

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Mecatrónica

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROCESADORA AUTOMÁTICA PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE DESGRANADO DE CHOCLO FRESCO EN EL MERCADO UNICACHI DEL DISTRITO DE COMAS- 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Mecatrónica

Autora:

Karen Esteincin Cuba Vargas

Asesor:

Mg. Jorge L. Contreras Cossio

Lima - Perú

2021



## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Mg. Jorge L. Contreras Cossio, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA MECATRÓNICA, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- *Karen Esteincin Cuba Vargas*

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: Diseño e implementación de una procesadora automática para incrementar la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas- 2021 para aspirar al título profesional de: Ingeniero Mecatrónico por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

---

Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de la estudiante: Karen Esteincin Cuba Vargas, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: Ingeniero Mecatrónico

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Mg. Sergio Martinez Martinez  
Jurado  
Presidente

---

Dr. Nestor B. Corpus Vergara  
Jurado

---

Mg. Félix R. Pucuhuayla Revatta  
Jurado

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a Dios por apoyarme y guiarme por el sendero del bien. A mis padres por alentarme a seguir adelante a pesar de las adversidades. También le dedico a mis maestros por ser una fuente de aprendizaje.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por ser mi guardián, mi padre, mi fuerza, mi sabiduría y mi compañero en cada día de mi vida y en mi carrera profesional, también por siempre proporcionarme lo necesario para poder crecer como persona. A mi familia y amigos, por su apoyo incondicional; por el cariño, paciencia y amor que me demostraron en cada momento. Por ultimo a mis profesores que compartieron sus conocimientos, brindándome herramientas para realizarme como profesional y desempeñarme de manera adecuada en el campo laboral.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS</b>	ii
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
TABLA DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	19
1.1 Realidad Problemática	18
1.2 Formulación del problema	20
1.2.1 Problema general	14
1.2.2 Problemas específicos	14
1.3 Justificación	21
1.3.1 Justificación académica	21
1.3.2. Justificación práctica	21
1.3.3. Justificación valorativa	21
1.4 Objetivos	22
1.4.1 Objetivo General	22
1.4.2 Objetivo Específico	22
1.5 Antecedentes	22

1.5.1 Antecedente Nacional	22
1.5.2 Antecedente Internacional	24
1.6 Hipótesis	29
1.6.1 Hipótesis general	29
1.6.2 Hipótesis específicos	29
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b>	<b>30</b>
2.1 Operacionalización de las variables	30
2.2 Materiales, instrumentos y métodos	32
2.2.1. Población	32
2.2.2. Muestra	32
2.2.3 Materiales	32
2.2.4 Instrumentos	36
2.2.5 Métodos	38
2.2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	40
2.3 Desarrollo de la aplicación	43
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS</b>	<b>122</b>
3.1 Contrastación de hipótesis	122
3.2. Resultados experimentales	126
3.2 Análisis e interpretación	137
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</b>	<b>139</b>
4.1 Discusión	139
4.2 Conclusiones	139
REFERENCIAS	141
ANEXOS	145

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variable 1	31
Tabla 2: Operacionalización de variable 2	32
Tabla 3: Propiedades mecánicas de ángulos	34
Tabla 4: Propiedades mecánicas de tubo rectangular	35
Tabla 5: Descripción del perfil rectangular	35
Tabla 6: Descripción de las planchas de acero inoxidable	37
Tabla 07: Ficha técnica del instrumento de recolección de datos – variable procesadora automática	42
Tabla 08: Ficha técnica del instrumento de recolección de datos – variable producción del desgranado de choclo fresco	43
Tabla 09: Mes de cosechas del choclo fresco.	50
Tabla 10: cantidad de choclo que se compra al mes	51
Tabla 11: ventas a la semana	52
Tabla 12: Propiedades físicas del acero inoxidable AISI 304	66
Tabla 13: Propiedades Mecánicas del acero inoxidable AISI 304	66
Tabla 14: Datos de choclo de primera calidad	71
Tabla 15: Datos de choclo de segunda calidad	72
Tabla 16: Pruebas de la muestra 1	76

Tabla 17: Pruebas de la muestra 2	76
Tabla 18: Pruebas de la muestra 3	76
Tabla 19: Pruebas de la muestra 4	77
Tabla 20: Datos del choclo fresco entero	78
Tabla 21: Operaciones básicas de para hallar la deflexión y el ángulo de giro en la sección de la cuchilla.	83
Tabla 22: Datasheet del motor implementado	95
Tabla 23: Datos técnicos del motor	97
Tabla 24: Sistema de unidades	98
Tabla 25: datasheet del AT mega 328 P	104
Tabla 26: Prueba de V1 y V2	119
Tabla 27: Pruebas de normalidad de la V1 y V2	119
Tabla 28: Prueba de muestras emparejadas de V1 y D3	119
Tabla 29: Pruebas de normalidad de la V1 y V2	120
Tabla 30: Prueba de muestras emparejadas de V1 y D4	120
Tabla 31: Pruebas de normalidad de la V1 y D4	121
Tabla 32: Prueba de muestras emparejadas de V2 y D1	121
Tabla 33: Pruebas de normalidad de la V2 y D1	121
Tabla 34: Prueba de muestras emparejadas de V2 y D2	122
Tabla 35: Pruebas de normalidad de la V2 y D2	122

Tabla 36: Resultados del tiempo de desgranado de choclo en el sistema de cuchillas	123
Tabla 37: Resultados del tiempo de desgranado de choclo a mano	123
Tabla 38: Resultados del análisis estructural del esqueleto de la máquina	127
Tabla 39: Resultados proporcionados por el software de simulación	129
Tabla 40: Pruebas realizadas en el control de peso	132
Tabla 41: Control P	133

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esqueleto de la estructura superior	34
Figura 2: Esqueleto de la estructura inferior.	36
Figura 3: Perfil rectangular.	36
Figura 4: Forrado de la estructura.	36
Figura 5: Torno	38
Figura 6: Mesa de taladro.	38
Figura 7: Máquina de soldar.	39
Figura 8: sector de verduras.	44
Figura 9: ubicación.	45
Figura 10: Proceso de exportación.	47
Figura 11: vendedores de granos desgranados sancochados.	49
Figura 12: exposición de los choclos al consumidor.	49
Figura 13: choclo ahumado	53
Figura 14: vendedora de choclo desgranado en el mercado Unicachi	55
Figura 15: Operario de desgranado de choclo	56
Figura 16: Contenedor de choclo	58
Figura 17: Los choclo en exhibición	59
Figura 18: Vista frontal del perfil de fierro	59
Figura 19: Vista isométrica de la estructura completa	60
Figura 20: Vista trimétrico de la estructura completa.	61
Figura 21: centroide del perfil	62

Figura 22: diagrama de cuerpo libre de un Angulo	64
Figura 23: diagrama de fuerzas y momentos	64
Figura 24: Análisis de la viga en el primer tramo	66
Figura 25: Carga puntual en la base de la estructura	68
Figura 26: Base estructural	68
Figura 27: Estructura de la máquina	69
Figura 28: La zona de desgranado	69
Figura 29: Representación del choclo	70
Figura 30: Choclo entero	72
Figura 31: Choclo desgranado por cuchilla de mano que es utilizado por los vendedores	66
Figura 32: choclo desgranado completamente manualmente	73
Figura 33: Choclo desgranado por cuchilla	73
Figura 34: Muestra 1	73
Figura 35: Muestra 2	73
Figura 36: Muestra 3	74
Figura 37: Muestra 4	74
Figura 38: Peso de los granos de choclo	74
Figura 39: Laboratorio para calcular la fuerza aplicada	77
Figura 40: Diámetro del choclo	79
Figura 41: Despiece de disco desgranador	80
Figura 42: Lista de piezas	80
Figura 43: simulación del ingreso del choclo	81

Figura 44: Sistema de cuchillas.	81
Figura 45: Sector de cuchilla que se está considerando en el diseño de la cuchilla	82
Figura 46: Diagrama de cuerpo libre del sistema completo	84
Figura 47: Diagrama de cuerpo libre en el primer tramo	85
Figura 41: Diagrama de cuerpo libre del segundo tramo	85
Figura 49: sistema de poleas	88
Figura 50: Diagrama de cuerpo libre del sistema de poleas	89
Figura 51: Diseño del circuito del disco desgranador.	93
Figura 52: Ubicación del motor	96
Figura 53: datasheet del motor	98
Figura 54: diagrama general de la conexión de un condensador de arranque	100
Figura 55: circuito del oscilador implementado	106
Figura 56: circuito regulador de voltaje	107
Figura 57: Posicionamiento común de la celda de carga	109
Figura 58: Posicionamiento de la celda de carga en la estructura	109
Figura 59: Despiece del sistema de peso y envasado	110
Figura 60: Lista de piezas del sistema de peso y envasado	111
Figura 61: Impresión de contenedor 1	111
Figura 62: circuito de control de peso	113
Figura 63: sistema de control de lazo abierto	116
Figura 64: sistema de control de lazo cerrado	117
Figura 65: Diagrama de control de peso	118

Figura 66: flujograma del control de peso	119
Figura 67: Gráfico de las cosechas de acuerdo al mes de cosecha	126
Figura 68: Gráfico de ventas	127
Figura 69: Deflexión en la estructura aplicando 243.45 N	127
Figura 70: Análisis estructural del sistema de cuchillas	129
Figura 71: Ejecución del sistema de cuchillas	129
Figura 72: Ingreso de los choclos	131
Figura 73: Implementación del motor para el sistema de cuchillas	132
Figura 74: Eje de transmisión para el disco	132
Figura 75: Gráficos de los paquetes censados con la celda de carga	133

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: formula de área	59
Ecuación 2: teorema de Steiner en el eje “x”	62
Ecuación 3: teorema de Steiner en el eje “y”	62
Ecuación 4: momento de inercia de una barra en el eje “x”	62
Ecuación 5: momento de inercia de una barra en el eje “y”	62
Ecuación 6: momento de inercia total en “x”	63
Ecuación 7: momento de inercia total en “y”	63
Ecuación 8: Sumatoria de momentos	63
Ecuación 9: suma de fuerzas en “y”	64
Ecuación 10: momento de inercia máxima	65
Ecuación 11: esfuerzo de compresión	65
Ecuación 12: Angulo de giro	67
Ecuación 13: Angulo de giro en B	68
Ecuación 14: perímetro circunferencial	71
Ecuación 15: centro de gravedad en “x”	82
Ecuación 16: centro de gravedad en “y”	83
Ecuación 17: suma de fuerzas en “y”	84
Ecuación 18: suma de momentos	84
Ecuación 19: suma de momentos en el eje “x”	85
Ecuación 20: relación de velocidad angular con respecto al radio	89
Ecuación 21: relación de trasmisión	89

Ecuación 22: igualdad de tensión	89
Ecuación 23: Formula del torque de un motor	90
Ecuación 24: formula del torque	90
Ecuación 25: longitud de la correa	90
Ecuación 26: velocidad tangencial	91
Ecuación 27: arco de contacto entre polea y correa	91
Ecuación 28: frecuencia de flexiones	91
Ecuación 29: ecuación de la potencia	99
Ecuación 30: ecuación de la corriente	99
Ecuación 31: ecuación de la potencia aparente	99
Ecuación 32: ecuación de la reactancia inductiva	100
Ecuación 33: ecuación de la capacidad del condensador	100
Ecuación 34: ecuación para calcular el condensador para filtrar media onda	108
Ecuación 35: ecuación para calcular el condensador para filtrar onda completa	108

## RESUMEN

El presente proyecto se desarrolla en torno a la necesidad de tener aumentar la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas, por lo cual se diseñó una máquina que desgrana choclo fresco y que empaca los granos de choclo después de ser pesado.

Esta máquina tiene un disco desgranador que consta de 5 cuchillas de acero inoxidable, un aro que permite el giro de las bases de las cuchillas para que pueda cortar los granos de choclos adaptándose al raquis cilíndrico del choclo con un conjunto de resortes. Utilizando diversas teorías de resistencia de materiales, se pudo analizar matemáticamente la resistencia del material y la estructura implementado. También tiene un sistema de ingreso que consta de un sensor que reconoce el producto para después activar el actuador lineal y seguir la secuencia del proceso.

Asimismo, tienen un control de peso, que permite sensar la carga acumulativa dentro del margen de error pre establecido. Sellar correctamente las bolsas es parte del control implementado.

Se realizó simulaciones del circuito es con el programa Proteus y en Cade Simu. El diseño está elaborado con el programa Inventor Autodesk versión 2021.

**Palabras clave:** Desgranadora, procesadora automática y disco de corte.

## ABSTRACT

This project is developed around the need to increase the production of fresh corn husking in the Unicachi market of the Comas district, for which a machine was designed that shells fresh corn and packs the corn kernels after being heavy.

This machine has a sheller disk that consists of 5 stainless steel blades, a ring that allows the base of the blades to rotate so that it can cut the corn kernels adapting to the cylindrical rachis of the corn with a set of springs. Using various theories of strength of materials, it was possible to mathematically analyze the strength of the material and the implemented structure. It also has an input system that consists of a sensor that recognizes the product and then activates the linear actuator and follows the process sequence.

They also have a weight control, which allows the cumulative load to be sensed within the pre-established margin of error. Sealing the bags correctly is part of the control implemented.

Simulations of the circuit were carried out with the Proteus program and in Cade Simu. The design is made with the Inventor Autodesk version 2021 program.

**Keywords:** Dehuller, automatic processor and cutting disc.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La producción del choclo, está relacionado con ser uno de los productos líder en contrarrestar la hambruna. Según el Instituto de investigación y desarrollo de Comercio Exterior (Idexcam) de la Cámara de Comercio de Lima (CCL), menciona: “Entre los años 2013 y 2017 la demanda de este cereal viene creciendo a una tasa promedio anual de 8% y este 2018 la tendencia indica que seguiría el mismo camino” (Andina,2018). Por lo cual la producción de desgranado de choclo requiere una mayor concentración de mano de obra para el proceso, convirtiéndose en una problemática para el vendedor y el consumidor, por el aumento de mano de obra que se requiere en el proceso de desgranado y esto genera un posible aumento en el precio del producto.

Por lo cual nuestro objetivo general es el siguiente: diseñar e implementar una procesadora automática que incremente la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas - 2021.

La venta de este producto se realiza en los suministros de alimentos, y servicios que son proporcionados en la mayoría por mercados de abastos, convirtiéndose en lugares con mayor concurrencia por nuestras amas de casa, concordando con los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística e informática ([INEI], 2017), menciona que el país incremento en 138,1% de mercados entre ellos son los mayoristas, minoristas y mixtos; de las cuales el 53.7 % se concentran en Lima y Callao, entre en los últimos 20 años, esto se refleja en el crecimiento de la economía y de la población; estos datos fueron obtenidos a través del Censo Nacional de Mercado de Abastos ([CENAMA], 2016), por lo cual se infiere que los mercados de Lima metropolitana las cuales han sido censados deberían cumplir con las normas establecidas de salubridad e higiene, con la finalidad de garantizar la salud de los clientes y la calidad de servicios que se brinda al cliente. Pero muchos mercados no cumplen con las normas establecidas para mantener el orden y la limpieza en los establecimientos, donde venden alimentos para consumo humano, incluyendo los depósitos de verduras y frutas exponiéndolos al polvo del entorno del mercado o moscas que contaminen el producto, uno de los mercados donde se encontró esta situación fue el mercado La Unión, en la nota periodística “ Algunos comerciantes no cumplen medidas sanitarias: informando de la inspección realizada por La Municipalidad Provincial de Trujillo (MTP), donde el

personal de la Subgerencia de Salud inspeccionó a 73 establecimientos de distintos rubros, verificando que 33 establecimientos dentro del mercado no cumplían con diversas normas de salubridad, por lo cual se tomaron medidas drásticas, uno de ellos era por no contar con carnet de Sanidad (E131), por ir en contra de la inspección de manipulación de alimentos (E101)” (La República, 2017).

Se entiende que los productos ofrecidos para el consumo humano debe estar en excelente calidad y con el peso exacto, pero sucede que con cuando existe pedidos constantes genera que el vendedor pueda equivocarse con el peso por la presión y estrés que sufre en ese momento, el otro factor son las básculas o balanzas electrónicas descalibradas, perjudicando al vendedor como al consumidor, pudiéndose convertir en un delito en la modalidad de adulteración en el peso, constatado previamente lo mencionado en el artículo periodístico titulado “ Malos comerciantes de mercado central de Comas, roban el peso de productos de primera necesidad constatando: la Municipalidad de Comas realizó un operativo de control de balanzas en el Mercado Central, se comprobó que un centenar de balanzas estaban adulteradas y robaban peso en los productos que vendían a las madres de familia que continuamente concurren a este tipo de mercados”(Ser Peruano, 2015).

En los mercados de abastos, los vendedores de diferentes sectores no tienen previa formación o capacitación de higiene alimentaria, muchos de ellos no utilizan guantes de látex al momento de despachar el producto y tampoco al cobrar el dinero, convirtiendo su mano en trasmisor de microorganismos, pudiendo desencadenar una patología inmunodeprimida, según el diccionario de la lengua española significa, fuerte disminución de la respuesta inmunitaria de un organismo (La Real Academia Española,2018), provocando infecciones en personas totalmente sanas.

Los vendedores de choclos, correspondiente al sector de verduras, venden los granos del choclo por kilo y por ser un producto fresco, no lo pueden conservar por mucho tiempo, esto se debe a que si se corta el endospermo del grano del choclo esto genera el derrame de la “leche del choclo” acortando el tiempo de conservación del producto.

Asimismo, los operarios que desgranar el choclo suelen tener accidentes, como cortes leves en la mano, ocasionado por la presión o estrés del momento en las horas de mayor consumo por los clientes, de las cuales uno de los mercados que se puso en evidencia fue uno de los más concurridos, el mercado Unicachi, ubicado en la Jirón Hipólito Unanue, teniendo una nota periodística “La Victoria: en estas condiciones insalubres funcionaba mercado

informando: Se hallaron serias deficiencias que ponen en riesgo la salud de los visitantes, para ejemplificar tales deficiencias, la Municipalidad de la Victoria, hallaron que los utensilios de cocina están sucios, la basura está cerca de los alimentos, recipientes contaminados en la cual se utiliza para poner los productos en venta. En este lugar se constató que mucho de los trabajadores no contaban con carnet de sanidad ni con la indumentaria necesaria para trabajar en el negocio de ventas de productos alimenticios” (El Comercio, 2015). Por las diversas carencias de higiene en el proceso de desgranado de choclo fresco, se diseñara una estructura metálica, conformado por un actuador lineal que empujara el choclo hacia el sistema de desgranado, que está conformado por una plancha doblada en “U” y un conjunto de cuchillas con resortes que se adhiere al contorno del choclo gracias a unos resortes que se encuentra en la base del disco, realiza el corte perpendicular, previniendo que derrame la “leche del choclo”, prosiguiendo con el proceso, una vez desgranado el choclo caerán los granos a un contenedor que está conectado con un sensor de peso, este le envíe una señal al controlador y que active el servo motor para que permita la continuación del recorrido del producto sensado.

En el proceso de empaquetado consta de un sensor de temperatura para que pueda sellar correctamente el empaque que contiene los granos del choclo, al mismo tiempo se realizara pequeñas perforaciones a la bolsa para que deje transpirar el choclo y se pueda conservar mejor finalizando el proceso de desgranado y empaquetado del choclo fresco. El lugar de la investigación es en las tiendas mayoristas del sector de verduras en la sección de choclos en el mercado Unicachi situado en la Avenida Metropolitana.

### **1.1.1. Problema general**

¿De qué manera se puede incrementar la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas - 2021?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- ¿De qué manera se determinaría la gestión de la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi?
- ¿De qué forma se diseñaría el sistema estructural de la procesadora automática para incrementar la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi?

- ¿De qué forma se diseñaría el sistema de desgranado de la procesadora automática para incrementar la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi?
- ¿De qué forma se diseñaría el control de peso de la procesadora automática para incrementar la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi?

## **1.2. Justificación**

### **1.2.1. Justificación académica**

La necesidad de implementar métodos efectivos en la solución del problema existente, es mejorado por maquinas, procesadores y dispositivos que permitan que el proceso de producción sea fácil y efectivo. Los beneficios que se presentan a través de diseños innovadores y tecnológicos es la optimización materia prima y de mano de obra.

### **1.2.2. Justificación practica**

Es prioridad optimizar el tiempo, mano de obra y materia prima en cualquier línea de producción. Por lo cual la finalidad de la procesadora automática es generar ganancias a través de la automatización en su proceso de sensado de peso y empaquetadura del producto.

### **1.2.3. Justificación valorativa:**

El diseño de la procesadora automática es para incrementar la producción del desgranado de choclo fresco, es necesario para mejorar el proceso realizado por los operarios del mercado Unicachi, teniendo mejor higiene en el momento de desgranar, dado que la cuchilla de la procesadora es de acero inoxidable. Optimizando el tiempo empleado en desgranar.

### 1.3.Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Diseñar e implementar una procesadora automática que incremente la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas - 2021.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la gestión de la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi.
- Realizar el diseño del sistema estructural de la procesadora automática para incrementar producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi.
- Realizar el diseño del sistema de desgranado de la procesadora automática para incrementar producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi.
- Realizar el diseño de control de peso de la procesadora automática para incrementar producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi.

### 1.4.Antecedentes

#### 1.4.1. Antecedente Nacional

Carbajal, G., Latorre, O., Ramos, E. y Tarazona, M. (2017), en la tesis de post grado titulada “Planeamiento estratégico para la industria del maíz del Cusco” de la Pontificia Universidad Católica del Perú en su conclusión indica:

La industria del maíz del Cusco tiene oportunidades para su continuo desarrollo. Entre estas oportunidades, destaca la tecnología disponible asociada al desarrollo de semillas de maíz, lo que contribuye a elevar el rendimiento y a reducir costos. En el Perú, existe una institución dedicada a investigar el maíz, que ha contribuido con el desarrollo variedades apropiadas para cada región, incluyendo la sierra. Adicionalmente, se observa que su mercado se encuentra en expansión; no obstante, actualmente no se abastece

con la producción local. De esta manera, si se incrementa la producción, esta podría ser comercializada localmente o, incluso, exportada a países como Japón o Estados Unidos. Además, se beneficiarían los pequeños agricultores al hacer que su producción se incremente. (p. 97)

En la industria del maíz actualmente es importante que la tecnología se una con la producción cultivo y todo lo referente a la producción netamente del choclo, por lo cual se reconoce que el proceso de recolección de los choclos no es muy óptimo para la demanda que tiene el producto solo en el país, por lo que se necesita unir la tecnología con la agricultura para obtener resultado que beneficien a los agricultores, vendedores mayoristas y minoristas. Por lo consiguiente, si la producción de choclo se incrementara, no solo podría abastecer la demanda nacional, sino que también el producto podría ser importado, como granos congelados o el choclo entero, contribuyendo al desarrollo de país en muchos ámbitos.

Vergara, L. (2018), en la tesis titulada “Diseño de una Bicidesgranadora para Poblaciones Rurales” de la universidad nacional de Trujillo en su resultado indica:

La innovación de nuestro diseño es el uso de una volante que se acoplara al sistema de fuerza de los pedales para darle mayor suavidad al proceso, así mismo el uso de una volante que uniformiza las velocidades del pedaleo y con ello se logra un mejor control de la velocidad de la bicidesgranadora además que disminuye el esfuerzo necesario para mantener la bicidesgranadora a una cierta velocidad durante un periodo largo de tiempo. (p.114)

En la bicidesgranadora, permite desgranar choclo seco, a través de un sistema de pedaleo y activado por la fuerza motriz humana que opera esta máquina. Trabaja

exclusivamente con choclos secos, por lo cual ejercer un diseño robusto dado que el producto no llega a maltratarse como un choclo fresco. Asimismo, se puede determinar que el diseño es un acople de una bicicleta y un motor, en las cuales se realizó tres pruebas, manifestando la fuerza que debe ejercer la persona para lograr el objetivo de la bicidesgranadora.

#### **1.4.2. Antecedente Internacional**

Cholca, L., Mantilla, G. (2015), en la tesis titulada “Diseño y construcción de una desgranadora de maíz con capacidad de 15 qq/hora” de la universidad politécnica Salesiana sede Quito en su resultado del análisis experimental y en conclusión respectivamente indican:

Se determinó que el maíz por su grado de humedad Tabla 30 tiene cambios en su proceso de desgranado, cuando el maíz se encuentre seco o con poca humedad más rápido será su producción, mientras el maíz se encuentre húmedo su proceso y rendimiento será menor.

En el diseño de la máquina no se llegó a emplear materiales inoxidables por motivo que el maíz es un producto seco que solo necesita ser golpeado por los dados para ser separado de la mazorca, este producto a su vez es llevado a la cocina para su cocción. (pp. 87 - 88)

En su resultado de análisis experimental y en su conclusión, menciona que el producto o muestra con la que trabaja la maquina diseñada es el maíz seco, por su sistema mecánico que se basa en la rotación de su cilindro desgranador que proporciona la fuerza necesaria para desgranar el maíz seco a través de golpeteos que generan los

datos, obteniendo un buen rendimiento del proceso; pero sucede todo lo contrario con el choclo fresco o maíz tierno, tendría dificultades como el de aplastar el endospermo de los granos del choclo, generando humedad en su cilindro desgranador ocasionando que el rendimiento de la máquina sea menor; generando la situación de que se dañe el grano del choclo fresco y por consecuencia entraría en contacto con el metal que lo rodea y como la estructura no es de acero inoxidable, el producto podría contaminarse. Por lo consiguiente, se tiene que considerar para el diseño del prototipo, el torque y la velocidad del motor de los rodillos sea el adecuado para evitar dañar el grano del choclo fresco, que tiene características diferentes cuando el choclo está seco, por lo cual se debe considerar la fuerza perpendicular de los rodillos con respecto al choclo asegurando que los dados del rodillo lo empujen al disco de cuchillas, y que el material del prototipo que se debe utilizar debe ser el acero inoxidable, se debe colocar específicamente donde los granos de choclo fresco pueden chocar.

Orozco, I. (2014), en la tesis titulada “Diseño de control semiautomático de una máquina desgranadora de maíz electrónica con opción a pesarlo” de la universidad de San Carlos de Guatemala en su conclusión nos señala:

El control de desgranado, pesado y automatizado, es el método más efectivo por tener control en el proceso, obteniendo como resultado una excelente precisión en el proceso del pesaje, describe la cantidad de masa que se ha desgranado, un ahorro valorativo en la materia prima y en el tiempo de elaboración. (p. 81)

En la conclusión mencionada, enfatiza que la precisión del pesaje genera un ahorro significativo en la materia prima, el sensor que se utilizó fue la celda de carga resistiva que es ideal para el funcionamiento que se requiere, después del proceso de desgranado

por un cilindro desgranador para los granos de maíz secos, su funcionamiento es que el eje desgranador, desgrane la mazorca a través de golpeteos en toda la mazorca seca o choclo seco y por la rotación del eje genere suficiente fuerza para desgranar. Al finalizar el proceso de desgranado, los granos del choclo seco, se deposita en una báscula teniendo por sensor una celda de carga que brinda información del peso de la materia prima, indicando cuando el contenedor se llena y se apague la máquina siendo esto un proceso semiautomático.

Muñoz, P. (2016), en la tesis titulada “Diseño de un plan de negocios para la creación de una empresa empacadora y distribuidora de verduras, ubicado en el Noroccidente de Pichincha, Parroquia Pomasqui del distrito Metropolitano de Quito” de la universidad internacional del Ecuador en su conclusión establece:

La investigación reflejó que el concepto que se quiere introducir al mercado es totalmente nuevo para los futuros consumidores, por lo que es una ventaja que el cliente defina a los productos que serán ofertados, los resultados de la investigación de mercados reflejan una gran oportunidad para que la empresa empacadora de verduras incursione al mercado en todos los locales encuestados están dispuestos a tener el producto y venderlo. Las dos líneas de productos que ofrece la empresa empacadora de verduras serán acogidas en buena cantidad ya que sus precios están al alcance todo tipo de bolsillo.

Los productos empacados tienen una buena opinión entre los vendedores y consumidores, por lo que las presentaciones de los Mix de verduras 1 y 2 no tienen mayor preferencia entre ellos, una ventaja es ofrecerlos en la misma cantidad. Además, la mayoría de los locales tiene un espacio para poder ofertar los mix de verduras y están dispuestos a adquirir en promedio 5 unidades de cada Mix de

manera semanal (10 unidades semanales), ya que se ofrece a un precio justo y con garantías. (pp. 120 - 122)

En los mercados pequeños las verduras como el choclo fresco, brócoli, la zanahoria y vegetales en general; no tienen empaques o no se encuentran embolsado. Por tal motivo los vendedores no pueden conservar sus vegetales por mucho tiempo, por lo cual los clientes encuestados, prefieren los productos empaquetados porque los vegetales se conservan mejor proporcionando una excelente presentación de la verdura y poder guardarlos en el refrigerador, muchas de las razones del porque el cliente prefiere el producto empaquetado es porque son personas muy ocupadas en su labor diaria que no tienen tiempo para ir todos los días al mercado para comprar productos frescos. Los supermercados optan por empaquetar sus productos frescos y al mismo precio que los productos frescos, obteniendo buenos resultados en sus ventas. Por ese motivo los mercados minoristas están optando por empaquetar sus productos para que el cliente tenga mayor seguridad del producto que compra, ya que en el empaquetado de las bolsas cumplen con las normas de higiene

La mayoría de los mercados están optando por empaquetar sus productos frescos, por las garantías que tienen en sanidad, como el cumplimiento de normas de higiene y salubridad en el proceso de empaquetado, así se asegura que el producto no este contaminado con impurezas; otro beneficio de empaquetar el producto es la velocidad de la máquina realizando el proceso, por lo cual se puede cumplir con la demanda del producto; la presentación del producto es muy importante para el comprador, teniendo en cuenta ese factor, el producto empaquetado cumple completamente con ese factor porque para empaquetar cada vegetal se debe realizar una previa investigación, análisis

de los resultados obtenidos asegurado un buen control de calidad del producto entregado al consumidor.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

El diseño e implementación procesadora automática incrementaría en la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas - 2021.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

El diseño e implementación de la procesadora automática influiría en la gestión de la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas - 2021.

El diseño e implementación de la procesadora automática influiría en el sistema estructural de la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas - 2021.

El diseño e implementación de la procesadora automática influiría en el sistema de desgranado de la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas - 2021.

El diseño e implementación de la procesadora automática influiría en el sistema de control de peso de la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas - 2021.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada, según Schwarz (2017) afirma que es aquella que se concentra en resolver un problema de la sociedad entorno a la industria o servicios. La problemática de la presente investigación es el tiempo de desgranado que se emplea en desgranar el choclo fresco y los accidentes que los operarios sufren en esta operación.

