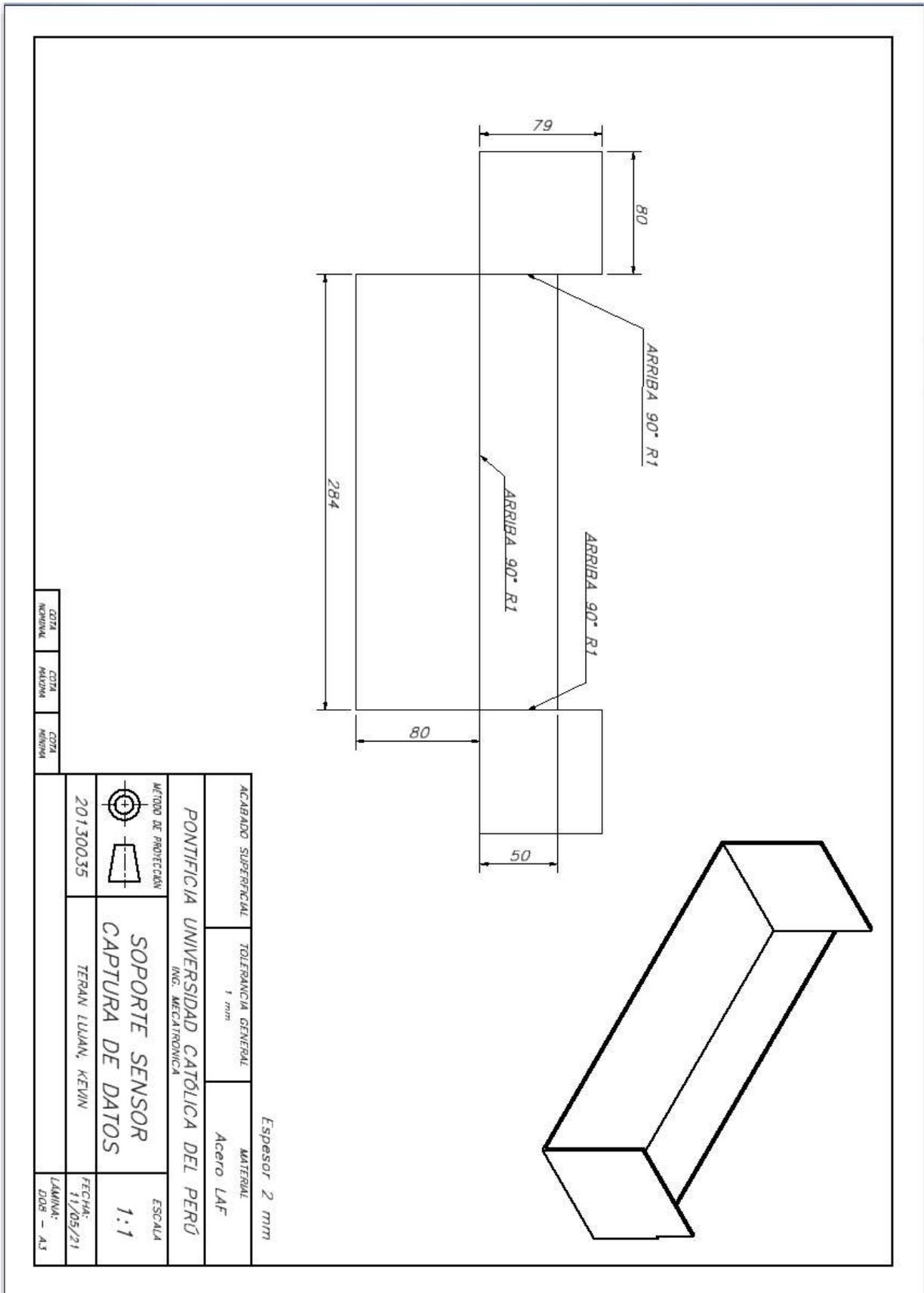


Figura 6.15. Soporte sensor captura de datos.

