



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

TESIS

**DISEÑO DE UNA MÁQUINA
AUTOMATIZADA CLASIFICADORA DE
CEBOLLA POR TAMAÑO Y COLOR**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor(es):

**Bach. Fustamante Saldaña, Wilmer.
Bach. Vásquez Gamonal Lenin Daniel.**

Asesor:

Mg. Vives Garnique Juan Carlos

Línea de Investigación:

Ingeniería – Procesos Productivos

Pimentel – Perú

2018

DISEÑO DE UNA MÁQUINA AUTOMATIZADA CLASIFICADORA DE CEBOLLA POR TAMAÑO Y COLOR

Msc. Rojas Coronel Marcelo Ángel

Presidente del jurado de tesis

Ing. Reyes Vásquez Wilson Denins

Secretario del jurado de tesis

Ing. Vives Garnique Juan Carlos

Vocal del Jurado de tesis

DEDICATORIA

Dedicado a todas las personas con iniciativa y creatividad, aquellos que son capaces de transformar un quiero en un puedo, convirtiendo sus ideales en realidad.

Fustamante Saldaña Wilmer

Este trabajo lo dedico a Dios por ser el pilar fundamental en mi vida, por darme fuerza y capacidad para alcanzar mis metas.

A mi padre incondicional por su sacrificio, humildad y con su apoyo lo cual hizo posible mis sueños y anhelos para mi vida profesional durante todo el trayecto de mi carrera él ha sido la fuente de inspiración y perseverancia para crecer y ser una mejor persona. A mi hermana que incondicionalmente me apoyo en todo momento.

Vásquez Gamonal Lenin Daniel

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por su incondicional apoyo y confianza; a todos los profesores quienes supieron impartir sus conocimientos, haciendo posible mi formación profesional.

Fustamante Saldaña Wilmer

A Dios por su infinito amor y por darme el conocimiento y la perseverancia para finalizar el presente trabajo.

A los diferentes docentes que nos apoyaron incondicionalmente, guiándonos y orientándonos con sus amplios conocimientos para la culminación de este trabajo.

A mis padres que fueron y seguirán siendo principales funciones de la formación académica que culmina: ya que con sus palabras e ideas y sustento han logrado guiarnos por el arduo camino de la vida.

Vásquez Gamonal Lenin Daniel

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	12
INTRODUCCION	14
PROBLEMA DE INVESTIGACION	15
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1 Situación Problemática.	16
A nivel internacional.	16
A nivel nacional.	16
A nivel local.	17
1.2 Justificación e importancia.	17
Justificación Tecnológica	17
Justificación económica.	18
Justificación social	18
Justificación ambiental.	18
1.3 Objetivos.	18
Objetivo Principal.	18
Objetivos eespecíficos.	18
MARCO TEÓRICO	19
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.	20
2.1 Antecedentes de la investigación.	20
2.2 Estado del arte.	23
2.3 Bases teóricas científicas.	24
2.4 Definición de términos básicos.	41
MARCO METODÓLOGICO	44
CAPITULO III: MARCO METODÓLOGICO	45
3.1 Tipo y diseño de investigación.	45
3.2 Población y muestra.	46
3.3 Hipótesis.	47
3.4 Variables.	47

