

**Propuesta y diseño de un sistema de transporte y clasificación por peso para el aguacate Hass cosechado por los cultivadores en el municipio de Riosucio Caldas.**

Lucas Felipe Torres Rojas

Asesor

Andrés Quintero Zea

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI

Ingeniería Electrónica

2022

## Resumen

El proyecto tiene como finalidad ayudar a los pequeños productores de aguacate Hass desde la aplicación de la ingeniería electrónica mediante la propuesta y diseño de un sistema de transporte y clasificación por pes, aportando así nuevas herramientas técnicas que puedan ayudar a disminuir las pérdidas económicas que se presentan durante el proceso de selección manual de las unidades de aguacate Hass cosechadas por los cultivadores en el municipio de Riosucio Caldas; de la misma manera se quiere concientizar a los cultivadores de la región del alto occidente de Caldas que por medio de la aplicación de herramientas técnicas de control y automatización podrán ejercer una supervisión sobre sus procesos de clasificación por peso de las unidades de la fruta producida y así poder garantizar aspectos primordiales que ayudarán a que la comercialización sea más transparente en cuanto al peso total que desea ser vendido.

**Palabras clave:** Propuesta, diseño, transporte, clasificación, disminuir, perdidas, Hass, concientizar, control, automatización.

### **Abstract**

The purpose of the project is to help small producers of Hass avocado from the application of electronic engineering through the proposal and design of a transport and classification system by pes, thus providing new technical tools that can help reduce the economic losses that are presented during the manual selection process of the Hass avocado units harvested by growers in the municipality of Riosucio Caldas; In the same way, growers in the upper western region of Caldas are made aware that through the application of technical control and automation tools, they will be able to supervise their classification processes by weight of the units of fruit produced and thus being able to guarantee fundamental aspects that will help make marketing more transparent in terms of the total weight that wishes to be sold.

**Keywords:** Proposal, design, transportation, classification, decrease, losses, Hass, awareness, control, automation.

## Tabla de Contenido

Introducción .....	10
Justificación.....	11
Conceptos Claves.....	12
Relación de intereses investigativos .....	15
Caracterización inicial .....	16
La Idea Para la Investigación Aplicada .....	17
Descripción del Problema.....	22
Alcance del Proyecto Sobre la Problemática Planteada. ....	23
Árbol Causa – Efecto del Problema.....	24
Definición del Problema .....	25
Justificación Para la Solución Planteada.....	27
Marco Referencial.....	39
Tipos de Bandas Transportadoras y Sistemas de Clasificadores Existentes.....	43
Objetivos .....	48
Posible solución .....	49
Solución seleccionada y justificación .....	51
Cronograma.....	62
Recursos.....	63
Diseño de la solución .....	66
Programa TIA PORTAL para Autómata PLC siemens S7-1200 .....	69
Explicación detallada del funcionamiento de la solución implementada .....	84
Plan de Mantenimiento .....	88

Conclusiones.....	89
Referencias.....	90

## Lista de Figuras

Figura 1	<i>Estructura General de los PLCs</i> .....	18
Figura 2	<i>Las principales marcas de PLC con su respectivo software</i> .....	19
Figura 3	<i>PLCs que existen para el desarrollo de procesos industriales.</i> .....	20
Figura 4	<i>Cuadro de causa y efecto para proyecto</i> .....	24
Figura 5	<i>Aguacate Hass tipo exportación</i> .....	26
Figura 6	<i>Cultivo de aguacate Hass en la Finca Zabaletas.</i> .....	28
Figura 7	<i>Fruta producida en la finca Zabaletas.</i> .....	29
Figura 8	<i>Punto de recolección por un área determinada de la finca la Arboleda</i> .....	30
Figura 9	<i>Persona prestadora del servicio de cosecha en la finca la Arboleda</i> .....	31
Figura 10	<i>Muestra de peso para dos unidades que suman 511 gramos en bascula.</i> .....	33
Figura 11	<i>Sistema de transporte y clasificación por peso de aguacate Hass</i> .....	34
Figura 12	<i>Valor total para implementación del sistema (equipos)</i> .....	35
Figura 13	<i>Retorno de inversión para ambas partes</i> .....	38
Figura 14.	<i>Banda clasificadora por peso fruta de dragón: Fabricante MIRACLE</i> .....	43
Figura 15	<i>Especificaciones técnicas banda fruta de dragón.</i> .....	44
Figura 16	<i>Banda clasificadora por peso tipo circular: Fabricante Bandtek</i> .....	44
Figura 17	<i>Especificaciones técnicas banda circular.</i> .....	45
Figura 18	<i>Banda clasificadora por peso tipo Plana: Fabricante JOE MACHINERY</i> ....	45
Figura 19	<i>Especificaciones técnicas banda plana.</i> .....	46
Figura 20	<i>Tipo de banda y etapas del proceso.</i> .....	47
Figura 21	<i>Esquema de problemática planteada para el desarrollo del proyecto.</i> .....	51
Figura 22	<i>Sistema de transporte y clasificación por peso de aguacate Hass</i> .....	53

Figura 23	<i>Actuadores y tolvas de descargue</i>	54
Figura 24	<i>Actuador lineal eléctrico para selección por peso.</i>	55
Figura 25	<i>Parte de cinta transportadora y estructura de sistema.</i>	56
Figura 26	<i>Distribución general panel de control y panel mando</i>	57
Figura 27	<i>Descripción de las etapas para el funcionamiento del sistema.</i>	67
Figura 28	<i>Software TIA PORTAL inicio de interface.</i>	69
Figura 29	<i>Software TIA PORTAL segundo paso de interface.</i>	70
Figura 30	<i>Software TIA PORTAL interface de operación.</i>	71
Figura 31	<i>Interface de conexión para PLC y Sistema de programación.</i>	72
Figura 32	<i>Interface de conexión para PLC y Sistema de programación estado OK.</i>	73
Figura 33	<i>Software TIA PORTAL interfase de carga.</i>	73
Figura 34	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio para modulo.</i>	74
Figura 35	<i>Inicio del sistema para cargar programa en el PLC.</i>	74
Figura 36	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio para modulo.</i>	75
Figura 37	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio de la banda transportadora.</i>	75
Figura 38	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio de la banda transportadora.</i>	76
Figura 39	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio celda de carga 1.</i>	76
Figura 40	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio celda de carga 1.</i>	77
Figura 41	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio actuadores.</i>	78
Figura 42	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio para clase Primera</i>	78
Figura 43	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio para clase extra</i>	79
Figura 44	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio celda de carga 2.</i>	80
Figura 45	<i>Software TIA PORTAL interface de inicio celda de carga 2.</i>	80

Figura 46 <i>Interface de inicio para actuador lineal súper clase 1</i> .....	81
Figura 47 <i>Interface de inicio para actuador lineal súper clase alta</i> . ....	82
Figura 48 <i>Conexión física de las entradas, salidas y la alimentación del PLC</i> . ....	83
Figura 49 <i>Descripción de etapas para el proceso de clasificación por peso</i> . ....	84
Figura 50 <i>Visual de cinta transportadora y celdas de carga</i> .....	87



**Lista de Tablas**

Tabla 1 <i>Relación de intereses investigativos, líneas y grupos de investigación.....</i>	15
Tabla 2 <i>Ficha de caracterización inicial. ....</i>	16
Tabla 3 <i>Clasificación del aguacate Hass según su peso. ....</i>	52
Tabla 4 <i>Fases para la cosecha del aguacate Hass .....</i>	58
Tabla 5 <i>Presupuesto General Del Proyecto. ....</i>	63
Tabla 6 <i>Gastos de personal.....</i>	63

## Introducción

En el presente documento se pretende abordar la problemática identificada en el proceso de clasificación por peso de las unidades de aguacate Hass producidas en el municipio de **Riosucio**, ubicado en el alto occidente del departamento de caldas, dicho municipio limita con el departamento de **Antioquia** por la zona llamada tierra fría en donde se encuentran los mayores cultivos que aporta el municipio a su propio mercado y a mercados extranjeros, entre estos cultivos está el llamado **aguacate HASS**, muy conocido por las personas de nuestro país y de más países del mundo debido a que desde este punto salen los mejores aguacates de tipo exportación hacia otros países como China, México, Perú entre otros.

De acuerdo con la introducción mencionada es importante intervenir el proceso desde la parte de producción y comercialización de la fruta en las fincas de la región productoras de aguacate hass, garantizando los parámetros de peso establecidos mediante procesos de control y transporte fáciles de utilizar y de bajo costo. La solución planteada en este documento tiene como objetivos obtener datos más reales de peso en cada una de las unidades cosechadas, interviniendo así el proceso de selección mediante sistemas de control para la selección y clasificación según el peso de cada una de las unidades a comercializar entre las partes involucradas en el proceso.

### **Justificación**

El proyecto de investigación propuesto busca implementar una solución para los pequeños productores de aguacate Hass en el municipio de Riosucio Caldas, ya que en el proceso de pesaje se encontró una falencia donde se evidencian pérdidas económicas debido a los procesos de selección manual con el que se cuenta actualmente, además la etapa de selección por peso cuenta con una gran demanda de mano de obra y tiempo los cuales se ven reflejados en la inversión económica que debe realizar el cultivador del producto para realizar la comercialización del mismo.

## Conceptos Claves

### **La Idea.**

Se denomina idea a una experiencia mental que relaciona elementos, descubre causas de situaciones o crea a una nueva posibilidad de acción. Las ideas son parte de la capacidad de abstracción del hombre, un rasgo de la inteligencia que les separa del resto de los animales. Estas pueden ser de índole variada, pero siempre se caracterizarán por generar algún tipo de solución a quien las obtiene. En efecto, las ideas que en general prosperan son aquellas que dan valor a la sociedad o a un grupo de ésta; en efecto, lo fundamental para que la idea sea buena es el hecho de generar beneficio para el que la engendra o para las demás personas (Carlos Arturo Fernández 2008 )

### **El Problema**

Un problema es una circunstancia en la que se genera un obstáculo al curso normal de las cosas. Su etimología nos demuestra que un problema es aquel que requiere de solución. A nivel social, el concepto más genérico de problema puede ser vertido en cualquier campo, porque en teoría, problemas existen en todos lados. La falta de razonamiento no es un declive en la orientación del concepto (Lawrence Stenhouse 1984).

### **La Justificación**

“Justificación es la demostración, mediante argumentos, explicaciones o pruebas, de que una acción o el efecto de ella merecen calificarse de dignos o justos. En general las acciones que deben justificarse son las que resultan poco confiable”. (Francisco Díaz Alcaraz 2003)

### **El marco teórico**

“El marco teórico es integrar el tema de la investigación con las teorías, enfoques teóricos, estudios y antecedentes en general que se refieren al problema de investigación. En tal

sentido el marco teórico, nos amplía la descripción del problema. Integra la teoría con la investigación y sus relaciones mutua”. (Tamayo 2012)

### **El estado del arte**

“Proviene originalmente del campo de la investigación técnica, científica e industrial y significa, en pocas palabras, la situación de una determinada tecnología. Lo más innovador o reciente con respecto a un arte específico”. (José Arellano Sánchez, Margarita Santoyo Rodríguez 2009)

### **El Alcance**

“El alcance de un proyecto tiene como finalidad la determinación clara, sencilla y concreta de los objetivos que se intentarán alcanzar, a lo largo del desarrollo del proyecto en cuestión, cuyo cumplimiento generará la culminación exitosa de dicho proyecto”. (Juan Llorens Fábregas 2005)

### **Los Objetivos**

“Un objetivo es una meta o finalidad a cumplir para la que se disponen medios determinados. En general, la consecución de un determinado logro lleva implícita la superación de obstáculos y dificultades que pueden hacer naufragar el proyecto o, al menos, dilatar su concreción”. (Andrés Mingues Vela 2003)

### **El Experimento**

“Es la acción y efecto de experimentar (realizar acciones destinadas a descubrir o comprobar ciertos fenómenos). El procedimiento es muy habitual en el marco de la labor científica para tratar de ratificar una hipótesis”. (Naresh K Malhotra 2004)

## **El Diseño Metodológico**

Se define al diseño al esquema en que quedan representadas las variables y cómo van a ser tratadas en el estudio. Por lo general se representa en un esquema matemático. Donde la simbolización sintetiza las relaciones de las variables, y como van a ser medidas a través de los estadígrafos o de los modelos matemáticos (Alejandro Méndez Rodríguez 2008)

## **Las Conclusiones**

Se conoce con el término de conclusión a toda aquella fórmula o proposición que sea el resultado obtenido luego de un proceso de experimentación o desarrollo y que establezca parámetros finales sobre lo observado. La palabra conclusión puede ser utilizada tanto en el ámbito científico como en el área literaria y en muchos otros ámbitos en los cuales da la idea de fin o de cierre de una serie de eventos o circunstancias más o menos ligadas entre sí (Felipe Pardinas 1989)

## **Aguacate Hass**

La variedad “Fuerte” se introdujo en California en 1911, y procedía de Atlixco, Puebla, en México. Y es en California, en 1935 cuando un americano llamado Rudolph Hass patentó una nueva variedad llamada Aguacate Hass, que detectó entre los árboles de su huerto. Esta variedad era más pequeña en tamaño y con determinadas cualidades de sabor y maduración que hicieron que su comercio creciera considerablemente. (FAO Production Yearbook 1998)

### Relación de intereses investigativos

**Tabla 1**

*Relación de intereses investigativos, líneas y grupos de investigación*

<i>Intereses en ingeniería e investigación</i>	<i>Línea de investigación y áreas temáticas</i>	<i>Grupo de investigación</i>
Sistemas de control y automatización	Fabricantes de insumos, Sistemas de programación y funcionamiento de elementos	GrupLAC

*Nota.* En la tabla se menciona un grupo de investigación consultado para el desarrollo del proyecto en mención. (Teknei 2022)

## Caracterización inicial

**Tabla 2**

*Ficha de caracterización inicial.*

<b>Información solicitada</b>	<b>Respuesta</b>
Nombres y Apellidos completos	Lucas Felipe Torres Rojas
Programa	Ingeniería Electrónica
Créditos aprobados	170
Intereses en ingeniería, tecnología e investigación	Sistemas de control y automatización en la industria agrícola colombiana.
Experiencia en investigación (si/no) ¿cuál?:	No
Fortalezas en áreas de ingeniería:	Sistemas de control y sistemas de potencia
Debilidades en áreas de ingeniería:	Programación

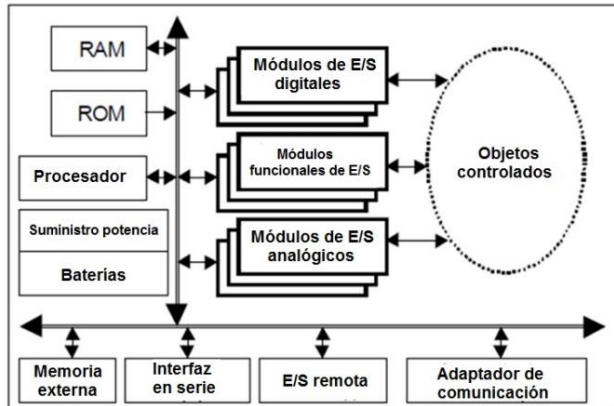
*Nota.* Mención de información personal y académica para caracterización inicial. (Torres L 2022)



## La Idea Para la Investigación Aplicada

Vivo en un pueblo del departamento de **Caldas** llamado **Riosucio**, de este municipio se puede decir que tiene un gran porcentaje de área rural; en su área cuenta con una gran cantidad de cultivos agrícolas que abastecen la canasta alimentaria de nuestra región y de muchos países más, uno de los productos más emblemáticos de los que les hablo es el **aguacate Hass** producto cosechado por campesinos de nuestra región, el cual posteriormente es vendido por peso (gramos) a grandes empresas exportadoras; existe un gran problema para los cultivadores en el momento de vender dicho producto a estas grandes empresas y es que nunca tienen la claridad del peso de cada uno de las unidades que se están vendiendo debido a la manera empírica manual en la que se identifica este valor y es por esta razón que llegan a verse afectados en el valor económico adquirido por la venta de sus cosechas.

Debido a esta afectación evidenciada se desea intervenir el proceso de clasificación por peso que realizan los pequeños productores de aguacate hass de una manera empírica y manual, implementando así un sistema de banda transportadora, con un control de pesaje manejado por dos **celdas de carga**, encargadas de enviar la orden de clasificación a cada uno de los cuatro actuadores instalados y así realizar el proceso de selección según el rango de peso en el que se encuentra cada una de las unidades que se desean comercializar; para seleccionar el autómata programable que va a procesar las señales de entrada y salidas análogas y digitales del sistema se procede a consultar y conocer los **PLC (Programmable Logic Controller**, debido a sus siglas en inglés) que existen y que pueden realizar las funciones solicitadas por el proceso.

**Figura 1***Estructura General de los PLCs*

*Nota.* En esta figura se puede ver como es la estructura general de los PLCs (Programmable Logic Controller) (Acción Multilateral - 517742-LLP-1-(2011))

En el mundo de la automatización industrial, hay muchas compañías, muy buenas, que lideran el mercado de tecnología, y son cada vez más las que lanzan nuevos modelos y gamas de PLCs, y claro, sus respectivos softwares para programarlos.

No solamente tenemos a Siemens o Rockwell, también tenemos a Schneider, ABB, y muchas marcas más. Aquí les dejo las 5 principales marcas (o las más conocidas) con los softwares que utilizan los PLCs de cada una de ellas.

A continuación, se van a mencionar las marcas de los **PLCs** más comerciales en la industria.

**Figura 2**

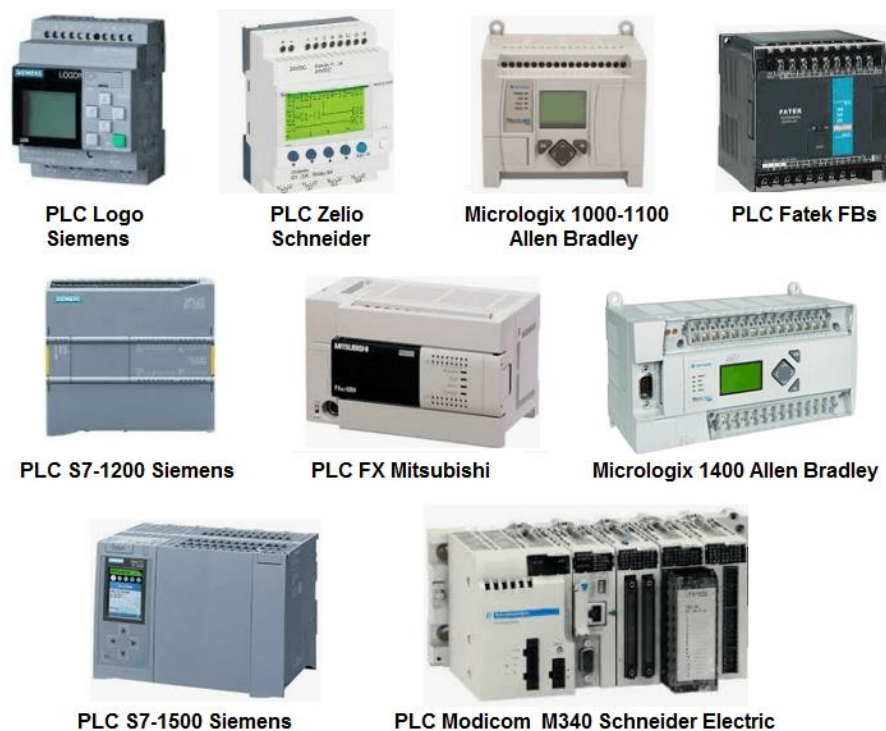
*Las principales marcas de PLC con su respectivo software*

Marcas	Software	PLC Compacto	PLC Modular
Allen Bradley	Workbench RS Logix 5 RS Logix 500 RS Logix 5000 Studio 5000 Logix Designer	Micro800 Micrologix CompactLogix FlexLogix SmartGuard 600	ControlLogix SoftLogix SLC 500
Siemens	1. Step 7 TIA Portal 2. LogoSoft Comfort 3. MicroWIN 4. Step 7 Simatic manager	LOGO (2) S7-200 (3) S7-1200 (1)	S7-1500 (1) S7-300 (1,4) S7-400 (1,4)
Omron	CX-One Programador CX		
Schneider Electric	SoMachine PL7 ProWORX 32		
Mitsubishi	Gx Developer Gx Works 2		
Delta	WPL Soft ISP Soft		
ABB	Automation Builder AC010 AC500		

*Nota.* En esta figura se puede ver las marcas de PLC mas comercializadas con sus respectivos softwares. (masterplc marzo 2020)

### Figura 3

*PLCs que existen para el desarrollo de procesos industriales.*



*Nota:* En esta figura se puede ver como es físicamente cada uno de los PLC más comerciales en el momento. ([securitechperu-content/uploads/2021/06/PLCS](https://securitechperu-content/uploads/2021/06/PLCS))

El **PLC (Programmable Logic Controller)** escogido para realizar las funciones establecidas por el proceso es el **PLC Simatic S7 – 1200 de la marca siemens** ya que este se ajusta muy bien a los parámetros necesarios que se necesitan para poder procesar todas las señales del sistema.