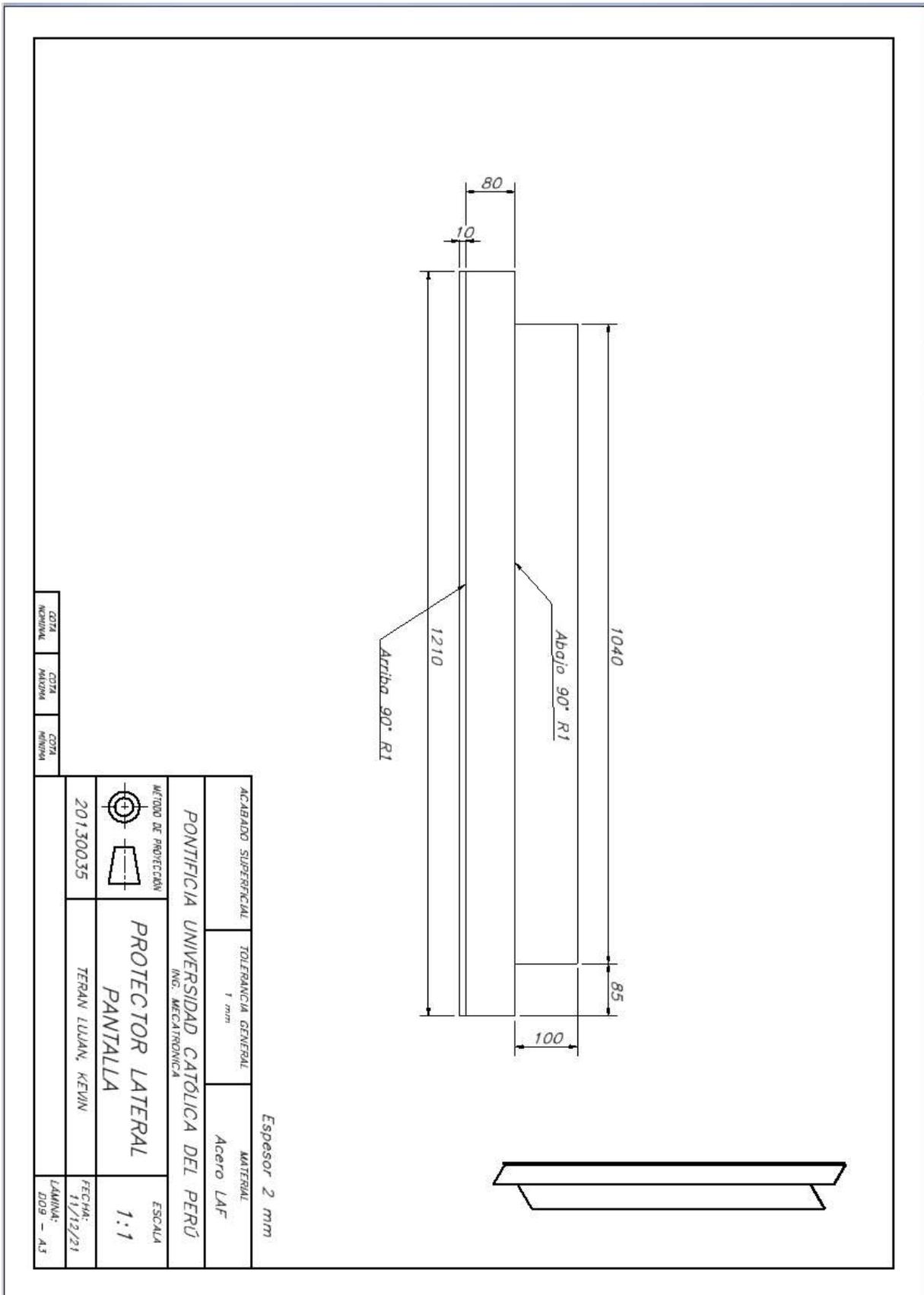


Figura 6.16. Protector lateral pantalla.