3.5	Operacionalización.	47
3.6	Abordaje metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de datos.	49
3.7	Procedimiento para la recolección de datos.	51
3.8	Plan de análisis estadístico de datos.	53
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN		56
4.1	Parámetros para la clasificación de la cebolla por tamaño.	56
4.2	Lista de exigencias.	58
4.3	Secuencia de operaciones.	59
4.4	Matriz morfológica.	60
4.5	Concepto de solución.	62
4.6	Descripción de propuestas.	64
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.		68
5.1	Cálculos estadísticos.	68
5.2	Determinación de los parámetros por color.	73
5.3	Cálculo y selección de bandas transportadoras.	75
5.4	Cálculo y selección de poleas y bandas V.	83
5.5	Cálculo del eje principal.	89
5.6	Cálculo y selección de cadenas y piñones.	104
5.7	Cálculos Eléctricos	124
5.8	Diseño del sistema de visión artificial.	125
5.9	Automatización y control de los motores	135
5.10	Plan de mantenimiento	143
5.11	Presupuesto.	144
5.12	Valor actual neto VAN y Tase Interna de Retorno TIR	146
CONCLUSIONES		148
RECOMENDACIONES		149
PLANOS		150
ANEXOS		151
Referencias		159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Rendimiento Promedio Nacional de cebolla	26
Ilustración 2 Clasificación de la cebolla por tamaño	27
Ilustración 3 Evaluación de proyectos de inversión	34
Ilustración 4 Esquema de un sistema de visión artificial	35
Ilustración 5 Secuencia del procesamiento de imágenes	35
Ilustración 6 Componentes de un sistema de visión artificial.	37
Ilustración 7 Imagen natural de la fruta.....	39
Ilustración 8 Cámara lineales.	40
Ilustración 9 Diseño de investigación	45
Ilustración 10 Diagrama de flujo.	51
Ilustración 11 Formas de la cebolla. 1. Cebolla globosa y 2. Achatada	56
Ilustración 12 Caja negra	59
Ilustración 13 Valor Técnico Económico.	63
Ilustración 14 Cantidad de cebolla expresión en Kg.	69
Ilustración 15 Cantidad de cebolla expresada en %.....	70
Ilustración 16 Cebollas sanas	74
Ilustración 17 Cebollas defectuosas.....	74
Ilustración 18 Geometría de la malla calibradora N° 1 y 2	81
Ilustración 19 Relación de transmisión compuesta	84
Ilustración 20 Detalle del eje principal.	89
Ilustración 21 Diagrama de cuerpo libre de eje.	92
Ilustración 22 Fuerzas cortantes en plano X - Z para el eje.	94
Ilustración 23 Momentos flectores para el plano X - Z del eje	95
Ilustración 24 Fuerzas cortantes en plano X - Y para el eje	95
Ilustración 25 Momentos flectores para el plano X - Y del eje	96
Ilustración 26 Análisis del eje motriz mediante elementos.....	101
Ilustración 27 Análisis del eje motriz mediante elementos finitos	102
Ilustración 28 Análisis estático del eje motriz	103
Ilustración 29 Análisis estático del eje motriz	103
Ilustración 30 Análisis estático del eje motriz	¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 31 Elección del número de dientes Z1. Coeficiente f2.....	121
Ilustración 32 Distancia entre centros, cadena N° 1	122
Ilustración 33 Distancia entre centros, cadena N° 2	123
Ilustración 34 Distancia entre centros, cadena N° 3	123
Ilustración 35 Módulos de visión artificial	126
Ilustración 36 Elementos de una aplicación de visión artificial.	127
Ilustración 37 Elementos de una aplicación de visión artificial	127
Ilustración 38 Modulo de captura de imagen.....	129

Ilustración 39 Disposición de las cámaras 130
Ilustración 40 Adquisición de la imagen de la cebolla 131
Ilustración 41 Zigbee 134
Ilustración 42 Análisis de colores HSD. 139
Ilustración 43 Flujo de proceso de clasificación por color. 142