La marca siemens es una o quizás la marca más comercializada en la línea de PLC, además de esto tienen un valorar cual se puede acceder más fácil.

La variedad de softwares de programación que manejan los PLC de la marca siemens son más amplios y más fáciles de adquirir ya que son demasiado comerciales y sus costos varían dependiendo los procesos que se desean desarrollar.

Este PLC tiene puertos hasta para 12 entradas digitales, tiene puertos de entrada para procesar señales análogas 2 en total, necesarias para el desarrollo del proceso.

El tamaño del equipo se ajusta adecuadamente a lo que se quiere ya que ayuda a optimizar los espacios y aporta a la reducción del tamaño de la máquina.

## Descripción del Problema

En **Riosucio** municipio ubicado en la región del alto occidente de **Caldas** los pequeños productores y vendedores de aguacate **Hass**, son uno de los grupos con mayor producción para conformar la canasta familiar de Colombia y algunos países del mundo; se evidencia que todo este proceso de comercialización en el mercado de estos países lo realizan las empresas compradoras de gran magnitud y no lo hacen directamente los campesinos que cultivan el producto y es a ellos a quienes se quiere llegar con el proyecto en mención, en el momento de negociar el fruto entre el pequeño productor y el gran comprador se entrega un dato total del peso que se quiere comercializar de las unidades de aguacate hass, teniendo conocimiento de las clasificaciones existentes en el mercado para la venta, es por esto que durante el proceso de cosecha y venta de la fruta se identifica lo siguiente, primero se coge cada una de las unidades de los árboles que están en cosecha, de ahí son transportadas al centro de acopio de las fincas en donde se cosechó, posteriormente son ubicadas en canastas para su almacenamiento, después de que están en canastas cinco personas del mismo grupo de trabajo se encargan de inspeccionar cada una de las unidades de una forma manual y visual arrojando datos, algunas veces de manera asertiva y otras para nada asertivas, es acá donde yo como estudiante de ingeniería electrónica quiero entrar a intervenir el proceso ayudando por medio del sistema de pesaje y transporte a controlar la variable más importante para la venta que es el peso de cada unidad.

Todo lo planteado está enfocado a que los campesinos cultivadores de aguacate hass pueden clasificar de una manera más precisa cada una de las unidades producidas y así poder obtener un total del peso exacto para cada uno de los tipos de aguacate hass existentes y continuar con su comercialización.

### **Alcance del Proyecto Sobre la Problemática Planteada.**

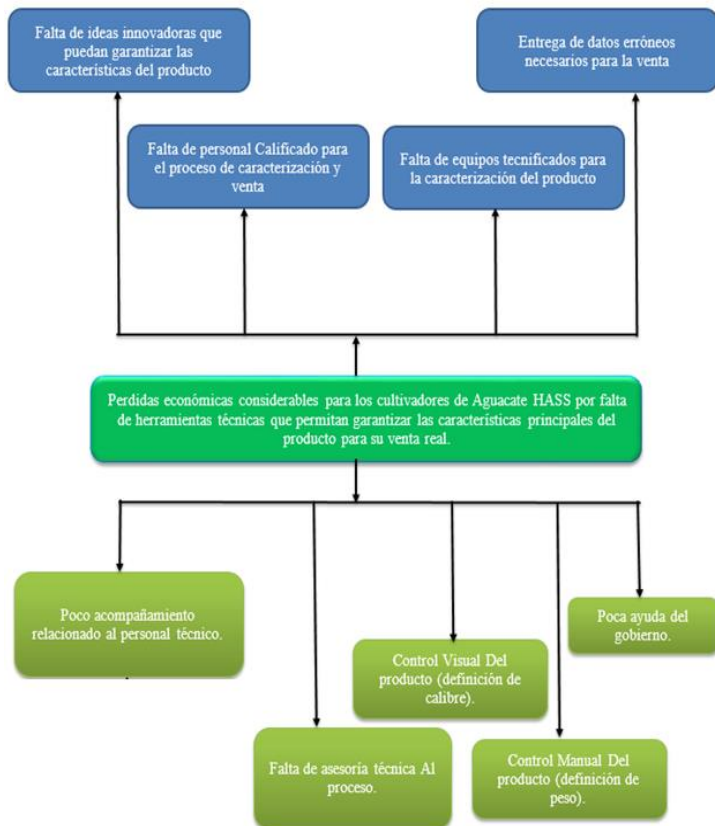
Con el proyecto “**Propuesta y diseño de un sistema de transporte y clasificación por peso de las unidades de aguacate Hass cosechadas por los cultivadores en el municipio de Riosucio Caldas**” se quiere intervenir de una manera directa el proceso productivo que realizan los pequeños productores de aguacate **Hass** ubicados en la región del alto Occidente de Caldas, al conocer la forma como se realiza el proceso de clasificación por peso de cada una de las unidades producidas se toma la determinación de implementar una banda transportadora y clasificadora por peso, con la que se quiere llegar a mejorar el proceso manual que se realiza para seleccionar cada una de las unidades de aguacates **Hass** que se quieren comercializar, tecnificando así esta fase del proceso para disminuir el porcentaje de margen de error por el trabajo manual que se realiza a la hora de la selección, reducción de la mano de obra en esta fase del proceso, ayudando así a minimizar costos de operación en esta etapa, además de aumentar los porcentajes de ganancia, teniendo claro que esto dará una comercialización más transparente.

Con la solución planteada se quiere llegar a los cultivadores con la prestación del servicio de alquiler por cosecha de la banda transportadora y clasificadora por peso, con fines de apoyar y garantizar el proceso, precisión a la hora de escoger a qué calibre de aguacate pertenece la unidad pesada, teniendo en cuenta que la banda podrá ser transportada con facilidad ya que por diseño esta es desarmable.

## Árbol Causa – Efecto del Problema

**Figura 4**

*Cuadro de causa y efecto para proyecto*



*Nota.* Cuadro de causas y efectos que ocasionan la problemática que se está tratando en el proyecto. (Torres L 2022)



### Definición del Problema

En el alto occidente de Caldas existe un pueblo llamado Riosucio, el cual se caracteriza por ser poseedor de múltiples ámbitos culturales, también se distingue por ser uno de los principales pueblos que aportan a la canasta familiar del departamento, país y de muchos lugares del mundo. En la última década este lugar ha fortalecido sus ingresos económicos debido a que tiene una variedad de cultivos agrícolas importantes en la canasta básica familiar, entre estos productos se distingue uno muy conocido por todas las personas de la región y es el aguacate hass el cual es cultivado en las zonas rurales del pueblo en límites con Antioquia el cual es cosechado por personal calificado y campesinos de la zona, el aguacate que se cultiva en esta región del país y en muchas más pasó de ser un producto de venta local a ser un producto de venta internacional del cual se ven beneficiadas grandes empresas encargadas de trabajar la exportación del producto a los demás países del mundo, lo que obligó a los cultivadores a vender su producto por kilogramos cosechados, la venta de este producto se hace de una manera aún muy manual y empírica de la cual se puede creer que no hay una certeza en lo que se está ofreciendo para la venta debido a que la selección que se da para determinar la caracterización de una unidad del producto es hecha de forma manual y visual por personal empírico encargado de la labor dejando así el sinsabor de que se puede estar cobrando más o menos del valor de lo cosechado.

Es por esta razón que se ha pensado en gestionar un sistema de una banda transportadora encargada de mover las unidades de un inicio a un final, pasando así mediante celdas de carga ubicadas en la misma estructura de la banda, identificando de esta manera el peso correspondiente de cada unidad, la señal detectada por cada una de las celdas de carga instaladas será tratada por medio de un sistema autómatas programable **PLC** usando el método para escalizar señales analógicas aprendido durante la carrera; en el momento en que se procesa esta

señal el sistema por medio de una salida digital está en la capacidad de ordenarle a cualquiera de los actuadores que se active dependiendo del peso detectado y así se desvía la unidad a su lugar de destino, en donde una persona encargada deberá realizar el pesaje y el cambio de una canasta una vez esta se encuentre llena en su totalidad.

Caldas es el quinto departamento en exportaciones de aguacate HASS estando en fin de año del 2018 en 4176 toneladas de aguacate hass a Europa y Estados Unidos de las cuales en Caldas hay sembradas 5000 hectáreas de aguacate HASS (La república 2018)

### **Figura 5**

*Aguacate Hass tipo exportación.*



*Nota.* Imagen física de cómo se vería un aguacate Hass tipo exportación en su punto de cosecha adecuado para la comercialización. (La república 2018)

### **Justificación Para la Solución Planteada**

La problemática identificada en este tema productivo relacionado con la agricultura y los cultivadores campesinos de la región del alto occidente de caldas, particularmente en el municipio de **Riosucio** está basada en los testimonios entregados por dos personas de la región, dueños de 2 fincas en las cuales se produce aguacate **Hass** para posteriormente ser vendidos a las empresas compradoras de sus cosechas.

Para dar inicio. Se habla con el señor **Juan Camilo Gil Jaramillo** propietario de la finca **Zabaletas** ubicada en la vereda el **Oro** de **Riosucio Caldas**, la cual está en la capacidad de producir de 6 a 8 toneladas por cada una de las 2 cosechas que se presentan en el año. Para poder cosechar, transportar, clasificar y seleccionar el señor Juan camilo hace uso de los servicios prestados por 5 o 6 personas encargadas de realizar todo el proceso de manera manual. Las personas contratadas son las encargadas de recolectar las unidades de aguacate Hass en cada uno de los árboles que están en producción en ese momento, después de que se hace la recolección total de lo cosechado, las mismas personas son las encargadas de almacenar todas las unidades de aguacate Hass en un punto de acopio donde posteriormente se procede a hacer la selección manual de cada una de las unidades, todo este proceso puede tardar entre 4 y 5 días pero en si la selección y clasificación por peso manual puede tardar unas 10 horas.

Como anotación que hace el señor Juan Camilo Gil dice que normalmente ellos durante el proceso de clasificación juegan con una tolerancia de pérdida por venta que esta entre el 3% y el 5% dependiendo del tamaño de las unidades, entre más pequeñas sean las unidades existe más posibilidad de que el margen de error sea mayor debido a la poca sensibilidad que os puede entregar la mano a la hora de realizar esta labor, entre más grande sea la fruta es menor el margen de error.

**Figura 6**

*Cultivo de aguacate Hass en la Finca Zabaletas.*



*Nota.* En esta imagen se puede ver una parte del terreno y de cómo se distribuyen los arboles de aguacate Hass (Gil. J. Finca Zabaletas 2020)

**Figura 7**

*Fruta producida en la finca Zabaletas.*



*Nota.* En esta imagen se puede ver un árbol con las unidades de aguacate Hass para ser recolectadas por los campesinos (Gil. J. Finca Zabaletas 2020)

Para continuar. Se habla con el señor **Jhon Jaime Salazar** propietario de la finca **la Arboleda ubicada en el Peñon Guatape Antioquia** la cual está en la capacidad de producir hasta 14 toneladas en la primera cosecha del año y de 8 a 10 toneladas en la segunda cosecha del año. Para poder cosechar, transportar, clasificar y seleccionar el señor Jhon Jaime hace uso de los servicios prestados por 6 personas encargadas de realizar todo el proceso de manera manual. Las personas contratadas son las encargadas de recolectar las unidades de aguacate Hass en cada uno de los árboles que están en producción en ese momento, después de que se hace la recolección total de lo cosechado, las mismas personas son las encargadas de almacenar todas las unidades de aguacate Hass en un punto de acopio donde posteriormente se procede a hacer la selección manual de cada una de las unidades, todo este proceso puede tardar entre 6 días pero en si la selección y clasificación por peso manual puede tardar un día entero

### **Figura 8**

*Punto de recolección por un área determinada de la finca la Arboleda*



*Nota.* En esta imagen se puede ver un árbol con las unidades de aguacate Hass para ser recolectadas por los campesinos (Salazar. J. Finca La Arboleda 2020)

### **Figura 9**

*Persona prestadora del servicio de cosecha en la finca la Arboleda*



*Nota.* En esta imagen se puede ver un cultivador de la finca la arboleda (Salazar. J. Finca La Arboleda 2020)

Conociendo un poco de cómo es que se realizan los procesos de clasificación por peso en las dos fincas mencionadas podemos decir que el problema radica en que los métodos que se están usando para identificar la caracterización de una unidad cosechada es de manera manual, visual y empírica dejando el sinsabor de que existe una variación en el peso real de cada una de

las unidades, teniendo así un margen de error considerable por pocas garantías en la precisión del valor del cual se espera obtener lo justo en el momento de la venta de lo cosechado, ya que estos pequeños productores tienen una pérdida aproximadamente del 5% y 6% del total de unidades seleccionadas debido al margen de error por la selección manual de cada uno de los aguacates; normalmente, en la cadena de clasificación de aguacate **Hass** intervienen 5 personas para la selección manual por peso de cada unidad, lo que quiere decir que durante 10 horas trabajadas están en la capacidad de seleccionar aproximadamente 6 toneladas/día, conociendo estas variables y con la intervención del proceso mediante la banda transportadora y seleccionadora por peso, se quieren reducir estas afectaciones generando un proceso continuo automatizado en el cual solo serán necesarias 3 personas (un alimentador y dos recibidores).

De la manera empírica 5 personas en 10 horas seleccionarían 6 toneladas lo que quiere decir que por cada hora pueden manualmente seleccionar 600 kilos por las 5 personas, es decir 10 kilogramos por minuto, pero con la implementación de la banda transportadora y clasificadora por peso, por cada minuto que se tenga en funcionamiento se pueden seleccionar 20 kilogramos promedio, lo que da a entender que en un proceso continuo de una hora se pueden seleccionar 1200 kilogramos para que durante 5 horas de trabajo de la máquina se tenga la selección de las 6 toneladas producidas.

Es un tema muy importante que se debe de tratar ya que los cultivadores que venden sus unidades cosechadas en sus tierras puedan cobrar lo que en realidad le corresponde por cada uno de sus aguacates sin generar algún tipo de pérdida económica por evitar el uso adecuado de sistemas de control y automatización para el funcionamiento de procesos industriales.



**Figura 10**

*Muestra de peso para dos unidades que suman 511 gramos en bascula.*

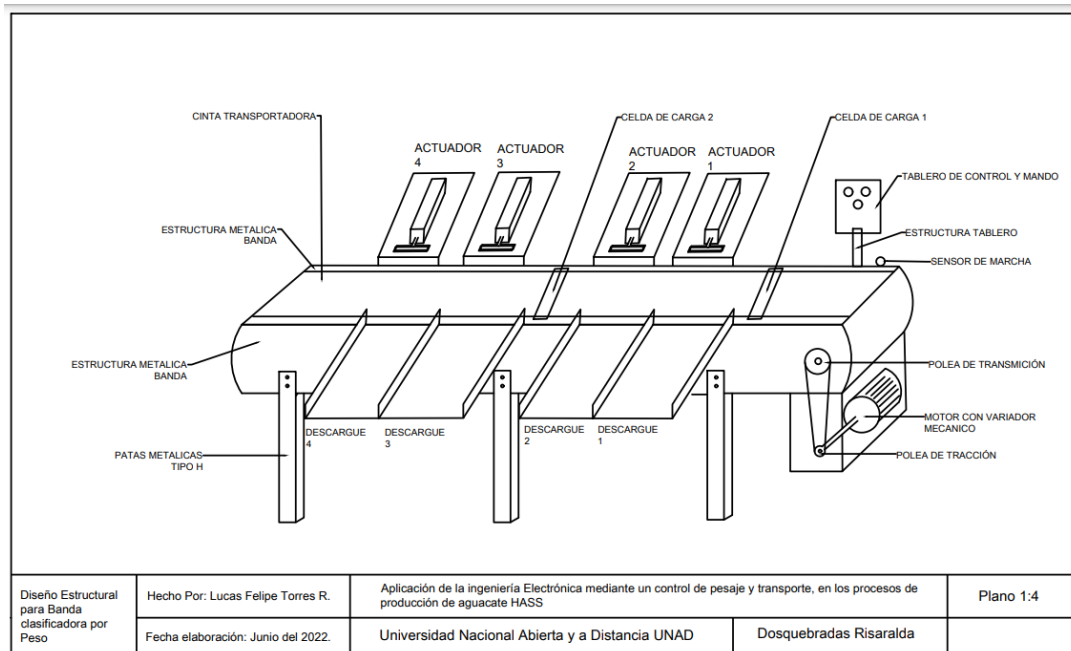


*Nota.* En esta imagen se puede ver lo que sumarian 2 unidades de aguacate Hass pesadas en una báscula electrónica a medida que la unidad es menor en tamaño es más difícil que el valor entregado manualmente se acerque al valor real. (Torres. L 2022)

Para la aplicación mencionada como propuesta está el siguiente diseño donde se pueden observar cada una de las etapas del proceso de clasificación por peso para el fruto que se quiere producir y vender.

**Figura 11**

*Sistema de transporte y clasificación por peso de aguacate Hass.*









*Nota.* Imagen física de cómo se vería el sistema ensamblado para el uso adecuado (Torres. L 2022)

A continuación, se menciona el costo total que tendrá la implementación del sistema de transporte y clasificación por peso para aguacate Hass, incluyendo todos los equipos, considerando así el alcance del proyecto y el servicio que se desea prestar.