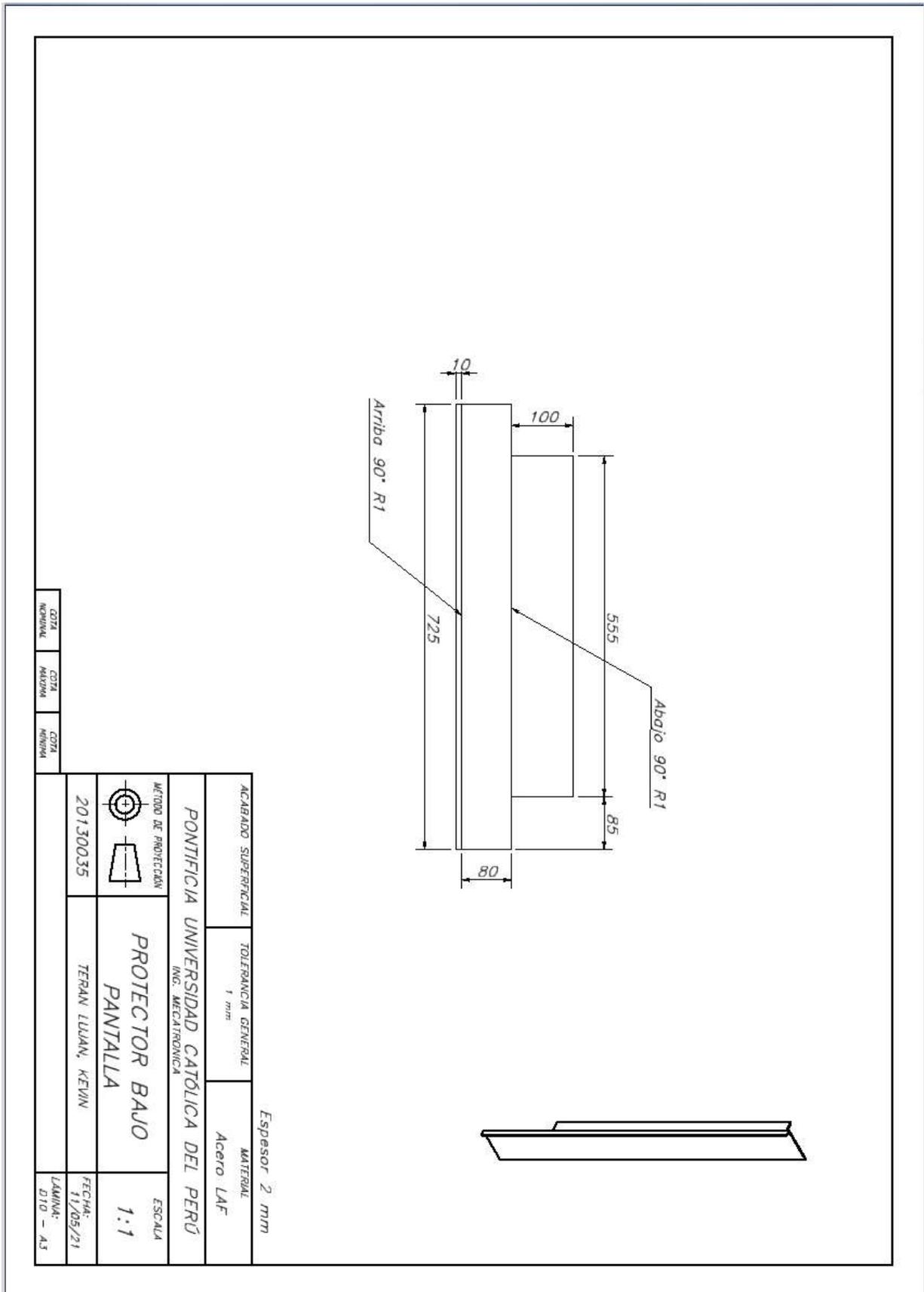


Figura 6.17. Protector bajo pantalla.