Variable V (1): Procesadora automática

Variable V (2): Producción de desgranado de choclo de fresco

Tabla 1

*Operacionalización de la variable 1*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de Likert	Niveles
Procesadora automática	Es una máquina que desgrana choclo sin necesidad de la intervención de una persona.	1. Sistema estructural 2. Sistema desgranador	1.1. Diseño estructura	1 – 6	1. Nunca	Alto
			1.2. Material			
			1.3. Optimización de costos en los materiales		2. Alguna vez	Medio
			1.4. Calidad		3. Frecuentemente	
			2.1. Diseño eléctrico		4. Casi siempre	Bajo
			2.2. Diseño de las cuchillas		5. Siempre	
			2.3. Diseño del soporte de las cuchillas.	7-12		
			2.4. Sistema de transmisión			

Nota. La Operacionalización de la variable 1 corresponde al primer recuadro y el desarrollo completo de ello y la aplicación del instrumento.

Tabla 2

*Operacionalización de la variable 2*

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Escala de Likert	Niveles
Producción de desgranado de choclo fresco	Es separar los granos de un fruto, cereal o legumbre desgranar una mazorca.	3. Gestión 4. sistema de control de peso	3.1. Productividad de los operarios.	13-20	1. Nunca 2. Alguna vez 3. Frecuentemente 4. Casi siempre 5. Siempre	Alto Medio Bajo
			3.2. Precisión de corte. Accidentes imprevistos.			
3.3. Entrega del producto.						
3.4. Abastecimiento de herramientas.						
3.5. Faltas imprevistas del operario.						
3.6. calidad de empaquetamiento.						
3.7. calidad de higiene.						
3.8. Calidad de corte de los granos choclo fresco.	21-23					
4.1. Precisión del peso						
4.2. Diseño estructural						
4.3. Diseño electrónico						

Nota. La Operacionalización de la variable 2 corresponde al primer recuadro y el desarrollo completo de ello y la aplicación del instrumento.

## 2.2. Materiales, instrumentos y métodos (población y muestra)

### 2.2.1. Población.

La población total de todos los mercados de abastos del sector de verduras y frutas en Lima Metropolitana es numerosa, por lo cual se ha seleccionado de forma conveniente para realizar la investigación, el mercado Unicachi en el distrito de Comas, en el sector de verduras en los establecimientos de venta al por mayor de choclo fresco, de las cuales se encuentran involucrados lo comerciantes mayoristas, minoristas y clientes.

La población es un objeto de estudio es aquella sobre la cual se pretende que recaigan los resultados o conclusiones de la investigación; y la muestra es la parte de esta población que se observa directamente (Jiménez, 1998, p. 37).

### 2.2.2. Muestra

Se escoge aleatoriamente la población que son los clientes y vendedores que compran el grano del choclo fresco en el mercado Unicachi – Comas, que selecciono aleatoriamente, con una cantidad considerable de personas.

Garantiza que todos los individuos que componen la población blanca tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Esta significa que la probabilidad de selección de un sujeto a estudio “x” es independiente de la probabilidad que tienen el resto de los sujetos que integran forman parte de la población blanco (Otzen & Manterola, 2017, p.228).

### 2.2.3. Materiales

Para realizar el esqueleto de la estructura se utilizó los ángulos de 20 mm x 2 mm, correspondiendo al diseño que se realizó en el programa Inventor Autodesk, estableciendo el material según sus características que corresponda a la exposición

que va a tener, siendo estos productos para el consumo humano. Su proceso de transformación fue cortarlo de acuerdo a las medidas que se encuentra en los planos, para después proceder a soldar en los puntos requeridos para ensamblarlo de acuerdo al diseño ya establecido. Por último, se realiza los acabados (devastar, eliminar excedentes, lijar, pintar, etc.) y el control de calidad.



*Figura 1.* Esqueleto de la estructura superior. El diseño de la estructura conformada por ángulos de ½.

Tabla 3

*Propiedades mecánicas de ángulos*

Propiedades mecánicas	
Límite de fluencia mínimo	2,530 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la tracción	4,080 – 5620 kg/cm <sup>2</sup>
Alargamiento	200 mm
Soldabilidad	Buena

Nota. Aceros Arequipa S.A. (2021) afirma las propiedades mecánicas que se encuentran en la tabla.

La base que soporta toda la estructura superior son perfiles rectangulares de 50mm x 20mm. Con estas características soporta la vibración causada por el proceso de

desgranado, por ese motivo se escogió el perfil rectangular. El proceso de transformación fue cortar, soldar y realizar el acabado con disco de desbaste.

Tabla 4

*Propiedades mecánicas de tubo rectangular*

Propiedades mecánicas	
Resistencia a la tracción	310 Min. Mpa
Límite de fluencia	269 Min. Mpa

Nota. Aceros Arequipa S.A. (2021) afirma las propiedades mecánicas que se encuentran en la tabla.

Tabla 5

*Descripción del tubo rectangular*

Descripción	
Material	Carbono laminado en caliente (LAC)
Sistema de soldadura	Resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW)

Nota. Aceros Arequipa S.A. (2021) afirma las propiedades mecánicas que se encuentran en la tabla.



*Figura 2.* Esqueleto de la estructura inferior. Es la parte que soportara todo el peso de toda la estructura por lo cual es de vital importancia su análisis matemático para determinar la eficiencia del material.



*Figura 3.* Perfil rectangular. Es una representación general sin mecanizar del material.

Una vez culminado la parte superior del esqueleto se utilizó planchas de acero galvanizado que son recubiertas con zinc, solo se forro en áreas que no tienen contacto con la comida porque así se puede minimizar costos; su norma de fabricación es NTE INEN 115; calidad ASTM A653; en un espesor 0.70 mm, largo de 4\*8 pies. Ofreciendo alta resistencia a la corrosión y extensa duración.



*Figura 4.* Forrado de la estructura. Es el recubrimiento de todas las paredes formadas por ángulos.

Para las partes de la estructura que tiene contacto con la comida se utilizó por norma ISO, planchas de acero inoxidable 304/ 304 L, para áreas donde se realiza el desgranado de choclo fresco y tiene contacto los granos del choclo fresco. Su proceso de transformación es dibujar el diseño con la escuadra y otras herramientas para cortar de acuerdo a los planos y realizar agujeros en el perímetro de la pieza para poder colocarles los remaches.

Tabla 6

*Descripción de las planchas de acero inoxidable*

Tipo de producto	Norma	Aplicación según norma	Acabado	Grado	Espesor (mm)	Formato
Planchas	A-240	Procesamiento de alimentos y bebidas	2B	316/316L	0.7	1219 mm * 22438 mm (4' * 8')

Nota. El dato en la tabla es de ASTM A240. Brindas las características del material a utilizar.

#### 2.2.4. Instrumentos.

Para realizar toda la transformación de los materiales se tuvo que utilizar equipos como el torno, es una máquina que tiene diversas herramientas que permiten mecanizar tubos circulares con procesos como: roscar, cortar, trapeciar, agujerear, cilindrar, desbastar, ranurar. Todo este proceso es a través de la revolución. Se utilizó para mecanizar las piezas como ejes, soportes, etc.



*Figura 5.* Torno. Nos permite realizar las diversas piezas diseñadas e inventadas para implementarlo en el proyecto.

En la estructura se utilizó la Mesa de taladro para realizar agujeros en piezas como la base del disco desgranador, en ángulos, etc. Es un taladro de posición fija y que solo tiene desplazamiento en Z o en posición vertical, tiene una mesa que se desplaza en “x”, “y” y “z” se ha utilizado para realizar los diversos agujeros que se requerían para las piezas que se requiere mecanizar.



*Figura 6.* Mesa de taladro. Esta máquina permitió realizar el mecanizado de piezas. Realizamos diversos agujeros en piezas que fueron previamente diseñadas.

Para realizar las diversas unificaciones de los ángulos y perfiles se tuvo que hacer con el proceso de soldadura dura punto azul con la máquina de soldar, se utilizó de la marca SOLADINAS TR-350 AC/DC monofásica que permite seleccionar una

salida de corriente alta para ampliar las opciones para emplear electrodos ferrosos y no ferrosos. se utilizó para soldar toda la estructura de la parte inferior a 60 Amperios y los ángulos más delgados a 40 Amperios para así tener una soldadura óptima.



*Figura 7.* Máquina de soldar. Solandinas. Con esta máquina se soldó la estructura interna.

#### 2.2.5. Métodos

##### a) Desgranar.

El proceso de desgranar los choclos frescos. es sostener el choclo por la parte de inferior, y en la parte de superior utilizar una navaja para realizar cortes perpendiculares a la superficie, teniendo en cuenta de que la navaja que utilizan los operarios es de un material que se corroe fácilmente, esto no al proceso de desgranado de choclo, por ser un producto de consumo humano, además que esta herramienta se utiliza para realizar labores básicas de escritorio. De acuerdo a la publicación de Perches, P. en la pagina web kiwilimon, la manera de desgranar es con un cuchillo acero inoxidable, comenzando por cortar el elote de la orilla para obtener una base plana. Con un cuchillo filoso de acero inoxidable, corta el

elote a lo largo del choclo despancado de manera vertical y como resultado se obtienen los granos de choclo cortados.

b) Flujograma.

Es una figura o esquema que nos permite realizar procesos de diversos y aplicaciones de manera categórica y subyacente. En el desarrollo de los objetivos se tuvo que realizar flujogramas para cada proceso realizado los beneficios de realizar un flujograma es que se puede distribuir todos los procesos de acuerdo a un orden preestablecido.

c) Diseñar en un software de diseño asistido por computadora.

El programa de inventor Autodesk, se utilizó para realizar el diseño después de realizar los cálculos matemáticos y análisis estructural. Se utilizó comandos de ensamblajes, diseño, simplificar, modelo 3D, boceto, inspeccionar, herramientas, administrar, vista, entornos y renderizar. También se utilizó de las herramientas de inventor autodesk las opciones de propiedades físicas para comprobar resultados obtenidos del cálculo matemático y con el diseño previamente realizado. Asimismo, se realizó simulación de ingreso del raquis cilíndrico. Como también el funcionamiento del disco desgranador.

## 2.2.6 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

El instrumento de recolección de datos es el cuestionario desarrollado a partir de nuestros indicadores formulados en la matriz de consistencia, por consiguiente, se aplicó a la muestra determinada en la investigación realizada, que está compuesto por la variable independiente que es la procesadora automática y la variable dependiente que es la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas – 2021. La cual se implementó de manera satisfactoria.

El cuestionario está conformado por pregunta polinómicas, teniendo 5 alternativas de valoración utilizando la escala de Likert que nos permite estratificar de manera gradual la información que obtenemos de la muestra determinada.

Tabla 7

*Ficha técnica del instrumento de recolección de datos – variable procesadora automática*

Nombre original	Cuestionario procesadora automática
Autor	Cuba Vargas Karen Esteincin
Año	2021
Procedencia	Lima – Perú
Tipo de instrumento	Cuestionario
Objetivo	Implementar el cuestionario para poder recolectar información de acuerdo a nuestros indicadores y así determinar la influencia de la procesadora automática en la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas – 2021.
Administración	Individual
Duración	Aproximadamente 8 min
Aplicación	Directa
Estructura	El instrumento consta de 11 ítems distribuidos en dos dimensiones, con 5 alternativas. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nunca</li> <li>2. Alguna vez</li> <li>3. Frecuentemente</li> <li>4. Casi siempre</li> <li>5. Siempre</li> </ol>

Nota. El cuestionario se encuentra en anexos.

Tabla 8

*Ficha técnica del instrumento de recolección de datos – variable producción del desgranado de choclo fresco*

Nota. Se implementó de acuerdo a la estructura implementada.

Nombre original	Cuestionario producción del desgranado de choclo fresco
Autor	Cuba Vargas Karen Esteincin
Año	2021
Procedencia	Lima – Perú
Tipo de instrumento	Cuestionario
Objetivo	Implementar el cuestionario para poder recolectar información de acuerdo a nuestros indicadores y así determinar la influencia de la procesadora automática en la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi del distrito de Comas – 2021.
Administración	Individual
Duración	Aproximadamente 8 min
Aplicación	Directa
Estructura	El instrumento consta de 11 ítems distribuidos en dos dimensiones, con 5 alternativas. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nunca</li> <li>2. Alguna vez</li> <li>3. Frecuentemente</li> <li>4. Casi siempre</li> <li>5. Siempre</li> </ol>

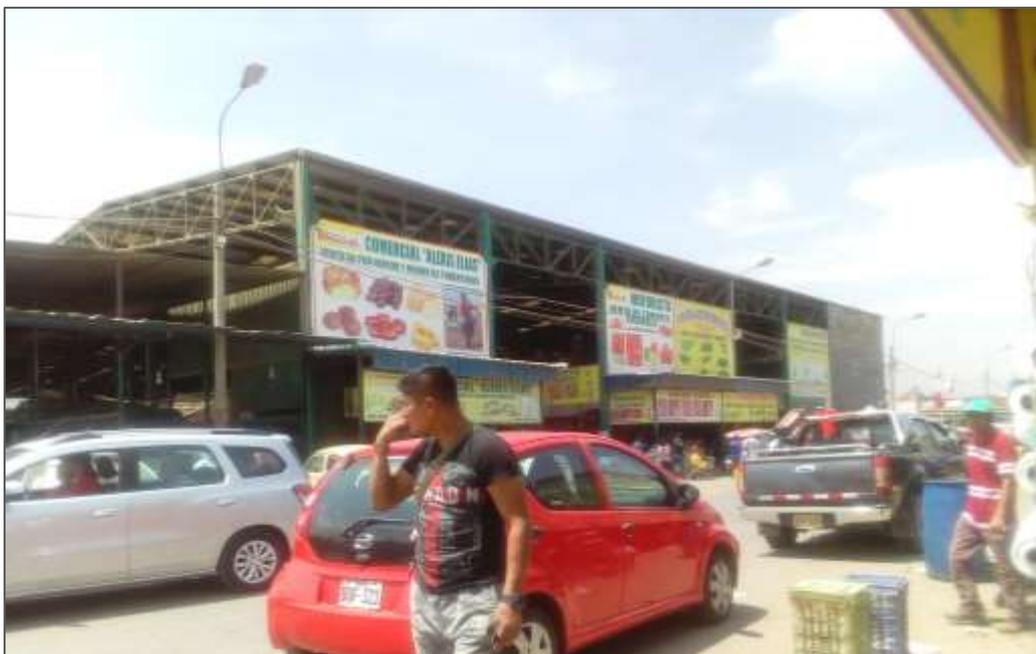
Nota. El cuestionario se encuentra en anexos.

## 2.3. Procedimiento

### 2.3.1. Determinar la gestión de la producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi.

En el mercado Unicachi del distrito de Comas, es un mercado mayorista que tiene sectores de venta como: verduras, frutas, abarrotes, carnicería, restaurantes, panaderías, etc. Los primeros establecimientos en el sector de verduras son de comerciantes de choclo fresco, que venden el choclo en diversas formas de consumo como desgranado, con panca, sin panca y en rodajas.

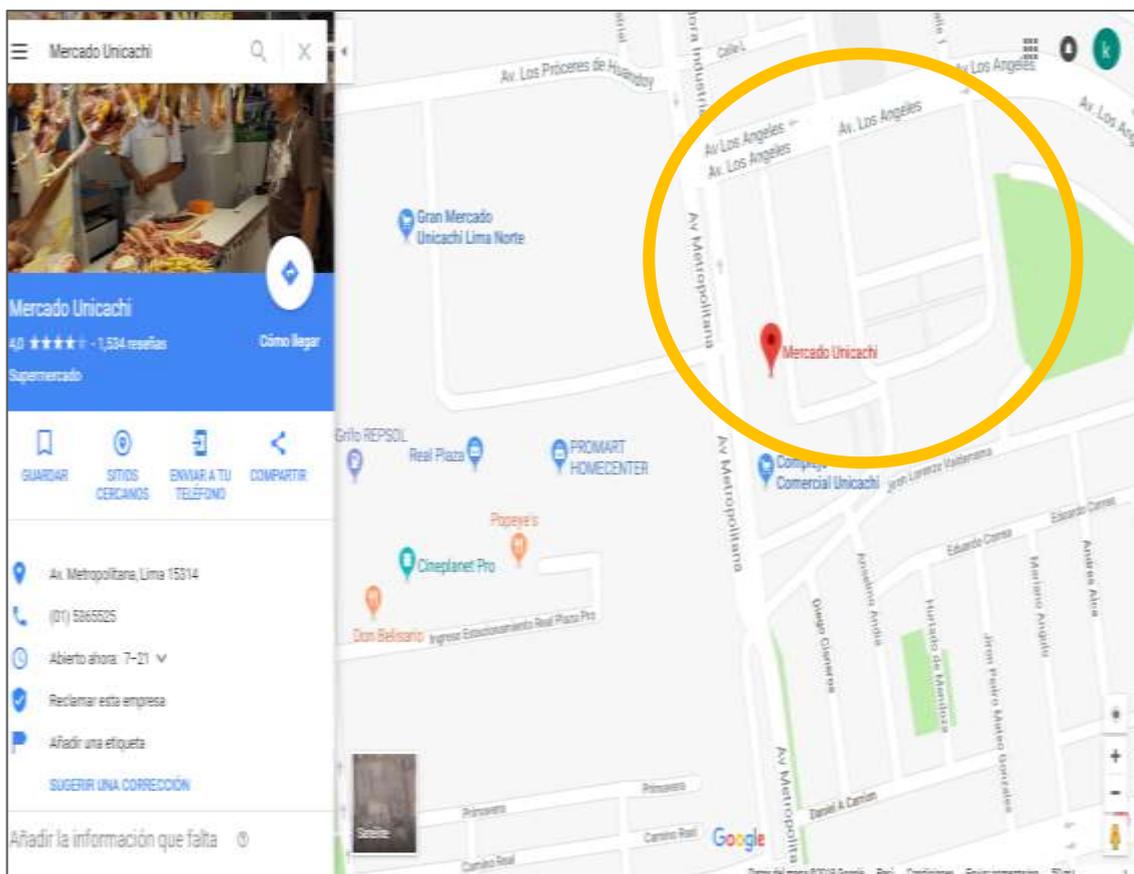
Los horarios de venta son mayormente en las horas de la mañana, desde las 5 am hasta la 2 pm; porque el choclo es un producto fresco, y cuando se encuentra expuesto a altas temperaturas se va degradando el estado del choclo, por lo cual los comerciantes procuran vender todos los choclos en las primeras horas de la mañana. Los clientes son en su mayoría amas de casa, chefs de restaurantes, vendedores de choclo sancochado, vendedores humitas y pasteles, cevicherías y minoristas, etc.



*Figura 8.* Sector de verduras. El comercio en las horas de la mañana en el mercado Unicachi del distrito de Comas.

**a) Ubicación del mercado.**

La ubicación exacta del mercado Unicachi es Av. Metropolitana 2450 (ex Av. Gerardo Unger) cruce con Av. Los Ángeles (El Retablo - Comas). Altura 1° de Pro Pan. Norte.



*Figura 9.* Ubicación. Google maps. El círculo rodea el área del mercado Unicachi del distrito de Comas.

**b) Proceso de exportación del choclo fresco.**

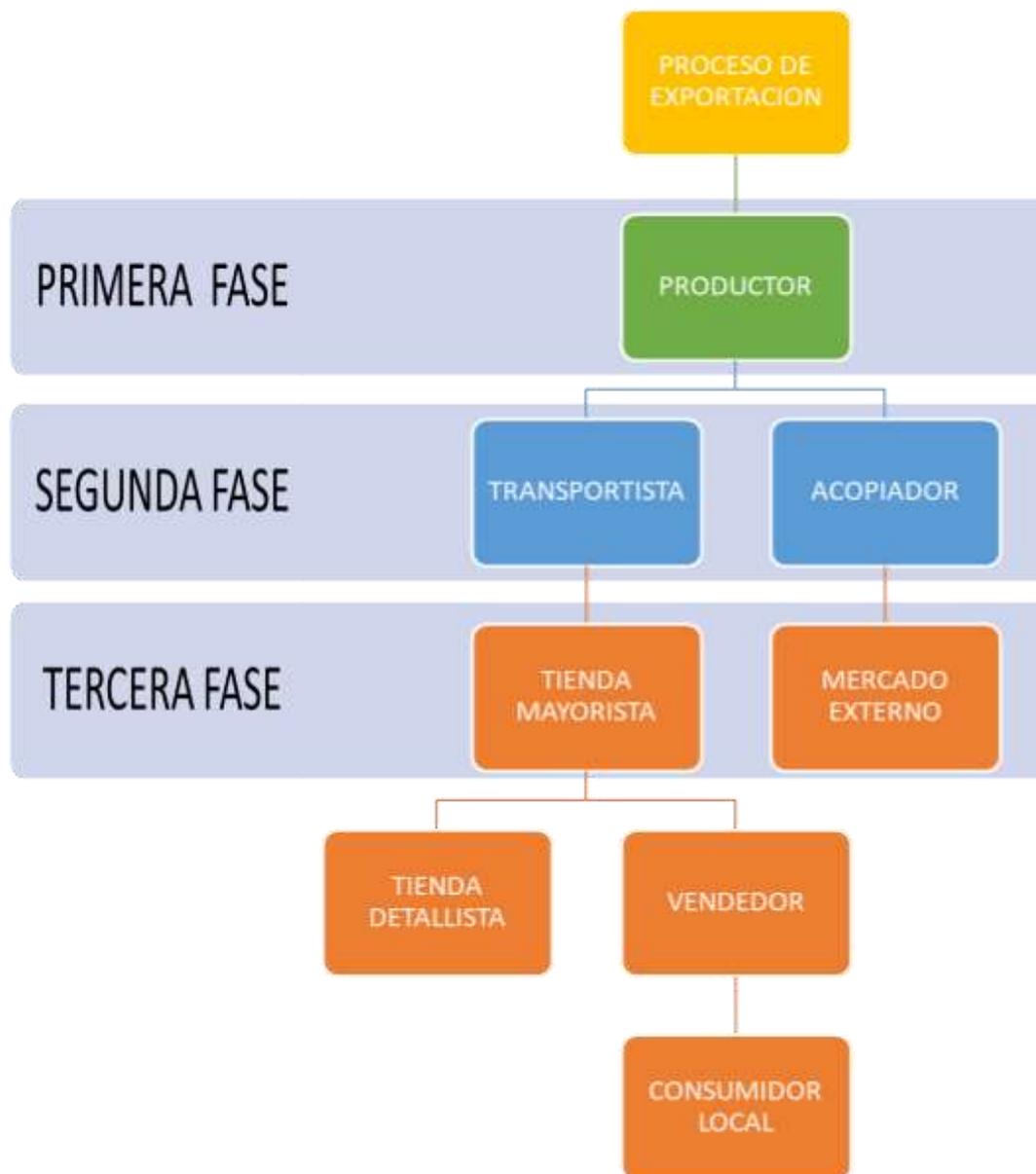
El producto que llega de diversas partes del país, son transportadas en tráiler o camión dependiendo de la ruta que se va a recorrer. Los contenedores son sacos cada uno contiene aproximadamente 50 kg de choclos fresco recién sustraído de la siembra.

Tal es el caso de la exportación que realiza la Asociación de Productores Huancavelicanos Agrarios de Maíz – APHAMA, de la provincia de Huancavelica con el Choclo fresco. De las cuales su principal mercado es la ciudad de Huancayo los

fines de semana, en cantidades mayores va para el mercado de la Parada en la ciudad de Lima.

El proceso de exportación comienza con el productor o asociación de productores agrarios, que después de realizar todo el proceso de sembrado y el cuidado mientras crece la plantación, se realiza el proceso de cosecha que es la sustracción de frutos de la planta que se ha sembrado en la época del año en que se encuentran maduros. Los transportistas cumplen una importante función que es el de transportar todos los frutos sustraídos de manera adecuada a los mercados más importantes de Perú como son:

- Gran Mercado Mayorista de Lima
- Mercado de Productores de Santa Anita
- Mercado Unicachi
- Mercado Huamanga
- Mercado La Parada, entre otros.



*Figura 10.* Proceso de exportación. El proceso de exportación estructurado de forma generalizadora.

De las cuales, el destino del transporte de los choclos depende mucho de la demanda del producto.

Después de la llegada de los transportistas a los mercados de la ciudad de Lima, el producto se distribuye, todos los productos según el pedido realizado por parte de los mercados mayoristas que ya están previamente mencionados. Continuando con la línea de distribución esta la tienda detallista o minorista, que son en su mayoría las bodegas que se encuentran en diversas partes de los distritos de la capital, son personas que ofrecen el producto al consumidor del último escalón. Los vendedores son las personas que tiene encomendada la tarea la realización de la venta o comercialización de los productos que en este caso es el choclo fresco. Por ultimo de esta rama, tenemos al consumidor local que en definición es un ciudadano que consume o compra el producto para su propio consumo. El acopiador son el segundo destino de los choclos sustraídos, aparte de los transportistas ya mencionados, aunque estén en la misma línea de jerarquía, porque también es el que recibe el producto después de la cosecha, por lo cual se debe mencionar que su función es el de almacenar o acumular grandes cantidades de estos, con la finalidad de revenderlo a un precio mayor en la mayoría de los casos son después de una cosecha reciente y que se encuentre cerca del lugar de la cosecha en muy pocos casos los acopiadores están considerablemente alejados. Los acopiadores recientemente exportan para mercados externos, este tipo de mercado se llama así por ser transacciones comerciales internacionales que incluyen en su mayoría las importaciones y exportaciones de este producto u otros.



*Figura 11.* vendedoras de granos desgranados sancochados. Es una vendedora ambulante que su lugar de trabajo es las galerías de Malvinas.



*Figura 12.* Exposición de los choclos al consumidor. Fardos de choclos expuestos a la contaminación.

**c) *Compra de los choclos.***

Los comerciantes mayoristas del mercado Unicachi de Comas compran los choclos frescos por tráiler que vienen desde Santa Anita que es uno de los destinos de llegada de todos los transportistas que provienen de diversas zonas del Perú, muy pocas veces los transportistas llegan al mercado Unicachi siempre y cuando provenga de Canta que es más cerca a la ubicación del mercado mencionado. Por lo tanto, se tiene que considerar los meses de cosechas, para considerar todos los factores como son: la ruta que el transportista va a tomar, el clima y posibles contratiempos (huelgas, desvíos, derrumbes y accidentes). Por lo cual es necesario tener el presente cuadro de los meses de cosechas del choclo fresco.

Tabla 9

*Mes de cosechas del choclo fresco*

Lugar	Mes
Camaná (Arequipa)	Enero, febrero y marzo
Chupaca (Huancayo)	Abril, mayo y junio.
Cuzco	Julio, agosto y setiembre.
Canta	Octubre, noviembre y diciembre.

Nota. Tabla de estructurada que corresponde el tiempo de las cosechas de los choclos acorde a su procedencia.

**d) *Consumo.***

La demanda del producto genera de que en todo el año los mercados mayoristas tengan los choclos frescos a la disposición de los clientes, por lo cual es necesario generar

nuevas estrategias que es: tener conocimientos de las provincias o distritos que exportan el choclo fresco y en que temporada de año. Por tal motivo los vendedores controlan los precios de acuerdo a la época de cosecha del choclo, cuando el choclo proviene del suroeste del Perú es cuando el precio sube por ser un tramo más largo y también por posibles contratiempos como las huelgas y que por tal motivo el choclo fresco no esté en los mercados causando la escases del producto y genere un alza en el precio, en comparación cuándo proviene el producto de Canta su precio es menor a comparación de los precios de todos los años por que el recorrido del transporte es menos. Por tal motivo la cantidad de choclos frescos que se compra por mes es importante considerarlo por lo cual existe la siguiente tabla:

Tabla 10

*Cantidad de choclo que se compra al mes*

Lugar	Mes	CANTIDAD
Camaná (Arequipa)	Enero, febrero y marzo	30 toneladas
Chupaca (Huancayo)	Abril, mayo y junio.	40 toneladas
Cuzco	Julio, agosto y setiembre.	10 toneladas
Canta	Octubre, noviembre y diciembre.	40 toneladas

Nota. Tabla de las cantidades de compras acorde al tiempo de cosecha y el lugar de su procedencia. Son datos aproximados, varían cada año. Autoría propia.

Los mercados mayoristas tienen que abastecerse de grandes cantidades de choclo fresco entero por lo cual ellos consideran que saber la cantidad de choclo que se vende al día es importante con el objetivo de conocer cuántos choclos se deben desgranar y aunque tengan en conocimiento la cantidad necesaria de choclo que son para desgranar pero no logran desgranar toda esa cantidad y son por dos razones: Primero, por el estado de conservación del producto; segundo, porque el proceso de desgranar es muy trabajoso. Los granos de choclos fresco requieren un proceso, que es el de pelar la panca y desgranar con la mano o con la cuchilla que toma mucho tiempo. Cabe mencionar que en muchos casos los vendedores mayorista no tienen suficientes operarios para realizar tal trabajo, por lo cual obligan a que el también contribuya a desgranar por la gran demanda que exige el producto, sobre todo si son los fines de semana que son los días en donde hay mayor demanda del producto mencionado y cuando ya no pueden desgranar, sugieren que los clientes compren los choclos enteros, los vendedores mayoristas prefieren vender desgranado por que pueden cobrar el proceso de desgranar, cosa contraria sucede cuando se vende el choclo entero por que se vende materia prima.

Tabla 11

*ventas a la semana*

Mes	CANTIDAD
Semana	500 choclos – 2 toneladas aproximadamente
Día	150 choclos aproximadamente

Nota. Tabla de ventas de los choclos. Autoría propia.

**e) consumidores**

Los comerciantes mayoristas tienen como consumidores a los restaurantes, cevicherías, vendedores de carritos y las amas de casa que realizan diversos platillos como: pastel de choclo, caldo con relleno, crema de choclo, humitas, humitas de

choclo al vapor, pastel de choclo, ensalada de choclo, choclo con queso, choclo frito, tortillas choclo, humitas verdes, etc.



*Figura 13.* choclo ahumado. Unos de los tantos platillos que se puede realizar con el choclo. Manifestando su versatilidad en la gastronomía.

Se puede preparar diversos platos ricos en vitaminas del derivado del choclo.

El precio de los granos de choclos fresco es muy elevado, algunas veces por ser un proceso muy laborioso, venden el producto 3 veces el precio de lo que cuesta un choclo entero. Por tal motivo es un ingreso significativo para los comerciantes, porque los clientes que compran el choclo desgranado son personas que no tienen tiempo suficiente para realizar labores repetitivas como los restaurantes que prefieren optimizar tiempo y priorizar platillos que requieren mayor complejidad, estudiantes universitarios que por su ajetreado horario no tienen tiempo para realizar tal proceso, como también los profesionales y trabajadores.