Figura 12

## Valor total para implementación del sistema (equipos)

Nombre equipo	imágenes	Datos	Valor Unidad con IVA																
Banda transportadora de 6" - 8" para alimentos con acople para motorreductor		<b>CINTAS TRANSPORTADORAS</b> Equipos fabricados para el transporte de productos. Nuestras cintas transportadoras, fabricadas en periferia de aluminio y acero, son fruto de todas nuestras experiencias adquiridas en la gran cantidad de proyectos realizados todos estos años. Con una serie de medidas estándar damos servicio a sus necesidades en el movimiento de producto, además de las aplicaciones más exigentes y personalizadas. <ul style="list-style-type: none"> <li>o Chasis (aluminio, acero inoxidable)</li> <li>o Tipo de banda (PVC/PU, banda modular, de charamela, metálica)</li> <li>o Aplicaciones especiales</li> </ul>	\$ 3.500.000																
Motor electrico Monofasico OMM1		<b>Especificaciones</b> <table border="1"> <tr> <td>Categoría</td> <td>Motores monofasico</td> </tr> <tr> <td>Frame size (mm)</td> <td>H 55 - H 112</td> </tr> <tr> <td>Kw</td> <td>0,9 kw - up to 1,5 kw</td> </tr> <tr> <td>Voltage</td> <td>220 V</td> </tr> <tr> <td>Poles</td> <td>2-4</td> </tr> <tr> <td>Cooling System</td> <td>IC 411</td> </tr> <tr> <td>Hz</td> <td>50 Hz</td> </tr> <tr> <td>Temperatura</td> <td>-20°C &lt; 0 &lt; 40°C 2H</td> </tr> </table>	Categoría	Motores monofasico	Frame size (mm)	H 55 - H 112	Kw	0,9 kw - up to 1,5 kw	Voltage	220 V	Poles	2-4	Cooling System	IC 411	Hz	50 Hz	Temperatura	-20°C < 0 < 40°C 2H	el valor se incluye en el de la banda debido a que es un montaje de fabrica
Categoría	Motores monofasico																		
Frame size (mm)	H 55 - H 112																		
Kw	0,9 kw - up to 1,5 kw																		
Voltage	220 V																		
Poles	2-4																		
Cooling System	IC 411																		
Hz	50 Hz																		
Temperatura	-20°C < 0 < 40°C 2H																		
Variador de velocidad continuo mecánico para líneas automáticas		<b>Altas prestaciones</b> - La potencia de 0,18 kW y 7,5 kW - 3.000 Nm de par máximo. - Hasta 6000 Nm cuando se combina con el brisel de las cajas Helicoidal - Con el dispositivo diferencial, la velocidad de salida pueden ser llevados a "Cero"La velocidad, cuando el motor está funcionando. <b>Alta fiabilidad</b> - Fortalecimiento de la Caja para trabajos pesados. - Los planetas y las razas son realizados en acero especial 100CR6 y están en baño de aceite, que garantizan las mejores condiciones de transmisión de la motión por la fricción.	el valor se incluye en el de la banda debido a que es un montaje de fabrica																
Tablero Cofre Electrico Para Intemperie Rebra 40x30x20		<b>Descripción</b> Somos Inversiones FIE, producto 100% original, compra segura. COFRE 40 (ALTO) X 30 (ANCHO) X 20 (PROFUNDIDAD) calibre 18 Los cofres metálicos son una excelente solución para el montaje de gran variedad de equipos eléctricos. Estos ofrecen una gran robustez y hermeticidad lo cual garantiza una mayor durabilidad tanto del tablero como de los equipos que van al interior del mismo. En su interior llevan un doble-fondo metálico removible para montaje de equipos y, en el costado inferior tiene knock-outs para entrada y salida de tubería.	\$ 255.000																
PLC S7-1200 6ES7211-1BE31-0XB0 Siemens		<b>En stock</b> Nuevo sellado de fábrica - Producto original - 12 Meses de garantía <b>ENTREGA EXPRES MUNDIAL</b> <b>S7-1200</b> SIMATIC S7-1200, CPU 1211C, CPU compacta AC / DC / relé, E / S INTEGRADAS: 6 DI 24 V DC, 4 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10 V CC, fuente de alimentación; CA 85-264 V CA con 47.43 Hz, memoria de programa / datos 30 KB SKU:6ES72111BE310XB0 <b>1.269.620,52 COP</b>	\$ 1.270.000																
Celda de carga 3 kg, Sensor de peso x 2und		Carga nominal: 3 kg Salida nominal: 10mv/v±0.015mv/v Cero salida: ± mv/v Desplazamiento: 0.03% f. s./30 Min Extremo de entrada: rojo + (energía), negro-(power) Extremo de salida: verde + (señal), blanco-(señal) Voltaje de funcionamiento recomendada: 3 - 12 VDC Impedancia de entrada: 1115±10% Impedancia de salida: 1000±10% Clase de protección: IP65 Tamaño total: aprox. 3.15x0.50x0.50 pulgadas Cable: 0.8 x 20 cm Material: aleación de aluminio Peso del modulo: 30g	\$ 140.000																

Paro de emergencia, star y stop, selector		Pulsadores, interruptores, selectores y setas de emergencia: contactos normalmente abiertos y contactos normalmente cerrados. 7 unidades	\$ 200.000
cilindros		El motor es paralelo al tornillo sin fin. Los actuadores eléctricos paralelos suelen ser impulsados por engranajes rectos que ofrecen más opciones de variación de velocidades. Estos actuadores permiten un mayor rango de cargas y velocidades, 4 unidades	\$ 900.000
Contactor		Contactor CHINT de tres polos y potencia de motor a 120Vca de 12A, con bobina 120Vca	\$ 75.000
Guardamotor		Guardamotor Gv2-me104 - 6.3a Schneider Telemecanique	\$ 140.000
Interruptor		Interruptor termomagnético Superlimit bipolar 20A 6kA	\$ 320.000
Conectores		Macho más hembra de 3 pines, conector de cable con extremo de plástico duro, enchufe de metal recto.	\$ 100.000
Sensor Capacitivo		 <p>ENTREGA EXPRES MUNDIAL</p> <p>ED10CCU4AS</p> <p>Sensor de proximidad fotoeléctrico, energético. Rango de detección máx. 0 mm ... 340 mm. Tipo de conexión. Cable, 4 hilos, 2 m.</p> <p>98076026213</p> <p><b>537.581,22 COP</b></p>	\$ 538.000
<b>Total del valor para montaje de Maquina.</b>			<b>\$ 7.438.000</b>

Nota. Estos son los valores para los equipos del sistema general. (Torres. L 2022)

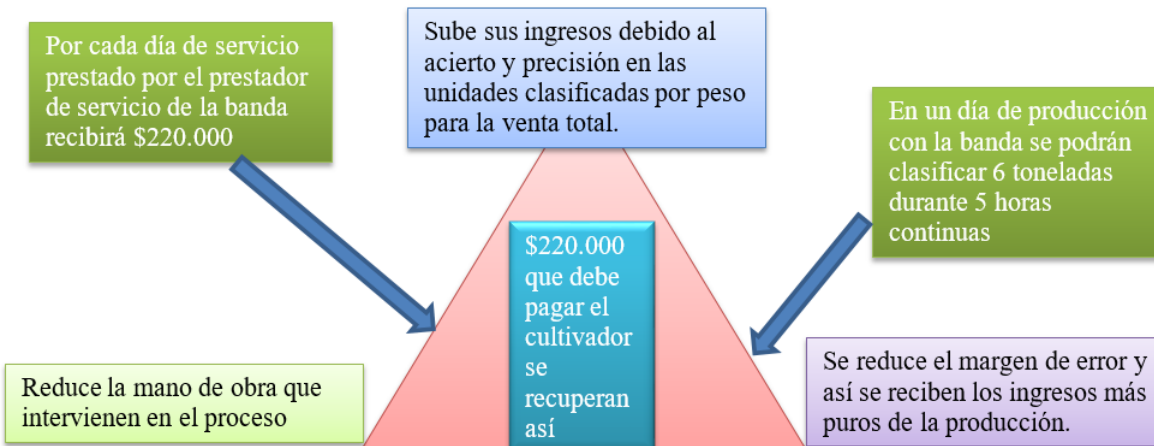
De acuerdo con el diseño realizado se dice que es óptimo para cumplir con la función que se quiere ya que es un sistema fácil de transportar debido a la comodidad y desarme de algunas de sus partes, esto pensado en la accesibilidad a todos los lugares donde se quiera prestar el servicio de alquiler.

Haciendo un estudio previo sobre algunas de las bandas que existen en el mercado para realizar la clasificación por peso de verduras o frutas cosechadas se cree que esta idea es la adecuada para el desarrollo de las funciones debido a sus componentes eléctricos y mecánicos además del diseño estructural que tiene.

El sistema de control está diseñado para que pueda trabajar durante horas continuas y no se vea interrumpido por motivos eléctricos o mecánicos debido a que son elementos con buen posicionamiento de marca en el mercado, además de la capacidad de procesamiento de las señales que se van a trabajar (PLC, celdas de carga, sensor, contactar, guarda motor, motor con variación mecánica, interruptor, rodillos, cinta plana, estructura galvanizada, cilindros entre otros). El costo de la banda estaría en los \$8.000.000 COP para implementarla con fines de garantizarles a los cultivadores que producen el aguacate Hass el proceso de clasificación por peso de los frutos cosechados.

**Figura 13**

*Retorno de inversión para ambas partes.*



*Nota.* En esta imagen se puede observar la forma en como el cultivador que desea alquilar el equipo puede retornar su inversión por día de alquiler, además se puede ver como el prestador del servicio puede recibir los ingresos por día. (Torres. L 2022)

## **Marco Referencial**

### **Marco Conceptual**

#### **Aguacate Hass**

El desarrollo de este proyecto está enfocado en la producción de este fruto ya que es un producto que está siendo considerado como el oro verde en el mundo. El aguacate Hass, es una fruta de gran tamaño con un peso de 200 a 350 gramos habitualmente, pero también salen algunas frutas con mayor peso, cuando la fruta está madura la piel es de color púrpura oscuro casi negro y cede ante una presión suave, cuando está listo para servir se convierte en blanco y verde en la parte media del fruto interno.

Debido a su sabor, tamaño, tiempo de conservación y alto rendimiento en cultivo en algunas zonas se cosecha durante todo el año. De hecho, a esta variedad se la conoce como el aguacate disponible todo el año dado que es posible encontrarlo en las cuatro estaciones. Es la variedad de aguacate comercial más popular del mundo representando en Estados Unidos más del 80% de la cosecha de aguacate, 95% de la cosecha de California y es el aguacate más cultivado en Nueva Zelanda. (Corpoica 2008)

#### **Producción**

Es un proceso que busca obtener un producto específico mediante la combinación de ciertos ingredientes o medios de producción, identificados bajo tres categorías: tierra, trabajo y capital. Según su naturaleza, estos tres recursos, insumos o factores de producción se identifican, así:

Recursos naturales económicamente explotables o bienes que no pueden ser producidos por el hombre, sino que son aportados directamente por el medio.

Población o trabajo humano.

Recursos producidos por medio del uso de una tecnología.

La relación entre las calidades y cantidades de factores que se utiliza para obtener un producto, y la cantidad y calidad de producto que se obtiene, dependen de la técnica que usa el productor al combinar los factores, la cual es, a su vez, el resultado de sus experiencias y conocimientos. A esa relación y combinación se le da el nombre de función de producción.

(Edicions Universitat Barcelona, 13/06/2007)

### **Sistemas de Control en lazo abierto**

Se le llama así al sistema de control en el cual la salida no afecta la acción de control. En otras palabras, en un sistema de control en lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada; por lo tanto, a cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; dando como resultado que la precisión del sistema depende de la calibración. En un Sistema de Control a Lazo Abierto, únicamente existen dos señales (de entrada y de salida) interrelacionados entre sí pero sin haber un lazo de retroalimentación que compare la señal obtenida después del proceso con la de la entrada. (Marcombo 1986)

### **Controlador**

Un controlador de dispositivo, llamado normalmente controlador (en inglés, device driver) es un programa informático que permite al sistema operativo interactuar con un periférico, haciendo una abstracción del hardware y proporcionando una interfaz posiblemente estandarizada- para usarlo. Se puede esquematizar como un manual de instrucciones que le indica al sistema operativo, cómo debe controlar y comunicarse con un dispositivo en particular. Por tanto, es una pieza esencial, sin la cual no se podría usar el hardware. (Marcombo 1986)



## **Celdas de carga**

Es un elemento físico que puede traducir la presión (fuerza de compresión, tensión, flexión o cizalla) en una señal eléctrica que puede ser un cambio de voltaje, cambio de corriente o cambio de frecuencia dependiendo del tipo de celda de carga y el circuito utilizado, Consiste en un cuerpo de metal al que se aplican extensómetros, un dispositivo constituido por una rejilla de alambre metálico aplicada mediante un adhesivo fijado al objeto. Ubicados en la superficie de la celda de carga, agarrándose y acostándose junto con ella; a medida que el objeto se deforma, la lámina también. Estos cambios dimensionales provocan una variación en la resistencia eléctrica y se convierten en una señal eléctrica expresada en mV (milésimas de voltios) que se mide utilizando un puente de Wheatstone (circuito eléctrico), el cual aumenta la sensibilidad y reduce los efectos de la temperatura. (Marcombo 1986)

## **Actuador Lineal Electrico**

Un actuador lineal eléctrico es un dispositivo que convierte el movimiento rotatorio de un motor en movimiento lineal. Se puede integrar en cualquier equipo para empujar, tirar, levantar, bajar, posicionar o girar una carga. El motor es paralelo al tornillo sin fin. Los actuadores eléctricos paralelos suelen ser impulsados por engranajes rectos que ofrecen más opciones de variación de velocidades. Estos actuadores permiten un mayor rango de cargas y velocidades, (TIMOTION-Fabricante).

## **Estado del Arte**

**Importancia de los Procesos de Clasificación de Aguacate Hass en la Economía Local y colombiana.**

El aguacate hass es un fruto que aporta un gran porcentaje a la economía colombiana por su alto nivel de exportación, para esto, el aguacate debe cumplir con estándares de calidad establecidos por entidades del país como es color, tamaño, maduración, peso, entre otros.

El área sembrada en aguacate en el país aumentó casi un 50% entre los años 2014 a 2018, se estima que en el país existen alrededor de 15.000 productores en cerca de 22.000 unidades productivas que tienen como principal actividad económica el cultivo de aguacate hass; alrededor de 55 mil personas en el país se ven involucradas en **forma directa e indirecta en los diferentes eslabones de la cadena productiva de este fruto.**

En el campo agroindustrial, los pequeños productores de aguacate Hass utilizan métodos para el control y la clasificación por peso de forma artesanal en la mayoría de casos y pocos productores cuentan con sistemas automatizados debido al desconocimiento y en algunos casos por su alto costo de adquisición, además de esto algunos sistemas vienen de otros países.

La importancia de los procesos de clasificación para los cultivadores de aguacate hass está enfocada en aumentar y garantizar los ingresos económicos que cada uno de los productores espera obtener por su cosecha, cabe resaltar la forma manual y empírica en que se realiza actualmente esta clasificación por peso, generando así una cantidad de variables negativas para los cultivadores en algunos casos y positivas para los compradores de este.

En la actualidad, el mercado nos ofrece una gran variedad de sistemas de clasificación es por esto que a continuación se describen algunos productos que se pueden considerar una alternativa de solución a la problemática planteada, indicando sus ventajas, desventajas y cada una de sus características y costos específicos.

## Tipos de Bandas Transportadoras y Sistemas de Clasificadores Existentes

**Figura 14.**

*Banda clasificadora por peso fruta de dragón: Fabricante MIRACLE*



Máquina clasificadora de pesaje de fruta de dragón, superventas, 2018

>= 1 Sets  
**5.500,00 US\$**

Beneficios: Reembolsos rápidos en pedidos de menos de 1000 USD [Reclamar ahora >](#)

Número de Modelo: **MRC-7000S**

Personalización: Logotipo personalizado (Pedido mínimo 1 Set)  
Embalaje personalizado (Pedido mínimo 1 Set)  
[More ^](#)

Envío: Transporte marítimo

*Nota.* En la figura se puede ver el valor que tendría comprar este sistema, también se puede ver el fabricante. (Fabricante – miracle. 2018)

Valor en pesos colombianos **\$18.500.000**. Es una máquina de clasificación adecuada para peso enfocada en la clasificación de esféricas, frutas y verduras como aguacate, patatas, peras, cebollas, pitaya, melocotones, ciruelas, etc. La máquina de clasificación no solo da el peso exacto, sino que también tiene las características de alta eficiencia fácil operación y la amplia aplicación para procesos industriales de grande escala para productos agrícolas. Esta banda es de un tamaño robusto lo cual hace más complicado su transporte y los costos no son óptimos para la escala a trabajar.

**Figura 15**

*Especificaciones técnicas banda fruta de dragón.*

Nombre	Fruta de dragón peso máquina de
Molde	MRC-S7000
Clasificación de la capacidad	9000 pcs/h
Aplicación de peso	10-2000g
Poder	2.3kw 220v
Clasificación de nivel	3-9 (como requiere el cliente)
Dimensión	Personalizado

*Nota.* En esta figura se pueden ver las especificaciones técnicas que tiene el sistema mencionado para el correcto uso del mismo. (Fabricante – miracle. 2018)

**Figura 16**

*Banda clasificadora por peso tipo circular: Fabricante Bandtek*



Te 17719817325

**R\$ 25.363,94**

6x R\$ 4.227,32 sin intereses + info >

R\$ 165,60 Descuento Cupón de Vendedor [Conseguir cupones](#)

Color: 5Grades By sea

OEM service Deposit

Cantidad:  1  30 unidades disponibles

Envía a  Brazil

Este producto no puede enviarse a tu dirección. Selecciona otro producto o dirección.

Protección al Comprador de 75 días  
 Garantía de reembolso



*Nota.* En la figura se puede ver el valor que tendría comprar este sistema, también se puede ver el fabricante. (fabricante – Bandtek)

Valor en pesos colombianos \$ **22.500.000**. Es una máquina de clasificación por peso que debe ser alimentada por abundante flujo de fruta y verduras como aguacate, patatas, etc.

generando una selección de manera mecánica por medio de apertura de rodillos,

Debido a la forma en que se alimenta se pueden generar daños en las frutas o verduras que se desean clasificar debido a la presión generada por la cantidad de unidades a la hora de alimentarla.

### Figura 17

*Especificaciones técnicas banda circular.*

Principio de clasificación	Según el tamaño de frutas o verduras
Modelo a escala	Máquina clasificadora de KN-FJ04
Capacidad de almacenamiento	2-3 T/H
Fuente de alimentación	220V o 380V
Grados	5 grados

*Nota.* es esta figura se pueden ver las especificaciones técnicas que tiene el sistema mencionado para el correcto uso del mismo. (fabricante – Bandtek)

### Figura 18

*Banda clasificadora por peso tipo Plana: Fabricante JOE MACHINERY*



**China Clasificador de peso de la correa de pescado**

Cantidad de Compra.: (Conjuntos)	1	2+
Precio FOB de Referencia:	US\$ 9.750,00	US\$ 9.550,00

Puerto: Qingdao, China

Capacidad de Producción: 500pieces/Year

Condiciones de Pago: L/C, T/T, Western Union, Paypal, Money Gram

[✉ Contacta Ahora](#)

Dejar un mensaje  Favoritos

*Nota.* En la figura se puede ver el valor que tendría comprar este sistema, también se puede ver el fabricante. (fabricante JOE MACHINERY)

Valor en pesos colombianos **\$31.000.000**. Esta máquina es una máquina de alta precisión y aparente sencillez, pero su funcionamiento está ligado al tamaño de los objetos que van a transitar por la cinta lo que hace que para la clasificación de frutas no sea tan preciso debido al tamaño variable de las mismas.