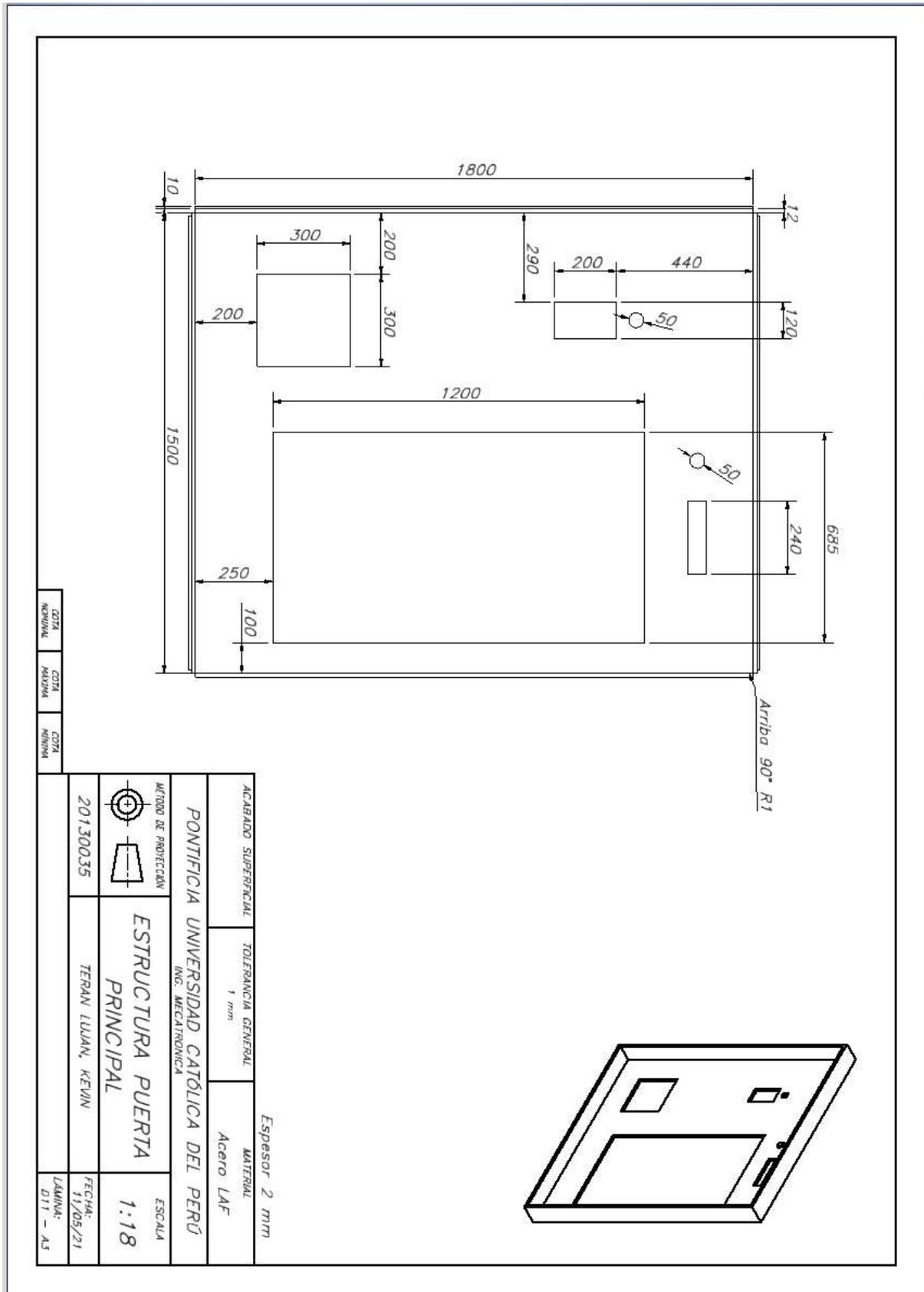


Figura 6.18. Estructura puerta principal.