*f) Medidas de salubridad con el producto.*

De acuerdo a MINSA, tiene como misión proteger a todos los habitantes del país como es el consumidor y productor; brinda los lineamientos de políticas sanitarias en concertación con todos los sectores públicos y actores sociales. De acuerdo a un proyecto que se está desarrollando con referente a la elaboración de alimentos y bebidas con el objetivo de realizar una metodología de prevención en frente a sucesos y operaciones de una industria, realizando una revisión exhaustiva al producto que va a salir al mercado.

El Alcance de esta norma es para el individuo que intervenga en el proceso de fabricación de alimentos en diversas partes del territorio peruano, están obligadas al cumplimiento. Considerando que la aplicación del sistema implementado por el ministerio se hará conforme a los establecido Decreto Supremo N° 007-98.

Las normas de higiene son importantes para poder evitar cualquier tipo de imprevistos en el proceso de producción del producto final, como son: generar intoxicaciones al operario o al consumidor, posibles accidentes que pueden suceder al operario por la inexperiencia en el proceso (cortes en las manos, etc.), inexactitud en el peso, el producto puede estar en mal estado y por último el empaque no tienen la presentación correcta y normada por posibles problemas en la organización dentro de la empresa. Esto se recalca en el artículo °7.

Es obligatorio para los vendedores mayoristas tener una norma donde establezcan las capacitaciones necesarias para realizar el proceso de desgrane de los choclos frescos, así como también el previo entrenamiento de cada uno de sus operarios para poder tener una excelente eficiencia en el proceso.

**g) *Factores de consideración del cliente.***

Los vendedores mayoristas del mercado Unicachi de Comas están ubicados en stands de 3m x 3m en una sola fila, donde cada stand esta después de otra, los clientes tienen la opción de elegir en que stand desean comprar por diversos factores que los clientes toman en consideración para realizar la comprar que son los siguientes:

- El precio del choclo
- La calidad del choclo
- El tiempo en el que el vendedor a tiende
- Variedad de choclos
- Estado de conservación de los granos de choclo
- La atención al cliente por parte del vendedor, etc.



*Figura 14.* vendedora de choclo desgranado en el mercado Unicachi.  
Pertenece al conjunto de vendedores del sector de verduras.

Los operarios o personas que realizan un trabajo manual de ejercer fuerza para una determinada acción, en el caso de los vendedores mayoristas del mercado Unicachi los operarios realizan el proceso de desgranado, por lo usual les toma 1 min para desgranar el choclo fresco aproximadamente, por lo cual es necesario que en fines de semanas se contrate más operarios para este fin por la demanda del producto en esos días.



*Figura 15.* Operario de desgranado de choclo. Operarios realizando el proceso de desgranado.

La distribución del producto es importante dado que pueda contaminarse y provocar diversas enfermedades o intoxicaciones, por consumir productos que no tienen un buen control de calidad o una supervisión del producto que se está vendiendo por personal calificado para realizar este tipo de producción.

El mercado es el lugar con mayor concurrencia por todas las personas, estos mercados proporcionan alimentos, entre otros, pero carecen de una administración de los productos que ponen en venta, el choclo desgranado es un producto que requiere técnica para desgranar los granos del choclo; por tal motivo, se necesita operarios calificados para tal producción, pero las personas que desgranar son los mismos comerciantes que venden el producto, al mismo tiempo de recibir el dinero van desgranando. El choclo desgranado fresco, por su misma naturaleza no se puede conservar por mucho tiempo, consecuentemente los comerciantes deben desgranar y vender instantáneamente, por la imprecisión del corte genera el derramamiento del líquido interno del grano del choclo. Si en un momento de acumulación de pedidos, el operario llega a sentir un estrés por la solicitud de desgranar más rápido, va a aumentar las probabilidades de tener un accidente como cortes en la mano, esto puede contaminar los granos de choclo, siendo esto perjudicial para la salud del consumidor e incumpliendo las normas de higiene y salubridad, sin mencionar que se debe tener una formación técnica para realizar procesos específicos que son requeridos para garantizar la calidad de servicios brindados al cliente. El lugar donde se realiza las operaciones describe la calidad de producto que se está vendiendo, el lugar de venta del producto debe estar sin el contacto con el polvo e insectos que contaminan el producto, los contenedores de plástico no deben estar sucios y las herramientas de corte deben ser un material adecuado para tal proceso.

*h) Exhibición del producto.*

En el mercado Unicachi del distrito de Comas, en la sección de ventas de choclos frescos se puede observar que los choclos están exhibidos en el suelo en unos sacos de polipropileno (PP) y/o polietileno (PE) son los principales materiales a utilizar producir este tipo de saco, pero su almacenamiento no es el correcto porque se encuentra ubicado en el suelo en contacto con la tierra, bolsas, empaques de comidas, insectos, etc. El posicionamiento de un producto en un sector o posición es muy importante para que el producto no se degrade o entre en contacto con químicos contaminantes.



*Figura 16. Contenedor de choclo.*

El entorno que se expone los granos de choclos fresco.



Figura 17. Los choclos en exhibición. Los choclos despancados y en exhibición es común observar ese tipo de exposición del producto.

**2.3.2. Realizar el diseño del sistema estructural de la procesadora automática para incrementar producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi.**

**Análisis del esqueleto estructural:**

Aplicando en la cara frontal del perfil:

Primer rectángulo:

$$A_1 = b \times h \dots \dots \dots (1)$$

$$A_1 = 20 \times 2 = 40 \text{ (área del rectángulo)}$$

$$X_{c.g(1)} = 10$$

$$Y_{c.g(1)} = 1$$

Segundo rectángulo:

$$A_2 = 18 \times 2 = 36 \text{ (area del rectángulo)}$$

$$X_{c.g(2)} = 1$$

$$Y_{c.g(2)} = 9$$

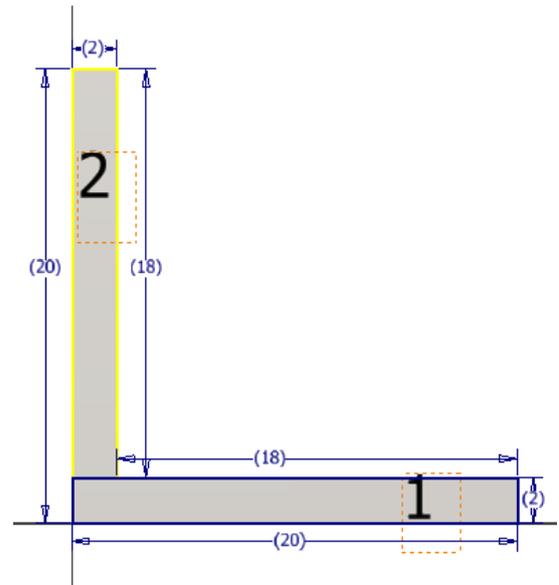
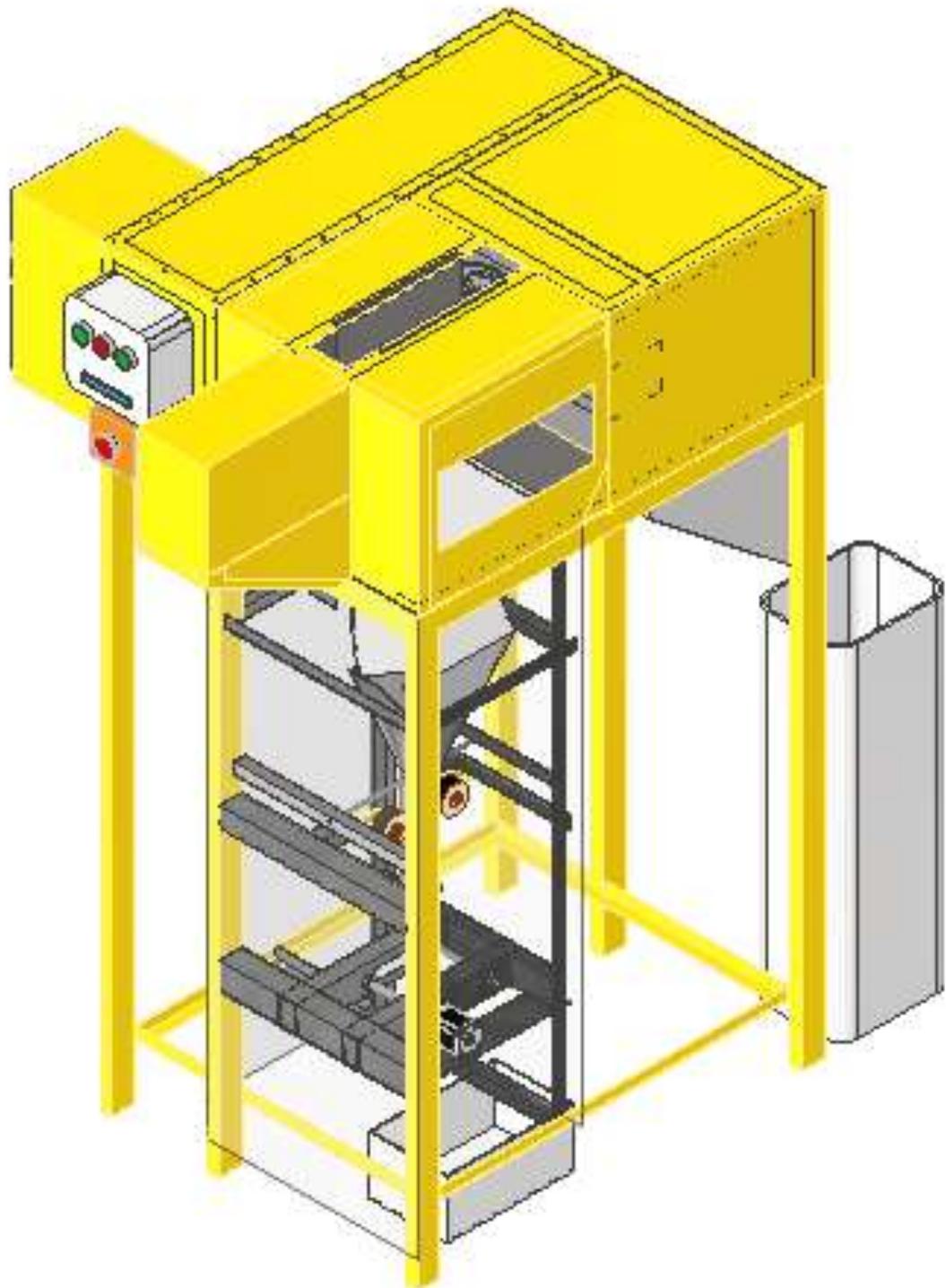
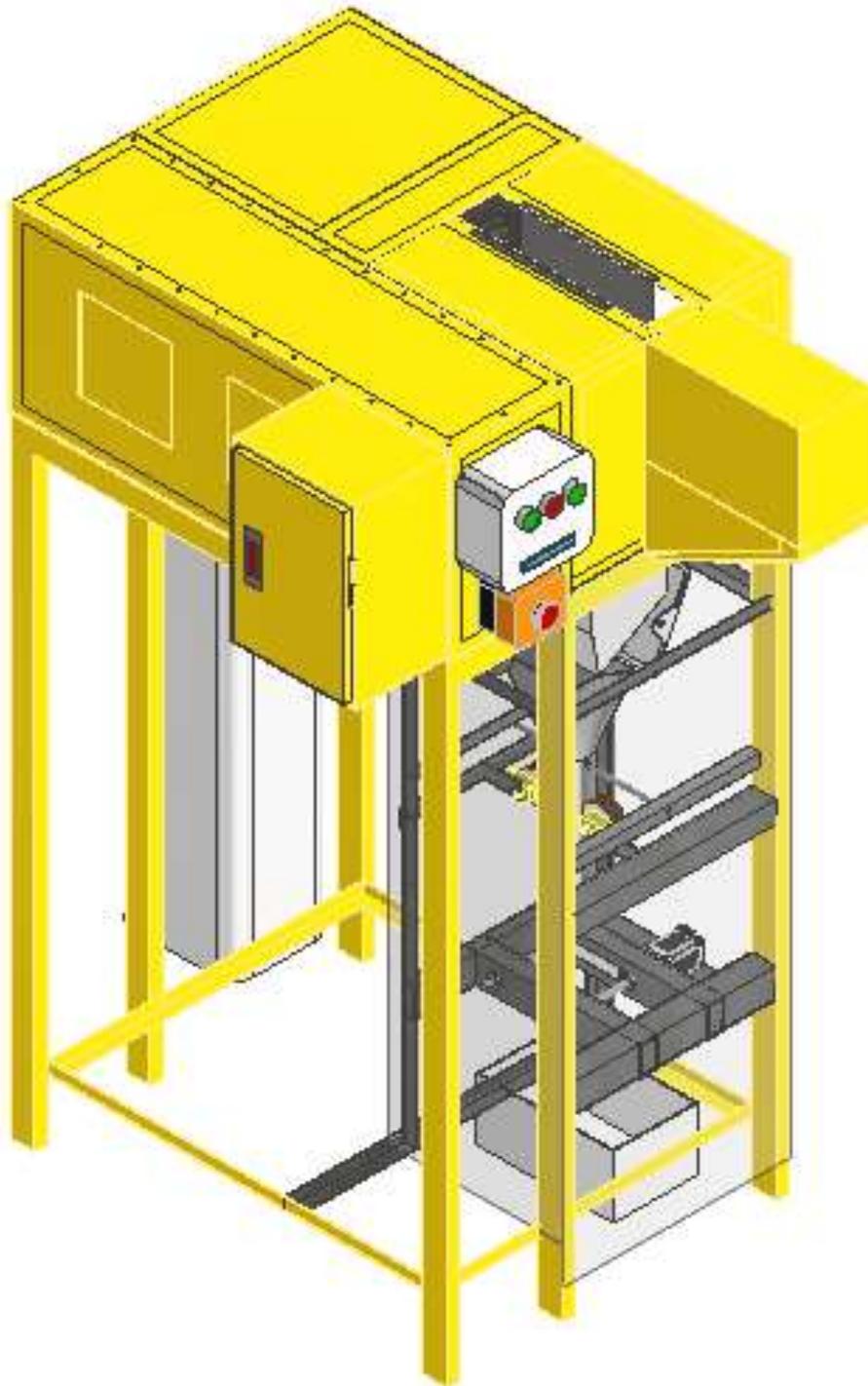


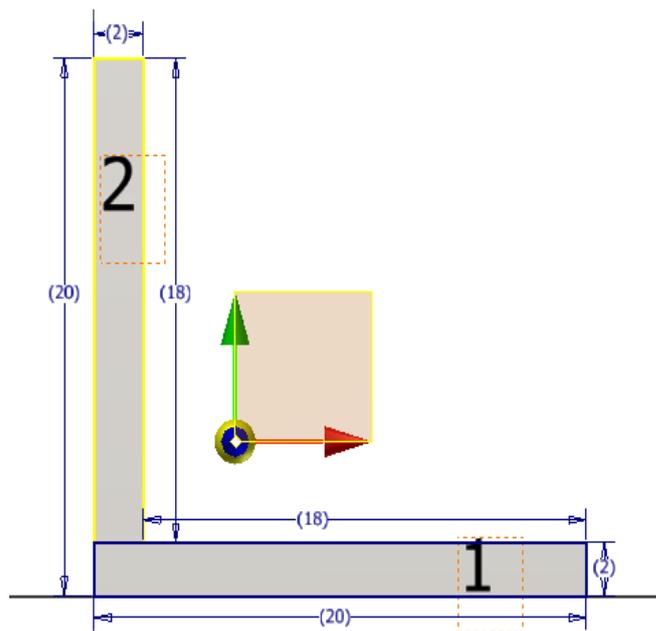
Figura 18. Vista frontal del perfil de fierro



*Figura 19.* Vista isométrica de la estructura completa. Se puede visualizar con mayor enfoque el sistema de pesaje y sellado del producto.



*Figura 20.* Vista trimétrico de la estructura completa. Se observa los compartimientos donde se encuentran los controladores y el motor AC.



**Centro de gravedad de “X”:**

$$X_{c.g} = \frac{40 * 10 + 36 * 1}{40 + 36} = 5.732$$

**Centro de gravedad de “Y”:**

$$Y_{c.g} = \frac{40 * 1 + 36 * 9}{40 + 36} = 4.789$$

Se puede visualizar en la imagen la posición del centro de gravedad.

Figura 21. centroide del perfil. Es el punto de color amarillo que determina el centro de gravedad.

## Momento de Inercia

Teorema de Steiner:

$$I_x = I_{0x} + A * dy^2 \dots \dots \dots (2)$$

$$I_y = I_{0y} + A * dx^2 \dots \dots \dots (3)$$

- A= area de la figura a analizar
- d= la distancia desde el centro de gravedad hasta el centro de gravedad de la pieza
- y= centro de gravedad del pieza con respecto a x
- x= centro de gravedad del pieza con respecto a y

$$I_{0y} = \frac{b * h^3}{12} \dots \dots \dots (4)$$

$$I_{0x} = \frac{h * b^3}{12} \dots \dots \dots (5)$$

Momento de inercia con respecto a “x”:

$$I_{X1} = \frac{20 * 2^3}{12} + 40(3.789 - 1)^2 = 324.477 \text{ cm}^4$$

$$I_{X2} = \frac{2 * 18^3}{12} + 36(6.211 - 11)^2 = 1797.643 \text{ cm}^4$$

Momento de inercia con respecto a “y”:

$$I_{y1} = \frac{2 * 20^3}{12} + 40(4.26 - 10)^2 = 2651.237 \text{ cm}^4$$

$$I_{y2} = \frac{18 * 2^3}{12} + 36(4.736 - 1)^2 = 514.477 \text{ cm}^4$$

Momento de inercia total:

Con respecto a “x”:

$$I_X = I_{X1} + I_{X2} \dots \dots \dots (6)$$

$$I_X = 324.477 + 1797.643 = 2122.119 \text{ cm}^4$$

En metros:

$$I_X = 2122.119 * 10^{-8}$$

Con respecto a “y”:

$$I_y = I_{y1} + I_{y2} \dots \dots \dots (7)$$

$$I_y = 2651.237 + 514.477 = 3165.71 \text{ cm}^4$$

En metros:

$$I_y = 3165.71 * 10^{-8}$$

**Deflexion maxima:**

Suma de momentos con respecto al punto 1:

$$+ \sum M_2 = 0 \dots \dots \dots (8)$$

$$245.25(0.175) = R_{2Y}(0.35)$$

$$R_{3Y} = 122.625$$

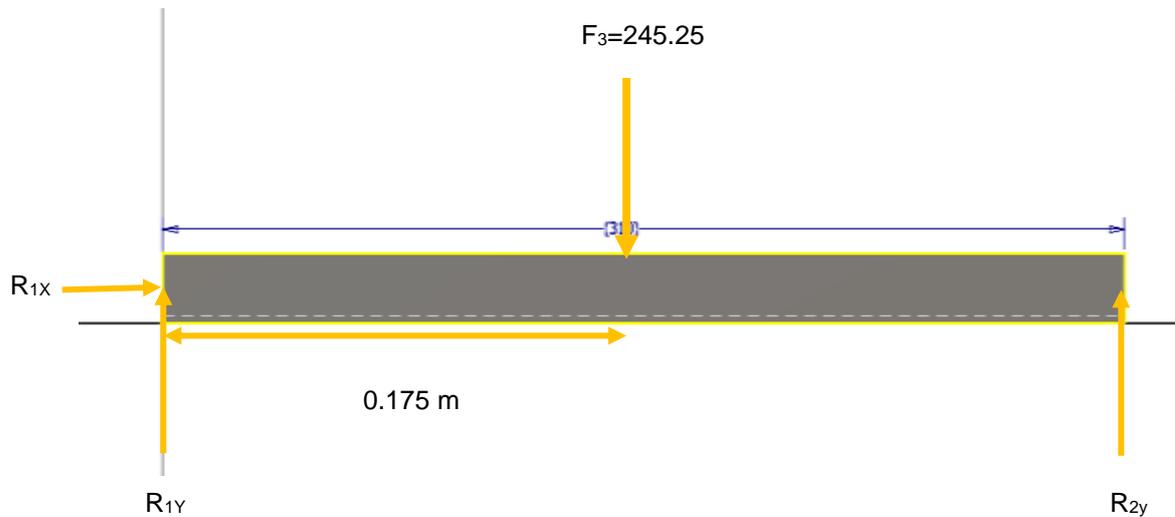


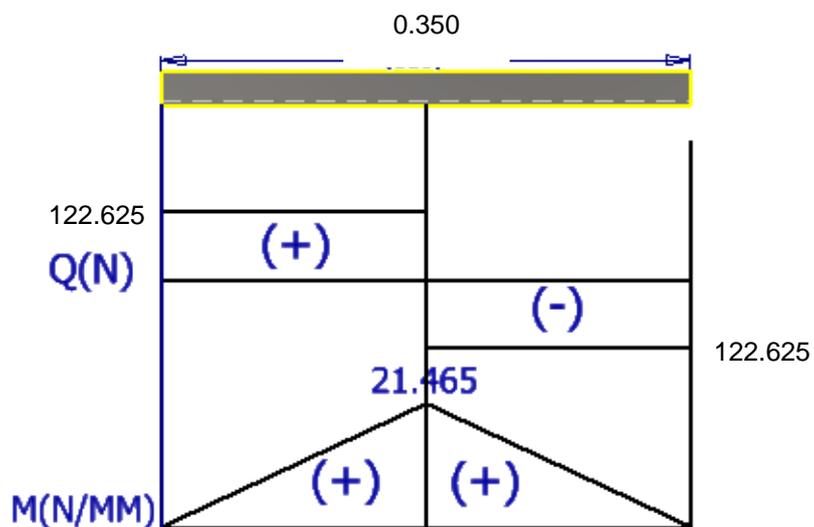
Figura 22. diagrama de cuerpo libre de un Angulo. De la estructura de la máquina, se ubica en el disco que desgrana el choclo.

$$+\sum F_y = 0 \dots\dots\dots(9)$$

$$R_{1Y} - 245.25 + R_{2Y} = 0$$

$$R_{1Y} = 245.25 - (122.625) = 122.625$$

**Metodo de áreas :**



**Fuerzas cortantes:**

$$Q_1 = 122.65$$

$$Q_2 = 122.65 - 245.25 = -122.65$$

**Momento flector:**

$$M_1 = 0$$

$$M_2 = 0 + (0.175 \text{ m} * 122.65 \text{ m}) = 21.463 \text{ N} * \text{m}$$

$$M_3 = 21.463 + (0.175 * (-122.65)) = 0 \text{ N} * \text{m}$$

Demostracion:

$$M_{max} = \frac{PL}{4} \dots \dots \dots (10)$$

P= carga puntual

L= longitud

$$M_{max} = \frac{245.25(0.35)}{4} = 21.459 \text{ N} * \text{m}$$

Esfuerzo de compresion:

$$\sigma = \frac{M * C}{I} \dots \dots \dots (11)$$

- M= momento flector
- C= Distancia desde el eje neutro (centroide) hasta donde se determina el esfuerzo.
- I= momento de inercia

$$\sigma_c = \frac{21.463(15.211)}{2122.119 * 10^{-8}} = 15\ 384\ 325.43 \text{ Kg/m}^2$$

$$\sigma_T = \frac{21.463(4.789)}{2122.119 * 10^{-8}} = 4\ 843\ 569.423 \text{ Kg/m}^2$$

### Propiedades del Acero inoxidable AISI 304

Tabla 12

*Propiedades físicas del acero inoxidable AISI 304*

Densidad ( $\text{g cm}^{-3}$ )	7.93
---------------------------------	------

Tabla 13

*Propiedades Mecánicas del acero inoxidable AISI 304*

Propiedades mecanicas	Cantidad
Alargamiento (%)	<60
Modulo de elasticidad (GPa)	190 – 210
Modulo de elasticidad ( $\text{N/m}^2$ )	$1.9011 \cdot 10^{11}$
Resistencia a la Traccion (MPa)	460 - 1100

Análisis de una matriz de material de Acero inoxidable AISI 304:

Previamente ya realizado el momento flector y la suma de fuerzas en “Y”. Por lo tanto se prosigue a desarrollar, los siguiente:

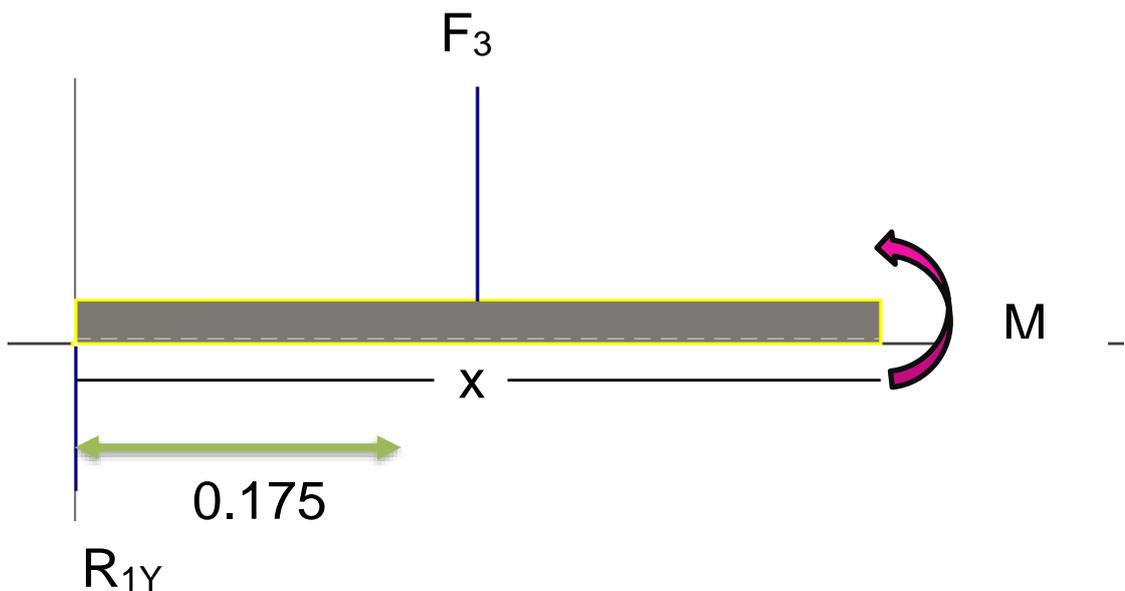


Figura 24. Análisis de la viga en el primer tramo.

Hallando el momento en “y”:

$$\sum M_y = 0$$

$$M - 122.655(X) + 245.25(X - 0.175) = 0$$

$$M - 1222.65 + 245.25X - 42.918 = 0$$

$$M = -122.595X + 42.918$$

Primer tramo:

$$0 \leq x \leq 0.35$$

Aplicando el metodo de doble integral:

$$y'' = M(X)$$

$$Y'' = -122.595X + 42.918$$

$$Y' = -61.297X^2 + 42.98X + C_1$$

$$Y = -20.433X^3 + 21.459X^2 + C_1X + C_2$$

**Angulo de giro :**

$$\theta = \frac{1}{(E \cdot I)} * y \dots \dots \dots (12)$$

$$\theta = \frac{1}{1.9011 * 10^{11} \left( \frac{0.35 * 0.02^3}{12} \right)} (-61.29(0.175)^2 + 42.918(0.175))$$

$$\theta = 1.2700144 * 10^4$$

$$\theta = 0.0001270114 \text{ rad}$$

$$\theta = 0.0027^\circ$$

**La deflexión en el punto B:**

Es de 0.0027°

$$Y_B = \frac{1}{EJ}(Y) \dots \dots \dots (13)$$

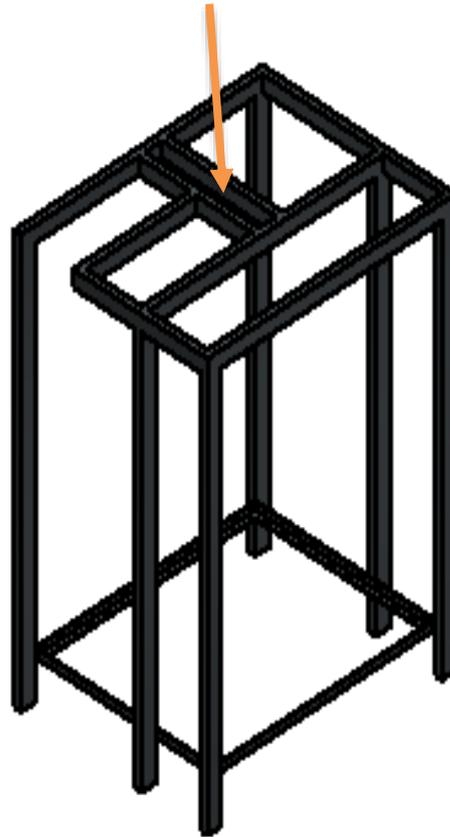
$$Y_B = \frac{1}{(1.90 * 10^{11}) \left( \frac{0.35 * 0.02^3}{12} \right)} (-20.4325 * 0.175)^3 + 21.459)^2 + 5)$$

$$Y_B = 1.25 * 10^{-4} \text{ m}$$

La deflexion es 0.00125 m que son milisimas por lo cual no se va a deformar si le aplicamos una fuerza externa de 25kg.



*Figura 25.* Carga puntual en la base de la estructura. En esta imagen tenemos la estructura inferior, compuesta por tubos rectangulares. Después de ser soldada.



*Figura 26.* Base estructural. El plano completo se encuentra en anexos.



*Figura 27.* Estructura de la máquina. En esta imagen, se visualiza la ubicación del actuador final y la botonera y la parada de emergencia.



*Figura 28.* La zona de desgranado. En esta imagen se visualiza el disco desgranador y el ingreso del choclo para ser desgranado.

**2.3.3. Realizar el diseño del sistema de desgranado de la procesadora automática para incrementar producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi.**

**a) Datos del choclo fresco.**

Tabla 14  
Datos de choclo de primera calidad

Características	Perímetro
Coronta (vista frontal – del radio )	84.2 mm
Choclo con panca	230 mm
Contorno inicial	210 mm

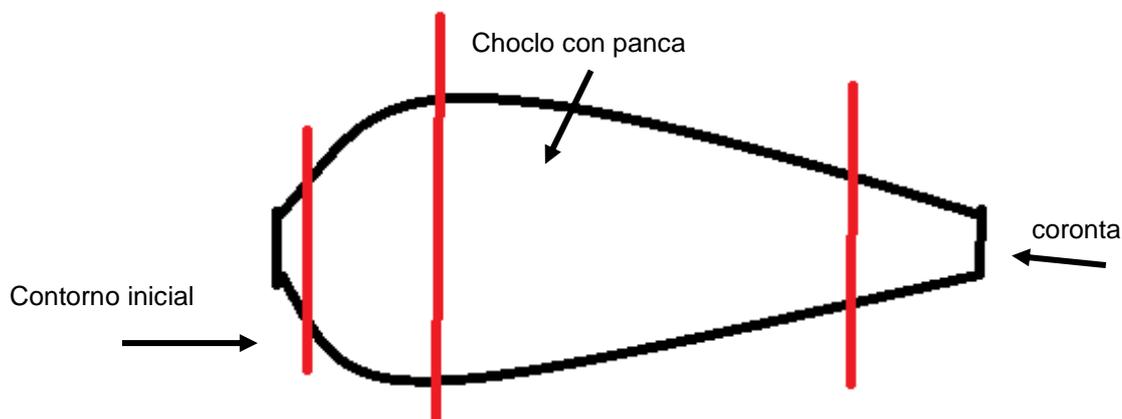
Conversión del perímetro a radio para sacar el parámetro de radio que va a pasar por el centro del disco:

$$p = 2\pi * r \dots\dots\dots (14)$$

p= perímetro

r= radio

Reemplazando para los datos del choclo de primera calidad el choclo en los diversos relieves:



*Figura 29.* Representación del choclo. Consideraciones de diámetros para el ingreso del choclo en el disco cortante.