### Figura 19

#### *Especificaciones técnicas banda plana.*

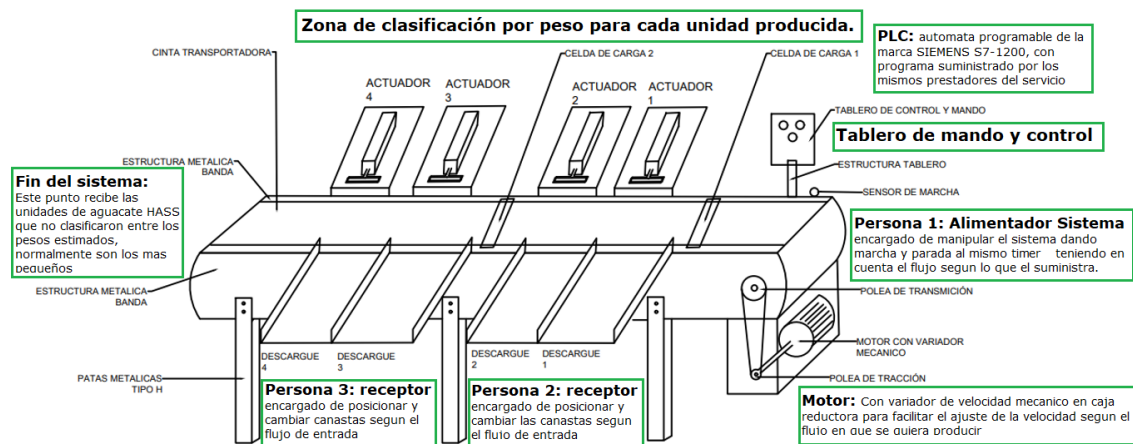
No. de Modelo.	ZYJX-PDC	Tipo	Máquina de clasificación espiral
Solicitud	Montaje de hardware, Componentes electrónicos, Autopartes, Mineral, Fruta, Carne, Producto acuático, Vegetal, Grano	Proceso de dar un título	ISO 9001
Texture of Material	Stainless Steel	Sorting Grade	Customized
Working Ability	1500kg/H	Voltage	380V
Power	1.5kw	Marca Comercial	JOE
Paquete de Transporte	Wooden Case Packing	Especificación	4800*1000*1540
Origen	China	Código del HS	8423302000

*Nota.* Es esta figura se pueden ver las especificaciones técnicas que tiene el sistema mencionado para el correcto uso del mismo. (fabricante JOE MACHINERY)

Al conocer las funciones y características de los anteriores sistemas transportadores y clasificadores de aguacate hass o verduras existentes en el mercado y que se ajustan más a las necesidades de lo que se está planteando en el desarrollo de este proyecto, se tomó la decisión de crear un sistema transportador y clasificador por peso que se ajustara a las necesidades económicas y prácticas para el desarrollo productivo de los campesinos cultivadores de las unidades de aguacate hass.

**Figura 20**

*Tipo de banda y etapas del proceso.*



*Nota.* En esta figura se pueden ver cada una de las etapas del proceso y como estarían posicionados todos los equipos, estructura y personal que operara la máquina. (Torres. L 2022)

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Brindar a los campesinos cultivadores de aguacate hass en Riosucio Caldas, una herramienta técnica y automática que permita garantizar el peso exacto de cada una de las unidades cosechadas que se desean comercializar, disminuyendo así las pérdidas económicas que se tienen por la inexactitud en la medición debido a la forma manual en que se realiza actualmente.

### **Objetivos Específicos**

Reducir los gastos que se generan por la alta cantidad de personas y horas que intervienen en el proceso de clasificación.

Disminuir el margen de error de la medición de peso por medio del uso de equipos tecnológicos de alta eficiencia y exactitud.

Aumentar los ingresos netos de los campesinos productores de aguacate hass



### Posible solución

La solución planteada para el desarrollo de la problemática identificada es la siguiente.

Se realiza la programación en lenguaje de contactos **LADDER** de un autómata programable **PLC de la marca siemens S7-1200** por medio del software **TIA PORTAL** con licencia propia; en este programa, están establecidas cada una de las condiciones para el funcionamiento de los equipos que van a desarrollar el proceso que se quiere ejecutar relacionado a la clasificación por peso de cada una de las unidades de aguacate HASS que se van a producir y a vender.

Se implementa un diseño estructural del sistema de transporte y clasificación por peso donde se muestra como debe ser el montaje para resolver el problema que se identificó, además también se podrá ver cómo sería la combinación en el montaje para la parte mecánica relacionada a la banda transportadora con cada uno de los equipos eléctricos y electrónicos que se van a utilizar en el funcionamiento del sistema que se desea implementar.

Se realiza el análisis correspondiente del sistema implementado con respecto a otros existentes en el mercado teniendo en cuenta aspectos importantes como la inversión económica, la facilidad de transporte de los equipos y la facilidad en el manejo del sistema desde la parte eléctrica y electrónica que lo conforma, determinando así que la implementación de la **banda transportadora y clasificadora por peso** diseñada en este proyecto es viable con respecto a lo ya existente debido a su bajo costo en la inversión, exactitud en la medición y facilidad en el transporte de la misma.

Se quiere prestar el servicio de alquiler del sistema de banda transportadora y clasificadora por peso a cada uno de los campesinos cultivadores y productores que requieran de este, es por esto que se les indicara también como se podrá retornar la inversión que se hace en el

pago de los \$220.000 pesos por cada día establecidos por los prestadores del servicio de alquiler del sistema.

El sistema de transporte y clasificación por peso está compuesto por los siguientes equipos que desarrollan las funciones adecuadas para el proceso que se quiere. un interruptor magnético, un guarda motor, un contactor, una fuente de 12VDC, un PLC, un sensor capacitivo, cuatro actuadores lineales eléctricos, un motor eléctrico a 220v, dos celdas de carga, cuatro tolvas de descargue, un tablero eléctrico, tres patas en H para soporte, una cinta transportadora plana y estructura metálica de soporte.

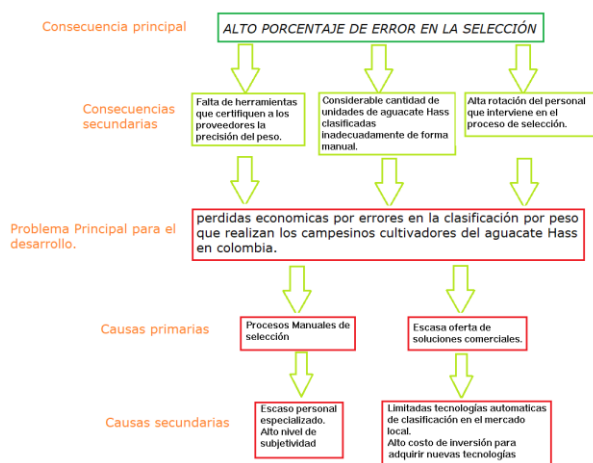
## Solución Seleccionada y Justificación

La solución planteada con las pautas mencionadas anteriormente es adecuada ya que por medio de este sistema de transporte y clasificación por peso se están aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera con una finalidad específica dirigida a solucionar una problemática identificada en el gremio de los campesinos cultivadores del aguacate HASS.

El 85% de los campesinos cultivadores de aguacate HASS en Colombia tienen una problemática con respecto a las ventas de las unidades cosechadas que se quieren vender debido a la falta de insumos tecnológicos que les puedan ayudar a reducir el margen de error en el momento de la venta debido a la manera manual y empírica en que se desarrolla la clasificación por peso de cada unidad, este valor está estimado entre el 5% y 6% de las unidades cultivadas y clasificadas manualmente, además de esto se quiere implementar el sistema para que se reduzca la mano de obra que está involucrada en el proceso de clasificación que normalmente está definido entre 5 y 7 personas para seleccionar 6 toneladas de aguacate HASS durante un periodo de 8 a 10 horas.

### Figura 21

*Esquema de problemática planteada para el desarrollo del proyecto.*



*Nota.* En la imagen mostrada se mencionan las causas, las consecuencias y la problemática que se identificó para el desarrollo del trabajo de grado. (Torres. L 2022)

Es importante conocer cómo se deben de clasificar cada unidad de aguacate Hass que se quiere pesar y vender según su peso.

### **Tabla 3**

*Clasificación del aguacate Hass según su peso.*

<b>Calibres de unidades de Aguacate Hass</b>	
<b>Peso</b>	<b>Colombia</b>
	Súper clase
Mayor de 330 gramos	alta
300 gramos a 330 gramos	Súper clase 1
265 gramos a 300 gramos	Súper clase 1
205 gramos a 265 gramos	Extra
170 gramos a 205 gramos	Primera
30 gramos a 170 gramos	Mediano

*Nota.* En la tabla se pueden ver cada una de las clases que existen de aguacate Hass según su peso correspondiente, además de esto esta es la tabla en que se basó el desarrollo del sistema. (Torres. L 2022)

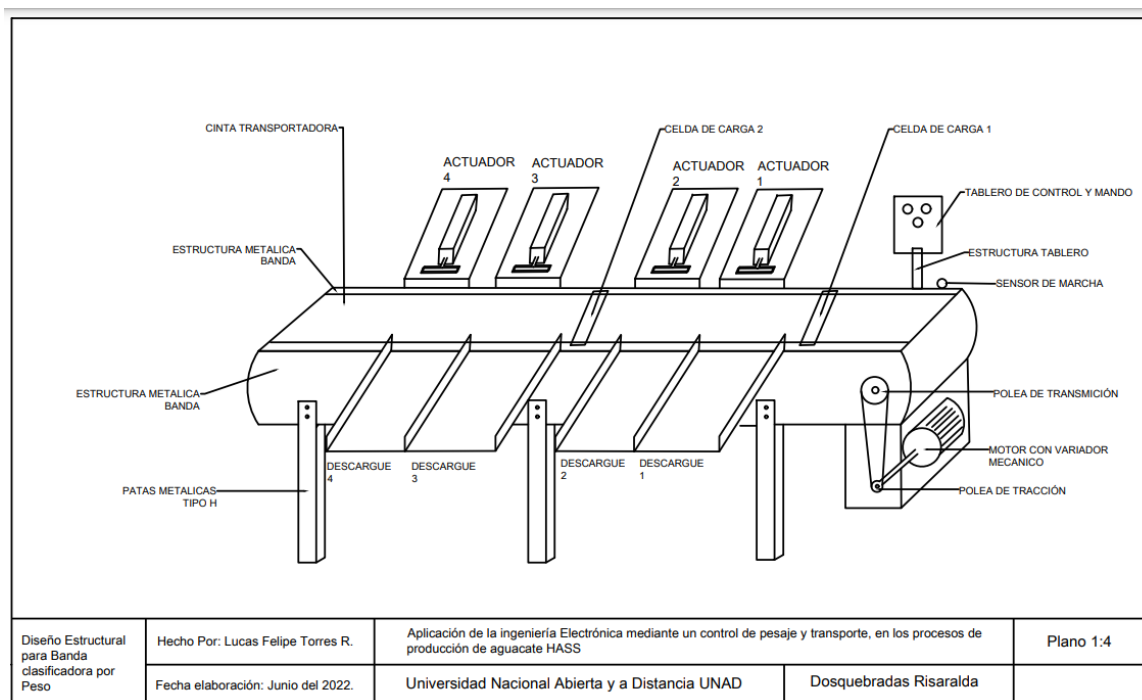
Con lo mencionado en el párrafo anterior se quiere aplicar un sistema de **Transporte y clasificación por peso** donde se va a seleccionar cada una de las unidades que se quieren vender mediante la aplicación de una banda transportadora que será alimentada por una persona de manera continua durante un periodo de 5 a 6 horas por día de uso.

El sistema de transporte y clasificación por peso está diseñado de una manera fácil para que en el momento de trabajarla no sea complejo el uso, además de que se contemplan las habilidades y debilidades que se puedan presentar durante la prestación del servicio.

En la siguiente figura se podrá visualizar el diseño establecido para el desarrollo de la solución, en este diseño se muestra cada una de las etapas del proceso para transportar y clasificar por peso cada una de las unidades de aguacate Hass que se quieren vender

### Figura 22

#### *Sistema de transporte y clasificación por peso de aguacate Hass*



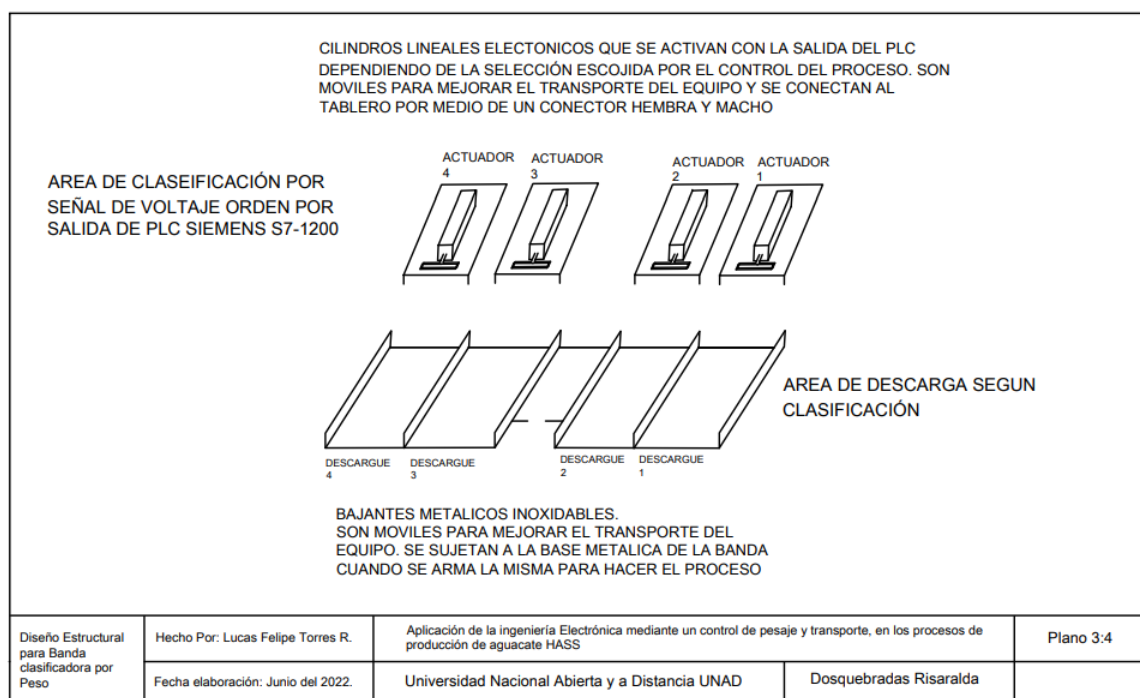
*Nota.* En esta imagen podemos ver como es el sistema de transporte y clasificación por peso instalado con cada uno de sus equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos. (Torres. L 2022)

La banda mide 2 metros por 6 pulgadas de ancho por la parte interior de la cinta transportadora con fines de que solo pueda circular una unidad al mismo tiempo en cada punto de selección lo que hace que el flujo de los aguacates circule en línea de a uno es por esto que en

la trayectoria están posicionadas dos celdas de carga las cuales están encargadas de entregar la señal del peso de cada una de las unidades que van circulando, una celda de carga está enfocada en ordenar el movimiento de los dos primeros actuadores según el peso identificado y la segunda celda de carga está encargada de ordenar el movimiento de los otros dos actuadores según el peso que se identifique.

### Figura 23

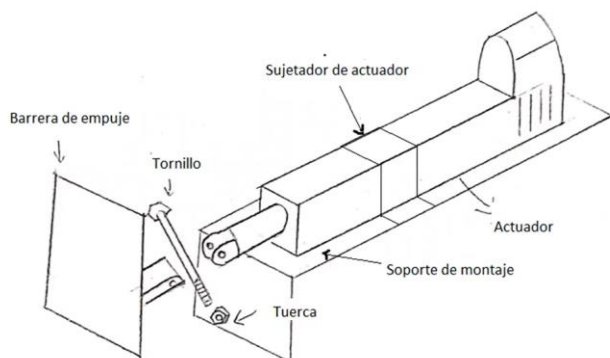
#### *Actuadores y tolvas de descargue*



*Nota.* Esta imagen nos muestra las partes desmontadas que corresponden a los actuadores lineales que se van a utilizar y las tolvas de descargue para las canastas. (Torres. L 2022)

## Figura 24

*Actuador lineal eléctrico para selección por peso.*



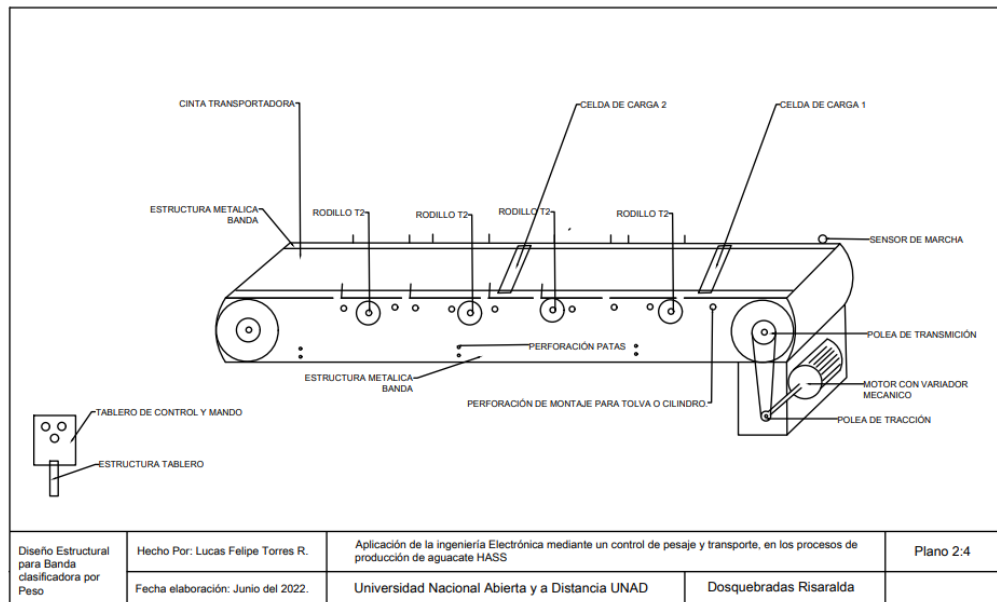
*Nota:* Estructura física de como es el actuador lineal que se debe usar en la implementación del sistema de clasificación. (Torres. L 2022)

En el diseño está definido el funcionamiento de cuatro actuadores lineales eléctricos (cilindros) de impacto reducido y que sus condiciones de funcionamiento van ligadas a las dos celdas de carga mencionadas anteriormente, también, tendrá cuatro salidas de clasificación según el peso para que las unidades clasificadas salgan al lugar que les pertenece, estas partes del sistema son desmontables con fines de facilidad en el transporte de los equipos.

La idea del sistema es que no represente ninguna complicación para los que van a hacer uso del mismo, también siendo consciente de que existen producciones donde es muy poca la cosecha y otras donde es mayor, debido a esto se toma la decisión de que el sistema sea alquilado para que los productores puedan hacer uso únicamente en el momento de la cosecha y así no represente una inversión para ellos.