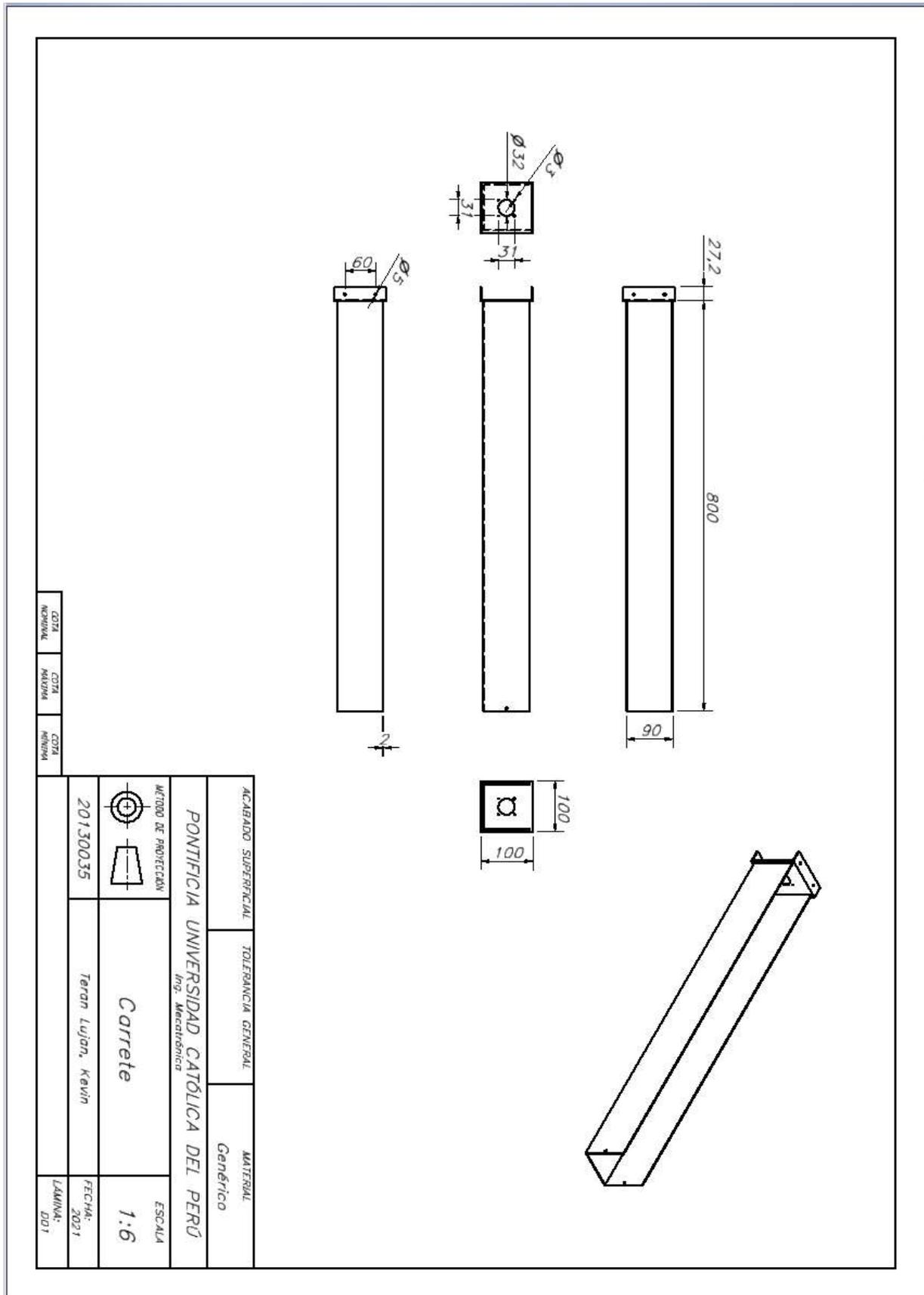


Figura 6.19. Carrete.