• Coronta:

$$84.82 \text{ mm} = 2\pi * r$$

$$r = 13.49 \text{ mm}$$

• Choclo con panca:

$$230 \text{ mm} = 2\pi * r$$

$$r = 36.605 \text{ mm}$$

• Contorno inicial:

$$210 \text{ mm} = 2\pi * r$$

$$r = 33.04 \text{ mm}$$

Al obtener los datos de los choclos que se han analizado por la medición de unos 10 choclos, el promedio de radio de la coronta es de 13.49 mm de radio.

Tabla 15

*Datos de choclo de segunda calidad*

Características	perímetro
Coronta	80 mm
Choclo con panca	210 mm
Contorno inicial	192 mm

Nota. Se tomaron las medidas de la clasificación a de los choclos. Autoría propia.

Los datos obtenidos después de examinar los choclos, se determinó tres tipos de choclo fresco, primera calidad, segunda calidad y tercera calidad. De las cuales hemos trabajado con el choclo de primera calidad.

Reemplazando para los datos del choclo de segunda calidad:

- Coronta:

$$80 \text{ mm} = 2\pi * r$$

$$r = 12.73 \text{ mm}$$

- Choclo con panca:

$$210 \text{ mm} = 2\pi * r$$

$$r = 33.42 \text{ mm}$$

- Contorno inicial:

$$192 \text{ mm} = 2\pi * r$$

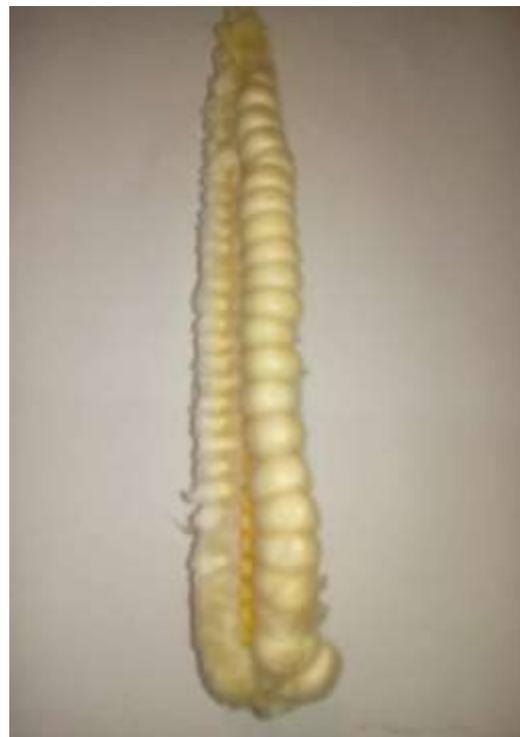
$$r = 30.55 \text{ mm}$$

**b) Medición de la muestra de choclos de la clasificación a.**

Las pruebas realizadas para obtener los siguientes datos son los siguientes.



*Figura 30.* Choclo entero. Clasificación de primera clase, sus características es que tienen un gran tamaño a comparación de otras clases de choclos.



*Figura 31.* Choclo desgranado por cuchilla de mano que es utilizado por los vendedores.



*Figura 32.:* choclo desgranado completamente manualmente. A partir de esto se tomaron las medidas porque es lo que va a pasar por la abertura del disco desgranador.



*Figura 33.* Choclo desgranado por cuchilla. A partir de esto se tomaron las medidas porque es lo que va a pasar por la abertura del disco desgranador.

c) Pruebas para obtener la fuerza aplicada en la cuchilla.



*Figura 34.* Muestra 1.  
Visualización de sus características.



*Figura 35.* Muestra 2.  
Visualización de sus características.



*Figura 36.* Muestra 3.  
Visualización de sus características.



*Figura 37.* Muestra 4.  
Visualización de sus características.

La prueba consistía en utilizar un dinamómetro manual colocarlo en un soporte universal para que se encuentre una sola posición y no exista una inestabilidad en la toma de datos. Se utilizó la cámara para la grabación de las pruebas para cada choclo y así poder visualizar en el momento exacto de la fuerza aplicada al momento de realizar el corte a los granos de choclo fresco. Asimismo, se consideró sus características físicas, por lo cual se procedió a pesar los granos desgranado y a realizar un cuadro con sus medidas.



*Figura 38.* Peso de los granos de choclo. Este procedimiento se repitió para cada muestra.

Tabla 16

*Pruebas de la muestra 1*

Características	perímetro
Peso completo	201.4 g
Peso de los granos de choclo	125.51 g
Fuerza aplicada	8.829 N
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 1. Realizada en el laboratorio de física.

Tabla 17

*Pruebas de la muestra 2*

Características	perímetro
Peso completo	190.8 g
Peso de los granos de choclo	120.67 g
Fuerza aplicada	8.927 N
Tipo	Clasificación B
Estado	Semi Fresco

Nota. Las características de la muestra 2. Realizada en el laboratorio de física.

Tabla 18

*Pruebas de la muestra 3*

Características	perímetro
Peso completo	219.31 g
Peso de los granos de choclo	150.23 g
Fuerza aplicada	7.9461 N
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco

Nota. Las características de la muestra 3. Realizada en el laboratorio de física.

Tabla 19

*Pruebas de la muestra 4*

Características	perímetro
Peso completo	229.42 g
Peso de los granos de choclo	163.48 g
Fuerza aplicada	7.357 N
Tipo	Clasificación A
Estado	Fresco



*Figura 39.* Laboratorio para calcular la fuerza aplicada.

Se utilizó el dinamómetro y el software Logic Pro.

A partir de esta prueba de laboratorio se determinó que la fuerza aplicada en el filo de la cuchilla era de 9 N generalizando los resultados por lo cual podemos obtener un dato de entrada para realizar el desarrollo analítico de la estructura. Asimismo, determinamos que el peso de los granos de choclo que proporciona cada choclo es apropiadamente de 150 g, claramente esto puede variar, pero no tan significativamente, por lo cual es necesario tener un control de peso.

Los datos obtenidos de los choclos fresco, podemos determinar de que la abertura de las cuchillas tiene un mínimo de 27 mm y un máximo de 35 mm de apertura. Esto es proporcionado por la toma de datos de las medidas obtenidas de las 10 corontas.

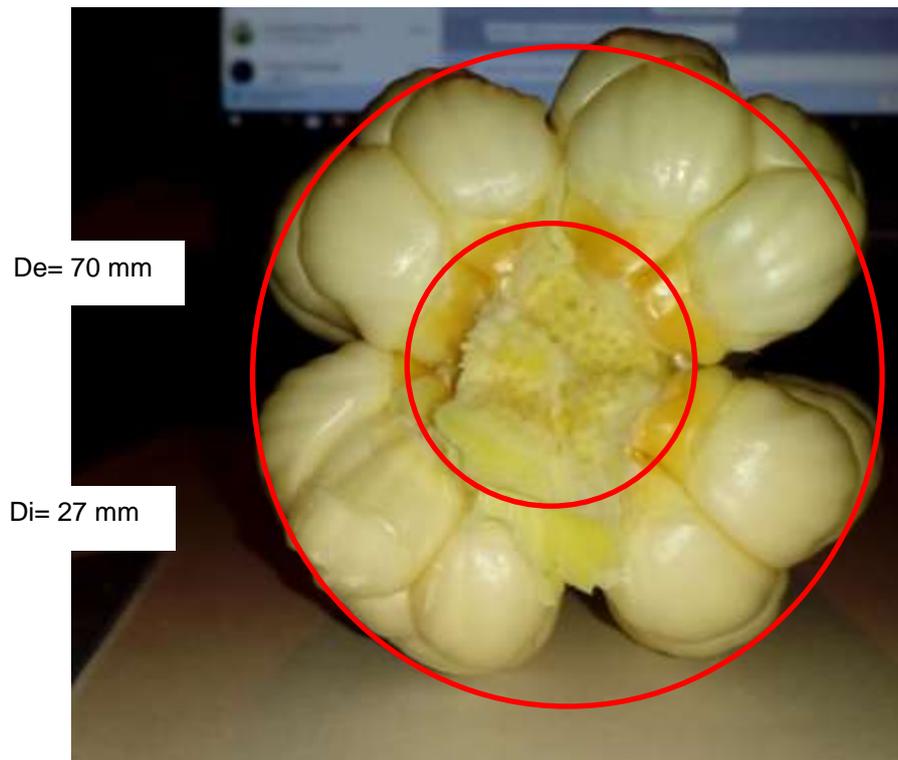
Determinando lo siguiente:

Tabla 20

*Datos del choclo fresco entero*

Diámetro	Medida
Coronta	2.7 cm a 4.0 cm
Choclo entero	4 cm a 22 cm

Por lo cual se concluye que la rotación tiene que tener  $15^\circ$  con respecto al punto limitante, permitiendo el ingreso de choclo con un diámetro inicial de 3 cm y al ingresar el choclo las cuchillas tienen una apertura como máximo de 25 cm de diámetro de expansión



*Figura 40.* Diámetro del choclo. Toma de datos para la solución de las ecuaciones.

El sistema de cuchillas permite el ingreso del choclo, a través de una rotación de  $10^\circ$  que es el máximo en diámetro de un choclo de 70 mm, en la simulación permite que las cuchillas tengan la respectiva rotación y permiten el paso de la coronta que tiene como diámetro min, 38 mm. Asimismo, tiene unos pines que sobresalen que es la continuidad del enlace de los resortes que sirven para contraer y de expansión.

d) Piezas de la estructura del sistema de desgranado.

- 5 bases de cuchillas
- 5 cuchillas
- Base giratoria
- Aro con 5 ojos chinos
- Base

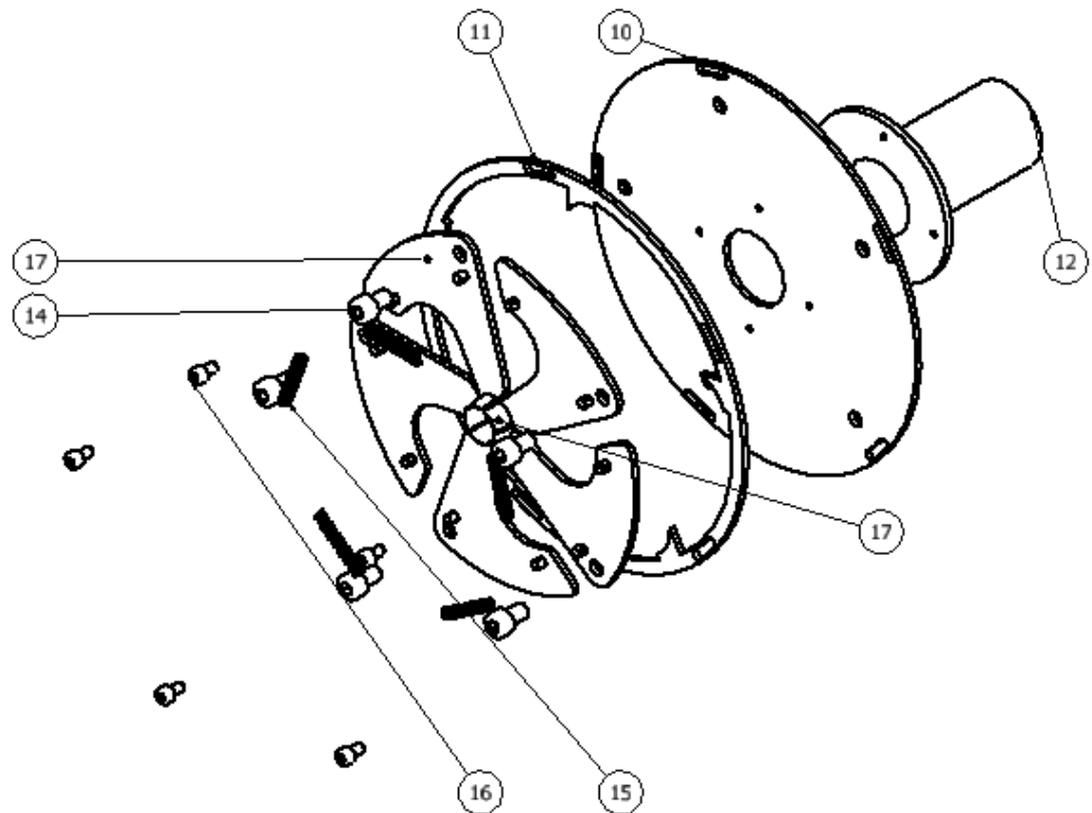


Figura 41. Despiece de disco desgranador. Se visualiza las piezas que componen el disco desgranador.

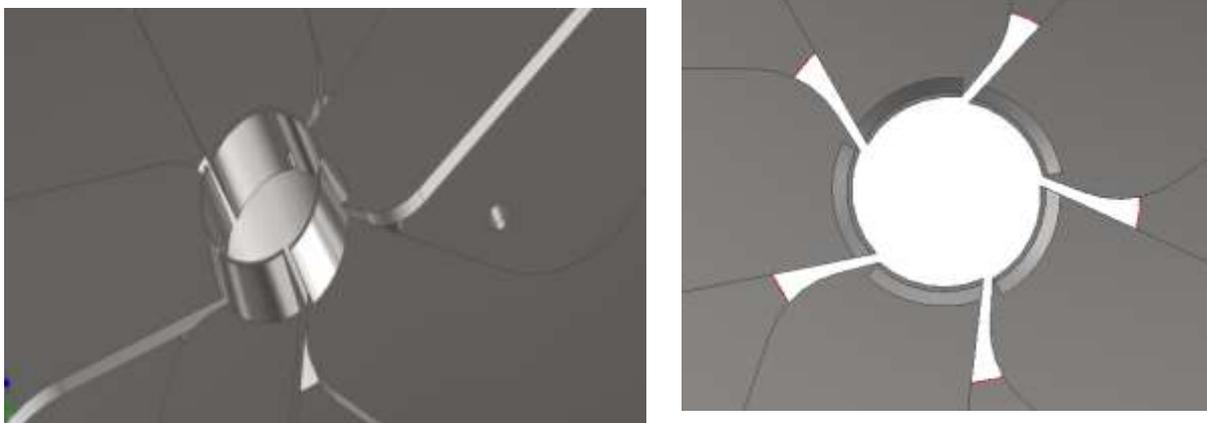
17	1	Cuchillas	Acero inoxidable
16	5	Tornillo M4	Acero inoxidable
15	5	Resorte	Diametro exterior 4 mm
14	5	Tornillo	Cabeza hexagonal
13	1	Base de cuchillas	Acero inoxidable
12	1	Eje de rotación	Unión entre la estructura del disco y el sistema de poleas
11	1	Aro de rotación	Con 5 ojos chinos
10	1	Base del disco	Acero inoxidable
ELEMENTO	CTDTA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Lista de piezas			
ACABADO SUPERFICIAL 0.1	TOLERANCIA GENERAL 0.1	MATERIAL ACERO NEGRO	
<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>			
MÉTODO DE PROYECCIÓN 	Ensamble de la procesadora Automática		ESCALA 1:1
PROYECTO:	PROCESADORA AUTOMÁTICA		FECHA 14/07/2020
NOMBRE DE LA DISEÑADORA:	KAREN CUBA VARGAS		LÁMINA 01

Figura 42. Lista de piezas. El plano completo se encuentra en anexos. En esta tabla de lista de piezas está acompañado con la figura 41.

e) Análisis de rotación de las navajas:



*Figura 43.* simulación del ingreso del choclo. El sistema de cuchillas se diseñó de en el inventor autodesk.



*Figura 44.* a) Ingreso entre las cuchillas. b) Vista frontal del ingreso.

El diseño de la cuchilla se procede a analizar las formas o maneras de realizar el corte de diferentes modalidades como es a mano y con la cuchilla. A partir de las dos formas

de corte determinar quién proporciona un corte perfecto y en menor tiempo. A través de una práctica de laboratorio se determinó la fuerza necesaria para poder desgranar al choclo, se realizó a partir de 10 muestras que nos dio como resultado 9 N como máxima fuerza aplicada en la cuchilla y como mínima 6.5N.

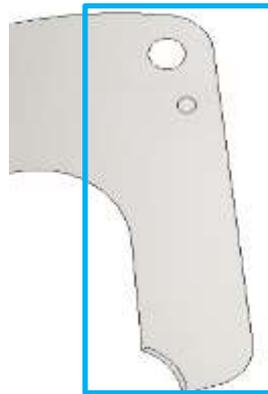


Figura 45. Sector de cuchilla que se está considerando en el diseño de la cuchilla. El plano se encuentra en anexos.

#### f) Ejecución del diseño de las cuchillas:

Hallando el centro de gravedad del primer perfil:

Formula del centro de gravedad:

- Para “X”:

$$X_{c.g} = \frac{A_1 X_1}{A_1} \dots \dots \dots (15)$$

$A_1$  = área de la pieza

$X_1$  = distancia en el eje "x"

$X_{(c.g)}$  = centro de gravedad del eje “x”

- Para “Y”:

$$Y_{c.g} = \frac{A_1 Y_1}{A_1} \dots \dots \dots (16)$$

$A_1$  = área de la pieza

$y_1$  = distancia en el eje "y"

$Y_{(c.g)}$  = centro de gravedad del eje “y”

Tabla 21

*Operaciones básicas de para hallar la deflexión y el ángulo de giro en la seccion de la cuchilla.*

Propiedades	Resultado
Área	$2.315 * 10^{-3} \text{ m}^2$
Masa	0.092 kg
Centroide de área en x	0.01179 m
Centroide de área en y	0.04909 m
Momento de inercia $I_{x1}$	$1.882 * 10^{-6} \text{ m}^4$
Momento de inercia $I_{y1}$	$1.412 * 10^{-12} \text{ m}^4$
Módulo de elasticidad	$190 * 10^{-9} \text{ n/m}^2$

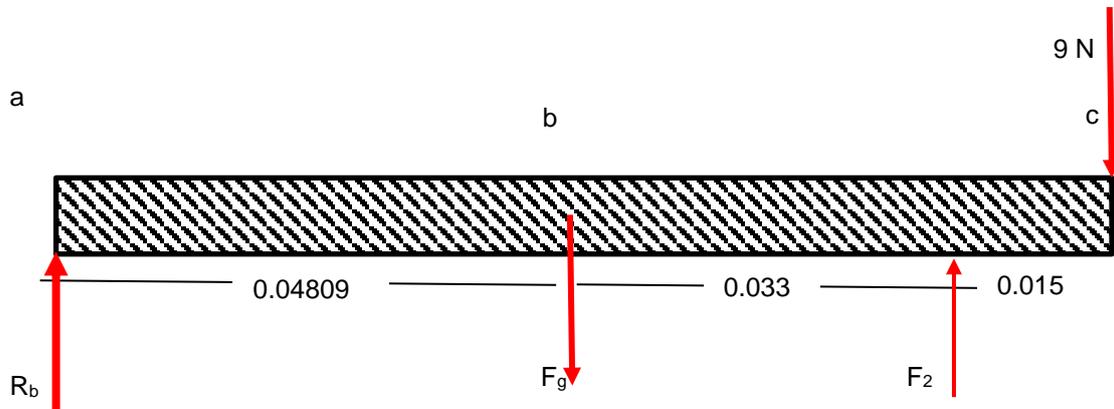


Figura 46. Diagrama de cuerpo libre del sistema completo.

Del sector analizado de la cuchilla.

$R_b$  = reacción en b

$F_2$  = fuerza en el punto 2

$\sum y_{\uparrow}^+$  = suma de la reacción en y

Suma de las fuerzas en y:

$$\sum y_{\uparrow}^+ = 0 \dots \dots \dots (17)$$

$$R_b + F_2 = 9 - 0.0903$$

$$R_b + F_2 = 8.097$$

$$R_b = 7.562$$

Suma de momento con respecto a la reacción en el punto b.

$\sum M_{+=}$  = suma de momentos

$$\sum M_{+=} = 0 \dots \dots \dots (18)$$

$$-0.903(0.04809) + F_2(0.08119) = 0$$

$$F_2 = 0.535$$

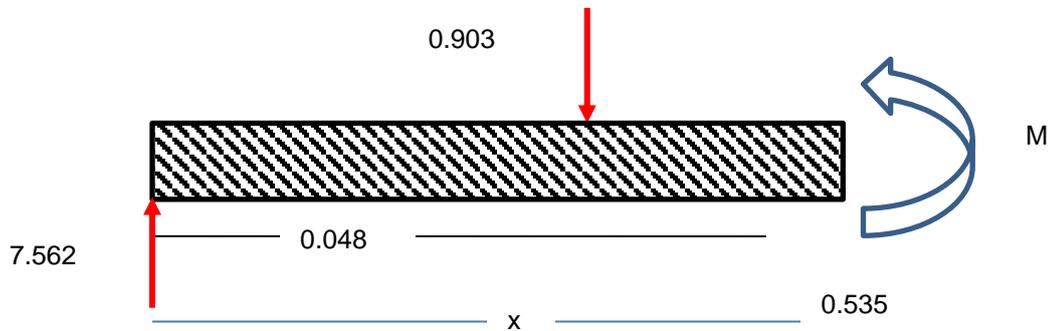


Figura 47. Diagrama de cuerpo libre del primer tramo.

Del primer sector.

Análisis del primer tramo:

$$\sum M_x = 0 \dots \dots \dots (19)$$

$$M + 0.903(x - 0.0481) - 7.562(x) = 0$$

$$M = 6,659x + 0.0434$$

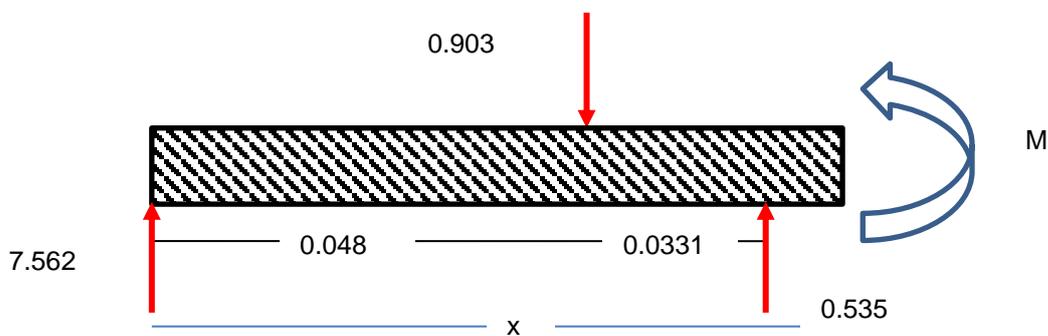


Figura 48. Diagrama de cuerpo libre del segundo tramo.

Del segundo sector.

Análisis del segundo tramo:

$$M + 0.903(x - 0.0481) - 0.535(x - 0.811) - 7.562x$$

$$M = 7.194x - 0.3904$$

Tramo I:

$$y'' = 6.659x + 0.0434$$

$$y' = 3.33x^2 + 0.0434x + c1$$

$$y = \frac{3.33}{3}x^3 + \frac{0.0434}{2}x^2 + c1x + c2$$

Tramo II:

$$y'' = 7.194x - 0.39004$$

$$y' = \frac{7.194}{2}x^2 - 0.3904x + c3$$

$$y = \frac{7.194}{6}x^3 - \frac{0.3904}{2}x^2 + c3x + c4$$

Calculo de deflexión en el tramo I:

$$y'_{x=0} = 0$$

$$y = \frac{3.33}{3}x^3 + \frac{0.0434}{2}x^2 + c1x + c2$$

Reemplazando con 0:

$$0 = c2$$

Principio de continuidad del tramo 1 y 2:

$$3.33x^2 + 0.0434x + c1 = \frac{7.194}{2}x^2 - 0.3904x + c3$$

$$X=0.00481$$

$$c1 - c3 = -0.0104 - 5.617 * 10^{-3} = 9.791 * 10^{-3}$$

Deflexión:

$$y'_x = 0.0048$$

$$y = \frac{3.33}{3}x^3 + \frac{0.0434}{2}x^2 + c1x = \frac{7.194}{6}x^3 - \frac{0.3904}{2}x^2 + c3x + c4$$

Reemplazando con 0.0481:

$$0.0481c1 + 1.737x10^{-4} = 0.13388 + c3(0 - 0.481) + c4$$

$$0.0481(c1 - c3) - 0.133 = c4$$

$$c4 = -0.1325$$

Tramo II deflexión:

$$y_x'' = 0.0986 = 0$$

$$y = \frac{7.194}{6}x^3 - \frac{0.3904}{2}x^2 + c3x + c4$$

Reemplazando con 0.0986:

$$0 = -0.1332 + c2(0.0986)$$

$$c3 = 135$$

$$c1 - c3 = 9.791 * 10^{-3}$$

$$c1 = 1.36$$

**Angulo de giro en b:**

$$\theta = \frac{1}{(190 * 10^9) * (1.882 * 10^{-6})} * [3.33(0.0481)^2 + 0.0434(0.0481) + 1.36]$$

$$\theta = 3.83 * 10^{-5} = 0.00030^\circ$$

Es menor a 1 está bajo el factor de seguridad aceptable.

**Deflexión en el punto b:**

$$y_b = \frac{1}{(1.90 * 10^9) * (1.882 * 10^{-6})} * \left[ \frac{3.33}{3} (0.0481)^3 + \frac{0.0434}{2} (0.0481)^2 + 1.36(0.048) \right]$$

$$y_b = 1.834 * 10^{-7} m$$

**Análisis en el punto c:**

$$\theta = \frac{1}{EI} \left( \frac{7.194}{2} \right) (0.0958)^2 - 0.3904(0.0950) + 1.36$$

$$\theta_c = 3.79 * 10^{-6} rad$$

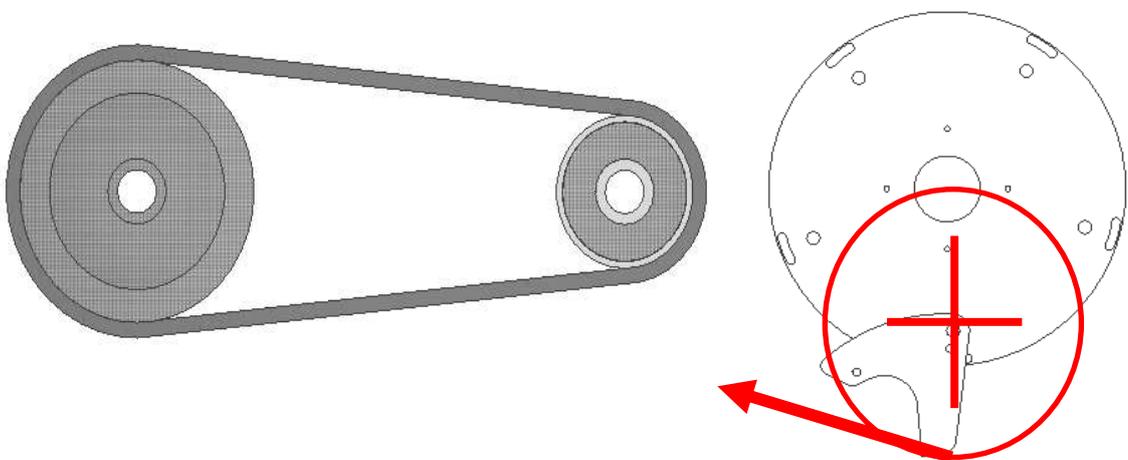
$$y_c = 7.45 * 10^{-7} m$$

g) *Diseño del disco cortante.*

El disco de corte consta de 5 cuchillas de acero inoxidable, la cuchilla tiene un ángulo de inclinación de 1.8°, permitiéndole realizar un desgranado de forma perpendicular a

la superficie del choclo. Las cuchillas están soldadas sobre un base que les permite desplazarse según la forma de la coronta y con el aporte de los resortes (comprimirse y expandirse) logra tener un movimiento más estable, todo gracias a un aro que porta 5 ojos chinos de diámetro de 3.8 mm y gracias a su diseño que se acopla con la base de las cuchillas logra un desplazamiento en torno a los  $20^\circ$  con respecto al eje del disco, asimismo la base de las cuchillas cuenta con una base que gira con respecto a un pivote permitiéndoles rotar en  $10^\circ$  para que pueda expandirse en lo máximo del diámetro del choclo que de 38 mm y el mínimo de 27 mm. El sistema de rotación tiene como base un disco con un diámetro exterior de 260 mm y un diámetro interior de 40 mm donde le permite ingresar solo a la para pasar después por un tubo de acero inoxidable con un diámetro interior de 38 mm y espesor de 2.8 mm. Asimismo, este tubo esta ensamblado a un rodamiento que transmite el movimiento del sistema de poleas que están enlazadas con un motor de 1/4 hp para que le permita el giro de 1400 rpm, para que así pueda desgranar. Para elaborar se tuvo que tener en consideración los siguiente:

- El tamaño promedio de la coronta del choclo fresco.



Velocidad tangencial

Figura 49. sistema de poleas. Interpretación de la velocidad tangencial.

Implementado para el giro del disco desgranador.

Transmisión de correa:

- Diámetro menor = 50 mm
- Diámetro mayor = 120 mm
- Longitud de los dos puntos centros = 250 = a
- Velocidad de giro = 280 rpm

$$w_1 * r_1 = w_2 * r_2 \dots \dots \dots (20)$$

$w$  = velocidad angular

$r$  = radio de la polea

Relación de transmisión:

$$u = \frac{w_2}{w_1} = \frac{r_1}{r_2} \dots \dots \dots (21)$$

En la condición de no transmitir potencia se presenta la siguiente igualdad:

$$T_1 = T_2 = 0 \dots \dots \dots (22)$$

T= torque

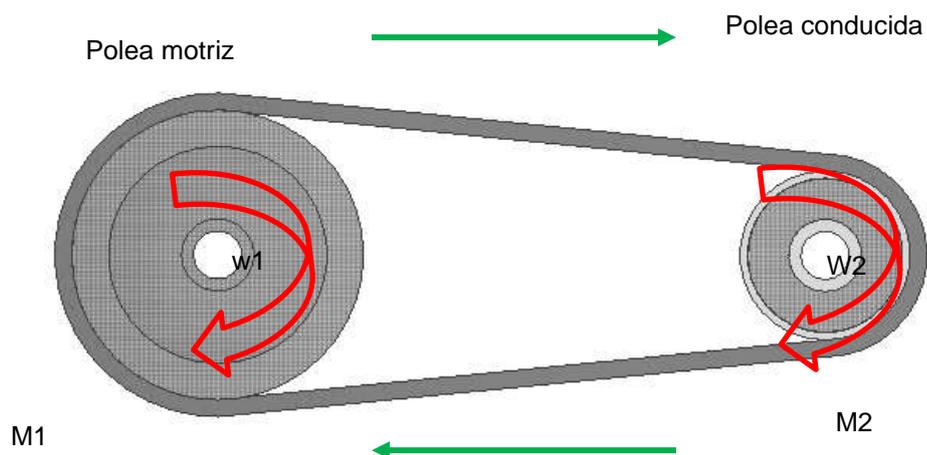


Figura 50. Diagrama de cuerpo libre del sistema de poleas.