**Figura 25**

*Parte de cinta transportadora y estructura de sistema.*



*Nota.* En esta imagen podemos ver solamente la parte que corresponde a la base de la cinta transportadora y la estructura para sujetar las demás partes. (Torres. L 2022)

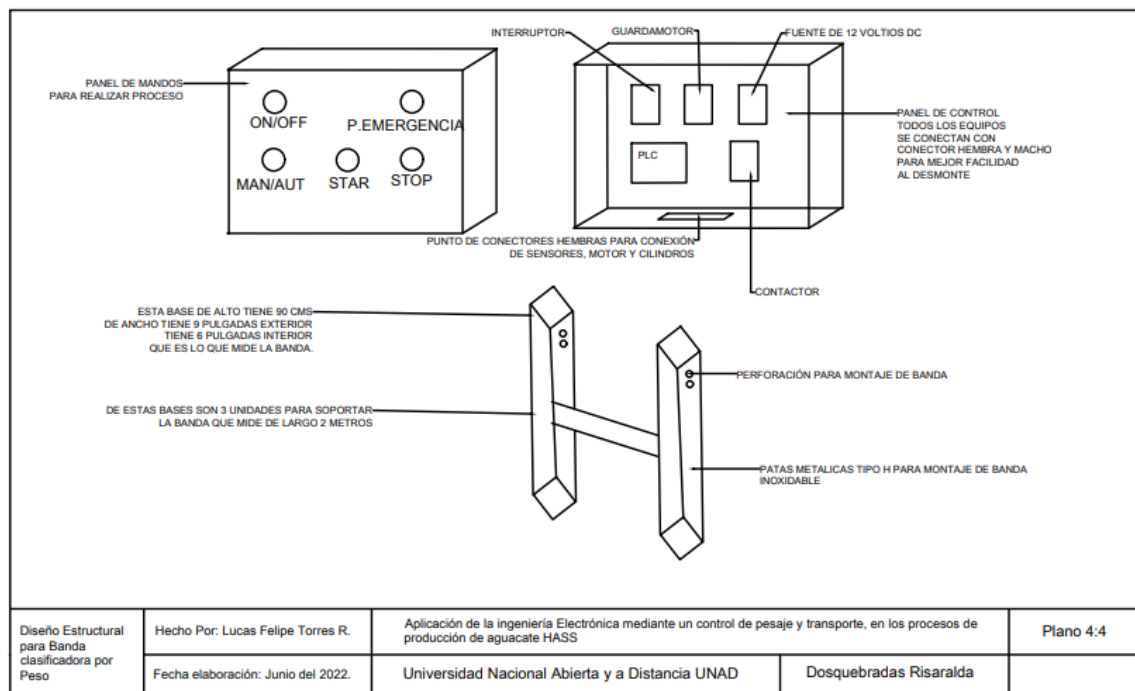
El sistema es desmontable para facilitar el transporte del equipo, con respecto al funcionamiento del mismo la cinta transportadora está dirigida a que circule por medio de 6 rodillos y uno de ellos es el impulsor del movimiento el cual está conectado al motor que tiene un acople de reductor para variación de velocidad mecánica, este equipo está relacionado en la **tabla 3** de precios al igual que cualquiera de los mencionados en el proyecto.

A continuación, se muestran las partes que conformarían el sistema para que este completo, además de las especificaciones técnicas que se deben de tener para el funcionamiento de los equipos.



**Figura 26**

*Distribución general panel de control y panel mando*



*Nota.* Se puede ver en la imagen la forma en como quedarán distribuidos los equipos en el panel de control y mando además de que también se puede ver el diseño de la pata H que se va a usar para el montaje y desmonte del sistema. (Torres. L 2022)

El sistema está diseñado para que trabaje un periodo continuo de 5 a 6 horas por día y durante este periodo se puedan clasificar 6 toneladas de aguacate Hass entre todos sus calibres, además de esto se reduce de 5 personas que intervienen en el proceso a 3 personas, ya que sería una persona la que alimente la banda y otras dos que reciben y cambian canastas, para finalizar este sistema está enfocado en reducir el margen de error que se tiene del 5% y 6% ya que el sistema tiene equipos de alta tecnología que pueden ser más precisos en sus datos entregados de medición.

Con relación a como es el proceso para saber cómo los cultivadores realizan la caracterización de las unidades se debe decir que se realiza de una manera manual y empírica donde se ven comprometidas muchas personas según la etapa en la que se encuentra la cosecha.

**Tabla 4**

*Fases para la cosecha del aguacate Hass*

Solución planteada para Cultivadores y Vendedores pequeños - Fincas campesinas.				
Fase Del	Forma en que se realiza la medicion.			
proceso de la cosecha	Manual	Tiempo (Días)	Con sistema automatizado	Tiempo (Días)
Recoger cosecha de las tierras cultivadas en las fincas.	Se realiza de forma manual ya que es un proceso que hace la misma persona de la finca en compañía de uno, dos y hasta tres trabajadores más.	Entre 3 y 4 días	No se identifica algún dispositivo que recolecte la producción de aguacates para este tipo de cultivadores y vendedores pequeños.	no aplica

<p>Selección de aguacates para los diferentes clientes</p>	<p>Esta función es vital para que los cultivadores sepan que aguacate va para venta de exportación y que unidades van para el mercado común de la misma región.</p>	<p>Entre 1 y 2 días</p>	<p>No se identifica algún dispositivo que seleccione la producción de aguacates para este tipo de cultivadores y vendedores pequeños.</p>	<p>no aplica</p>
<p>Medición de peso de cada unidad de Aguacate Hass</p>	<p>Actualmente es un proceso que se realiza de manera manual por las mismas personas que realizan todas las funciones mencionadas anteriormente y</p>	<p>Entre 1 y 2 días 6 toneladas</p>	<p>En esta parte es que se quiere plantear la solución e intervenir el proceso para poderle dar continuidad a la medición y no frenar en ningún momento, se tendrá una persona que alimenta la banda y otras 2 que reciben el</p>	<p>Entre 6 horas 6 toneladas</p>

	que aun así puede representar fluctuaciones en la medida obtenida de manera manual.		producto lo que da a entender que no son 5 personas sino 3 personas	
Venta de unidades de aguacate Hass cosechadas	Teniendo en cuenta la forma manual en que se realiza la medicion del peso de cada unidad cosechada no se garantiza que el total definido sea el que en realidad está teniendo pero aun así es vendido.	Inmediato	Teniendo en cuenta el uso de dispositivos electrónicos utilizados se puede dar una garantía más precisa con relación al peso de las unidades de aguacate Hass cosechada y previamente ya se conoce el peso total a vender.	Inmediato

*Nota.* En la tabla se pueden ver cada una de las etapas que se desarrollan para la cosecha de las unidades de aguacate Hass cultivadas en Colombia. (Torres. L 2022)

## Cronograma

Figura 27

### Cronograma Proyecto.

CRONOGRAMA PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA 2021															
ITEM	Actividades a Desarrollar	Mes 1		Mes 2			Mes 3			Mes 4			Mes 5		
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14
<b>Etapas:</b>															
<b>Eta 1: Preparación del documento de investigación.</b>															
<b>Paso 1</b>	<b>Reconocimiento del sentido de investigación</b>	12 días													
1	Estudio e investigación de la temática planteada para el desarrollo de la propuesta investigada	5 días													
2	Definición de la problemática a estudiar relacionada a la comercialización del aguacate Hass por parte de los campesinos a las grandes empresas		7 días												
<b>Paso 2</b>	<b>Concepción de la problemática de investigación</b>	17 días													
3	Análisis relacionado al funcionamiento de comercialización del producto aguacate			10 días											
4	Consulta de fuentes digitales relacionadas a la temática planteada para investigar				7 días										
<b>Paso 3</b>	<b>Preparación de la estructura del diseño metodológico</b>	20 días													
5	Definición del resumen, introducción, justificación, objetivo general y objetivos específicos.					5 días	5 días	7 días							
6	Estructuración del marco referencial, marco teórico, marco conceptual y estado del arte.							3 días	5 días						
<b>Paso 4</b>	<b>Diseño de la solución a la problemática</b>	36 días													
7	Creación de códigos de programación en software para el desarrollo de la solución planteada											15 días			
8	Diseño de circuitos electrónicos en software protos para la implementación de la solución planteada												17 días		
9	Configuración y simulación de los diseños planteados en los items 7 y 8.													6 días	
<b>Eta 2: Presentación y socialización proyecto de investigación.</b>															
<b>Paso 5</b>	<b>Análisis, socializar y operar la solución planteada</b>	11 días													
10	Estructuración de información en documento final para presentar													9 días	
11	Grabación de video de socialización de la propuesta planteada														2 días

Nota. En la figura mostrada se describe el tiempo que tardaría el desarrollo del proyecto. (Torres.

L 2022)

## Recursos

**Tabla 5**

*Presupuesto General Del Proyecto.*

Ítem	Valor unitario	Valor total 8 horas
Personal Encargado de la implementación contrato	\$250.000 por persona	\$500.000 dos personas
Equipos que se van a implementar	\$7'500.000 total sistema	\$7'500.000 total sistema
Programas	\$300.000 por licencia	\$300.000 licencia sistema
	<b>Total</b>	<b>\$8'300.000 desarrollo proyecto</b>

*Nota.* En la tabla se puede observar el costo general que llevaría ejecutar el proyecto que se está desarrollando. (Torres. L 2022)

**Tabla 6**



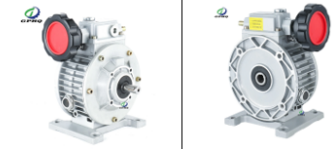



*Gastos de personal.*

Costos del personal para la ejecución		
Personal Encargado de la implementación	Lucas Felipe Torres Rojas ponente del proyecto de investigación aplicada	Proyecto propio. No aplica gasto de personal debido a que soy el mismo desarrollador
	40 horas por semana	

*Nota.* En esta tabla se puede ver el costo que generaría tener una persona encargada de desarrollar el proyecto desde la parte profesional y desde la creación. (Torres. L 2022)

Figura 28

## Gastos generales para equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos.

Nombre equipo	imágenes	Datos	Valor Unidad con IVA
Banda transportadora de 6" - 8" para alimentos con acople para motorreductor		<p><b>CINTAS TRANSPORTADORAS</b></p> <p>Equipos fabricados para el transporte de productos. Nuestras cintas transportadoras, fabricadas en perfiles de aluminio y acero, son fruto de todas nuestras experiencias adquiridas en la gran cantidad de proyectos realizados todos estos años. Con una serie de medidas estándar damos servicio a sus necesidades en el movimiento de producto, además de las aplicaciones más exigentes y personalizadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Chasis (aluminio, acero e inoxidable)</li> <li>o Tipo de banda (PVC/PU, banda modular, de charrera, metálicas)</li> <li>o Aplicaciones especiales</li> </ul>	\$ 3.500.000
Motor electrico Monofasico OMM1		<p><b>Especificaciones</b></p> <p>Categoría Motores monofásico</p> <p>Frame size (mm) H 56 - H 112</p> <p>Kw 0.9 kw - up to 5.5 kw</p> <p>Voltage 220 V</p> <p>Poles 2-4</p> <p>Cooling System IC 411</p> <p>Hz 50 Hz</p> <p>Temperatura -20°C &lt; 0 &lt; 40°C 2M</p>	el valor se incluye en el de la banda debido a que es un montaje de fabrica
Variador de velocidad continuo mecánico para líneas automáticas		<p><b>Altas prestaciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La potencia de 0.18 kW y 7.5 kW - 3.000 Nm de par máximo</li> <li>- Hasta 6000 Nm cuando se combina con el bisel de las cajas Helicoidal</li> <li>- Con el dispositivo diferencial, la velocidad de salida pueden ser llevados a "Cero"La velocidad, cuando el motor está funcionando.</li> </ul> <p><b>Alta fiabilidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fortalecimiento de la Caja para trabajos pesados.</li> <li>- Los planetas y las razas son realizados en acero especial 100CR6 y están en baño de aceite, que garantizan las mejores condiciones de transmisión de la MOTIÓN por la fricción.</li> </ul>	el valor se incluye en el de la banda debido a que es un montaje de fabrica
Tablero Cofre Electrico Para Intemperie Rebra 40x30x20		<p><b>Descripción</b></p> <p>Somos Inversiones FIE, producto 100% original, compra segura.</p> <p>COFRE 40 (ALTO) X 30 (ANCHO) X 20 (PROFUNDIDAD) calibre 18</p> <p>Los cofres metálicos son una excelente solución para el montaje de gran variedad de equipos eléctricos.</p> <p>Estos ofrecen una gran robustez y hermeticidad lo cual garantiza una mayor durabilidad tanto del tablero como de los equipos que van al interior del mismo.</p> <p>En su interior llevan un doble-fondo metálico removible para montaje de equipos y, en el costado inferior tiene knock-outs para entrada y salida de tubería.</p>	\$ 255.000
PLC S7-1200 6ES7211-1BE31-0XB0 Siemens		<p><b>Siemens</b></p> <p>Nuevo sellado de fábrica - Producto original - 12 Meses de garantía</p> <p><b>ENTREGA EXPRES MUNDIAL</b></p> <p><b>S7-1200</b></p> <p>SIMATIC S7-1200, CPU 1211C, CPU compacta AC / DC / relé, E / S INTEGRADAS: 6 DI 24 V DC; 4 DO, relé 2 A; 2 AI 0-10 V CC, fuente de alimentación: CA 85-264 V CA con 47-63 Hz, memoria de programa / datos 30 KB</p> <p>SKU:6ES72111BE310XB0</p> <p><b>1.269.620,52 COP</b></p>	\$ 1.270.000
Celda de carga 3 kg, Sensor de peso x 2und		<p>Carga nominal: 3 kg</p> <p>Salida nominal: 1.0mv/v±0.015mv/v</p> <p>Cero salida: ± mv/v</p> <p>Desplazamiento: 0.03% f. s./30 Min</p> <p>Extremo de entrada rojo + (energía), negro-(power)</p> <p>Extremo de salida: verde + (señal), blanco-(señal)</p> <p>Voltaje de funcionamiento recomendada: 3 - 12 VDC</p> <p>Impedancia de entrada: 1115±10%</p> <p>Impedancia de salida: 1000±10%</p> <p>Clase de protección: IP65</p> <p>Tamaño total: aprox. 315x0.50x0.50 pulgadas</p> <p>Cable: 0.8 - 20 cm</p> <p>Material: aleación de aluminio</p> <p>Peso del módulo: 30g</p>	\$ 140.000



Paro de emergencia, star y stop, selector		Pulsadores, interruptores, selectores y setas de emergencia: contactos normalmente abiertos y contactos normalmente cerrados. 7 unidades	\$ 200.000
cilindros		El motor es paralelo al tornillo sin fin. Los actuadores eléctricos paralelos suelen ser impulsados por engranajes rectos que ofrecen más opciones de variación de velocidades. Estos actuadores permiten un mayor rango de cargas y velocidades, 4 unidades	\$ 900.000
Contactor		Contactor CHINT de tres polos y potencia de motor a 120Vca de 12A, con bobina 120Vca	\$ 75.000
Guardamotor		Guardamotor Gv2-me10 4 - 6.3a Schneider Telemecanique	\$ 140.000
Interruptor		Interruptor termomagnético Superlimit bipolar 20A 6kA	\$ 320.000
Conectores		Macho más hembra de 3 pines, conector de cable con extremo de plástico duro, enchufe de metal recto.	\$ 100.000
Sensor Capacitivo		 <p>Ex stock</p> <p>New product: 12 months windomation warranty. Windomation is NOT an official distributor of manufacture. We have an independent supply chain. The Original Manufacture warranty does not apply.</p> <p><b>ENTREGA EXPRES MUNDIAL</b></p> <p>ED10CCU4AS</p> <p>Sensor de proximidad fotoeléctrico, energético. Rango de detección máx. 0 mm ... 340 mm. Tipo de conexión. Cable, 4 hilos, 2 m.</p> <p>98076026213</p> <p><b>537.581,22 COP</b></p>	\$ 538.000
<b>Total del valor para montaje de Máquina.</b>			<b>\$ 7.438.000</b>

*Nota.* En la imagen en mención se puede observar los costos que tendrían comprar los equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos para implementar el sistema. (Torres. L 2022)

## Diseño de la Solución

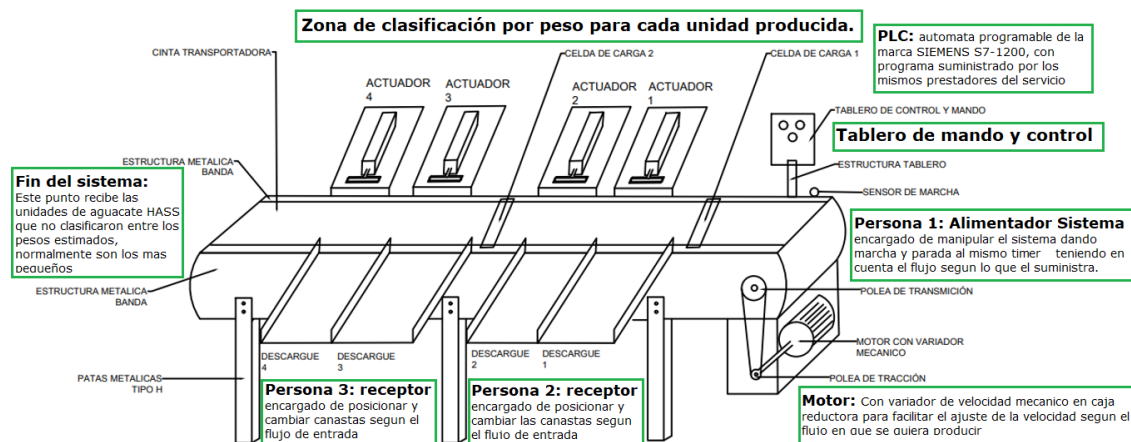
Especificaciones paso a paso para hacer uso de la banda transportadora y clasificadora por peso.

**Primera etapa:** está enfocada en socializarle a cada uno de los campesinos cultivadores de aguacate HASS que están interesados en hacer uso del sistema la viabilidad que puede tener la aplicación de la banda transportadora y clasificadora por peso, mostrándoles los puntos a favor que representaría la medición más exacta de las unidades que se quieren producir y vender debido al uso de equipos electrónicos de alta precisión. Además de esto se les daría una inducción de cómo se retornaría la inversión diaria con respecto al pago que se hace por el uso del sistema a los prestadores del servicio, la suma es de \$220.000 por día de uso del sistema. Los aspectos a mencionar para lograr el retorno del pago realizado son: reducción del margen de error que es 5% y 6% a un 1% o 2% máximo en temas de clasificación por peso de cada unidad, también la reducción de 5 personas a 3 personas encargadas de estar pendientes del funcionamiento del sistema como alimentación y recepción del mismo y para finalizar la clasificación por peso según la cantidad de gramos que tenga cada unidad reduciendo el tiempo de operación que es de 8 a 10 horas por 6 toneladas seleccionadas a que funcione entre 5 y 6 horas continuas para clasificar las mismas 6 toneladas.

**Segunda etapa:** entregando los conocimientos mencionados en la primera etapa se procederá a dar la inducción de como es el funcionamiento del sistema en general que está enfocado en clasificar las unidades por peso que se quieren producir y vender, es necesario tener 3 personas que estén encargadas del sistema en general y su alrededor con respecto a la producción.