ÍNDICE DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1 CÁLCULO DE EJE POR CARGA ESTÁTICA.....	28
ECUACIÓN 2 CÁLCULO DE EJE POR CARGA DINÁMICA.	29
ECUACIÓN 3 LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA.....	29
ECUACIÓN 4 ESFUERZOS PARA EJES.	29
ECUACIÓN 5 FUERZA DEL ENGRANE.....	29
ECUACIÓN 6 CÁLCULO DE FUERZA EJERCIDA POR POLEA EN EL EJE.	30
ECUACIÓN 7 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LAS BANDAS.	30
ECUACIÓN 8 VALOR ACTUAL NETO.....	32
ECUACIÓN 9 VALOR ACTUAL NETO.	33
ECUACIÓN 10 TASA DE INTERÉS DE RETORNO.	33
ECUACIÓN 11 TAMAÑO DE MUESTRA.....	46
ECUACIÓN 12 MEDIA ARITMÉTICA.....	71
ECUACIÓN 13 DESVIACIÓN MEDIA ESTÁNDAR.....	72
ECUACIÓN 14 DENSIDAD DE LA CEBOLLA.....	72
ECUACIÓN 15 CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA BANDA.	76
ECUACIÓN 16 CAPACIDAD VOLUMÉTRICA DE LA BANDA.....	76
ECUACIÓN 17 FUERZA TANGENCIAL MÁXIMA.....	79
ECUACIÓN 18 FUERZA DE TRACCIÓN MÁXIMA DE LA BANDA F_1	80
ECUACIÓN 19 DIÁMETRO MÍNIMO DEL TAMBOR MOTRIZ.....	80
ECUACIÓN 20 POTENCIA DE ACCIONAMIENTO DEL TAMBOR MOTRIZ.	80
ECUACIÓN 21 FUNCIONAMIENTO TAMBOR DE REENVÍO.....	81
ECUACIÓN 22 FUNCIONAMIENTO DEL TAMBOR MOTRIZ.....	81
ECUACIÓN 23 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN.....	83
ECUACIÓN 24 VELOCIDAD PERIFÉRICA DE LA BANDA.....	85
ECUACIÓN 25 LONGITUD DE PASO.	85
ECUACIÓN 26 ÁNGULO DE CONTACTO DE LA BANDA.....	86
ECUACIÓN 27 POTENCIA PERMITIDA POR LA BANDA.....	86
ECUACIÓN 28 FUERZA TANGENCIAL EN EJE X-Y.....	90
ECUACIÓN 29 TORQUE MÁXIMO.....	90
ECUACIÓN 30 CÁLCULO DE FUERZA EJERCIDA POR POLEA EN EL EJE.....	90
ECUACIÓN 31 CÁLCULO DE FUERZA EJERCIDA POR POLEA EN EL EJE.....	91
ECUACIÓN 32 CÁLCULO DE MOMENTO FLECTOR PUNTO B EN PLANO X – Z.....	93
ECUACIÓN 33 CALCULO MOMENTO FLECTOR PUNTO A-B.	96
ECUACIÓN 34 DIÁMETRO SEGÚN CRITERIO DE VON MISES.....	97
ECUACIÓN 35 DIÁMETRO SEGÚN CRITERIO DE FLUENCIA DE TRESCA.....	98
ECUACIÓN 36 DIÁMETRO SEGÚN CRITERIO ED - GOODMAN.....	98
ECUACIÓN 37 FACTOR K_A	99
ECUACIÓN 38 LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA.	99

ECUACIÓN 39 LÍMITE DE RESISTENCIA A LA FATIGA	100
ECUACIÓN 40 FACTOR DE SEGURIDAD.	100
ECUACIÓN 41 TENSIÓN RANAL CONDUCTOR.....	120
ECUACIÓN 42 VELOCIDAD DE LA CADENA.	121
ECUACIÓN 43 TENSIÓN RANAL CONDUCTOR.....	122
ECUACIÓN 44 LONGITUD DE LA CADENA.....	122
ECUACIÓN 45 CÁLCULO DE INTENSIDAD DEL MOTOR	124
ECUACIÓN 46 VALOR ACTUAL NETO	146
ECUACIÓN 47 TASA INTERNA DE RETORNO.	146