Del sistema de poleas para el disco desgranador.

Situaciones:

Si diámetro menor está en la posición de la polea motriz y el conducido tiene el diámetro mayor se está trabajando en un sistema reductor.

$$i = \frac{m1}{m2} = \frac{d2}{d1}$$

$$i = \frac{120}{50} = 2,4$$

La relación es de 2,4 en el sistema de poleas.

$$w_2 = \frac{w_1 * R_a}{R_b} = 119 \text{ rpm}$$

$$v = w_a * R_a = 7140 \text{ m/s}$$

Análisis de la relación de la velocidad angular con los diámetros.

$$i = \frac{m1}{m2} = 2.4 = \frac{280}{m2} = m2 = 119.14 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{hp * 5252}{rpm} = 3496.800 \dots \dots \dots (23)$$

$$\frac{1}{4} \text{ hp} = 4.689 \text{ Lb. T}$$

El torque es de 3496.800

**Longitud de la correa:**

$$T = F[\text{seno}\theta] \dots \dots (24)$$

$$L_c = 2a + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D-d)^2}{4a} \dots \dots \dots (25)$$

$$\alpha_1 = \pi - 2\beta \quad \cos \beta = 1 - \frac{\beta^2}{2}$$

$$\alpha_2 = \pi + 2\beta \quad \text{sen } \beta \cong \beta \approx \frac{R - r}{a}$$

$$\alpha = a - \cos \beta$$

$$L_p = r\alpha_1 + R\alpha_2 + 2d$$

$$L_p = r(\pi - 2\beta) + R(\pi + 2\beta) + 2a(1 - \frac{\beta^2}{2})$$

$$L_p = r\pi - 2\beta r + R\pi + 2\beta R + 2a - \frac{2a\beta^2}{2}$$

$$Lp = \pi(R + r) + 2\beta(R - r) + 2a - a\beta^2$$

$$Lp = \pi(R + r) + 2\frac{(R - r)}{a}(R - r) + 2a - a\frac{(R - r)^2}{a^2}$$

$$Lp = \pi(R + r) + \frac{2(R - r)^2}{a} + 2a - \frac{(R - r)^2}{a}$$

$$Lp = \pi(R + r) + \frac{(R - r)^2}{a} + 2a$$

$$Lp = 0.27193 \text{ m}$$

➤ Velocidad tangencial

$$v = \frac{D \cdot \pi \cdot n}{60000} = \frac{D \cdot n}{19100} = \text{metros/segundos} \dots \dots \dots (26)$$

- D= diametro en metros
- V= velocidad en metros
- n=numero de r.p.m

$$v = c = 0.3967 \text{ m/s}$$

➤ Arco de contacto entre polea y correa

$$\alpha = 180^\circ - \frac{60(D-d)}{A} = \text{grados} \dots \dots \dots (27)$$

- D= diametro polea mayor (mm)
- d= diametro polea menor (mm)
- A= distancia entre centros (mm)

$$\alpha = 180^\circ - \frac{60(120 - 51)}{180} = 157^\circ$$

➤ Frecuencia de flexiones

$$F = \frac{V \cdot Z \cdot 1000}{L} = \text{flexiones seg} \dots \dots \dots (28)$$

- V= velocidad mts/seg
- Z= numero de poleas
- L= longitud en m/m
- F= flexiones por segundo

$$F = \frac{(0.3967)(2)(1000)}{(653.082)} = 1.215$$

h) Circuito eléctrico

La procesadora automática es una máquina que realiza procesos específicos para obtener como producto final paquetes de granos de choclo fresco empaquetado. Este proceso se realiza continuamente en grandes cantidades para diversos establecimientos que tenga este producto como comercio, como es el caso del mercado Unicachi del distrito de Comas.

Por lo cual, en el diseño de la procesadora automática tiene etapas a desarrollar, hasta el momento se desarrolla la primera etapa: la estructura de todo el sistema a partir de un análisis matemático bajo un factor de seguridad, la segunda etapa es la parte electrónica y eléctrica y por ultimo tenemos la programación.

El diseño eléctrico de la producción de desgranado de choclo se estructura de la siguiente forma:

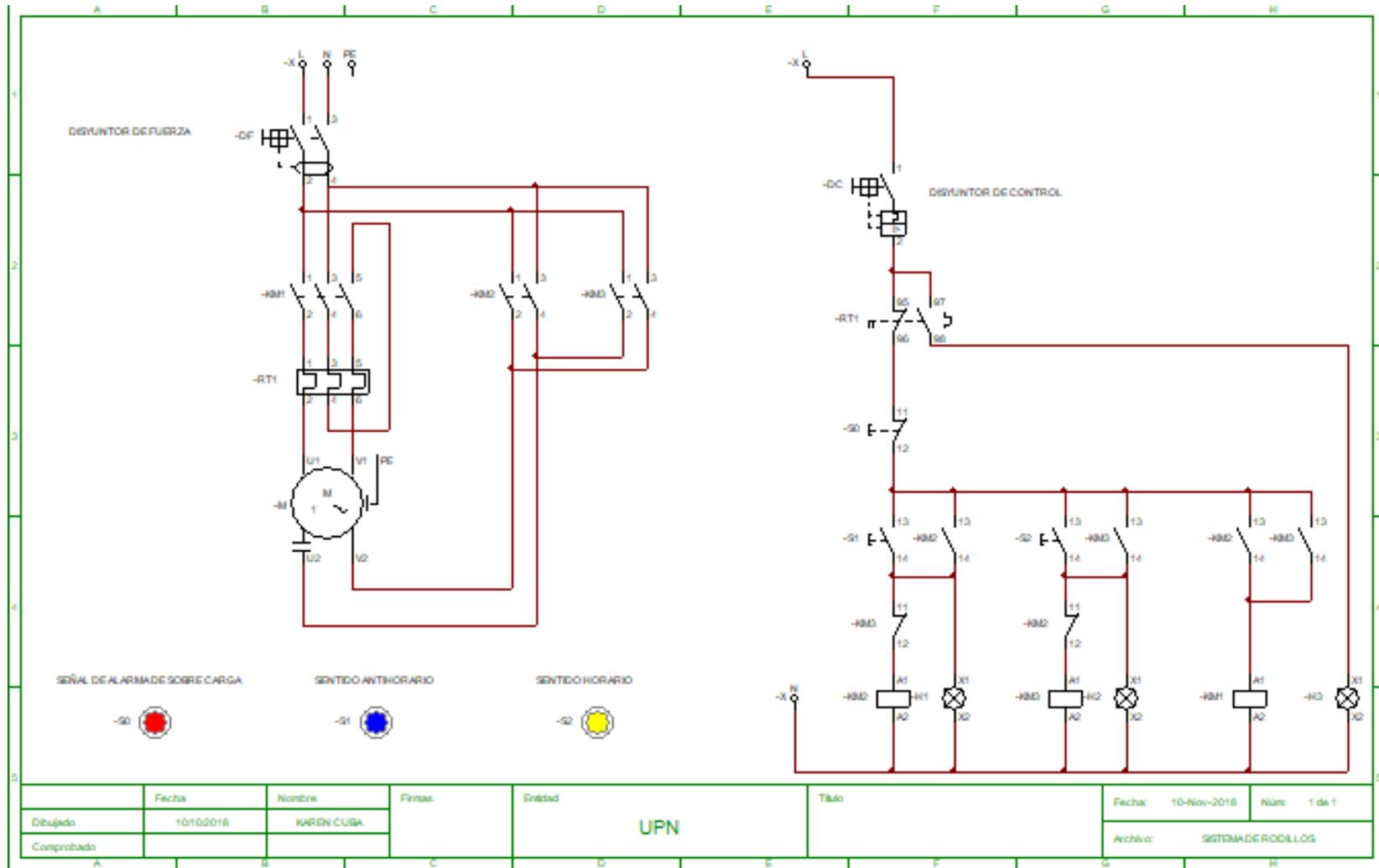


Figura 51. diseño del circuito del disco desgranador. Este circuito, se visualiza la inversión de giro de un motor AC. Cada lámpara representa el estado del sistema en la simulación realizada en el programa de Cade Simu.

En el circuito se diseña la inversión de giro del motor monofásico con los siguientes componentes:

Esquema de fuerza

- Disyuntor monofásico
- contactor trifásico, con relé térmico de protección
- Contactores monofásicos, inversión de giro que controlaran la bobina de arranque.

Esquema de control

- Disyuntor unipolar, es un dispositivo con mecanismo de dos terminales que puede adoptar dos estados. En el primero su intensidad es cero o muy próxima a este valor si su tensión no lo es y en el segundo estado su voltaje (tensión) es cero o tender a tener este valor si la intensidad no lo es. Cuando se encuentra en funcionamiento normal no es conveniente superar la tensión nominal de sus terminales y en el caso de la intensidad que se trabajó tampoco es recomendable trabajar por encima de este.
- Relé térmico, la implementación de este aparato en el diseño del circuito es indispensable porque se encarga de proteger los motores contra la sobrecargas débiles y prolongadas. Porque optimiza la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas y uno con mayor importancia para la maquina paradas imprevistas.
- Pulsadores top
- Dos pulsadores start
- Contactos normalmente abiertos
- Enclavamiento eléctrico

- Lámparas de señalización. - S0 es la lámpara de sobrecarga del motor, S1 es la señal de que el motor está en sentido anti horario y S2 es la señal de que el motor está en sentido horario.

Tabla 22

*Datasheet del motor implementado*

Datos del motor	
Voltaje	25 v
Potencia	120 w
Corriente	4.8 amperios



*Figura 52.* Ubicación del motor AC. Se encuentra en un área aislado y con una compuerta que permite que el operario revise el estado del motor para su respectivo mantenimiento.

El sistema de cuchillas tiene un motor AC que tiene un sistema de poleas con una correa de tipo A, de acuerdo a los cálculos anteriores se pudo determinar lo siguiente:

- Longitud de la correa
- Tipo de correa
- Diámetro de la polea
- Velocidad de la polea conducida

Para determinar qué tipo de condensador se tiene que utilizar se realizó lo siguiente:

Tabla 23

*Datos técnicos del motor*

Datos técnico del motor	
Frecuencia	50 Hz
Periodo	0.002 s
Voltios	220 v
Potencia	180 w
Corriente	4 A
El coseno de phi	0.67



*Figura 53.* Ubicación de la polea motriz, motor activado.

Para realizar los siguientes cálculos se tiene en consideración el siguiente sistema de medidas para no tener problema al momento de realizar las ecuaciones y tener conflicto con el sistema de unidades.

Tabla 24

*Sistema de unidades*

Sistema de unidades implementadas		
Frecuencia	Hz	Hercios
Tiempo	S	Segundos
Tensión	V	Voltios
Intensidad	A	Amperios
Capacidad	F	Faradios
Carga	C	Coulombios

Para conectar un motor eléctrico a una línea monofásica, lo cual es posible hacer funcionar un motor eléctrico conectándolo a 220 v utilizando un condensador.

Para saber qué tipo de condensador se debe implementar para el tipo de motor que se está utilizando.

### **Ecuación para la potencia:**

$$P = V * I * \cos \varphi \dots\dots\dots (29)$$

La tensión es de 220 v en monofásica

El coseno de phi lo obtenemos de datos proporcionados por el fabricante que es 0.67.

En este caso necesitamos el dato de la corriente.

### **Ecuación de la corriente:**

$$I = \frac{P}{V * \cos \varphi} \dots\dots\dots (30)$$

P: potencia activa = 0.18 kw = 180 w

$$I = \frac{180}{220 * 0.67} =$$

$$I = 1.221 \text{ amperios}$$

### **Ecuación de la potencia aparente:**

$$S = V * I \dots\dots\dots (31)$$

S= es la potencia aparente medida en voltamperios

V= es la tensión

I= intensidad

$$S = 220 * 1.221$$

$$s = 268.62$$

**Ecuación de la Reactancia inductiva:**

$$X_l = \frac{S}{I^2} \dots\dots\dots (32)$$

X l= es la reactancia inductiva medida en ohmios

S= es la potencia aparente en medida en voltamperios

I= intensidad

$$X_l = \frac{268.62}{(1.221)^2} =$$

$$X_l = 180.1801$$

Ecuación de la capacidad del condensador en unidades de micro faradios:

$$C = \frac{1}{2*\pi*F*X_L} = \dots\dots\dots (33)$$

$$C = 1,47 * 10^{-5}$$

Conexión de los condensadores en el motor:

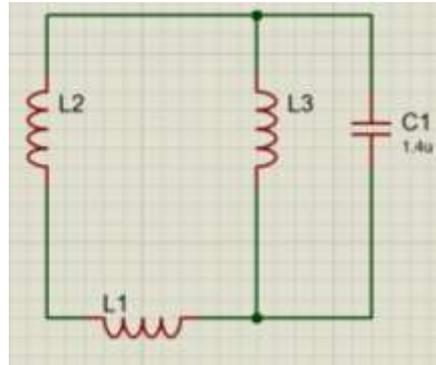


Figura 54. diagrama general de la conexión de un condensador de arranque.

### **2.3.4. Realizar el diseño de control de peso de la procesadora automática para incrementar producción de desgranado de choclo fresco en el mercado Unicachi.**

#### **a) *Definición de galgas extensiometrica.***

Es un sensor que tiene la capacidad de transformar una determinada energía (Ma), la cual tiene la capacidad de transformar la resistencia de acuerdo a la deformación sufrida que puede formarse cuando se le aplica una determinada presión o fuerza en el área Sensórica de la galga extensiometrica. El sensor puede sensor lo siguiente:

- la fuerza
- la presión
- tensión
- peso
- deformación
- rigidez, etc.

En una resistencia eléctrica, que puede tener múltiples aplicaciones en el campo industrial, tecnológico y científico.

- Su funcionamiento. - la galga extensiometrica se coloca encima de una superficie plana y se pega con un adhesivo que cumple la función de fijar correctamente en el material de estudio sin alterar el material de estudio. Cuando se aplica una fuerza en el área sensorica lo que hace es medir la tensión y estrés sobre él. el estrés se define como las fuerzas internas de resistencia de un objeto, la tensión se define como el desplazamiento, son herramienta más usada para convertir magnitudes mecánicas en medición eléctrica.

Por lo cual es necesario tener un circuito de cuatro galgas extensiometrica conectadas eléctricamente la cual forma el puente de Wheatstone. Esto es empleado para la

medición de la resistencia eléctrica estática o dinámica en tensión de salida es mili voltios por el voltaje de entrada, una cosa clara de recalcar es que tiene compensación de temperatura.

- Tipos de galgas extensiométrica (células de carga)

- galgas extensiométrica de resistencia eléctrica
- galgas extensiométrica de hoja
- galgas extensiométrica de capa delgada
- elementos elásticos
- galgas extensiométrica de cable
- galgas extensiométrica pre cableadas

Es una interface entre las celdas de carga y el microcontrolador que es el ATmega 328P, permitiendo una mejor lectura de la señal, del puente Wheatstone formado por la celda de carga, es un conversor A/D interno de 24 bits.

- Especificaciones técnicas:

- ✓ 5v DC Voltaje de operación
- ✓ 10 mA Consumo de corriente
- ✓  $\pm 40$  mV voltaje de entrada diferencial
- ✓ 24 bit de resolución conversión A/D
- ✓ 80 HZ Frecuencia de lectura

Galgas extensiométrica de calidad

Galgas extensiométrica de precisión

**b) *celda carga.***

La celda de carga está diseñada para soportar cargas de compresión, tensión y flexión.

El sensor que se encarga se detectar las cargas mencionadas es la galga extensiométrica que detecta valores de deformación.

La celda de carga digital que se está utilizando produce la deformación mediante circuito wheatstone, que normalmente está ubicado en una estructura de aluminio con un agujero en el centro de ella. Características de las celdas de cargas digitales.

- Sistema medidor de deformación
- Detección y corrección
- Posibilidad de interfaz
- Control de flujo
- Resistencia
- Sensibilidad

*c) Tipos de celda de carga.*

- Celda de carga de único punto. - se emplea en procesos que requieran censar productos de poco peso como, por ejemplo: un anillo, ingredientes para realizar una receta, etc. Su rango es de 100 miligramos hasta los 5 kilogramos. Su forma de operación es con el efecto de elasticidad sobre la viga y no en la flexión del cuerpo u estructura.
- Celda de carga tipo S.- son caracterizadas por su estructura externa, se encuentran en un sistema industrializados que tiene la necesidad de pesar productos con gran masa (mayor peso).
- Celda de carga de compresión. - el diseño que posee tiene para trabajar en altas capacidades de carga.
- Celda de carga tipo barra. - tiene la versatilidad de trabajar con diversos tipos de celda de carga que permite tener un pesaje específico.

- Celda de carga doble apoyo. – su estructura se conforma por piezas sólidas y sirve para implementar en entornos corrosivos. Su estructura contribuye a que se pueda trabajar con cargas dinámicas.

**d) Diseño del circuito del control de peso:**

El objetivo de circuito es que a través de la dispensadora de granos de choclo fresco por tiempo se pueda realizar un circuito que cense el peso y entregue el producto con un peso exacto, a través de un lazo de control cerrado.

Se realizó el circuito con el AT mega 328 P:

Tabla 25

*Datasheet del AT mega 328 P*

El Microcontrolador de alto desempeño de 8 bits e lectura, una de las características más resaltantes es que puede leer mientras escribe, 1KB de memoria EEPROM, 23

Atributo del producto	Valor de atributo
Serie	ATmega 328P
Núcleo	AVR
Frecuencia de reloj	20 MHZ
Tamaño de memoria del programa	32 kb
Número de entradas y salidas	23 I/O
Voltaje de alimentación operativo	1.8 v hasta 5.5 v
Cantidad de canales del conversor de señal analógica a digital	6 (ADC)

líneas de propósito general, 32 registros de proceso general, tras temporizadores flexible/contadores como modo de comparación, interrupciones es muy útil en control de velocidad (internas y externas), el dispositivo trabaja con 1.8 v y 5.5 voltios. Muy importante es siempre trabajar con una fuente alterna para no sobre cargar el microcontrolador. Tener en consideración de que el microcontrolador trabaja con 40 ma.

Su programación se ha realizado en el software de ARDUINO 1.8. versión.

- Oscilador externo:

Se realiza un pequeño circuito para indicarle al microcontrolador la velocidad a la debe trabajar o realizar un proceso, se conoce como el reloj es el que permite programar el delay en el software que se esté trabajando, sin este pequeño circuito no se puede tener un buen funcionamiento del sistema.

- Tipos de oscilador:

RC = Oscilador con resistencia y condensador

XT = cristal

HS = cristal de alta velocidad

LP = cristal para baja frecuencia y bajo consumo de potencia.

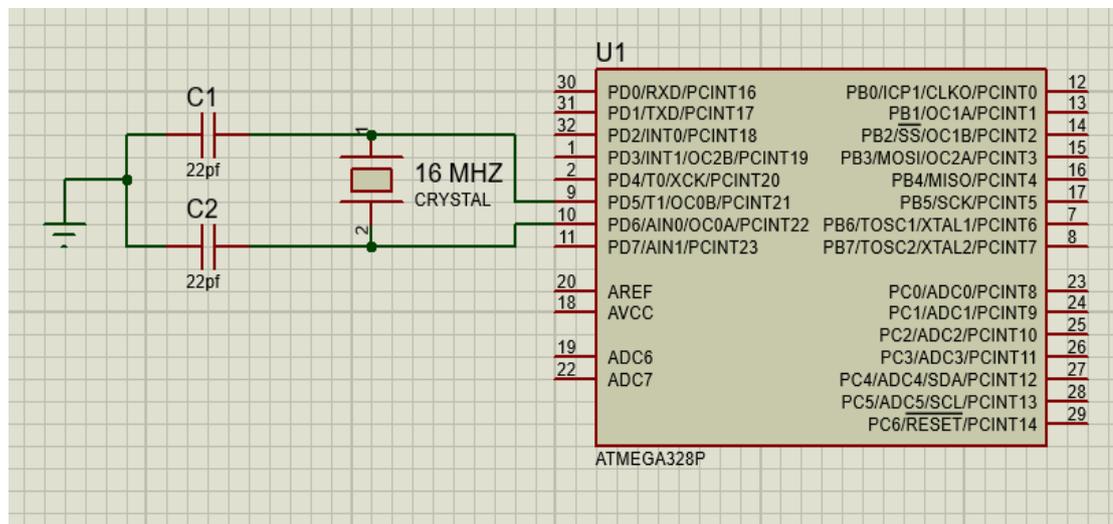


Figura 55. circuito del oscilador implementado

El cristal de 16 MHz, proporciona la precisión y el encendido del sistema. La frecuencia se divide entre 4, lo que genera la frecuencia efectiva de trabajo sea de 4MHz.

- Regulador de voltaje:

El sistema electrónico va a trabajar con fuentes de 12 voltios por lo cual para alimentar el microcontrolador necesitamos un regulador de voltaje que nos proporcione un voltaje de 5 voltios.

Para realizar este circuito se debe colocar capacitor, que se encarga de filtrar el voltaje, su propiedad característica es el de almacenar energía en forma de voltaje. Existe situaciones cuando al sistema se le somete a carga hace que el capacitor disminuya, “la carga” se le llama como circuitos u otros componentes que comprometen al sistema. Esta pérdida se le llama caída de voltaje o voltaje ripple o de rizado.

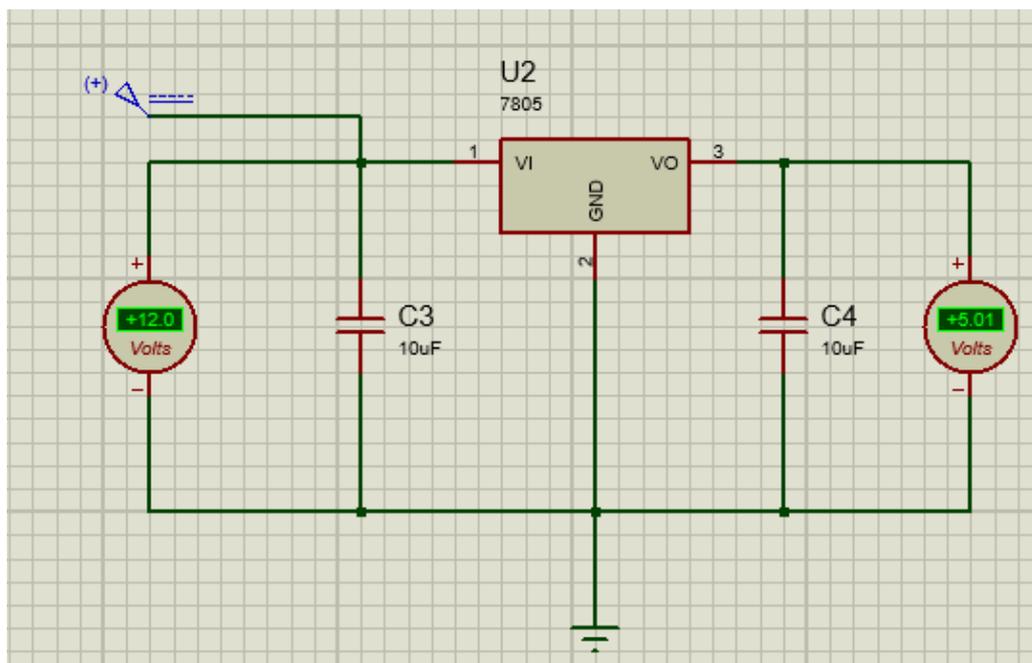


Figura 56. circuito regulador de voltaje. A través de este circuito podemos trabajar con sistemas que se alimenten de 5v.

$$V_r = \text{voltaje ripple o de rizado}$$

El voltaje que es de 4.98 v disminuye a 4.75 v cuando le conectamos a un sistema alterno.

$$4.98 \text{ v} - 4.75 \text{ v} = 0.23 \text{ v}$$

$$230 \text{ mV}$$

Ecuación para calcular un capacitor en cuestiones de filtro:

Media onda:

$$C = \frac{I_c}{F * V_r} \dots\dots\dots (34)$$

Onda completa:

$$C = \frac{I_c}{2 * F * V_r} \dots\dots\dots (35)$$

C= condensador en faradios

I c= corriente de consumo del circuito en amperio

F= frecuencia

V r= voltaje ripple

Se tiene que elegir al capacitor de un voltaje superior que al que se va a filtrar.

Se implementó con un condensador de 10 Uf.

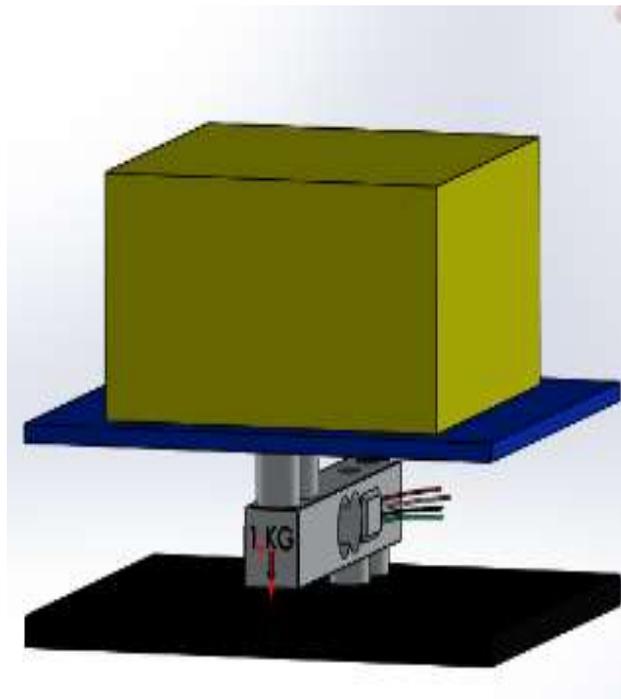
- Reset

Permite reiniciar el circuito a través MCLR del integrado, se activa cuando al microcontrolador se alimenta. Uno de los beneficios es que estabiliza la señales que tiene como entrada en el integrado.

- Módulo de celda de carga HX711

El modulo celda de carga HX711, es una interface entre celdas de carga y el microcontrolador permitiendo poder leer el peso. Internamente se encarga de la lectura del puente Wheatstone formado por la celda de carga, convirtiendo la lectura analógica

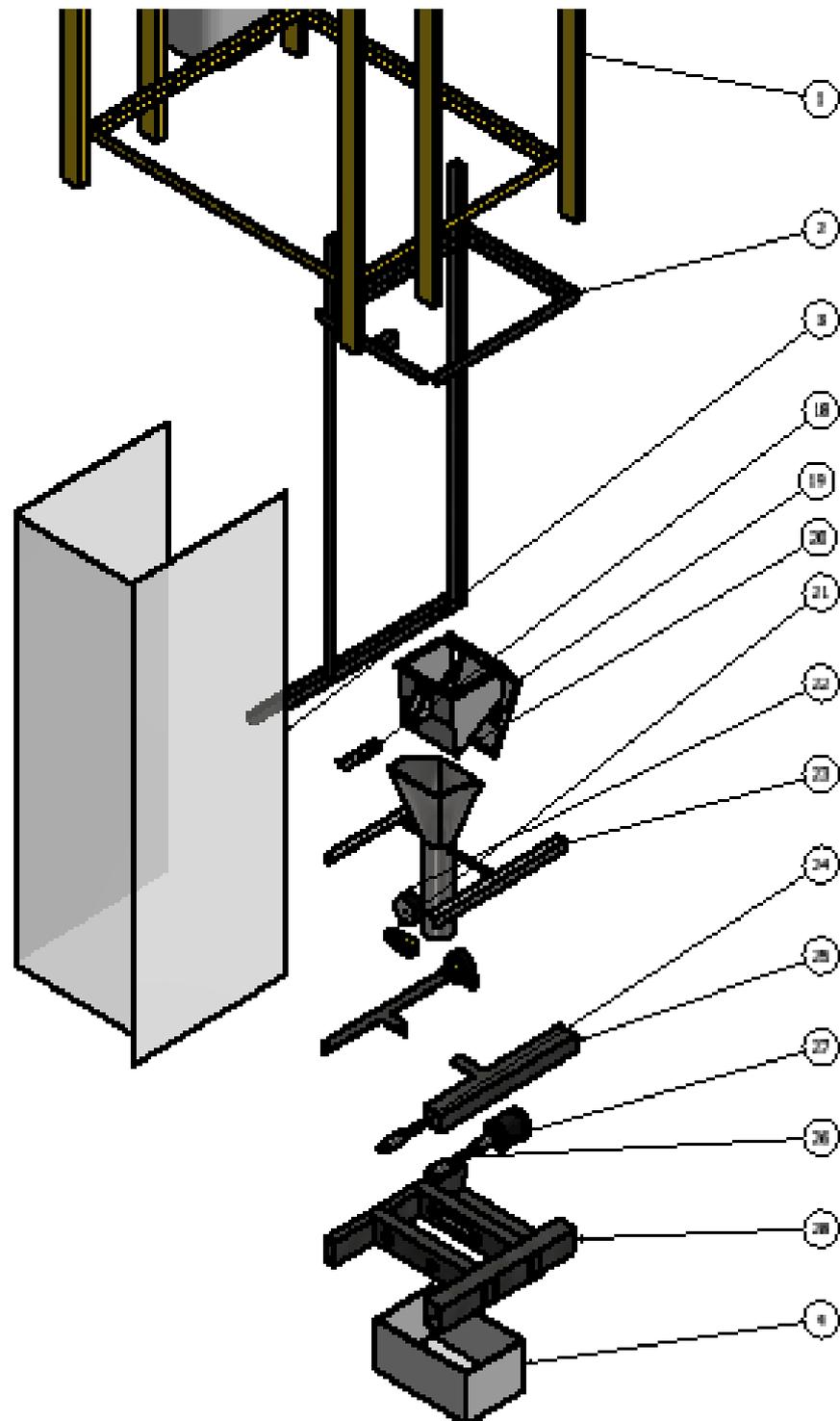
a digital con sus conversos A/D interno de 24 bits. La comunicación es mediante el pin Clock y Data. Los extensómetros semiconductores (adheridos). - se caracterizan por la respuesta que se tiene con respecto a la deformación como también a la temperatura. Por la principal característica del efecto piezorresistivo, el comportamiento del extensómetro se describe con la siguiente expresión.