**Figura 29**

*Descripción de las etapas para el funcionamiento del sistema.*



*Nota.* En la figura se puede observar la descripción que dice cómo debe de ser el alistamiento del sistema para que se pueda producir continuamente durante las horas que se crea pertinente que debe durar la jornada. (Torres. L 2022)

Estas tres personas estarán encargadas de desarrollar el proceso con la ayuda de un sistema eléctrico, electrónico y mecánico que va a garantizar el peso de cada una de las unidades que por la banda circulan.

La primera persona estará encargada de dar la orden al sistema de que se encienda ya que es la persona delegada para iniciar el proceso con la **alimentación** del mismo, esta persona también establecerá las velocidades necesarias al proceso dependiendo de la necesidad que se tenga manipulando desde el variador de velocidad

La segunda y tercera persona estarán encargadas de la recepción de las unidades que se clasificaron, únicamente deben posicionar y cambiar las canastas cuando estén con la cantidad apropiada, además deben de pesar cada canasta cuando sea cambiada para ir generando el reporte.

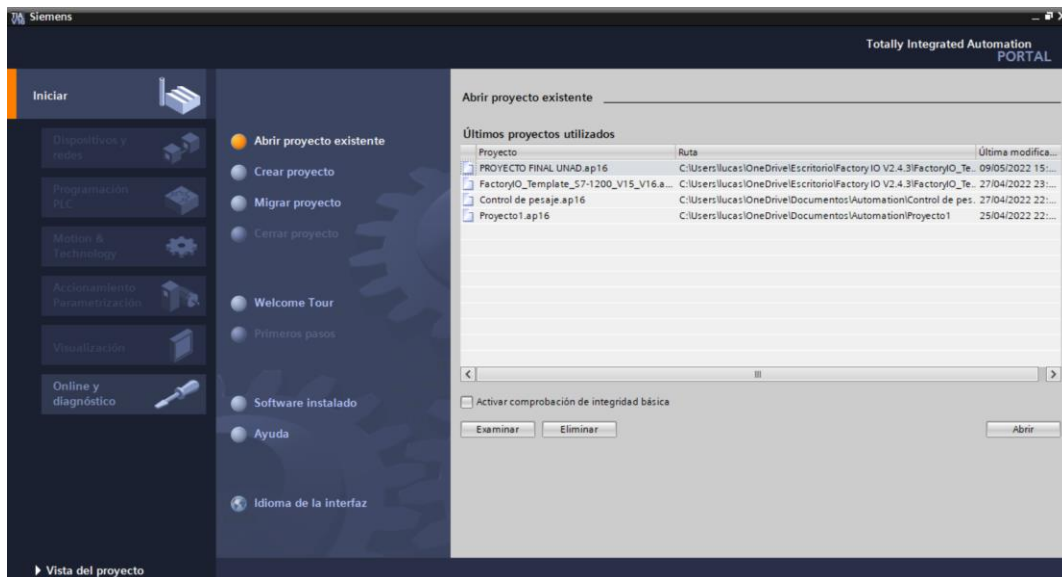
En el momento de iniciar el uso del sistema debe contar con la presencia de la persona profesional que presta el servicio para iniciar el proceso con normalidad.

**Tercera etapa:** siendo consecuentes con lo mencionado en las 2 etapas anteriores ya se procederá a prestar el servicio de alquiler del sistema de transporte y clasificación por peso con los respectivos planos de desmonte y ensamble para facilitar el uso del mismo, la idea del sistema es que no represente una complicación para los cultivadores que van a hacer uso del mismo.

## Programa TIA PORTAL para Autómata PLC Siemens S7-1200

**Figura 30**

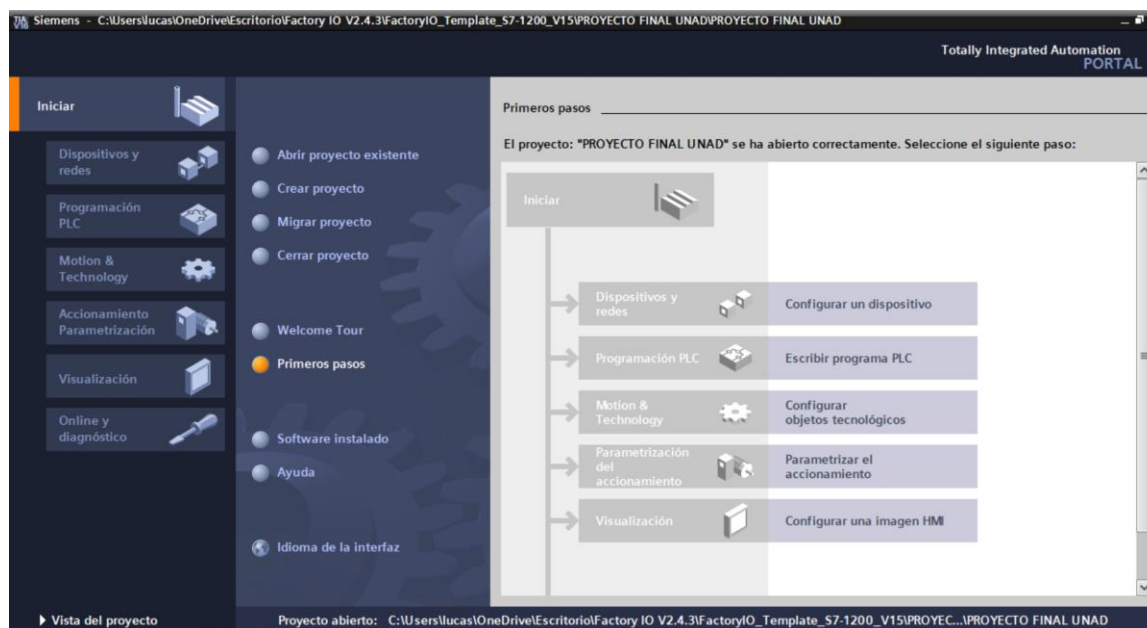
*Software TIA PORTAL inicio de interface.*



*Nota.* En la Figura se muestra la pantalla inicial del software TIA PORTAL para programar PLC, es el comienzo de la interface entre el usuario programador y diseñador con el funcionamiento de la máquina que se quiere crear y desarrollar. (Torres. L 2022)

**Figura 31**

*Software TIA PORTAL segundo paso de interface.*

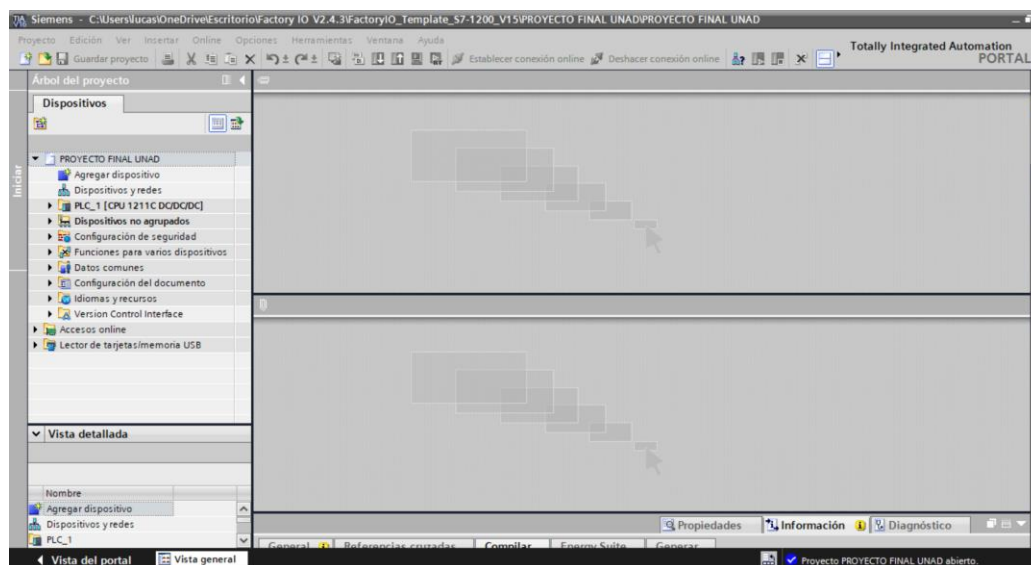


*Nota.* En la Figura se muestra el segundo paso de la interfase del software TIA PORTAL donde ya nos permitirá ingresar a visualizar la interfase de operación para poder entrar a crear el programa. (Torres. L 2022)

En esta aplicación, se pueden crear programas para procesos industriales debido a la versatilidad y eficiencia de los equipos que comprarte ya que son equipos para alta tecnología y precisión en las ordenes que se determinan en la programación del proceso.

**Figura 32**

*Software TIA PORTAL interface de operación.*



*Nota.* En la Figura se muestra la interface de operación en donde el usuario programador puede ingresar a operar todo el sistema desde la creación y la edición del mismo. (Torres. L 2022)

**Figura 33**

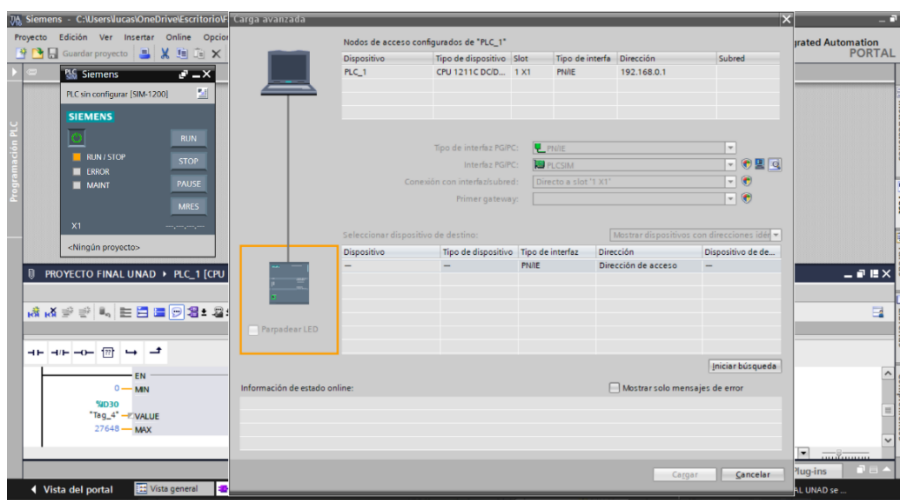
*Niveles de tensión para escalar y normalizar señales análogas.*

Sistema		Rango de medida de tensión						
Decimal	Hexadecimal	±10 V	±5 V	±2,5 V	±1,25V	De 0 a 10 V		
32767	7FFF	11,851 V	5,926 V	2,963 V	1,481 V	Rebase por exceso	11,851 V	Rebase por exceso
32512	7F00							
32511	7EFF	11,759 V	5,879 V	2,940 V	1,470 V	Rango de sobreimpulso	11,759 V	Rango de sobreimpulso
27649	6C01							
27648	6C00	10 V	5 V	2,5 V	1,250 V	Rango nominal	10 V	Rango nominal
20736	5100	7,5 V	3,75 V	1,875 V	0,938 V		7,5 V	
1	1	361,7 µV	180,8 µV	90,4 µV	45,2 µV		361,7 µV	
0	0	0 V	0 V	0 V	0 V		0 V	
-1	FFFF					Rango de subimpulso	Los valores negativos no se soportan	
-20736	AF00	-7,5 V	-3,75 V	-1,875 V	-0,938 V			
-27648	9400	-10 V	-5 V	-2,5 V	-1,250 V			
-27649	93FF							
-32512	8100	-11,759 V	-5,879 V	-2,940 V	-1,470 V			
-32513	80FF							
-32768	8000	-11,851 V	-5,926 V	-2,963 V	-1,481 V	Rango de defecto		

*Nota.* En la figura se pueden visualizar cada uno de los niveles de tensión que se deben de tener presentes para poder normalizar y escalar la entrada análoga que emite la celda de carga y así poderla procesar para que se active la señal digital que necesitamos para los actuadores lineales. (Torres. L 2022)

### Figura 34

*Interface de conexión para PLC y Sistema de programación.*

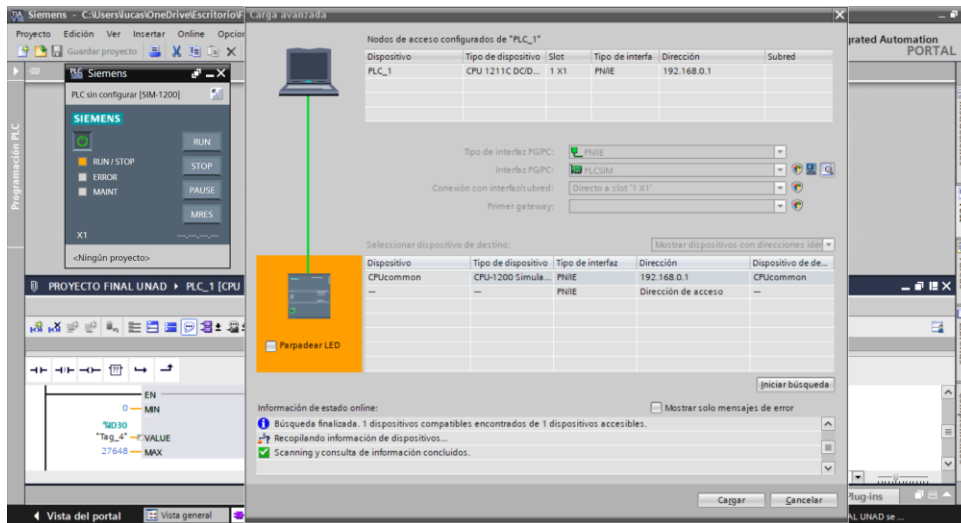


*Nota.* En la figura se puede visualizar la interface de conexión emitida por la aplicación de programación TIA PORTAL para poder enlazar el programa con el equipo automático PLC siemens S7 – 1200 por formato de dirección IP. (Torres. L 2022)



**Figura 35**

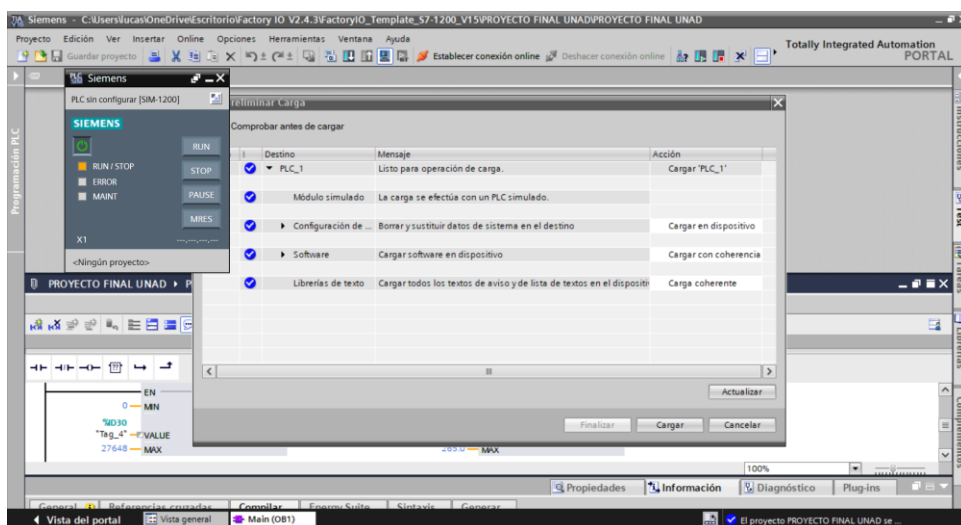
*Interface de conexión para PLC y Sistema de programación estado OK.*



*Nota.* En la figura se puede observar la interface de conexión entre el PLC y la aplicación para programación TIA PORTAL, donde se pueden observar las conexiones por formato IP (Torres. L 2022)

**Figura 36**

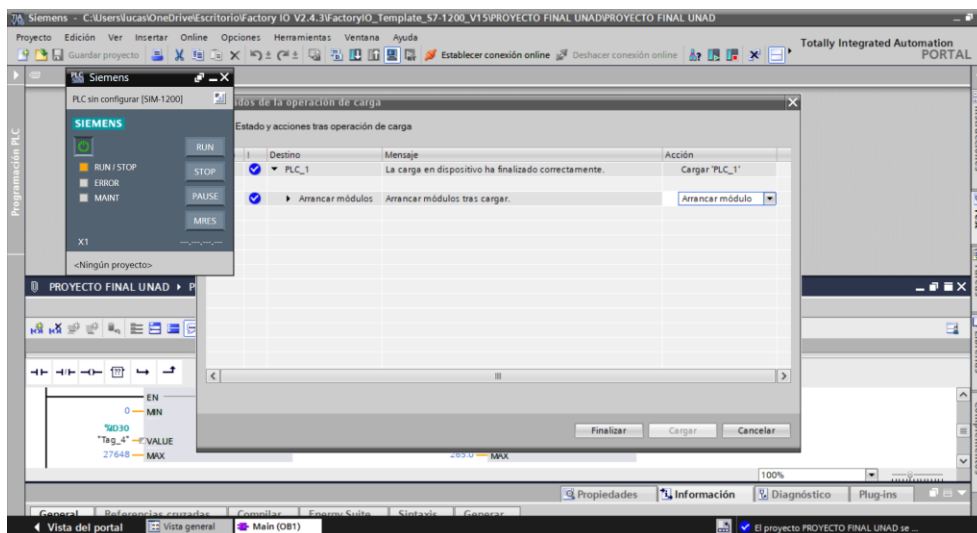
*Software TIA PORTAL interfase de carga.*



*Nota.* Esta es la interface de carga para el programa en el PLC siemens S7 – 1200. De donde van a partir cada una de las condiciones que se le quieren dar al funcionamiento de los equipos que conforman el sistema. (Torres. L 2022)

**Figura 37**

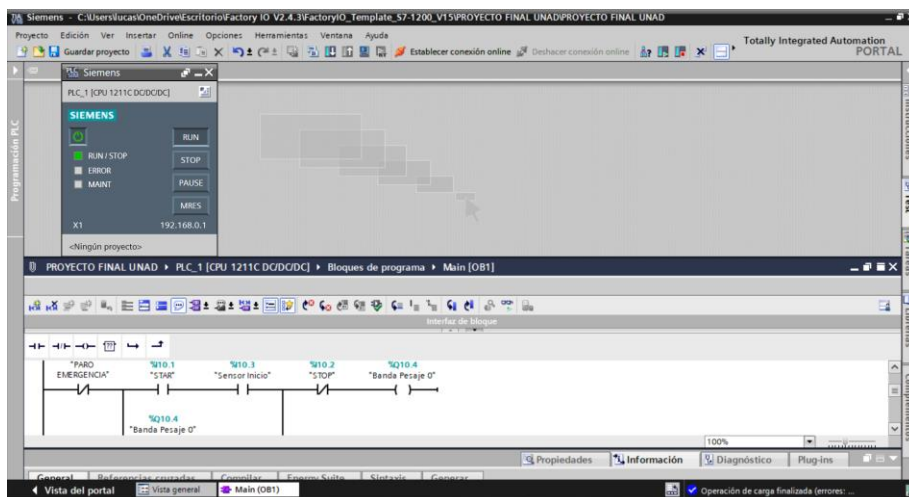
*Software TIA PORTAL interface de inicio para modulo.*



*Nota.* En la imagen se puede ver el inicio del módulo que se va a usar. (Torres. L 2022)