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 NIVEL DE CONFIANZA	46
TABLA 2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES DEPENDIENTE E INDEPENDIENTE.....	48
TABLA 3 LISTA DE EXIGENCIAS	59
TABLA 4 MATRIZ MORFOLÓGICA FUENTE: INVESTIGACIÓN PROPIA	61
TABLA 5 LÍNEAS DEL CONCEPTO SOLUCIÓN.....	62
TABLA 6 EVALUACIÓN TÉCNICA.	62
TABLA 7 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	63
TABLA 8 NIVEL DE CONFIANZA	68
TABLA 9 CEBOLLA CON DIÁMETRO ENTRE 40 Y 79 MM	70
TABLA 10 DIÁMETRO MAYOR 80 MM	71
TABLA 11 DENSIDAD DE LA CEBOLLA	72
TABLA 12 CARGA MÁXIMA SOBRE LA BANDA.....	73
TABLA 13 TAMAÑO DEL MATERIAL Y ANCHO DE LA BANDA.....	75
TABLA 14 CAPACIDAD DE TRANSPORTE	77
TABLA 15 FACTORES DE REDUCCIÓN DE CAPACIDAD	77
TABLA 16 DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA BANDA.	78
TABLA 17 RESUMEN DE LOS PARÁMETROS DE LAS BANDAS.	82
TABLA 18 RESUMEN CÁLCULOS DE LAS BANDAS.	83
TABLA 19 CIRCUNFERENCIAS INTERIORES DE BANDAS EN V ESTÁNDAR	86
TABLA 20 POTENCIAS NOMINALES DE LA BANDA V ESTÁNDAR	87
TABLA 21 FACTOR DE CORRECCIÓN ÁNGULO DE CONTACTO K1	88
TABLA 22 FACTOR DE CORRECCIÓN DE LONGITUD DE LA BANDA K2	88
TABLA 23 FACTOR DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS	99
TABLA 24 VALORES DE FACTOR Y EXPONENTE	99
TABLA 25 DATOS DE ENTRADA	120
TABLA 26 FACTOR DE TRABAJO. COEFICIENTE F1	120
TABLA 27 RELACIÓN DE TRANSMISIÓN Y DISTANCIA ENTRE CENTROS. COEFICIENTE F3	121
TABLA 28 PLAN DE MANTENIMIENTO.	143
TABLA 29 PRESUPUESTO	145
TABLA 30 BALANCE DE INGRESOS Y EGRESOS.....	147
TABLA 31 FLUJO DE CAJA.....	147

RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo definir, diseñar y dimensionar una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color con la finalidad de mejorar el procedimiento de clasificación de la cebolla. Para ello se elaboró una guía de observación que permitió medir el diámetro de la cebolla, para la clasificación por tamaño considerando: Cebolla pequeña menor a 40 mm; mediana entre 41 y 80 mm y grande mayor de 81 mm de diámetro. Además, se hizo un análisis de documentos, para obtener sus características, para la clasificación por color como es rojo cobrizo, rojo violáceo cebolla sana y amarillo, amarillo verdoso, verde cebolla defectuosa.

El diseño de la maquina considero el uso de tres motores eléctricos trifásicos de 1 Hp cada uno, un sistema de reducción de velocidad por poleas, la transmisión de potencia se hizo por bandas en V para el sistema de reducción y por medio de piñón-cadena para el accionamiento de las bandas. El transporte de cebolla se realiza por bandas transportadoras, la limpieza lo realiza un juego de cepillos de crin natural y la clasificación se lleva a cabo por mallas calibradas de acero galvanizado con agujeros de 40 y 80 mm respectivamente.

La clasificación por color se realiza por medio de un panel de reconocimiento de imagen, compuesto por cuatro cámaras de alta velocidad, un sistema de iluminación por led, una computadora, un patrón de comunicación inalámbrica Zigbee y cuatro actuadores. La cámara captura de imagen de la cebolla, lo envía a la computadora, esta lo procesa y emite una señal a los actuadores por medio de señales inalámbricas, los cuales se activan solo si la cebolla es defectuosa impidiendo su paso.

Con esta máquina se optimizara el proceso de clasificación de cebolla, disminuyendo tiempos y costos, además de mejorar la calidad de la cebolla y contribuir al cuidado del medio ambiente, al utilizar energías limpias.

PALABRAS CLAVES

Diseño mecánico, clasificadora de cebolla, visión artificial.

ABSTRACT.