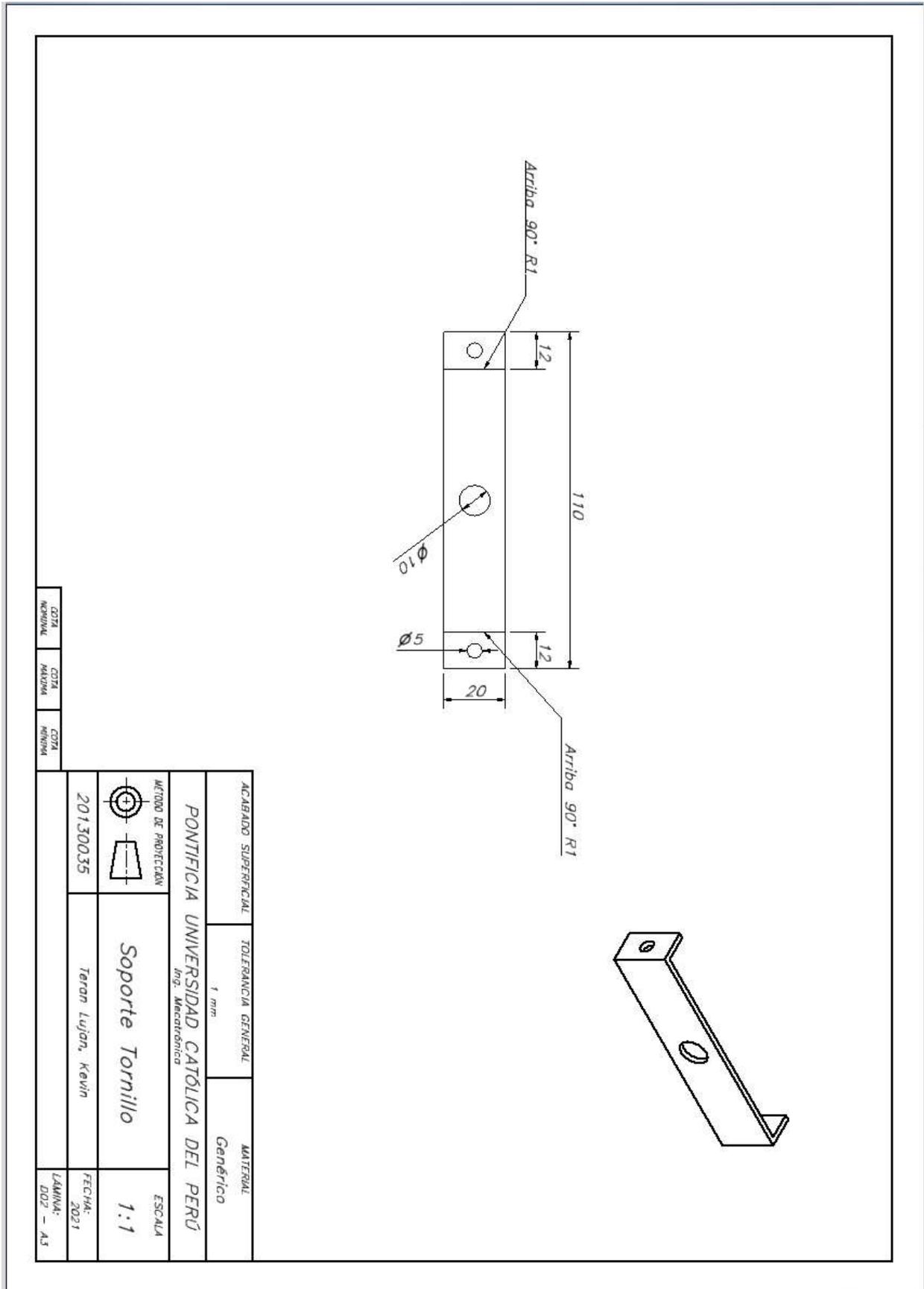


Figura 6.20. Soporte tornillo.