**Figura 38**

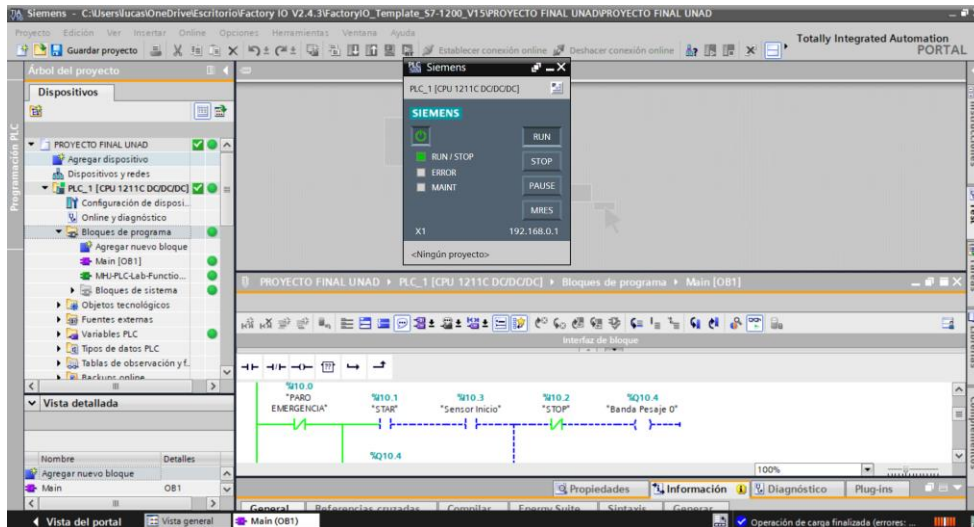
*Inicio del sistema para cargar programa en el PLC.*



*Nota.* En la imagen se observa el inicio del programa que se cargó en el PLC. (Torres. L 2022)

**Figura 39**

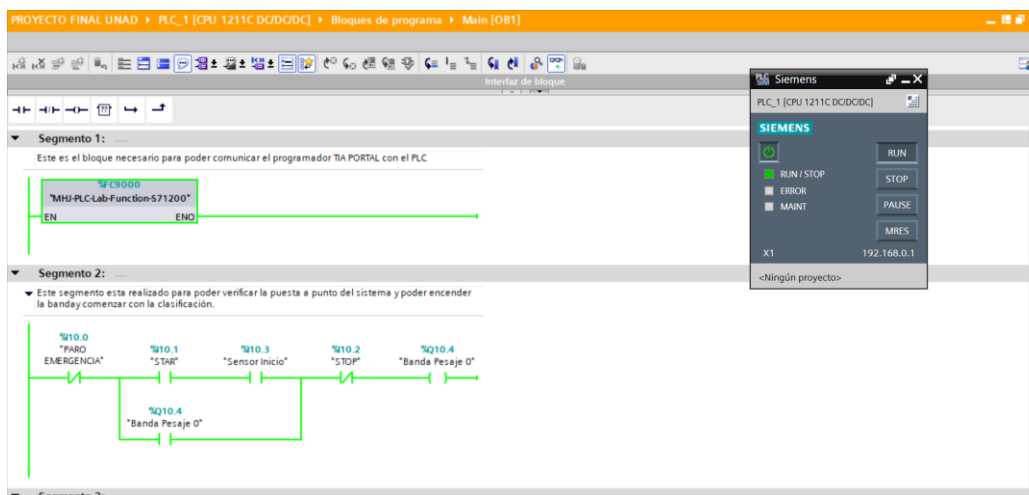
*Software TIA PORTAL interface de inicio para modulo.*



*Nota.* En la figura podemos ver el inicio del programa y el PLC ya para iniciar con el funcionamiento del sistema transportador y clasificador por peso desarrollado durante la ejecución del presente trabajo de grado. (Torres. L 2022)

**Figura 40**

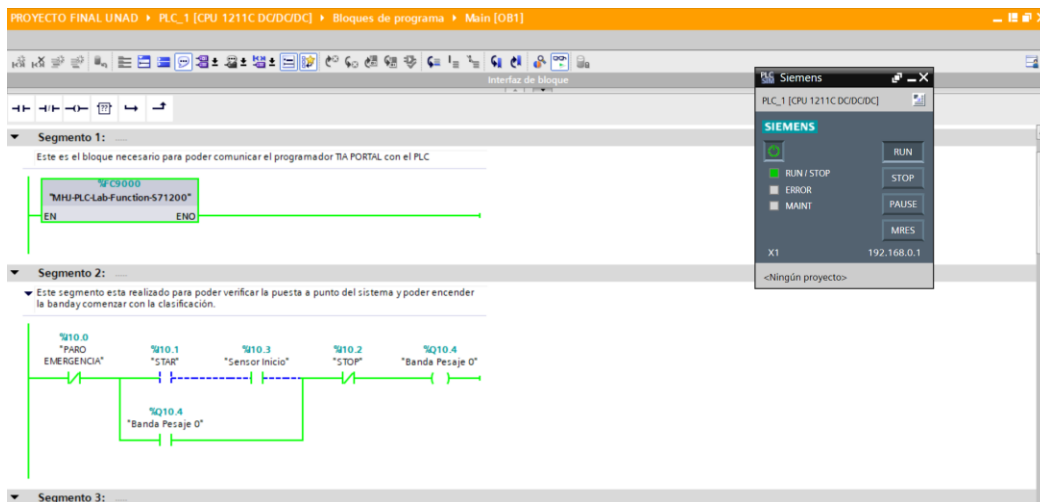
*Software TIA PORTAL interface de inicio de la banda transportadora.*



*Nota.* En la figura se puede observar el momento en el que el sistema inicia el proceso de transporte por medio de una banda transportadora. (Torres. L 2022)

**Figura 41**

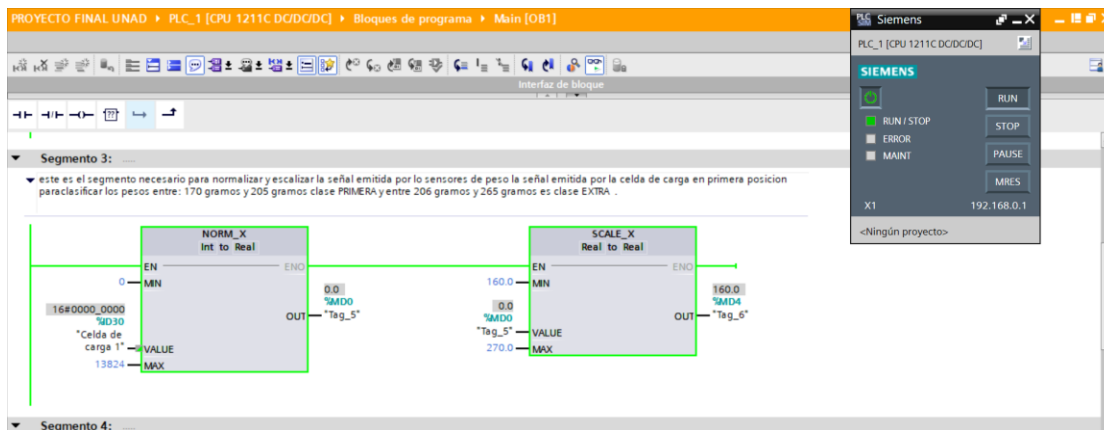
*Software TIA PORTAL interface de inicio de la banda transportadora.*



*Nota.* La figura demuestra que después de que el pulso de inicio es cero (0) el sistema continúa encendido para que pueda seguir moviéndose la banda transportadora. (Torres. L 2022)

**Figura 42**

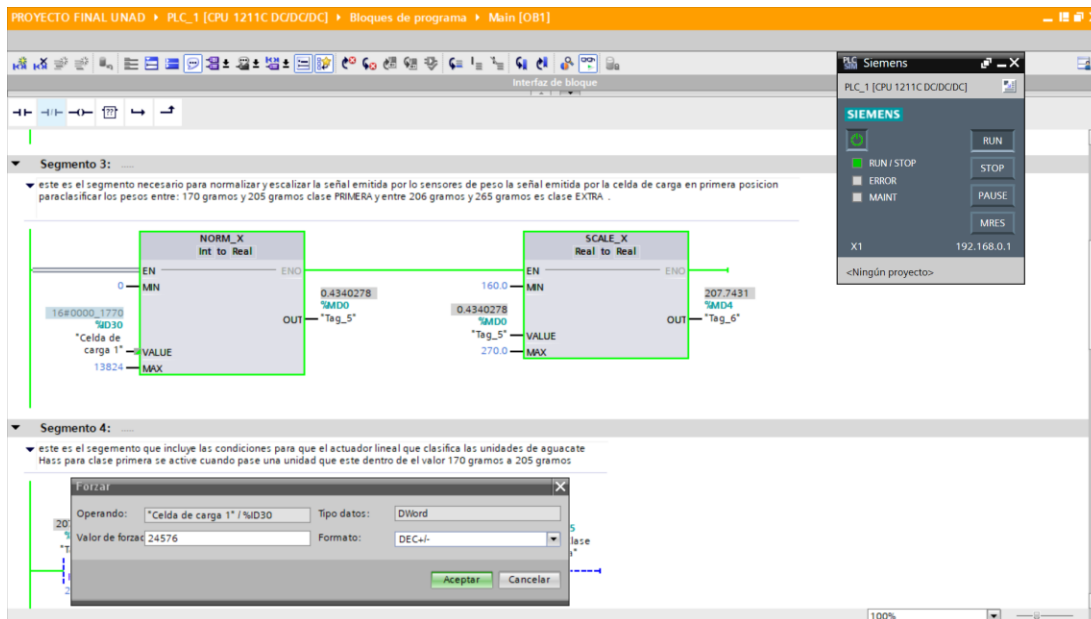
*Software TIA PORTAL interface de inicio celda de carga 1.*



*Nota.* Esta es la parte del programa para configurar la celda de carga 1, en la figura 34 se muestra la configuración adecuada para que se pueda normalizar y escalar la señal análoga que emite la celda de carga al PLC. (Torres. L 2022)

### Figura 43

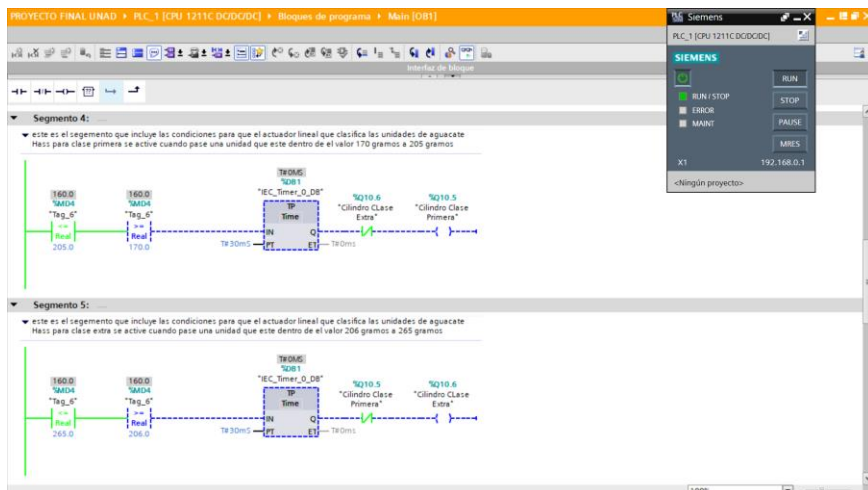
*Software TIA PORTAL interface de inicio celda de carga 1.*



*Nota.* En la figura se muestra como en el momento de que se le emite un valor a la entrada del PLC en términos de BITS %ID30 él puede entregar una señal en voltaje que es escalizada para posteriormente entregar el dato en gramos que es lo que nos pide el programa. (Torres. L 2022)

**Figura 44**

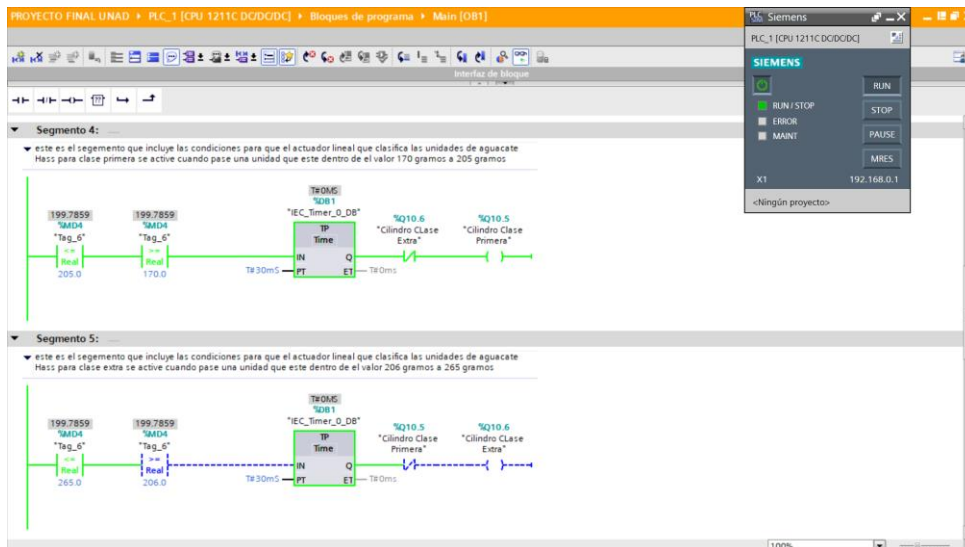
*Software TIA PORTAL interface de inicio actuadores.*



*Nota.* En la figura se puede mostrar como el valor entregado por la celda de carga es 160 gramos lo que no debe hacer ningún efecto en el sistema debido a que las unidades menores a 170 gramos continúan derecho hasta el final del descargue. (Torres. L 2022)

**Figura 45**

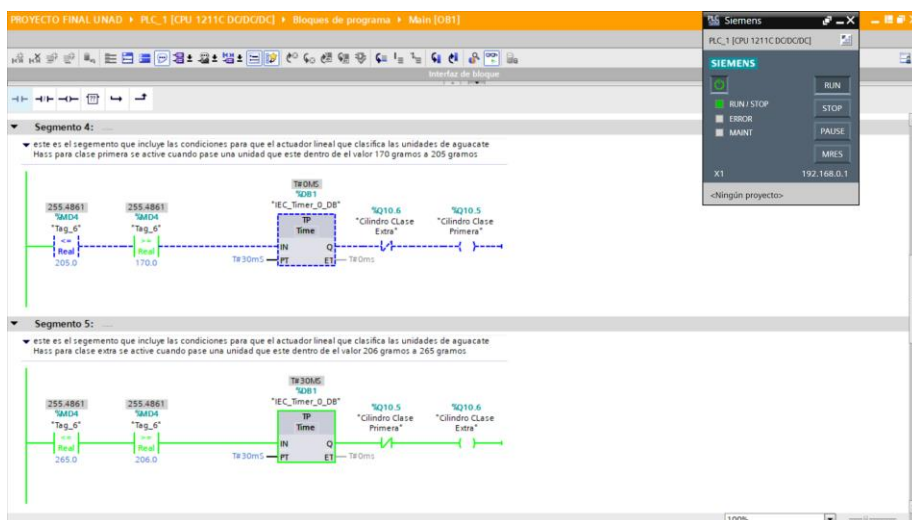
*Software TIA PORTAL interface de inicio para clase Primera*



*Nota.* En la figura estamos viendo como si el valor entregado por la celda de carga es 199,7 gramos el actuador lineal activado es el que pertenece a la clase primera y el actuador que pertenece a la clase extra esta desactivado. (Torres. L 2022)

### Figura 46

*Software TIA PORTAL interface de inicio para clase extra*

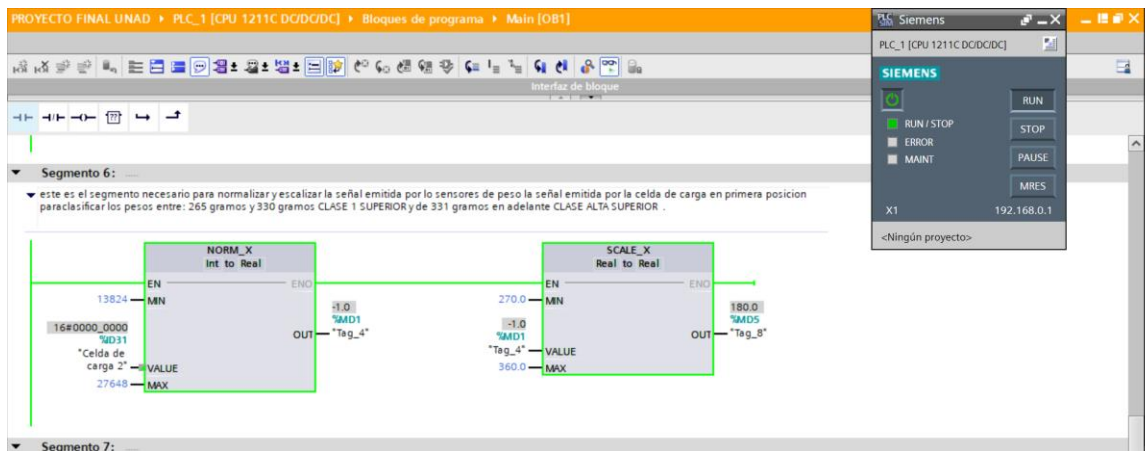


*Nota.* En la figura se muestra el momento cuando la celda de carga entrega un valor de peso para unidades de 255,4 gramos el actuador linea que se activa es el de la clase extra y el actuador perteneciente a la clase primera esta desactivado. (Torres. L 2022)

Para efectos de lo mencionado anteriormente se dice que la primera celda de carga solamente está conectada con estos dos actuadores lo que quiere decir que puede clasificar dos categorías y no tiene nada que ver con los otros dos actuadores que se mencionan a continuación y que funcionan con la celda de carga número 2 que está encargada de clasificar las otras dos categorías de aguacate Hass que se quiere comercializar.