The research fact-finding it had for objective to define, laying plans and dimensioning an automated machine onion sorter for size and color with the aim of improving the process of classification of the onion. For it, a guide of observation that it enabled became elaborate to measure the diameter of the onion, for the classification for size considering minor small onion to 40 mm; Median between 41 and 80 mm and big bigger of 81 mm of diameter. Besides a documentary analysis, in order to get your characteristics by color obtaining, for the classification became Copper-colored red, violaceous red healthy onion and yellow, greenish yellow, green defective onion

Machine's design I consider one Hp's use of three three-phase electric motors each, a system of reduction of velocity for pulleys, the transmission of potency prepared for bands in V for the system of reduction and by means of pinion chain for the working of the bands. The transportation of onion comes true for conveyor belts, cleanliness a game of brushes of natural mane and the classification realizes it he takes effect for calibrated meshes of steel galvanized with 40 and 80 mm's holes respectively.

The classification for color comes true by means of a panel of recognition of image, compound for four high-speed cameras, a system of illumination for led, a computer, a module of wireless communication Zigbee and four actuators. The camera captures of image of the onion, sends it to the computer, this processes him and broadcasts a sign to the actuators by means of wireless signs, which become activated providing that the onion is defective impeding his step.

With this machine, optimize him the process of classification of onion, decreasing times and costs, in addition to upgrade the onion and to contribute in care of the ambient midway, when using clean energy.

KEY WORDS

Mechanical design, onion sorter, artificial vision.

INTRODUCCION

Durante los años una muestra de las hortalizas tiene gran demanda a nivel mundial siendo esta la cebolla la cual es utilizada en la preparación de una gran variedad de alimentos y representa una importante fuente de recursos para los productores en el Perú. Sin embargo, el alto precio de capital, había inexperiencia técnica, inexperiencia gerencial y eficiencia de proveedores de insumos normalizados y servicios de infraestructura impide el crecimiento de los agricultores o productores, ya que al no cumplir con las exigentes exigencias del mercado internacional se ven afectados con el pago de un precio bajo por su producto.

Por lo anterior, en esta tesis se propuso el diseño de una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color, el cual consta básicamente de dos subsistemas interdependientes: El sistema electromecánico para el diseño del sistema de separación de cebolla por tamaño se utilizó mallas metálicas giratorias con orificios hexagonales con tres medidas diferentes ,los tamaños de acuerdo con las normas peruanas vigentes y el sistema de inspección basado en visión artificial el cual emplea cámaras para la adquisición de imágenes, en la parte del software técnicas empleando algoritmos antes ya desarrollados y programados en una computadora para procesar las imágenes obtenidas por las cámaras con sistema RGB y HSV el cual ya ha sido probado con éxito este sistema captara el color de la cebolla.

La investigación sirvió de muestra, para la construcción de la máquina con fines comerciales. Dicha máquina se usara durante la post cosecha de cebolla en el la región de Lambayeque, y en cualquier espacio geográfico. Los algoritmos y softwares empleados se pueden adaptar para el análisis de otros frutos.

I

PROBLEMA DE INVESTIGACION

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Situación Problemática.

A nivel internacional.

Entre los descuidos en la recolección más comunes, están: por un lado, el inicio antes de tiempo, es decir, antes de la maduración total. Por otro lado, la falta de eficiencia de la curación y soleado en la chacra. Otro problema que se presenta es la acción incorrecta del almacenamiento y el transporte. Debido a que se observan problemas de los trabajadores por la falta de selección y clasificación de los bulbos de la cebolla, ya que los de distintos tamaños se asignan en la misma bolsa y los de tamaño menor son dañados a causa de golpes. Por otro lado la falta de conciencia de los transportistas y manipuladores es provocada por el maltrato de las bolsas, siendo ésta otra causa de daños significativos que sufre el producto. (Bareiro, 2012)

A nivel nacional.

La disminución de la calidad de muchos productos, conlleva a la sobre oferta estacional debido a la falta de selección de los cultivos y el débil manejo de comunicación con los mercados; así mismo cabe señalar que otros factores externos son la competencia de los alimentos importados subsidiados, ya que estos determinan distorsiones y reducción de los precios en los mercados agroalimentarios nacionales.