*Figura 57.* Posicionamiento común de la celda de carga. En el programa Solid Work.



*Figura 58.* Posicionamiento de la celda de carga en la estructura. El contenedor que recibe los granos de choclos, tiene un sistema de eslabones que le permite cerrar y abrir según el peso contenido.



*Figura 59.* Despiece del sistema de peso y envasado. El plano completo está en anexos.

4	1	Contenedor de las bolsas	Con esta pieza termina el proceso
28	1	Estructura de la selladora	Maneja un pequeña plancha que carga con un sensor de temperatura
27	1	Motor Paso a paso	Realiza el momento de la selladora
26	2	Eje de transporte de la selladora	Eje de transmisión
25	1	Estructura del soporte de los motores	Soportan la fuerza ejercida para jalar la bolsa
24	4	Rodamientos lineales	Diametro interno debe coincidir con el eje
23	1	Estructura del contenedor de los granos	Construido con perfiles angulares
22	2	Rodillos	Jalan el plástico para formar una bolsa
21	2	Motor DC	5 V
20	1	Contenedor 1	Impresión en 3D
19	1	Tapa de contenedor 1	Impresión en 3D
18	1	Celda de carga	Peso máximo 5 kg
3	1	Cubierta del sistema de peso y envasado	Plástico
2	1	Estructura del sistema de peso y envasado	Construido con perfil angular
1	1	Base estructural	Construido con perfil rectangular
ELEMENTO	CTDTA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN

TABLA

Figura 60. Lista de piezas del sistema de peso y envasado. El plano completo está en anexos.



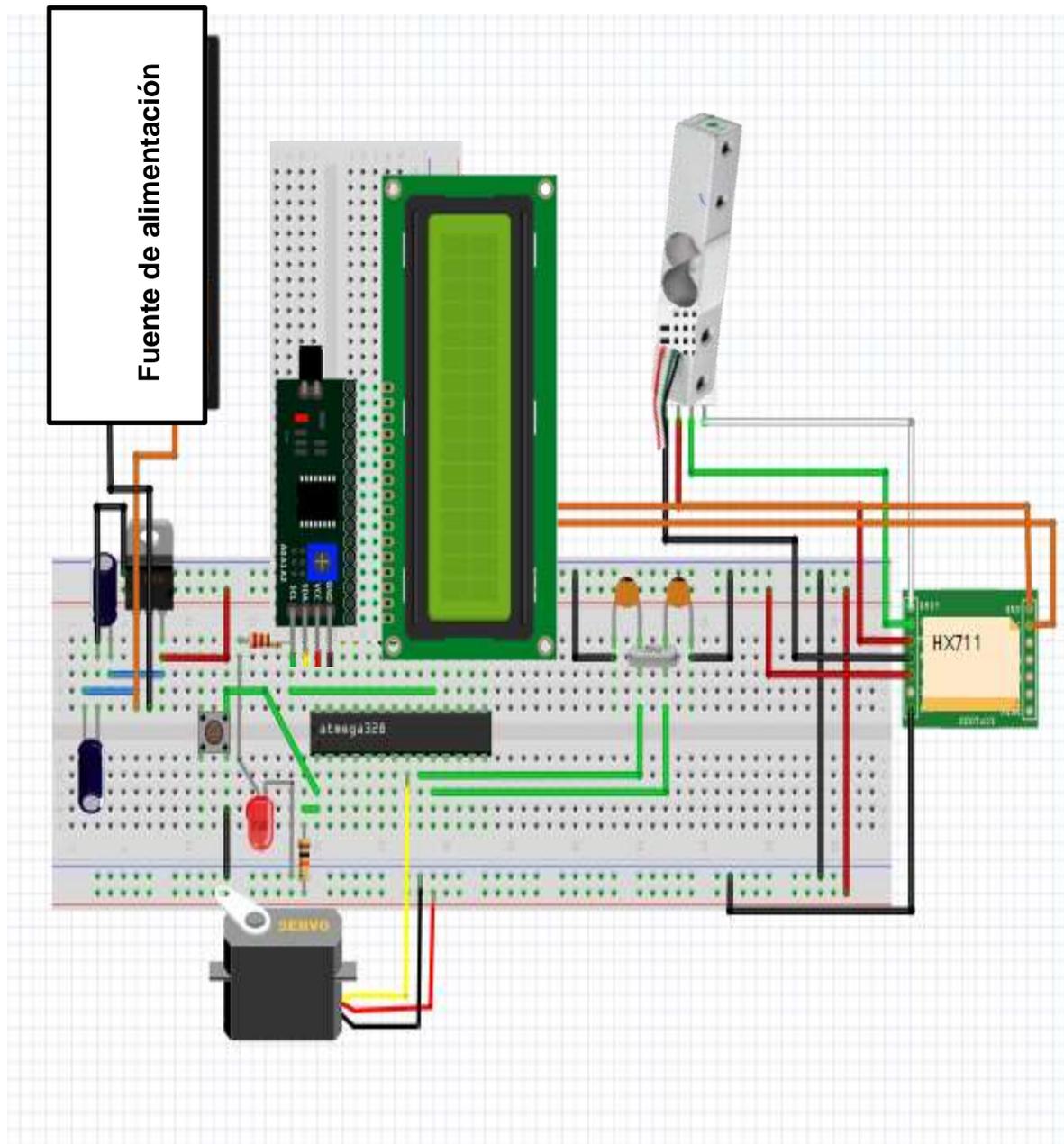
a)



b)

Figura 61. a) Impresión de contenedor 1 y b) Impresión de la tapa de contenedor 1

Es una interface entre las celdas de carga y el microcontrolador que es el ATmega 328P, permitiendo una mejor lectura de la señal, del puente Wheatstone formado por la celda de carga, es un conversor A/D interno de 24 bits. El sistema de posicionamiento de la celda de carga, es sobre una superficie estática donde la celda de carga se atornilla en la parte inferior y en la parte superior de la celda de carga se coloca una bandeja (proporcionando la tara), es muy importante el ensamble de la parte mecánica para que nos pueda proporcionar los datos precisos y estables.



*Figura 62.* circuito de control de peso. Está compuesto por un módulo de HX711 obteniendo información de la celda de carga. En la programación, se controla el peso, una vez que se obtiene el peso deseado se activa el servomotor para permitir el pase de los granos acumulados. Además, tiene una pantalla LCD mostrando los datos.

**e) Definición de sistemas control**

La automatización requiere un sistema de control que en la actualidad, es un sistema que contribuyen en gran manera a la industria de producción por realizar tareas repetitivas, un ejemplo es: una fábrica que produce fundas de caucho para Tablets, esta línea de producción contiene estaciones de trabajos que requieren precisión y velocidad de trabajo, el pedido del producto es de 1000 unidades, esto requiere más operarios en diversas áreas y mayor tiempo de producción por ser una cantidad considerable. Pero si la fábrica se automatiza, todos los egresos disminuyen y el tiempo de producción también; teniendo como resultado mayores ganancias para la fábrica y la satisfacción del cliente por tener el producto a tiempo.

El control implementado es utilizado en la producción de desgranado de choclo fresco que se describió previamente en el desarrollo del primer objetivo.

El sistema de control digital tiene la capacidad en tomar decisiones y la versatilidad en los programas de control.

Por lo cual el supervisor del proceso cumple la función de seleccionar los datos deseado para que el sistema cumpla su funcionamiento, en pocas palabras introduce el set point requerido para que se ejecute el sistema de control que transmite al sistema controlado por sus salidas.

Los sistemas de control discreto trabajan con valores enteros, un ejemplo es cuando cuentas cuantas personas hay en un salón y siempre te va a resultar un número entero.

El sistema de control en un tiempo continuo, tiene señales que son continuas con el tiempo.

- Ventajas

Las industrias, fábricas y empresas tienen la necesidad de adaptar los productos y servicios al mercado, por lo cual es necesario automatizar nuevos procesos, por los siguientes puntos:

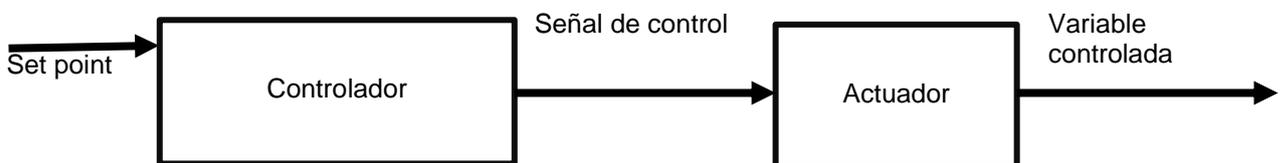
- Control de calidad. - mejor calidad en los productos que salen a la venta y disminución de errores humanos.
  - Reducción de costos. - se reducen la inversión en producción
  - Optimización de tiempo. - procesamiento de información y tiempo de producción.
  - Flexibilidad. - se adapta a mejoras o modificación en la línea de producción.
  - Renacionalización. - eficiencia en la energía consumida y la materia prima empleada en la línea de producción.
  - Precisión. – en acabados del producto y reduce el porcentaje de margen de error en un producto.
  - Repetición permanente. - realiza procesos ya depurados, por lo cual tenemos una línea de producción sin alteraciones ni fallas trabajando 24 horas por lo cual se puede cumplir con pedidos de grandes cantidades con un margen de error reducido.
  - Competitividad. - mejorar la imagen de la fábrica, industria o empresa, proporcionando seguridad al cliente de que sus productos tiene el mayor índice de calidad de producción.
- Partes
- Set point. - es la señal de referencia, es el valor que se desea que alcance la señal de la salida.
  - Controlador. - es un instrumento que realiza la operación de comparación del valor medidos deseado con el valor que censa el sensor, obteniendo la diferencia de estos

dos llamados “error”, si el error es diferente de cero se vuelve un sistema retroalimentado.

- Planta. - es un componente físico o tangible en mayoría de los casos que se desea controlar.
- Sensor. - es un dispositivo electrónico en la mayoría de las situaciones que convierte la magnitud física como: la presión, flujo, caudal, temperatura, hp, campo magnético, etc. Es una señal eléctrica que esta codificada en forma analogía o digital.

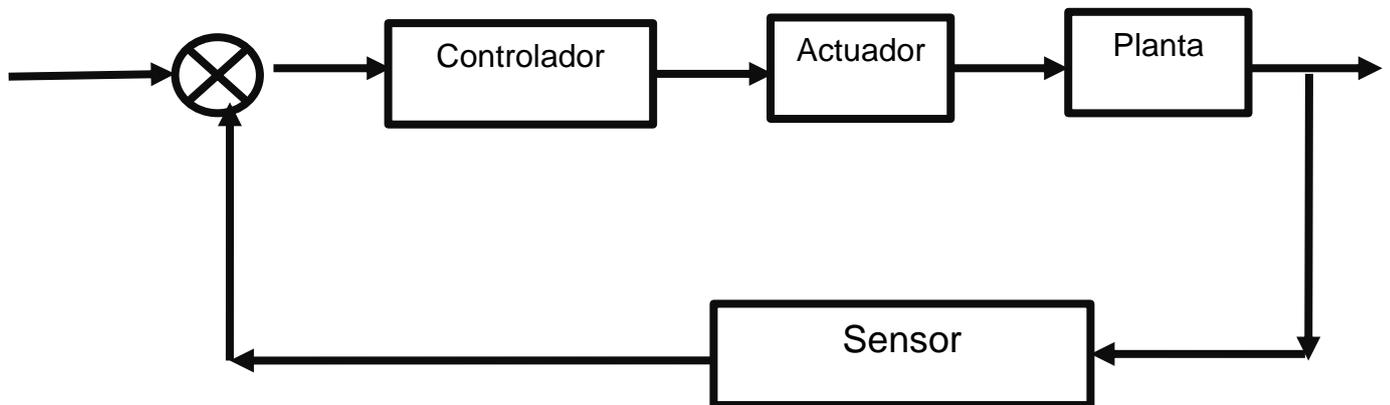
f) Tipos de sistemas de control

- a) Sistema de control de lazo abierto. – se basa que la señal de entrada es procesada en el controlador y la salida es una señal totalmente independiente a la señal que ingreso, no existe retroalimentación.



*Figura 63.* sistema de control de lazo abierto. No se tiene información del estado de la variable controlada. No es un circuito cerrado.

- b) Sistema de control de lazo cerrado. - es el sistema que tiene retroalimentación, consiste en que la señal de salida es comparada con la señal de entrada y el controlador realiza la regulación.



*Figura 64.* sistema de control de lazo cerrado. Permite que el sensor informe del estado del sistema y tener un mejor control.

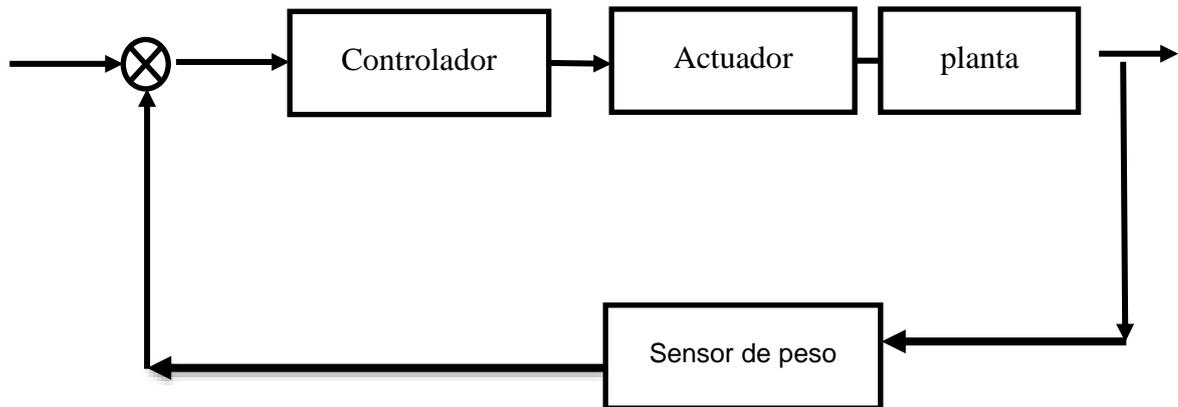
- Ventajas

- Regularse automáticamente. - es la comparación de la señal de salida con la señal de entrada y el controlador realiza la parte de la regulación de lo deseado.
- Repetición. - el ciclo es automático sin la intervención humana.

- Representación

Se representa en ecuaciones diferenciales, derivadas, transformadas e integrales. También en diagramas de bloque o flujogramas (gráficas en flujo de análisis).

c) **Diagrama de control de peso**

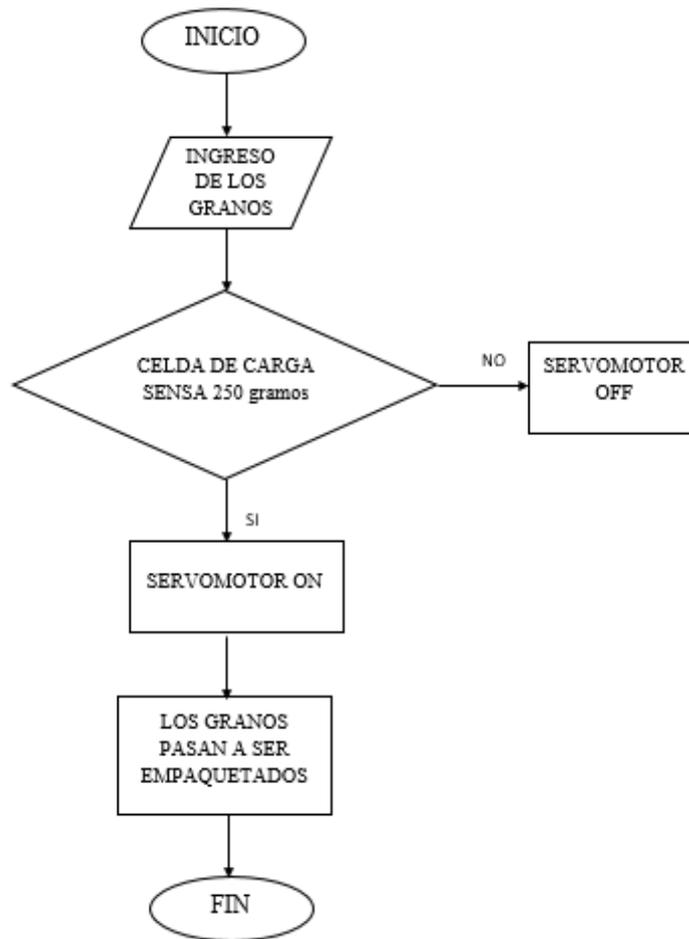


*Figura 65.* Diagrama de control de peso

El proceso de control de lazo cerrado del peso es de la siguiente forma: el set point ingresa al controlador que está entre el rango de 0v a 5v, ese voltaje ingresa al actuador, de las cuales el actuador solo se va a activar con 5v y la salida del motor es la posición en la cual se encuentra el motor, tenemos una conversión de posición a voltaje, continuando la salida ya son los 5v que necesitamos para que se active el sensor de peso.

d) flujograma de control de peso.

El proceso inicia con el encendido de todo el sistema, una vez desgranado el choclo fresco los granos se desplazan a un contenedor con un servomotor activado y que tiene cerrada una compuerta acumulando los granos hasta los 250g, una vez en ese peso la celda de carga envía una señal activando la secuencia de giro del servomotor, permitiendo el pase de los granos hacia el siguiente proceso. El control de peso consiste en censar el peso de los granos que ingresa hasta acumular el peso seleccionado por el usuario u operario de la máquina (set point).



*Figura 66.* flujograma del control de peso. Permite tener una información clara del proceso que se va a realizar en el sector de control de peso.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Contratación de hipótesis

a) Tabla 26

*Prueba de la Procesadora automática (V1) y producción de desgranado de choclo fresco (V2)*

Contratación N°01	t	Grados de liberad	Significancia (bilateral)
V1 - V2	-10,551	149	,000

El nivel de significancia debe ser menor a 0.05. En la tabla 26 es: 0.000 es menor de 0.05.

Por lo cual se determina que la hipótesis alternativa está en el área de aceptación.

$H_0$ = La Procesadora automática no incrementa la producción de desgranado de choclo fresco.

$H_1$ = La procesadora automática incrementa la producción de desgranado de choclo fresco.

- Normalidad de la V1 y V2

Tabla 27

*Pruebas de normalidad de la Procesadora automática (V1) y producción de desgranado de choclo fresco (V2)*

Variable	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia.
V1	,425	150	,000
V2	,497	150	,000

b) Prueba de V1 y D3

Tabla 28

*Prueba de muestras emparejadas de Procesadora automática (V1) y Gestión (D3)*

Contratación N°02	t	Grado de libertad	Significancia (bilateral)
V1 - D3	-14,684	149	,000

El nivel de significancia debe ser menor de 0.05 En la tabla 28 es: 0.000 es menor de 0.05.

Por lo cual se determina que la hipótesis alternativa está en el área de aceptación.

$H_0$ = La procesadora automática no influye en la gestión

$H_1$ = La procesadora automática influye en la gestión.

- Normalidad de la Procesadora automática (V1) y Gestión (D3)

Tabla 29

*Pruebas de normalidad de la Procesadora automática (V1) y Gestión (D3)*

Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			
Variable	Estadístico	gl	Sig.
V1	,425	150	,000
D3	,523	150	,000

c) Prueba de *Procesadora automática (V1)* y Sistema de control de peso (D4)

Tabla 30

*Prueba de muestras emparejadas de la Procesadora automática (V1) y Sistema de control de peso (D4)*

Contrastación N°03	t	Grado de libertad	Significancia (bilateral)
V1 – D4	-4,173	149	,000

El nivel de significancia debe ser menor de 0.05 En la tabla 30 es: 0.000 es menor de 0.05.

Por lo cual se determina que la hipótesis alternativa está en el área de aceptación.

$H_0$ = La procesadora automática no influye en el sistema de control de peso.

$H_1$ = La procesadora automática influye en el sistema de control de peso.

- Normalidad de *Procesadora automática (V1)* y Sistema de control de peso (D4)

Tabla 31

*Pruebas de normalidad de la Procesadora automática (V1) y Sistema de control de peso (D4)*

Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			
Variable	Estadístico	Grado de libertad	Significancia
V1	,425	150	,000
D4	,353	150	,000

- a) Prueba de Producción de desgranado de choclo fresco (V2) y Sistema estructural (D1)

Tabla 32

*Prueba de muestras emparejadas de Producción de desgranado de choclo fresco (V2) y Sistema estructural (D1)*

Contrastación N°04	t	Grado de libertad	Significancia (bilateral)
D1 - V2	-,145	149	,004

El nivel de significancia debe ser menor de 0.05 En la tabla 32 es: 0.000 es menor de 0.05.

Por lo cual se determina que la hipótesis alternativa está en el área de aceptación.

$H_0$ = El sistema estructural no influye la producción de desgranado de choclo fresco.

$H_1$ = El sistema estructural influye la producción de desgranado de choclo fresco.

- Normalidad de Producción de desgranado de choclo fresco (V2) y Sistema estructural (D1)

Tabla 33

*Pruebas de normalidad de la Producción de desgranado de choclo fresco (V2) y Sistema estructural (D1)*

Variables	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia
V2	,497	150	,000
D1	,448	150	,000

- Prueba de Producción de desgranado de choclo fresco (V2) y Sistema estructural

(D1)

Tabla 34

*Prueba de muestras emparejadas de Producción de desgranado de choclo fresco (V2) y Sistema estructural (D1)*

Contrastación N°05	t	Grado de libertad	Significancia (bilateral)
D2 - V2	-18,885	149	,000

El nivel de significancia debe ser menor de 0.05 En la tabla 32 es: 0.000 es menor de 0.05.

Por lo cual se determina que la hipótesis alternativa está en el área de aceptación.

H<sub>0</sub>= El sistema desgranador influye en la producción de desgranado de choclo fresco.

H<sub>1</sub>= El sistema desgranador influye en la producción de desgranado de choclo fresco.

- Normalidad de Producción de desgranado de choclo fresco (V2) y Sistema estructural

(D1)

Tabla 35

*Pruebas de normalidad de la Producción de desgranado de choclo fresco (V2) y Sistema estructural (D1)*

Variables	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	Grados de libertad	Significancia
V2	,497	150	,000
D2	,507	150	,000

### 3.2.Resultado experimentales

#### 3.2.1. Resultado general

Se realizó una prueba a la procesadora automática con cuatros choclos de la clasificación y se tomó el tiempo con un cronometro permitiéndonos estos resultados:

Tabla 36

*Resultados del tiempo de desgranado de choclo en el sistema de cuchillas*

Muestras	Tiempo
Muestra 1	50 segundos
Muestra 2	55 segundos
Muestra 3	52 segundos
Muestra 4	60 segundos

Nota. Se realizó las pruebas con choclos de la calidad A.

Tabla 37

*Resultados del tiempo de desgranado de choclo a mano*

Muestras	Tiempo
Muestra 1	130 segundos
Muestra 2	120 segundos
Muestra 3	180 segundos
Muestra 4	190 segundos

Nota. Se realizó las pruebas con choclos de la calidad A.

Se determinó que la procesadora automática incrementa la producción de desgranado de choclo fresco. El diseño del sistema cuchillas desgrana en un promedio de 34 segundos cada choclo fresco y seco. De acuerdo a las pruebas también puede desgranar el choclo seco con mucha facilidad.

**Alfa de Cronbach:**

SECCION1:	1.047619
SECCION2:	0.739841
ABSOLUTOS	0.739841

ALFA	0.775072
K	22
SUMA DE vi	10.90738
vt	41.92591

El alfa de Cronbach es de 0.775 se encuentra en el rango de lo aceptable.

Indica que existe una alta viabilidad el proyecto realizado a través de las preguntas empleadas.

Indicando que se encuentra en el rango de excelente viabilidad. La muestra fue de 150 vendedores y consumidores del mercado Unicachi del sector de vendedores mayoristas de choclos fresco. Las cuales se realizó 22 preguntas.

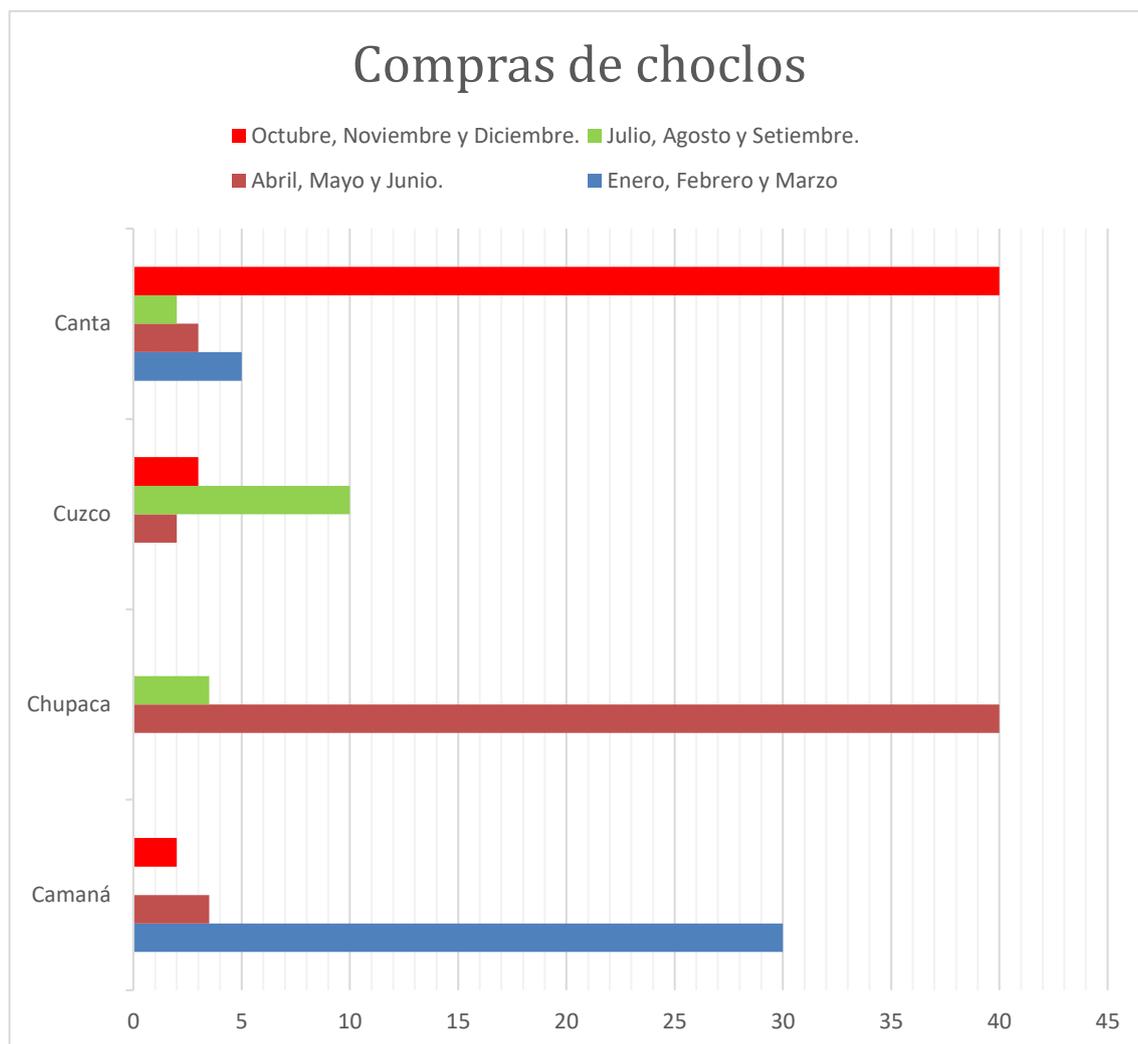
**3.2.2. Resultados específicos**

a) Gestión

Se determinó que en octubre, noviembre, diciembre, abril, mayo y junio son los meses que compran fardos de choclo fresco. En comparación al mes de Julio, agosto y Setiembre que hay menor cantidad de consumo de los choclos.

- Canta y Chupaca son los lugares que importan mayor cantidad de choclos.

- Cuzco es lugar que menos importan a la ciudad de Lima.



*Figura 67.* gráfico de las cosechas de acuerdo el mes

- Se determinó que los días donde hay más ventas son los días sábado y domingo.
- Se determinó que el choclo entero se vende más que el choclo desgranado.