**Figura 47**

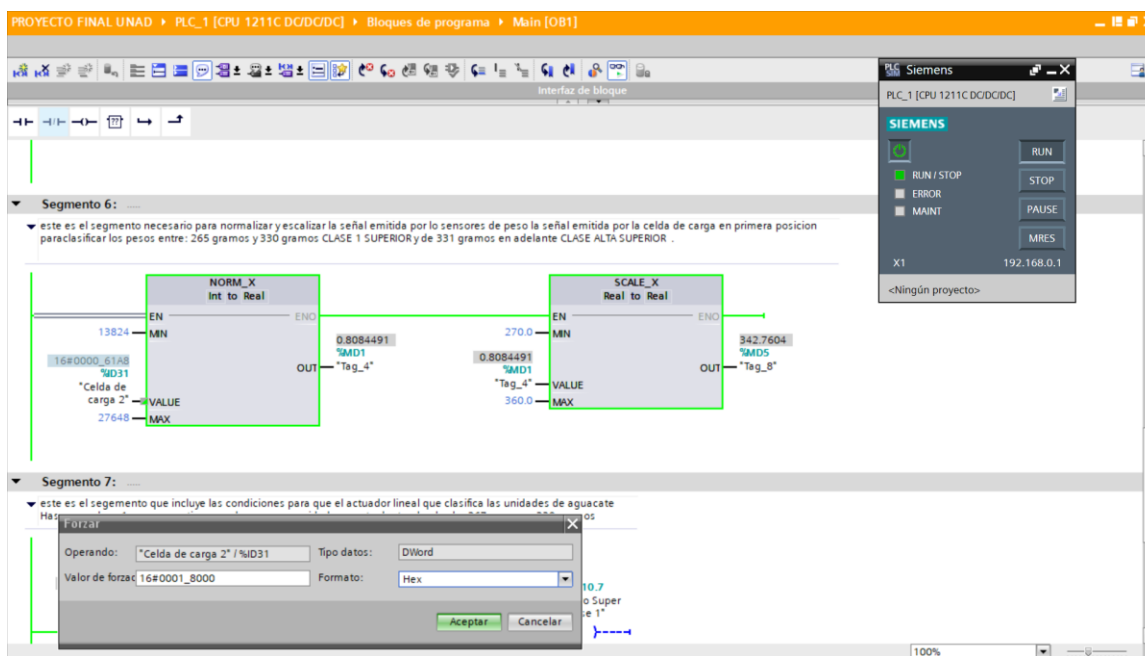
*Software TIA PORTAL interface de inicio celda de carga 2.*



*Nota.* Esta es la parte del programa para configurar la celda de carga 2, en la figura 39 se muestra la configuración adecuada para que se pueda normalizar y escalar la señal analógica que emite la celda de carga al PLC. (Torres. L 2022)

**Figura 48**

*Software TIA PORTAL interface de inicio celda de carga 2.*

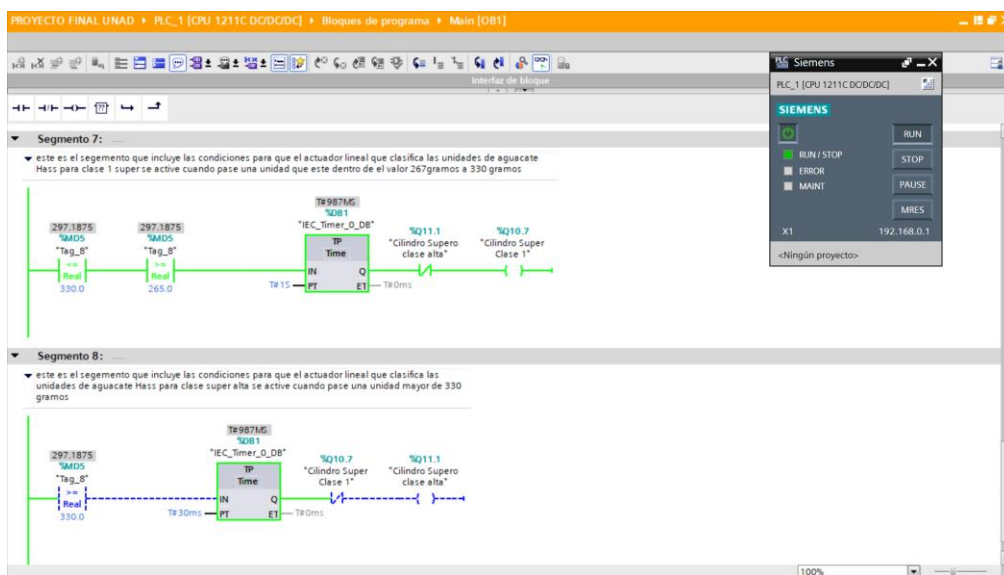




*Nota.* En la figura se muestra como en el momento de que se le emite un valor a la entrada del PLC en términos de BITS %ID31 él puede entregar una señal en voltaje que es escalizada para posteriormente entregar el dato en gramos que es lo que nos pide el programa. (Torres. L 2022)

### Figura 49

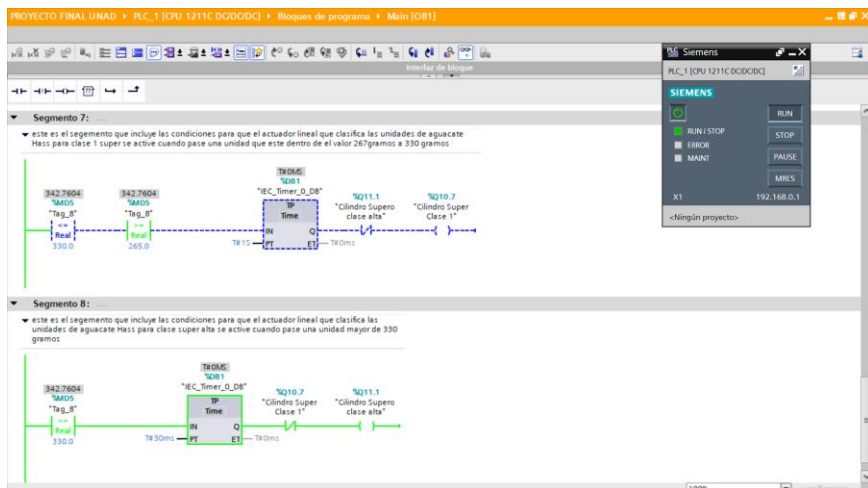
*Interface de inicio para actuador lineal súper clase 1.*



*Nota.* En la figura se puede mostrar como si la celda de carga que es independiente de la celda de carga 1 emite un valor de peso por una unidad de 297.8 gramos se activa el actuador lineal que pertenece a la categoría súper clase 1, y el que pertenece al actuador lineal súper clase alta esta desactivado. (Torres. L 2022)

**Figura 50**

*Interface de inicio para actuador lineal súper clase alta.*



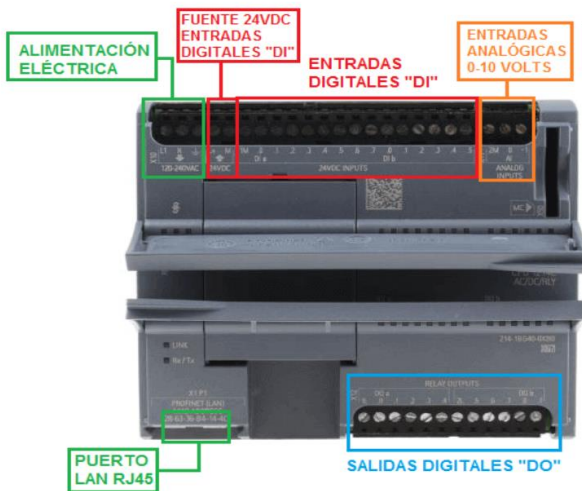
*Nota.* En la figura se muestra si ya una de las unidades que pasa por la celda de carga 2 entrega un valor más elevado que pueda superar los 330 gramos. (Torres. L 2022)

El proceso que se demostró en imágenes y párrafos anteriores es la programación que tiene el autómatas programable PLC siemens S7 – 1200 para que pueda desarrollar las funciones que se desean en el proceso y se puedan clasificar las unidades de aguacate Hass de una manera más precisa.

A continuación, se va a mostrar cómo deben ser usadas las entradas digitales y análogas del autómatas programable PLC que se desea usar en la implementación del sistema planeado.

**Figura 51**

*Conexión física de las entradas, salidas y la alimentación del PLC.*

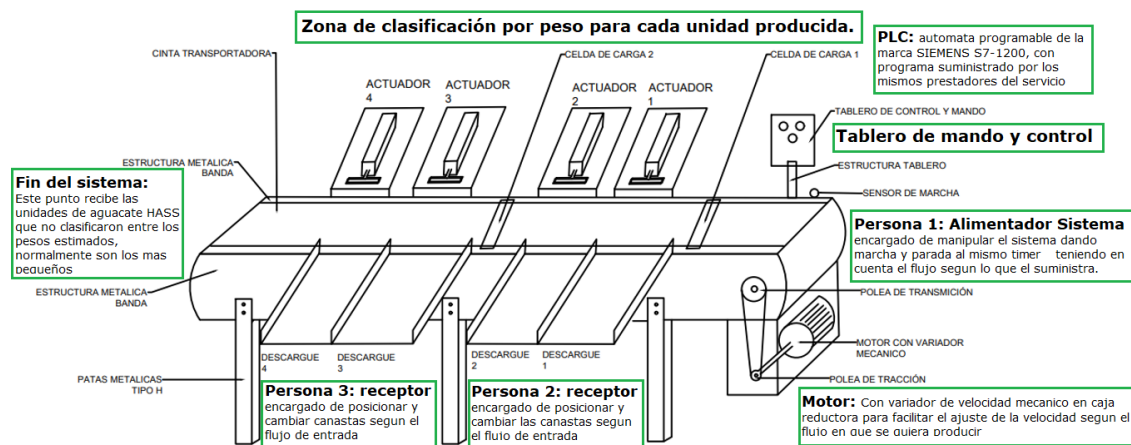


*Nota.* En esta imagen se puede ver cómo deben de ser utilizadas las borneras de entradas y salidas físicamente al PLC siemens S7 – 1200 (Electrical Chile 2020)

## Explicación Detallada del Funcionamiento de la Solución Implementada

**Figura 52**

*Descripción de etapas para el proceso de clasificación por peso.*



*Nota.* En la figura se puede observar la descripción que dice cómo debe de ser el alistamiento del sistema para que se pueda producir continuamente durante las horas que se crea pertinente que debe durar la jornada. (Torres. L 2022)

El sistema de transporte y clasificación por peso está diseñado para que tres personas sean las encargadas de dar continuidad al proceso durante el tiempo en que se quiera hacer uso del sistema, para entender como son las funciones de cada uno de ellos a continuación se va a describir el paso a paso del funcionamiento del sistema.

Tres personas deben ser las encargadas de que el sistema inicie, estas personas son:

**La persona 1**, es el alimentador del sistema y está encargado de iniciar o parar el mismo desde el tablero de mandos contemplando el flujo de entrada que desea enviar por el sistema, además de esto debe de ajustar las velocidades del sistema para que trabajen continuamente durante el tiempo.

**La persona 2 y 3** están encargadas de recibir las unidades que se clasificaron por el sistema y estar pendientes de las canastas para estar haciendo el cambio correspondiente de las mismas, estas personas también están encargadas de que cada que se cambien una canasta sea pesada para ir generando un reporte en la producción.

Para iniciar la **persona 1** debe de estar atento con la banda y el sistema en general ya que es el encargado de poner a funcionar el sistema, para arrancar se debe estar pendiente del **sensor de arranque** que esta al inicio de la banda, este es el sensor que va a determinar si existe o no algún objeto en el inicio del sistema y encienda el motor, después de verificar este estado se procede a dar **STAR** al sistema y se encienda la banda, teniendo la banda encendida se debe comenzar primero por ajustar la velocidad de la banda desde el variador de velocidad mecánico para garantizar una velocidad continua durante el proceso que se ajuste a la cantidad de aguacate que se desea clasificar para vender, después de que la **persona 1** dice que ya el sistema está en puesta a punto las dos personas siguientes deben de estar posicionadas en sus lugares respectivos.

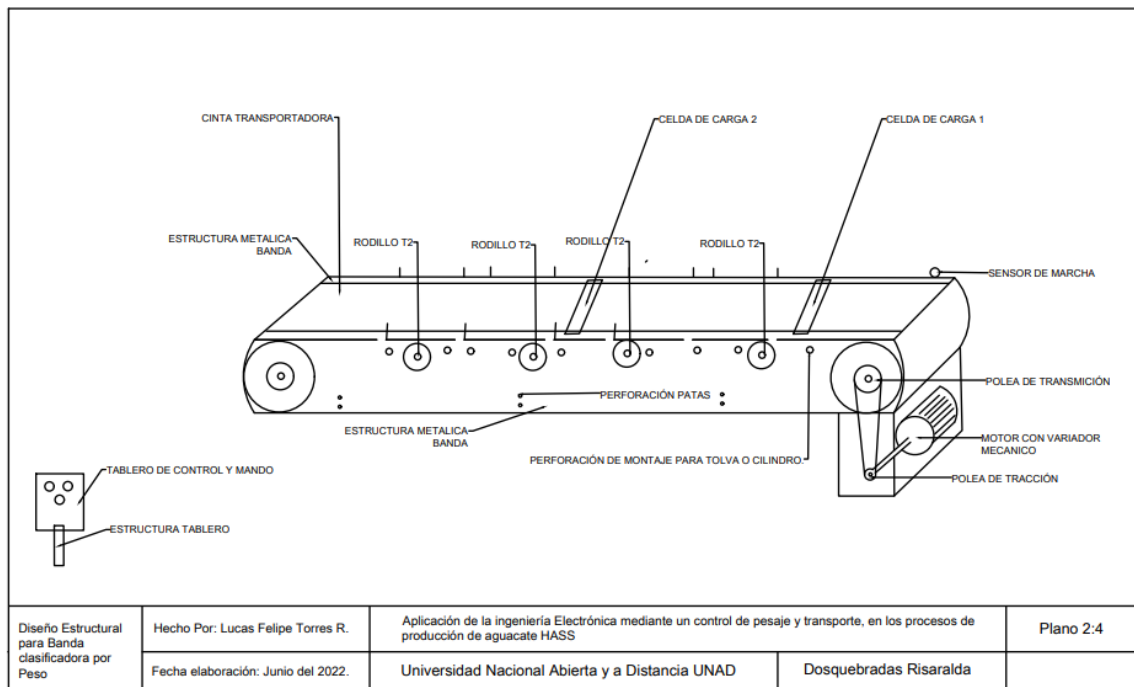
Seguidamente **Las personas 2 y 3 receptores** deben de estar en el lugar que les corresponde para que la **persona 1 alimentador** pueda comenzar con el envío de las unidades de aguacate Hass, en el momento en que se da inicio al sistema la banda está rodando con una velocidad ajustada previamente, cuenta con dos **celdas de carga** una más adelante que la otra, posicionadas en la trayectoria de la banda, la **primera celda de carga** está encargada de ordenar el movimiento de los dos actuadores lineales que corresponde a la **clase Primera y Extra** que estarían entre los 170 - 205 gramos y los 205 - 270 gramos y la **segunda celda de carga** es la encargada de dar la orden a los otros dos actuadores lineales que corresponde a la **súper clase 1** y a la **súper clase alta** que serían entre los 270 – 330 gramos y 330 gramos en adelante para un

total de 4 clases de aguacate Hass tipo exportación clasificadas por el sistema de transporte y clasificación por peso diseñado.

Para finalizar cuando inicia el flujo de unidades de aguacate Hass por la banda existe un punto donde se ejerce una presión sobre la **celda de carga 1** la cual envía una señal de voltaje o corriente a el sistema programado en el **PLC** y así poder verificar por medio del programa si esa señal que envía estaría dentro de los valores para que se active alguno de los dos actuadores lineales que le corresponden a esta celda de carga actuador para **clase primera** o actuador para **clase extra**. Si el programa verifica que el valor que la celda de carga 1 envía está por encima o por debajo de los parámetros establecidos para que de sus órdenes no se activa ningún actuador y las unidades continúan la trayectoria hasta que llegan a la **celda de carga 2** en donde se ejerce de nuevo una presión sobre la misma y emite una señal de voltaje o corriente para que el PLC por medio del programa verifique si pertenece a alguna de las clases que están definidas para clasificar por medio de esta celda de carga que serían actuador para **súper clase 1** y actuador para **súper clase alta**; si existen unidades por debajo del menor valor establecido que seria 169 gramos estos van hasta el final donde llega su punto de descarga.

**Figura 53**

*Visual de cinta transportadora y celdas de carga.*



*Nota.* En esta imagen podemos ver solamente la parte que corresponde a la base de la cinta transportadora y la estructura para sujetar las demás partes. (Torres. L 2022)

### **Plan de Mantenimiento**

El plan de mantenimiento de los equipos está ligado **al funcionamiento que se le esté dando y el uso periódico**, debido a que la cosecha de aguacate solo se ve dos veces al año por esta razón el mantenimiento que se le debe de realizar a los equipos debe de ser más **preventivo y predictivo** que correctivo ya que no estará sometido a jornadas tan continuas y sus equipos tendrán un ciclo más prolongado de durabilidad. Los mantenimientos que se le hacen a los equipos deben de ser tramitados por el prestador del servicio y en el momento de que se haga una entrega por parte de un cultivador se debe de entregar en óptimas condiciones.

Normalmente el mantenimiento preventivo este dado posterior a una temporada de uso del sistema para que pueda estar almacenado en las mejores condiciones y sea de fácil acceso.

El mantenimiento correctivo se debe de realizar conociendo la vida útil de los equipos además de averías que se puedan observar para realizar las intervenciones correspondientes y se puedan solucionar los problemas presentados, se debe de tener claro que el sistema es electro – mecánico es por esta razón que no se debe de intervenir por personal que no esté calificado para manipular el sistema desde la parte técnica.



## Conclusiones

La producción de aguacate hass cada vez aumenta más, por esto es importante tecnificar y mejorar las producciones para aumentar su rendimiento y ganancias.

El proceso de clasificación por peso tiene una gran demanda de personas y tiempo, debido a esto se deben implementar tecnologías en la etapa para reducirlos.

Al momento de pesar el aguacate de manera manual y empírica se obtienen un gran margen de error por unidad, lo que produce así grandes pérdidas para los productores en el momento de la venta.

La banda transportadora y clasificadora por peso, brinda la facilidad a los cultivadores de garantizar el peso real de cada unidad cosechada.

Por la facilidad de transporte de la banda, esta podrá prestar el servicio de alquiler a múltiples campesinos productores de aguacate hass sin importar su ubicación.

Se identificó que para esta etapa de la producción aguacatera no existe una herramienta tecnológica que clasifique el aguacate hass independiente de su característica, debido a los altos costos que esta conlleva.

Con la banda transportadora y clasificadora por peso, se garantiza continuidad en el proceso y disminución en el tiempo del mismo.

### Referencias Bibliográficas

- Abreu, J. L. (2012). La Formulación de los Antecedentes del Problema de Investigación Científica. (Spanish). *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 7(1), 163–
168. <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=hus&AN=93609038&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Bermúdez Sarguera, C. R., y Rodríguez Rebastillo, C. M. (2017). Estructura Del Problema De Investigación, Contradicciones Inherentes Y Exigencias Metodológicas Para Su Formulación. *Pedagogía Universitaria*, 22(2), 1–
18. <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=136486359&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- [Blog.boltronic.com.mx/marcas-de-plc-m%C3%A1s-utilizadas-en-la-industria](http://Blog.boltronic.com.mx/marcas-de-plc-m%C3%A1s-utilizadas-en-la-industria)
- González, V. (2019). Pregunta de investigación.
- [OVA]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/34417>
- González, V. (2018). Formulación de la pregunta de investigación.
- [OVI]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/19427>
- Hernández, H. A. (2018). Metodología de la investigación. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/18130>
- Masterplc 2020. [programacion/principales-marcas-de-plc](http://programacion/principales-marcas-de-plc)
- Meruane, O. S., y Balin, D. L. (2012). Descripción de las formas de justificación de los objetivos en artículos de investigación en español de seis áreas científicas. *Onomázein: Revista de lingüística, filología y traducción de la Pontificia Universidad Católica de Chile*, (25), 315-

344. <https://bibliotecavirtual.unad.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=82585180&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Mera, R. (2019). El proceso de investigación.

[OVA]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/35036>

Programa ERASMUS: Acción Multilateral - 517742-LLP-1-2011-1-BG-ERASMUS-ECUE

[securitechperu.com/wp-content/uploads/2021/06/PLCS](http://securitechperu.com/wp-content/uploads/2021/06/PLCS)

SuilerAltamirano. CONTROL+ 2022).

Tutorial-tía-portal-escalar-una-entrada-analógica 2017