La insuficiente disposición asociativa que limita la integración de los negocios agrícolas, el débil desarrollo de gestión organizacional y la falta de “cultura de calidad” no contribuyen al mejoramiento tecnológico ni al ordenamiento de la producción y desarrollo de mercados de servicios para el agro; por el contrario, disminuyen la posibilidad de negociación de los agricultores y los beneficios de productividad y de la posición frente al Gobierno para recibir la atención de sus demandas. (Caledron, 2009).

A nivel local.

Actualmente en Chiclayo los pequeños y medianos agricultores que se dedican al cultivo de cebolla no disponen de una maquinaria agrícola que les permita minimizar los costos de producción en lo que representa la cosecha y pos cosecha; como es la selección y clasificación de cebolla lo que demanda una gran cantidad de personal, lo que significa mayores costos y tiempo. Esta situación le genera al agricultor la venta a destiempo de su producto generando pocas utilidades inclusive hasta perdidas; dado que la cebolla es muy propensa a sufrir daños como putrefacción debido a las altas temperaturas y humedad, condiciones climáticas características de la región y en otros casos por el vencimiento se llega a la anulación de la cebolla.

Formulación del problema.

¿Cómo una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color mejorara el proceso de clasificación de cebolla?

1.2 Justificación e importancia.

Justificación Tecnológica

El diseño de la máquina automatizada clasificadora de cebolla, permitirá hacer uso de instrumentos de medición, control y software que actualmente existen; lo cual permitan validar el diseño de todos los componentes y mecanismos sometidos a diferentes condiciones de trabajo; para lograr mayor confiabilidad y eficiencia de la máquina, además dicha información servirá como guía para futuros proyectos de diseño contribuyendo de esta manera al esfuerzo que se está haciendo desde todas las instituciones para impulsar este tipo de tecnologías creando un marco propicio para su desarrollo.

Justificación económica.

Siendo el estudio económicamente viable y al ser el diseño de la máquina indispensable para los agricultores se pretende aumentar los ingresos económicos con el mejoramiento del proceso de selección de cebolla.

Justificación social

Con el diseño de la máquina automatizada clasificadora de cebollas, permitirá beneficiar a la población de la localidad de Motupillo dedicados a la agricultura, mejorando su productividad, dando lugar al progreso y desarrollo para cualquier comunidad, proyectándoles así a un mejor futuro para las familias.

Justificación ambiental.

El funcionamiento de la máquina automatizada será únicamente utilizando energía eléctrica, por lo tanto no emitirá gases contaminantes al ambiente. Contribuyendo en parte al cuidado ambiental de la zona.

1.3 Objetivos.

Objetivo Principal.

Diseñar una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color para mejorar el proceso de clasificación

Objetivos específicos.

- a. Identificar las características de la cebolla a clasificar.
- b. Seleccionar la mejor alternativa de diseño.
- c. Diseñar el sistema electromecánico.
- d. Elaborar el presupuesto para el desarrollo del proyecto.
- e. Elaborar los planos de la máquina.
- f. Elaborar un plan de mantenimiento de máquina.
- g. Realizar la evaluación económica del proyecto: VAN, TIR.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.

2.1 Antecedentes de la investigación.

A nivel internacional.

México: Diseño y Optimización de una Clasificadora Automática de Limones

En la región de Apatzingán del sector agrícola, Michoacán, se presentan problemas en el proceso de codificación manual del cultivo de limones. Por esta carencia, se observó la plaza de oportunidad para instalar un sistema acomodadizo a cada empaque (donde no se necesitará prohibir equipo y colocar otro) y además de bajo costo, que mejore todo el proceso de empacado. Con esta proposición se resuelve el problema de la calidad en el empacamiento del producto del limón, se tiene una mejor calidad en la programación debido a que no habrá cansancio o error humano, mayor rapidez de clasificación, ahorro de costos y crecimiento de las empresas dedicadas a esta área importante para la economía. (Dr. Salvador González García, 2012)

Colombia: Sistema Automático de Reconocimiento de Frutas Basado en Visión por Computador