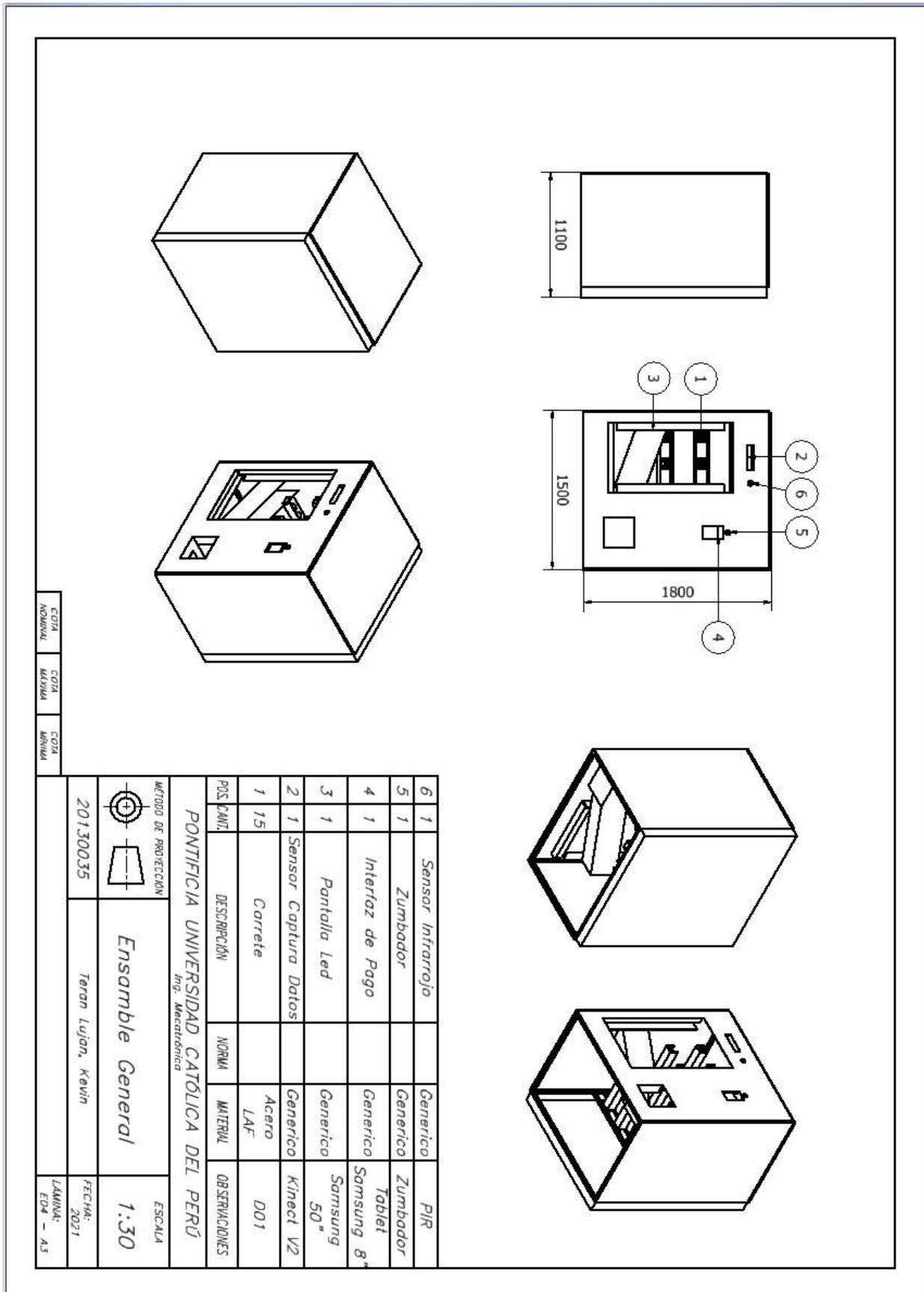


Figura 6.21. Ensamble general.

ANEXO 5: Cotización material



Fabricación de Gabinetes,
Racks, Tableros, Gondolas,
Estructuras Metálicas, Ferrería,
Servicios en General

COTIZACION N° 185-21

Lima, 07 de Enero de 2023

Atención : Sr. Kevin Terán Luján.
Presente.-

Por medio de la presente tenemos a bien cotizarle lo siguiente:

UND.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO SOLES	P. TOTAL SOLES
6.5	Plancha Acero Laf 1.2mx2.4m	150.00	975.00
6	Tubo Cuadrado 1 Pulgada	35.00	210.00

VÁLIDEZ DE LA OFERTA : 15 días calendarios.

TIEMPO DE ENTREGA:

-Dos (2) días, a la aceptación de la presente.

FORMA DE PAGO:

- 50% Adelanto – 50% Contra Entrega.

- La presente incluye el 18% IGV. vigente.

GARANTIA:

-Un (01) años contra todo defecto de fabricación.

Atentamente,

INDIMETAL SAC

Rosa Paredes

Oficina: Jirón Riquarico 1412 - 301 - Breña / Tel: 240-1190 / Cel: 999958851 / RPC: 984373599 / E-mail: indimetalsac@yahoo.es
Planta: Calle los Cerezos Mz. 1 Lote 1,2,3, R4 Urb. Shangri-la - Puente Piedra / RPC: 980683545 / E-mail: ventas@indimetalsac.com

Figura 6.22. Cotización material.
Tomado de Indimetal SAC (2023) Primera cotización N.º 185-21.