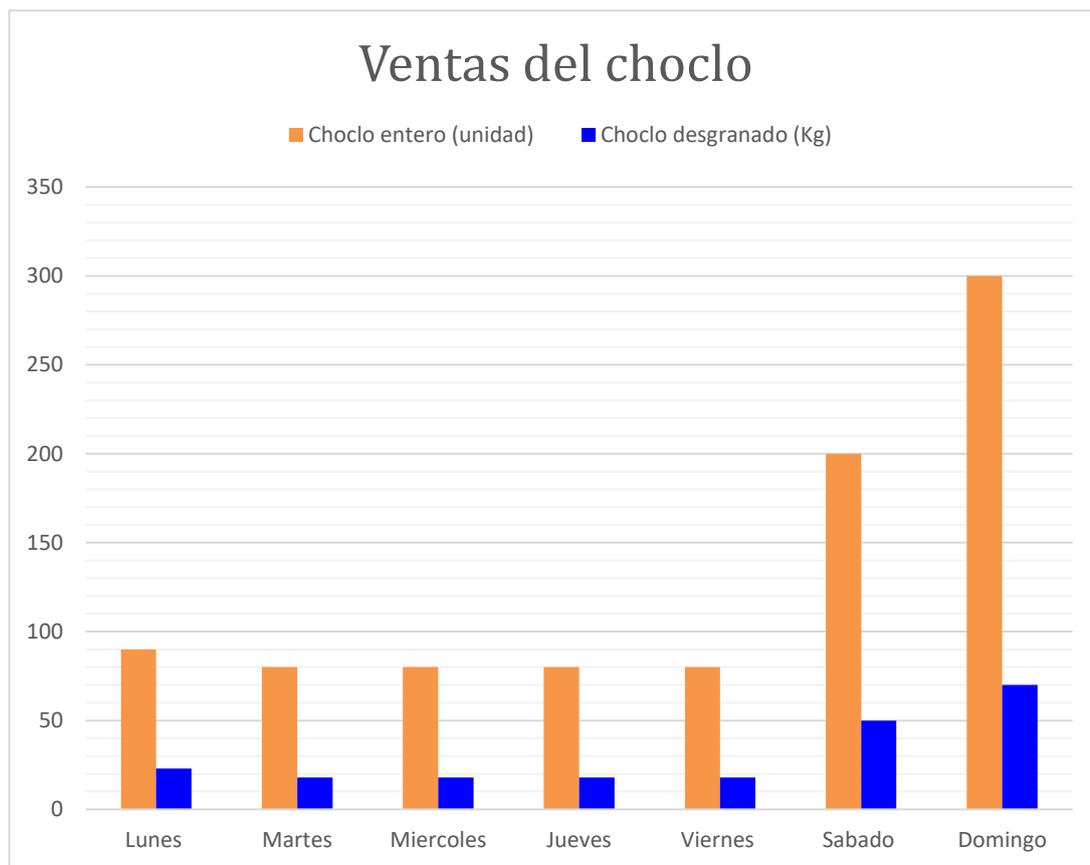


Figura 68. gráficos de ventas.

b) En el sistema estructural:

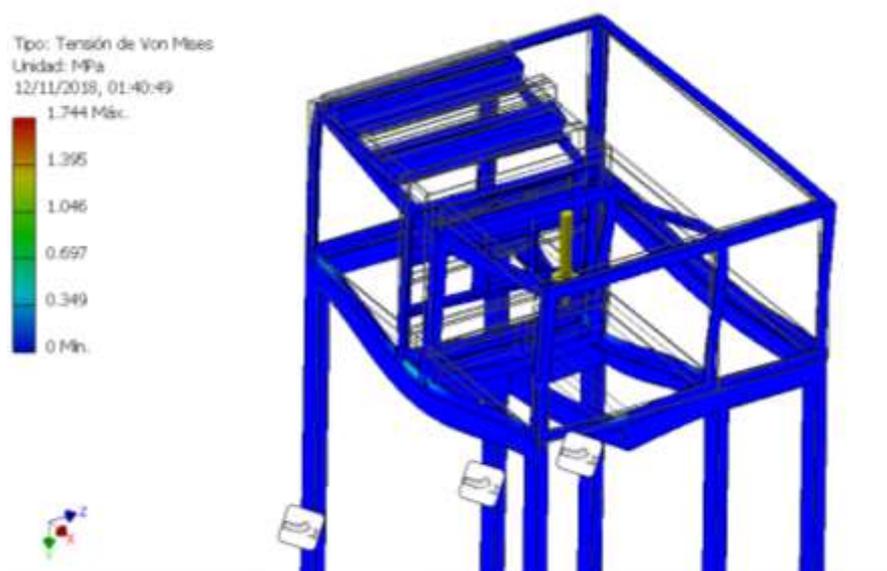


Figura 69. Deflexión en la estructura aplicando 243.45 N

En la figura 69, se puede visualizar que la deformación existe cuando se aplica una fuerza de 243.45 N que es la flecha amarilla indicando la ubicación de la fuerza puntual lo carteles blancos son la parte estática de la máquina que permite tener una base sólida que amortigua posibles vibraciones.

Tabla 38

*Resultados del análisis estructural del esqueleto de la máquina.*

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen	9232780 mm <sup>3</sup>	
Masa	66.0144 kg	
Tensión de Von Mises	0.000000824815 MPa	1.74355 MPa
Primera tensión principal	-0.207106 MPa	0.650692 MPa
Tercera tensión principal	-1.78473 MPa	0.064371 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.00577005 mm
Coefficiente de seguridad	15 su	15 su

Este resultado nos proporciona una deflexión de 0.00577 mm que de acuerdo a los cálculos matemáticos realizados tienen una diferencia de 0.05 mm, porque la deformación calculada era de 0.0125 mm, la deflexión captada por el software es menor que los cálculos obtenidos por lo cual la máquina se encuentra dentro de lo aceptable (factor de seguridad).

c) Sistema desgranador

De acuerdo a los cálculos realizados en el diseño estructural del sistema de cuchillas se determinó de que la deformación sería de  $7.45 \cdot 10^{-7}$  m y en la simulación es de 0.0000050018 m. Por lo cual se determina que la estructura del sistema de cuchillas va a sufrir una deformación de 0.000005018 m en el peor de los casos. Si este sistema

trabaja continuamente va a tener como una deformación imperceptible de acuerdo a la comprobación de resultados.

Tipo: Tensión de Von Mises

Unidad: MPa

12/11/2018, 00:51:26

0.03053 Máx.

0.02442

0.01832

0.01221

0.00611

0 Mín.

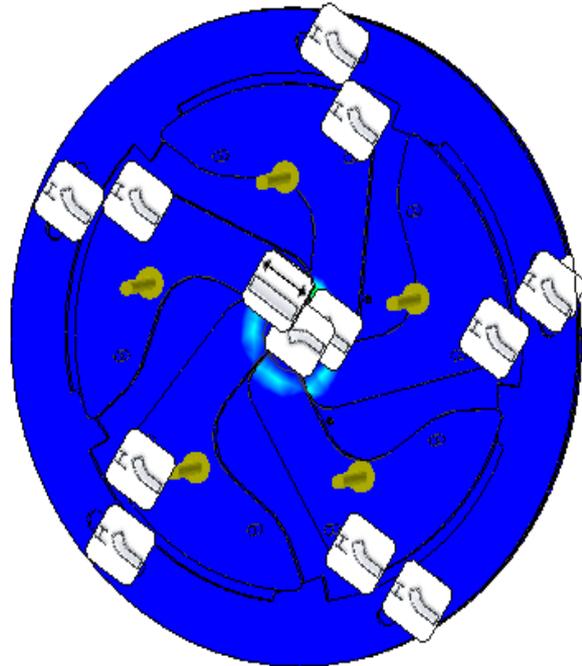


Figura 70. Análisis estructural del sistema de cuchillas. Se visualiza el punto de deformación o la zona más afectada.



Figura 71. Ejecución del sistema de cuchillas.

Se puede visualizar que la zona que posiblemente tendrá una deflexión será en la zona superior de la cuchilla, esto se puede visualizar aplicando una fuerza puntual mayor de los 9N, porque en la parte atrás existe un vacío, generando un posible momento.

Tabla 39

*Resultados proporcionados por el software de simulación*

Nombre	Mínimo	Máximo
Volumen		378559 mm <sup>3</sup>
Masa		3.02608 kg
Tensión de Von Mises	0 MPa	0.0305279 MPa
Primera tensión principal	-0.00907632 MPa	0.0277214 MPa
Tercera tensión principal	-0.0304291 MPa	0.0037329 MPa
Desplazamiento	0 mm	0.0000050018 mm
Coefficiente de seguridad	15 su	15 su

Estos datos son correspondidos por las ecuaciones realizadas en el desarrollo del objetivo 3.

En el diseño del circuito del motor de la transmisión de piñones, se visualizó que se activa de acuerdo a los pre establecido, y que el condensador calculado para su arranque ha sido el correcto. El condensador que se calculó es de 1.14 Uf. Se implementó con un condensador de 1.2 uf. Y se realizó una prueba de encendido de 3 horas continuas y no hubo una sobrecarga del motor. Lo mismo aplica para el sistema de cuchilla que se implementó.



*Figura 72.* Ingreso de los choclos.



*Figura 73.* Implementación del motor para el sistema de cuchillas.



*Figura 74.* Eje de transmisión para el disco.

d) Sistema de control de peso

La ejecución del programa de control de peso se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 40

*Pruebas realizadas en el control de peso*

Numero de prueba	Peso (g)
Prueba numero 1	210.2
Prueba numero 2	245.3
Prueba numero 3	260.3
Prueba numero 4	248.3
Prueba numero 5	251.3

Las pruebas concluyeron que el control de peso tiene un margen de error de 5g en el producto.

La celda de carga nos entrega los siguientes resultados.

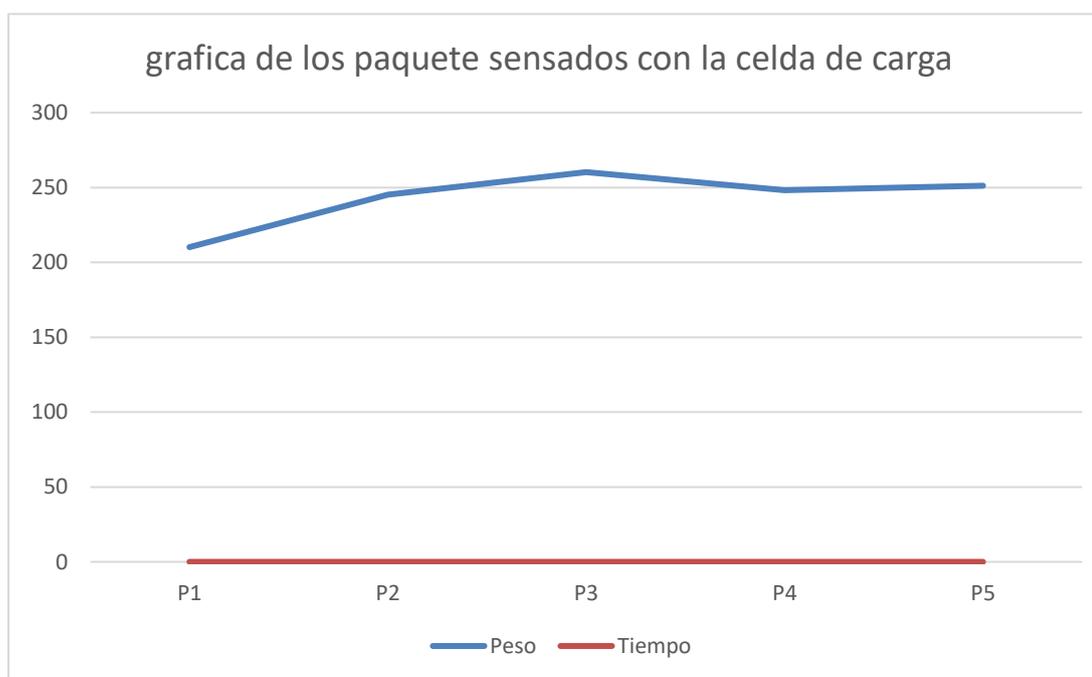


Figura 75. Gráficos de los paquetes censados con la celda de carga.

Se puede visualizar en la gráfica que el peso trata de alinearse de acuerdo al set point ingresado y que margen de error esta entre 1-5g.

En el control de peso, se determinó que con el control PD (proporcional - derivativo, se tiene un control estable por el tiempo de respuesta.

Tabla 31

*control PD*

Numero de prueba	Peso (g)
Prueba numero 1	250.0
Prueba numero 2	248.0
Prueba numero 3	247.0
Prueba numero 4	251.0
Prueba numero 5	249.0

Las pruebas concluyeron que el control de peso tiene un margen de error esta entre 1-5g

### **3.3. Análisis e interpretación**

#### **3.3.1. Análisis del objetivo general:**

De acuerdo a los resultados obtenidos, tenemos una diferencia de tiempo empleado en el proceso de desgranado entre el tiempo que toma de desgranar a mano y la otra en un sistema de cuchillas. A partir de este se puede determinar de que el sistema de cuchillas funciona de manera óptima por que realiza el proceso en la mitad de tiempo que toma cuando se hace el proceso a mano.

Asimismo, se puede asegura que es más higiénico porque las cuchillas son de acero inoxidable y la estructura protege a los granos de choclo fresco a no tener contacto con el entorno.

También se puede tener una mayor seguridad de que el usuario y operario este expuesto a un posible accidente con las cuchillas y por el propio diseño de la procesadora se puede disminuir posible accidente que existan con respecto al proceso del desgranado de choclo, beneficiando al vendedor y al consumidor.

#### **3.3.2. Análisis de los objetivos específicos:**

- a) Los días de ventas en el mercado Unicachi son los fines de semana por lo cual se venden en grandes proporciones en comparación a los otros días de la semana. También se determinó que el choclo entero se vende más que el desgranado por tener un precio más bajo a comparación del desgranado.
- b) En la estructura general de la procesadora se encuentra una deformación de 0.00577 mm implica que si existe una fuerza externa de 243.45 N que puede ser si el operario se recuesta en la maquina o si ponen un peso aproximado de 30 Kg sobre la estructura esto lo va a soportar teniendo la deformación ya mencionada, pero continuara con su función.

c) La cuchilla presenta una deformación de 0.00000050018 m, esto quiere decir que la pieza va cumplir su función de acuerdo a lo pre establecido, porque se calculó con una fuerza de 9N que de acuerdo a los experimentos que era en el peor de los casos y que el mínimo es de 7 N que es lo normal. La implementación del circuito eléctrico para el motor AC es eficiente para el sistema porque de acuerdo a las pruebas realizadas no sufre sobrecargas o se detiene en mitad del trabajo, claro que esto se puede deducir por el diseño del circuito.

d) La celda de carga se tiene que realizar una previa calibración cada vez que se reinicia el sistema por cuestiones de reevaluar las señales de entradas, por lo cual en el sistema siempre se da una previa calibración con la tara previamente pesada o reconocida por el sensor. En el sistema de control de peso, se puede realizar una comparación en los resultados que de acuerdos a ellos se optó por el control PD por el tiempo de respuesta y el error que tiende a cero y minimiza el margen de error.

La implementación de los circuitos de control de peso, tuvo una respuesta efectiva con respecto a los sensores presentados y su interfaz que se utilizaron para amplificar la señal.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

- a. Los vendedores del mercado Unicachi necesitan una máquina que pueda optimizar el tiempo de desgranado y así generar más ingresos.
- b. Para determinar si la estructura es funcional, se realizó una simulación del diseño y proceder a realizar pruebas de lo implementado. Obteniendo una validación de los cálculos matemáticos y la simulación realizada.
- c. El diseño electrónico se basó en un previo cálculo para determinar que componente se iba a implementar en el diseño, por lo cual se desarrolló el diseño en base a los resultados de estos cálculos.
- d. El control implementado se consideró después de realizar unas pruebas y recalibración para visualizar el comportamiento de la respuesta de todo el sistema. Por lo cual para determinar si se utiliza el control PD en el caso del control de peso se realizaron pruebas de las cuales visualizamos en el monitor serial del programa.

### 4.2 Conclusiones

- e) Los vendedores compran los fardos de choclo de acuerdo a la época de cosecha del choclo. La venta de los granos de choclo son los fines de semana por que la concurrencia de los clientes son esos días.

Los granos de choclo fresco se venden menos que los choclos enteros por dos razones, primero por su costo y el segundo por el tiempo que demora desgranar.

- b) De acuerdo a los cálculos realizados se determinó que el diseño de la estructura tiene las condiciones para ser implementada en el mercado Unicachi porque cumple con todas las condiciones para realizar su función del cual fue diseñado.

- c) Las cuchillas tienen que tener un diseño que se adapta a la rotación del disco y al desplazamiento que genera el aro con ojos chinos.
  
- d) El sensor de peso requiere una estructura estable para el correcto funcionamiento de este. El control de peso tiene un margen de error de 5 g en un control de lazo cerrado PD.

## REFERENCIAS

Alfonsi, Alfonso, & Pérez, Jesús. (2009). Sistema de control en tiempo real para una Planta piloto compacta usando software libre. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 13(52), 189-198. Recuperado en 08 de septiembre de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212009000300002&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212009000300002&lng=es&tlng=es).

Andina. (2018). “Consumo de maíz amarillo duro acumula cinco años de crecimiento consecutivo”. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-consumo-maiz-amarillo-duro-acumula-cinco-anos-crecimiento-consecutivo-720192.aspx>

Aranda, W. (2021). Trujillo: clausurarían Mercado Central si comerciantes no acatan normas de bioseguridad. *La república*. Recuperado de <https://cutt.ly/zWJkKbE>

Argoty, J. (2014, mayo). *Revista Virtual Pro: La investigación de operaciones en la administración de la empresa*, numero 148. Recuperado de <http://www.revistavirtualpro.com/revista/investigacion-de-operaciones-primera-entrega>.

Bedoya, D. (2014). *Diseño de un contrastador de temperatura para termómetros de termocuplas tipo k* (Tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú). Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5108>

Betancor, J., Cerezo, A., Vega, A., (2003). «Diseño de un sistema de control de temperatura». pp. 1-9.

Campos, L., Mines, C., Talledo, Aldo. (2015). *Control de temperatura de una incubadora microbiológica utilizando un controlador PID* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú). Recuperado de

[http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1483/Ludeber\\_Tesis\\_tituloprofesional\\_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/1483/Ludeber_Tesis_tituloprofesional_2015.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

Charre-Ibarra, Saida M, Alcalá-Rodríguez, Janeth A, López-Luiz, Norberto, & Durán-Fonseca, Miguel A. (2014). SISTEMA DIDÁCTICO DE CONTROL DE PRESIÓN. *Formación universitaria*, 7(5), 33-40. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062014000500005>

El comercio. (2015). *La Victoria: en estas condiciones insalubres funcionaba mercado*. Recuperado de <https://elcomercio.pe/lima/victoria-condiciones-insalubres-funcionaba-mercado-240709-noticia/>

Gomora, J. (2015). *Calculo y diseño mecánico de una celda de carga empleada en la medición de empuje para una turbina de gas*. (Tesis de pregrado, Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Profesional Tecomán, México, D.F.). Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/15409/2159%202015%281%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Córdoba, E. (2006, diciembre). *Revista ingeniería e investigación: manufactura y automatización*, 26 (3). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64326315>.

Dugarte, Edinson, Dugarte, Nelson, & Raimonid, Vincenzo. (2011). Diseño de un control de temperatura inteligente para incubadoras de recién nacidos. *Revista del Instituto Nacional de Higiene Rafael Rangel*, 42(2), 33-40. Recuperado en 18 de septiembre de 2018, de

[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-04772011000200005&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772011000200005&lng=es&tlng=es)

Gonzalo de Diego, Blanca, & González Aguña, Alexandra. (2016). Diseño e implementación robótica de un sistema de atención en cuidados en niños a propósito de la disfagia. *Ene*, 10(3) Recuperado en 18 de septiembre de 2018, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-348X2016000300007&lng=es&tlng=es.](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2016000300007&lng=es&tlng=es)

Henríquez, Mauricio R, & Palma, Patricio A. (2011). Control Automático de Condiciones Ambientales en Domótica usando Redes Neuronales Artificiales. *Información tecnológica*, 22(3), 125-139. [https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000300014.](https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000300014)

Herrera Apablaza, Venecia, Carrasco Farías, Cristian, Sandoval Cárcamo, Patricia, & Cortés Carvajal, Claudia. (2017). Transferencia de arsénico en el sistema aguasuelo-maíz de Zea Mays L. cultivados en la quebrada de Camiña, norte de Chile. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(1), 52-64. Recuperado en 18 de septiembre de 2018, de [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-634X2017000100006&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2017000100006&lng=es&tlng=es)

INGINDSTG.com (2011, octubre). Revista Virtual Pro: algunas operaciones unitarias aplicada a la industria de alimentos, numero 117. Recuperado de [http://www.revistavirtualpro.com/revista/algunas-operaciones-unitarias-aplicadas-a-la-industria-de-alimentos/3.](http://www.revistavirtualpro.com/revista/algunas-operaciones-unitarias-aplicadas-a-la-industria-de-alimentos/3)

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Al año 2016 a nivel nacional existen 2 mil 612 mercados de abastos (124)*. Recuperado de

<https://www1.inei.gov.pe/prensa/noticias/al-ano-2016-a-nivel-nacional-existen-2-mil-612-mercados-de-abastos-9794/>

Jaramillo, J. (2013). Revista Virtual Pro: Procesos industriales Automatización Industrial, Numero 143. Recuperado de <http://www.revistavirtualpro.com/revista/automatizacion-industrial/1>.

Luchsinger L, Alfredo, & Camilo F, Francisco. (2008). RENDIMIENTO DE MAÍZ DULCE Y CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES. *Idesia (Arica)*, 26(3), 21-29. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292008000300003>

Municipalidad distrital de Comas. (2019). *Malos comerciantes robaban hasta medio kilo en productos de primera necesidad*. Recuperado de <https://www.municomas.gob.pe/noticia/47>

Ñaupari, Zocimo, & Beltrán, Luis. (2020). Sintonía de un controlador PID para un péndulo invertido mediante algoritmos meta-heurísticos: luciérnaga y recocido simulador. *Tecnia*, 30(2), 82-91. <https://dx.doi.org/10.21754/tecnica.v30i2.623>

Otzen, Tamara, & Manterola, Carlos. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

Pérez, J.; Cholca, L.; Mantilla, G. (2017). «Diseño y fabricación de una máquina para desgranar maíz». *Ingenius*. N.\_18, (julio-diciembre). pp. 21-29. ISSN: 1390-650X.

Ríos-Bolívar, Addison, Hidrobo, Francisco, & Suárez, Julián. (2011). Control robusto por realimentación estática de la salida extendida. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 34(3), 255-262. Recuperado en 08 de

septiembre de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0254-07702011000300008&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702011000300008&lng=es&tlng=es).

Torees, O. (2017, diciembre). Revista Virtual Pro: Calidad de alimentos, numero 191. Recuperado de <http://www.revistavirtualpro.com/revista/calidad-de-alimentos/1>.

Umaña, E. (2013). Conservación de alimentos por frio: Refrigeración / congelamiento. Recuperado de [http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/manual\\_manejo\\_de\\_frio\\_para\\_la\\_conservacion\\_de\\_alimentos\\_0.pdf](http://fusades.org/sites/default/files/investigaciones/manual_manejo_de_frio_para_la_conservacion_de_alimentos_0.pdf).

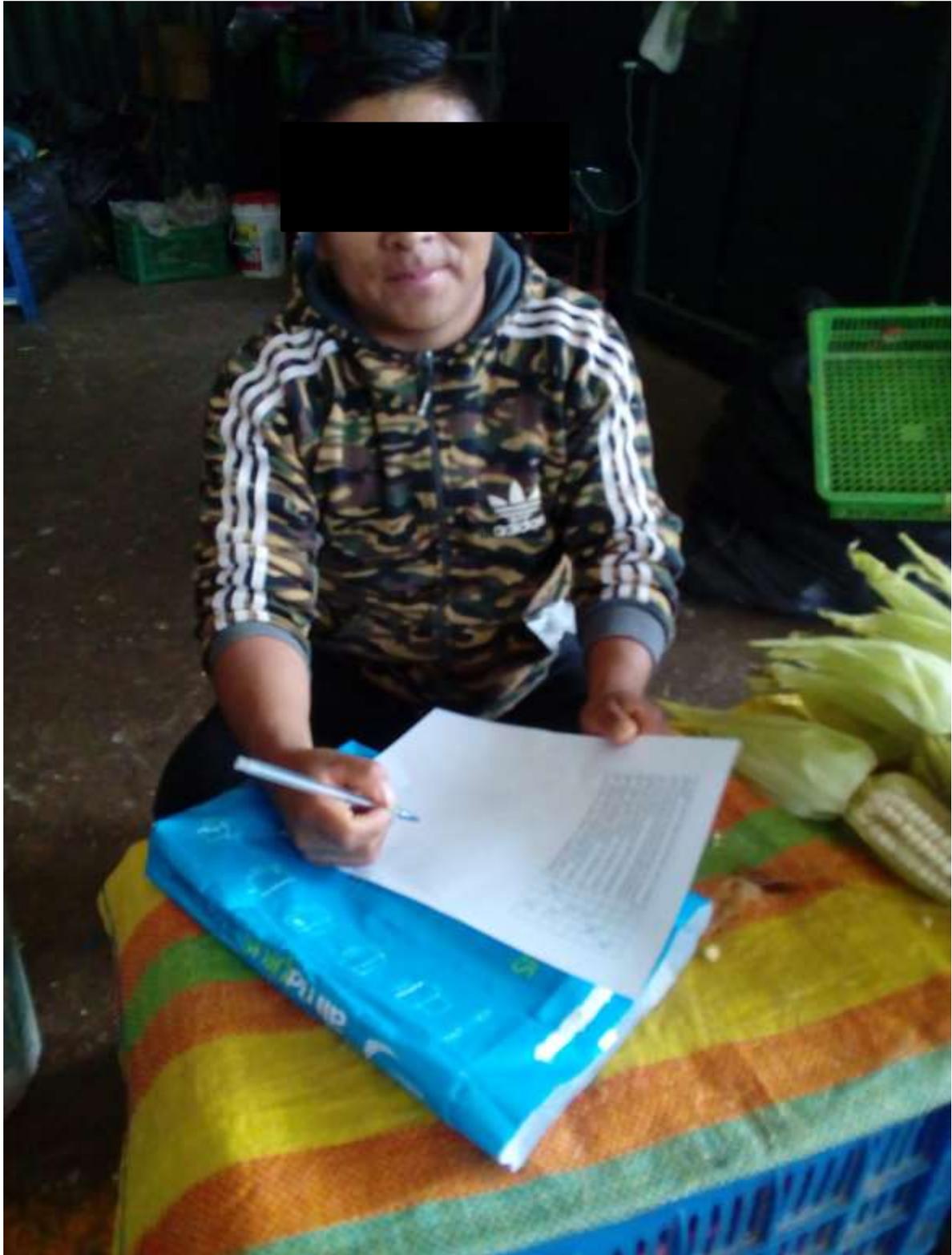
Vega E., Adriana Marcela, Santamaría P., Francisco, y Rivas T., Edwin. (2014). Internet de los objetos empleados para la gestión eléctrica domiciliaria. *Revista EAN*, (77), 23-41. Obtenido el 18 de septiembre de 2018 en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-81602014000200001&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602014000200001&lng=en&tlng=es).

Vergara, A. (2018). *Diseño de una bicidesgranadora para poblaciones rurales*. Tesis para optar el título, Universidad Nacional de Trujillo.

## ANEXOS



Anexo 1. Vendedor 1 realizando el cuestionario.



Anexo 2. Vendedor 2 realizando el cuestionario.



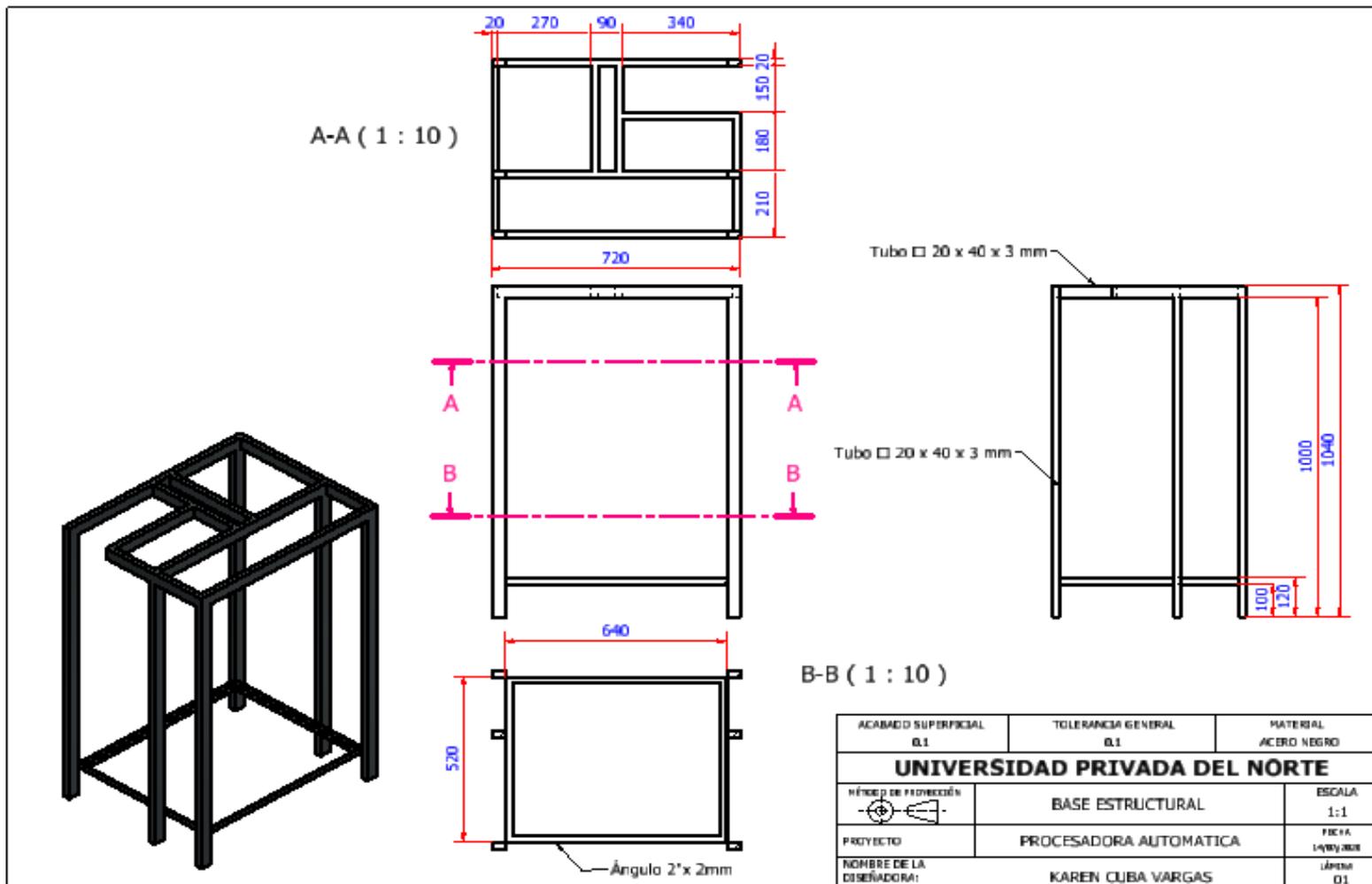
Anexo 3. Clientes realizando el cuestionario.