ANEXO 6: Cotización fabricación



Fabricación de Gabinetes,
Racks, Tableros, Gondolas,
Estructuras Metálicas, Ferrería,
Servicios en General

COTIZACION N° 184-21

Lima, 07 de Enero de 2023

Atención : Sr. Kevin Terán Luján.
Presente.-

Por medio de la presente tenemos a bien cotizarle lo siguiente:

UND.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO SOLES	P. TOTAL SOLES
15	Fabricación Carrete Medidas: 1.2x300x800 Material: Acero Laf Pintura: Polvo Electrostático	34.70	520.50
15	Fabricación Soporte Tornillo Medidas: 1.2x100x30 Material: Acero Laf Pintura: Polvo Electrostático	5.00	75.00
02	Fabricación Puerta Lateral Medidas: 1.2x1800x1100 Material: Acero Laf Pintura: Polvo Electrostático	104.00	208.00
01	Fabricación Puerta Trasera Medidas: 1.2x1800x1500 Material: Acero Laf Pintura: Polvo Electrostático	104.00	104.00
01	Fabricación Puerta Principal y Accesorios según diseño Medidas: 1.2x1800x1500 Material: Acero Laf Pintura: Polvo Electrostático	170.00	170.00
01	Fabricación Tapa Medidas: 1.2x1500x1100 Material: Acero Laf Pintura: Polvo Electrostático	104.00	104.00
01	Fabricación Estructura Según Diseño Tubo: 1 pulgada Medidas: 1800x1500x1100 Material: Acero Laf Pintura: Polvo Electrostático	350.00	350.00

Figura 6.23. Cotización fabricación 1.
Tomado de Indimetal SAC (2023) Cotización N.º 184-21.

VÁLIDEZ DE LA OFERTA : 15 días calendarios.

TIEMPO DE ENTREGA:

-Quince (15) días, a la aceptación de la presente.

FORMA DE PAGO:

- 50% Adelanto – 50% Contra Entrega.

- La presente incluye el 18% IGV. vigente.

GARANTIA:

-Un (01) años contra todo defecto de fabricación.

Atentamente,

INDIMETAL SAC

Rosa Paredes

Oficina: Jirón Aguarico 1412 - 301 - Breña / Tel: 240-1190 / Cel: 999958851 / RPC: 984373599 / E-mail: indimetalsac@yahoo.es
Planta: Calle los Cerezos Mz. 1 Lote 1,2,3, R4 Urb. Shangri-la - Puente Piedra / RPC: 980683545 / E-mail: ventas@indimetalsac.com

Figura 6.24. Cotización material 2.
Tomado de Indimetal SAC (2023) Segunda cotización.

ANEXO 7: Cotización componentes

Electros



Cotización N° 545

Sr. Kevin Teran,

Es grato saludarlo, y a la vez presentarle la cotización solicitada por los siguientes componentes.

Item	Nombre	Cantidad	Precio Unitario	Total
1	Kinect Versión 2 Xbox	1	900	900
2	Sensor Movimiento PIR	1	15	15
3	Televisor Led 50 pulgadas Samsung	1	800	800
4	Raspberry Pi 3	1	300	300
5	TB6612FNG Driver	15	15	225
6	TMB12A05	1	10	10
7	Motor Nema 23	15	135	2,025
8	Celda 20kg	1	10	10
9	Sensor Magnético	1	30	30
10	Bluetooth HC-05	1	25	25
11	Tablet Samsung Galaxy 8"	1	600	600
Subtotal				4,186.45
IGV				753.55
Total				4,940.00

Consideraciones:

- La presente cotización tiene validez de 15 días hábiles.
- Debido a la actual situación las entregas se realizan a domicilio previo pago de los productos.

Atentamente,

Robelis Briceño
 Área de Ventas
 Electros S.A.C.
 989254136

Figura 6.25. Cotización componentes.
 Tomado de Electros SAC (2023) Cotización N.º 545.

ANEXO 8: Cotización Software

Paparmali 5 - SmARt Mirror (Virtual Fitting Room) - Kinect 2 / Azure Kinect DK Body Tracking



Paparmali 5 - SmARt Mirror

Project

€ **995**₀₀

Events

Retail and Events

Unity3D 2019.1.14

Provide support and documentation

BUY NOW

Paparmali 5 - SmARt Mirror - Kinect 2 / Azure Kinect DK Body Tracking

- The latest project update was completed on **2020.08.06** - Unity3D 2019.1.14 version
- Kinect 2 / Azure Kinect plugins were used for body tracking information and outfit augmentations.
- You can test this solution by downloading demo from [here](#).

Figura 6.22. Cotización software.

Tomado de Paparmali (2018) Paparmali 5 – SmARt Mirror – Kinect 2/Azure Kinect DK Body Tracking.