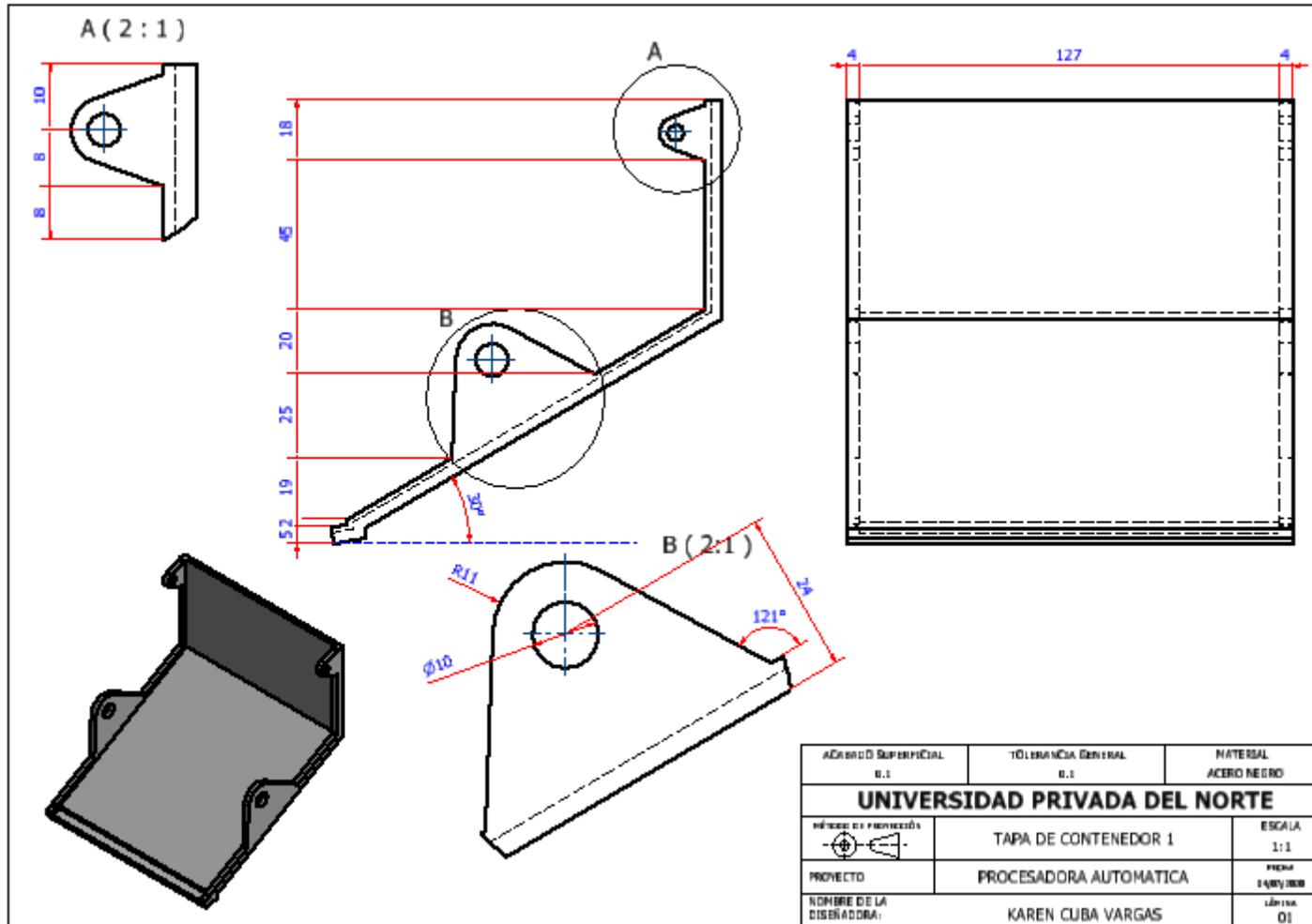
Anexo 4. Vendedor 3 realizando el cuestionario.



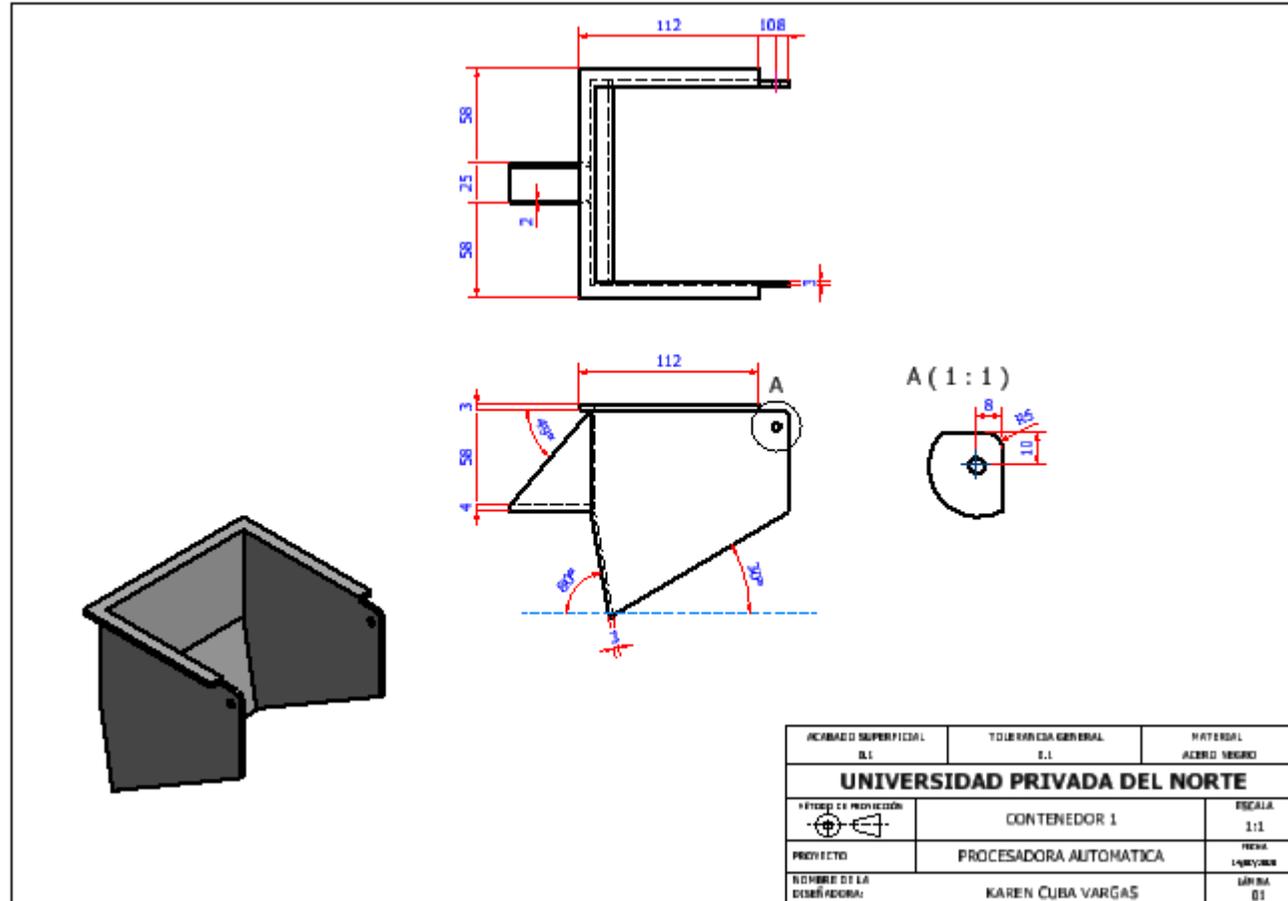
Anexo 5. Estructura del depósito en coronta.



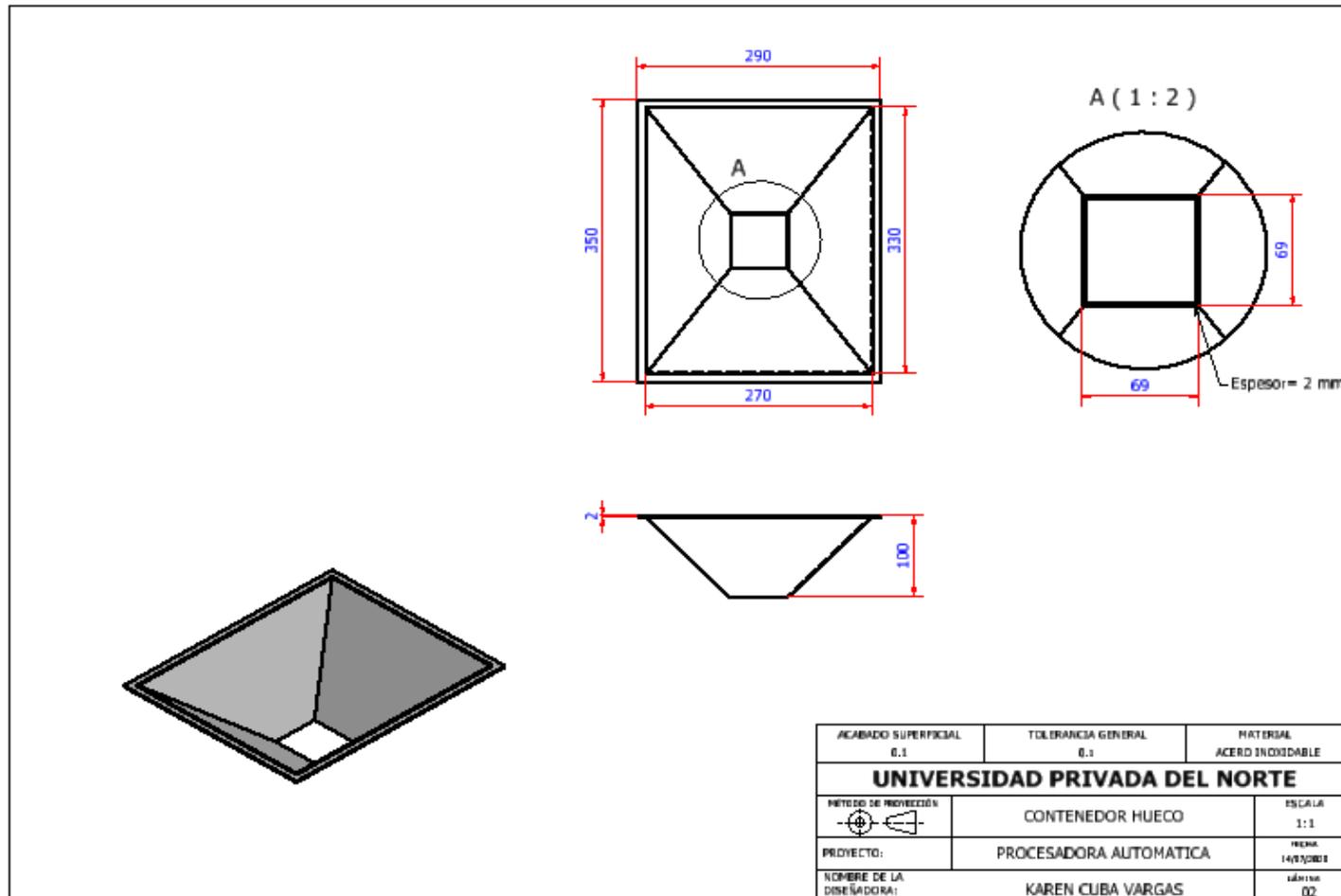
Anexo 6. Estructura del depósito en coronta.



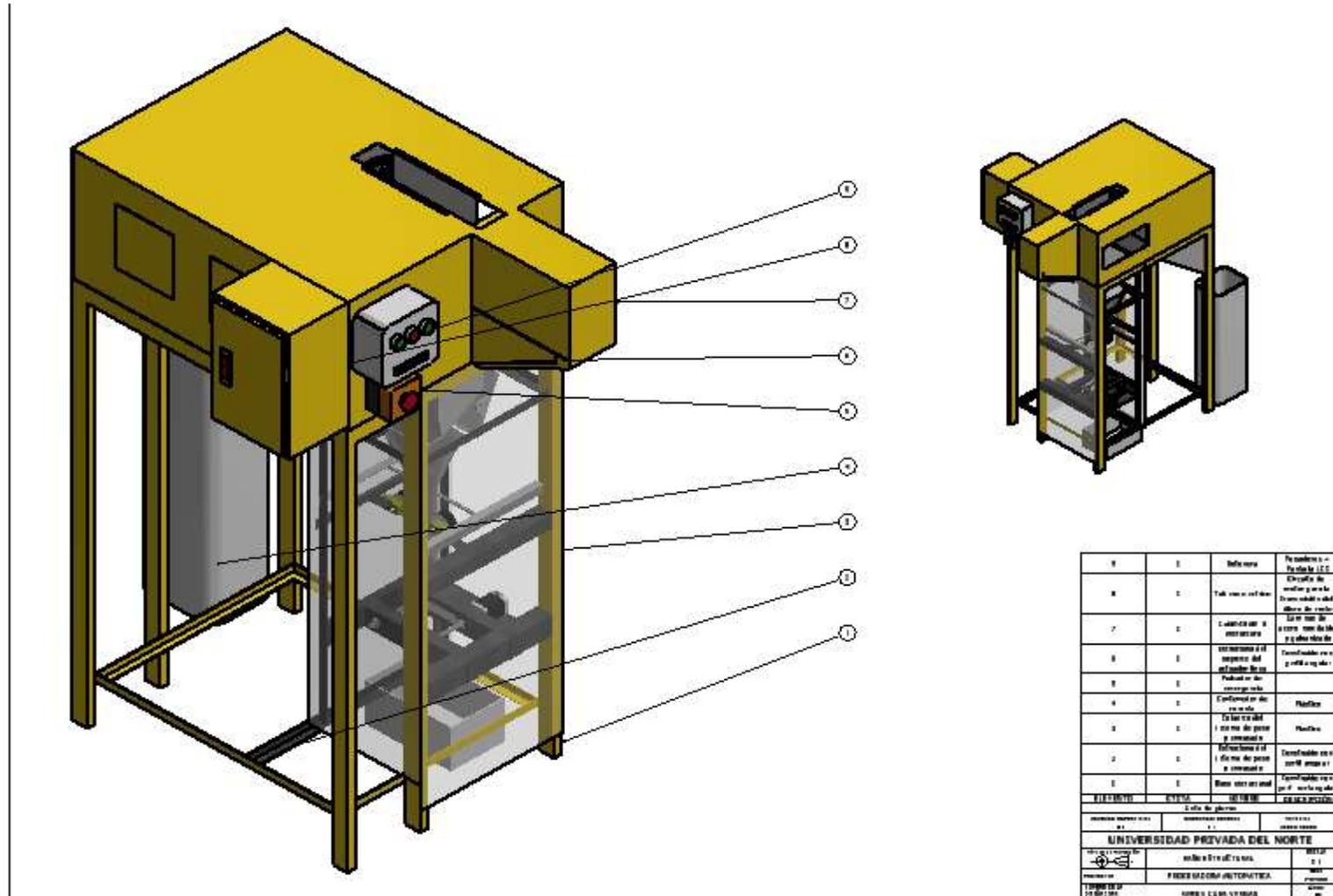
Anexo 7. Tapa de contenedor 1



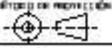
Anexo 8. Contenedor 1



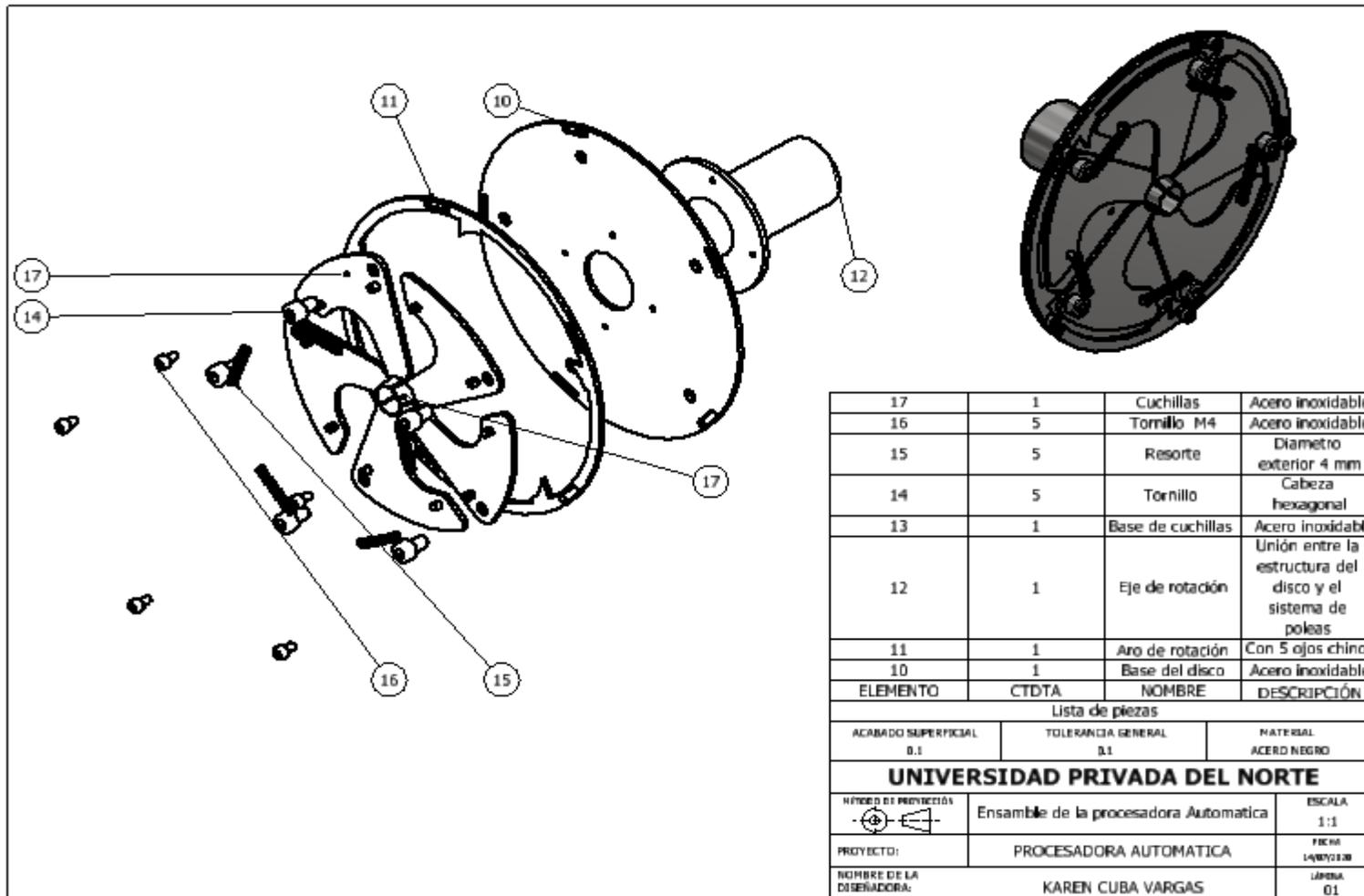
Anexo 9. Contenedor hueco



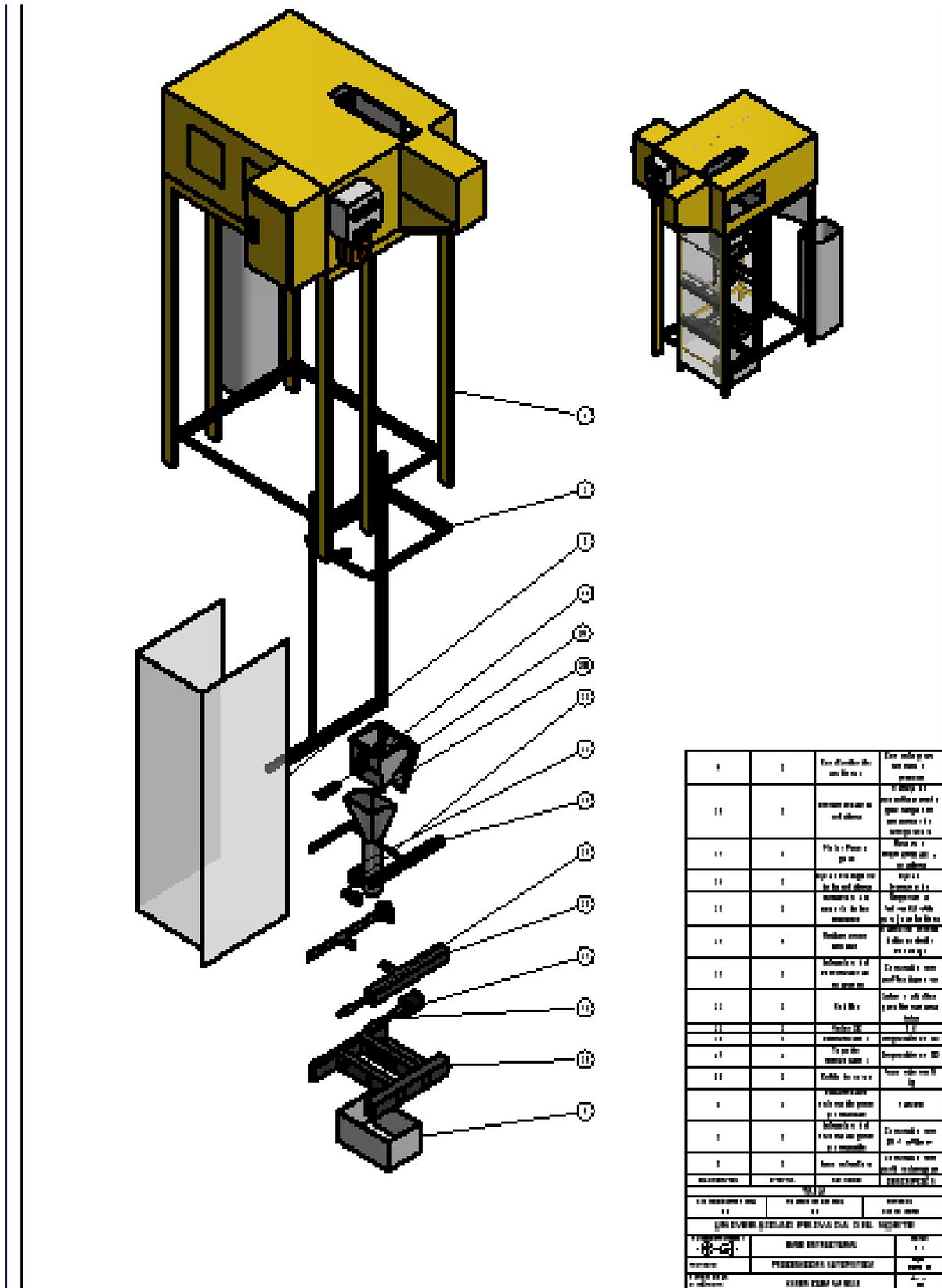
Anexo 10. Ensamble de la procesadora automática.

9	1	Botonera	Pulsadores + Pantalla LCD
8	1	Tablero electrico	Circuito del motor para la transmisión del disco de corte
7	1	Cubierta de la estructura	Láminas de acero inoxidable y galvanizado
6	1	Estructura del soporte del actuador lineal	Construido con perfil angular
5	1	Pulsador de emergencia	
4	1	Contenedor de corona	Plástico
3	1	Cubierta del sistema de peso y envasado	Plastico
2	1	Estructura del sistema de peso y envasado	Construido con perfil angular
1	1	Base estructural	Construido con perfil rectangular
ELEMENTO	CTDTA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Lista de piezas			
ACABADO SUPERFICIAL 0,1	TOLERANCIA GENERAL 0,1	MATERIAL ACERO NEGRO	
<b>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</b>			
MÉTODOS DE REPRESENTACIÓN 	Ensamble de la procesadora Automatica		ESCALA 1:1
PROYECTO:	PROCESADORA AUTOMATICA		FECHA 14/07/2020
NOMBRE DE LA DISEÑADORA:	KAREN CUBA VARGAS		CANTIDAD 01

Anexo 11. Lista de piezas del ensamble de la procesadora automática



Anexo 12. Plano de disco desgranador.



Anexo 14. Plano de despiece del sistema de peso y envasado.

Preguntas	Escala de importancia				
	Nunca	Alguna vez	Frecuentemente	Casi siempre	Siempre
Marque con una "X" una de las siguientes alternativas.					
VARIABLE 1: Procesadora Automática					
1. ¿Considero usted que el diseño de la estructura es importante para una máquina?					
2. ¿Cuándo adquiere una máquina, pregunta por el material que está elaborado?					
3. ¿Compraría una máquina de buen material, pero con un precio considerado o una máquina con un material de baja calidad, pero a un buen precio?					
4. ¿Siempre compra productos de buena calidad?					
5. ¿Utiliza sus equipos eléctricos según las indicaciones brindadas en el manual del usuario?					
6. ¿Prefiere el acero inoxidable para productos que tiene contacto con el alimento?					
7. ¿Considero usted que la precisión de corte de una máquina que desgrana choclo fresco es más precisa que los cortes que realizan los operarios?					
8. ¿Considero mejor utilizar cuchillas para desgranar?					
9. ¿Con cuanta frecuencia desgrana el choclo con la mano?					
10. ¿Con cuanta frecuencia desgrana el choclo con la cuchilla?					
11. ¿Con cuanta frecuencia usa máquinas con motores?					
12. ¿Considera usted utilizar una desgranadora de choclo fresco?					
VARIABLE 2: Producción de desgranado de choclo fresco					
13. ¿En alguna ocasión se presentó reclamos de clientes sobre la calidad de los granos de choclo fresco?					
14. ¿Ha tomado en consideración la clasificación de choclos al colocar el precio del choclo?					
15. ¿Alguna vez ha tenido accidentes al momento de realizar cortes para desgranar los granos de choclo fresco?					

Anexo 15. Cuestionario parte 1

16. ¿Alguna vez tuvo mucha demanda con los granos de choclo fresco y no pudo cumplir con los pedidos solicitados?					
17. ¿Cree usted que los choclos deben tener un recipiente adecuado para que no se contamine con el polvo del entorno?					
18. ¿Cree usted que los sacos son adecuados para almacenar los choclos enteros?					
19. ¿Cree usted que las personas que desgranar el choclo fresco deben atender al cliente?					
20. ¿Cree usted que es necesario los implementos de seguridad para desgranar el choclo?					
21. ¿Alguna vez usted ha tenido problemas con su balanza?					
22. ¿Considero usted utilizar una segunda balanza para corroborar el peso de los granos de choclos frescos vendido?					
23. ¿Considero el peso importante al momento de comprar sus granos de choclos frescos?					

Anexo 16. Cuestionario parte 2





NOMBRE DEL PROYECTO		FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACIÓN		Tesista	Karen Esteincin Cuba Vargas
"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA PROCESADORA AUTOMÁTICA PARA INCREMENTAR LA PRODUCCIÓN DE DESGRANADO DE CHOCLO FRESCO EN EL MERCADO UNICACHI DEL DISTRITO DE COMAS- 2021"		1/06/2020	28/02/2021			
2	INICIO	FECHA DE INICIO	FECHA FIN	DURACION (en días)	RECURSOS	COSTOS
1.1	Búsqueda de información sobre la situación actual del país con la selección y exportación de paltas. Creación de la lista de ideas.	12/06/2020	19/06/2020	7	Laptop	S/50.00
1.2	Realizar una investigación de la idea escogida.	12/06/2020	27/06/2020	14	Laptop	S/50.00
1.3	Realzar la matriz de consistencia.	20/06/2020	4/07/2020	7	Laptop	S/50.00
1.4	Definir el alcance del proyecto	28/06/2020	4/07/2020	7	Laptop	S/50.00
1.5	Definir el tiempo de ejecución del proyecto	28/06/2020	4/07/2020	7	Laptop	S/50.00
2	PLANIFICACIÓN					
2.1	Diagnostico y realización del planteamiento del problema.	5/07/2020	19/07/2020	14	Laptop	S/50.00
2.2	Evaluar las condiciones del mercado Unicachi (Gestión)	5/07/2020	19/07/2020	14	Laptop + celular + cuaderno	S/70.00
2.3	Plasmar etapas en la automatización de procesos	20/07/2020	27/07/2020	7	Laptop + celular + cuaderno	S/70.00
2.4	Diseño de la estructura del sistema de manipulación	26/07/2020	1/08/2020	7	Laptop	S/100.00
2.5	Diseño de la estructura del sistema con sensores	1/08/2020	8/08/2020	7	Proteus + inventor + cade simu	S/150.00
2.6	Bosquejo de una maquina completa	8/08/2020	16/08/2020	7	Proteus + inventor + cade simu	S/150.00
2.6.1	Ensamble mecánico de las maquina	16/08/2020	23/08/2020	6	Proteus + inventor + cade simu	S/150.00
2.6.2	Bosquejo del circuito electrónico	23/08/2020	30/08/2020	6	CADE SIMU + PROTEUS	S/150.00

Anexo 19. Planificación de proyecto, parte 01.

2.6.1	Ensamble mecánico de las maquina	16/08/2020	23/08/2020	6	Proteus + inventor + cade simu	S/150.00
2.6.2	Bosquejo del circuito electrónico	23/08/2020	30/08/2020	6	CADE SIMU + PROTEUS	S/150.00
2.6.3	Diseño del bosquejo del circuito electrónico	30/09/2020	5/09/2020	5	CADE SIMU + PROTEUS	S/150.00
2.6.4	Simulación del circuito electrónico	5/09/2020	12/09/2020	5	CADE SIMU + PROTEUS	S/150.00
<b>3</b>	<b>COTIZACIÓN</b>					
3.1	Cotización de material estructural	12/09/2020	19/09/2020	6	Transporte	S/50.00
3.2	Cotización de material electrónico	12/09/2020	19/09/2020	6	Transporte	S/50.00
3.3	Realización de los pedidos de equipos, materiales y materias primas	12/09/2020	19/09/2020	6	Transporte	S/80.00
<b>4</b>	<b>ELABORACIÓN ESTRUCTURAL</b>					
4.1	Cortes material	19/09/2020	3/10/2020	6	Laser	S/235.00
4.2	Soldadura de material	27/09/2020	10/10/2020	12	Implementos de soldadura	S/350.00
4.3	Preparación del material	3/10/2020	17/10/2020	6	Trapos , líquido de limpieza	S/1,500.00
4.4	Pintado de material	10/10/2020	17/10/2020	5	Pintura, compresor	S/120.00
4.5	Colocación de componentes	18/10/2020	10/11/2020	10	Herramientas básicas	S/560.00
<b>5</b>	<b>ELABORACIÓN ELECTRÓNICA</b>					
5.1	Creación de la programación	10/11/2020	24/11/2020	10	Arduino	S/500.00
5.2	Instalación de los elementos electrónicos	17/11/2020	24/11/2020	5	Plano	S/650.00
5.3	Cableado	24/11/2020	1/12/2020	6	CASE SIMU + PROTEUS	S/320.00
5.3.1	Elaboración del diagrama de cableado	24/11/2020	1/12/2020	6	CASE SIMU + PROTEUS	S/50.00
5.3.2	Instalación del cableado	2/12/2020	9/12/2020	5	CASE SIMU + PROTEUS	S/200.00

Anexo 20. Planificación de proyecto, parte 02.

6	Final						
6.1	Realizar el analisis matematico.	10/01/2021	17/01/2021	6	Laptop + celular + cuaderno	S/100.00	
6.2	Realizar el cuestionario.	10/01/2021	17/01/2021	6	Laptop + celular + cuaderno	S/50.00	
6.3	Realizar la ejecución del cuestionario aprobado.	17/01/2021	24/01/2021	6	Laptop + celular + cuaderno	S/50.00	
6.4	Simulación y optimización del proceso	24/01/2021	31/01/2021	5	Laptop + celular + cuaderno	S/560.00	
6.5	Realizar la implementacion del circuito.	24/01/2021	7/02/2021	10	CADE SIMU + PROTEUS	S/350.00	
6.6	Realizar pruebas del desgranado.	7/02/2021	14/02/2021	6	MAQUINA	S/120.00	
6.7	Realizar la estadistica.	14/02/2021	28/02/2021	6	SPSS + MINI TAB + EXCEL	S/350.00	
						S/7,685.00	<b>TOTAL</b>

Anexo 21. Planificación de proyecto, parte 03.