El trabajo tiene como muestra un sistema de reconocimiento capaz de asemejar una fruta tropical latinoamericana de entre un conjunto, establecido en una base de datos, utilizando software de visión por computador. La indagación realizada permitió comparar los clasificadores KNN y bayesiano y los modelos del color RGB y HSV, junto con las peculiaridades de forma y tamaño usadas por investigadores de esta área en países como Malasia, Brasil y Estados Unidos. Para la diversidad de frutas determinadas de esta investigación se estableció que las particularidades que mejor las representaron fueron los valores medios de los canales RGB y la longitud de los ejes mayor y menor cuando se usaba el

clasificador bayesiano, el proceso que permitió conseguir deducciones con una exactitud igual al 90% de las pruebas realizadas, hallando que no siempre al seleccionar un mayor aumento de variables para formar el vector descriptor accede para que al clasificar se entregue una respuesta más acertada, de manera que es importante tener en cuenta que entre las variables de estudio tiene que presentar un valor bajo de dependencia o correlación. La recopilación de la elaboración del proyecto dio como resultado la construcción de una báscula electrónica capaz de clasificar frutas, dispositivo que pretende aportar a la solución del problema de identificación y clasificación de productos agrícolas en los supermercados. (Holguin, 2014)

A nivel nacional.

Lima: Diseño de una Máquina Seleccionadora de Truchas.

El presente proyecto tuvo como objetivo diseñar una máquina seleccionadora de truchas que las clasifique de acuerdo al tamaño, con la finalidad de optimizar y mejorar la crianza de los peces en sus diferentes criaderos. Por lo que la máquina se diseñó para ser utilizada en lugares cercanos a los criaderos y se consideró que debe ser manejable para sus diferentes fines. Para conseguir el objetivo se ha utilizado el método de diseño recomendado por la VDI 2225 cuyo objetivo fue brindar un proceso estructurado para el diseño de la máquina. Obteniendo el resultado de la propuesta de diseño de una máquina seleccionadora de truchas, presentando los siguientes beneficios: Rapidez, capacidad y eficiencia en la selección de un mayor abastecimiento de peces. La máquina puede seleccionar 3 rangos diferentes de capacidades de selección (18,000; 7,200 y 3,600 peces/hora) de acuerdo al requerimiento en los diferentes criaderos, como se explica en el acápite 3.2 del capítulo 3. En cuanto al diseño de la máquina se consideró el uso de un solo motor reductor, el cual alimenta a un sistema mecánico que permite seleccionar los peces de manera rápida y eficiente, de tal modo que el pez no sufra daño. El sistema mecánico contempló la utilización de un solo motor reductor, un sistema de alimentación

compuesto por 4 poleas y 2 bandas transportadoras; éstas dos últimas forman una “V” como se explica en el capítulo 2. De esta manera, el diseño de la máquina alcanzó la elección de materiales comerciales con el propósito de una posterior fabricación. Cabe mencionar que el peso estándar promedio de la máquina es 240 kg, por lo que con el presente diseño se logró disminuir el peso a 200kg. De modo que el precio de la máquina es accesible al usuario y se estima en S/. 19,264.27. Teniendo en cuenta los beneficios de la máquina ya mencionados anteriormente, este proyecto optimiza la solución de la crianza de los peces trucha en sus diferentes criaderos, minimizando así los tiempos de selección, mejorando la cantidad de peces a seleccionar y consiguiendo un sistema muy eficaz a través de un proceso continuo de selección. (Cruz, 2013)

Tacna: Diseño de Máquina Clasificadora de Tunas Teniendo en Cuenta Como Parámetro su Peso Específico.

La presente tesis tuvo como finalidad diseñar una máquina clasificadora de tunas para su instalación en el distrito de Si tajara, siendo el mayor productor de tunas en la región de Tacna.

Para la determinación de la producción de tunas, se hizo una recopilación de datos históricos, obteniéndose las propiedades y composición química de la tuna, por lo que se diseñó la máquina clasificadora teniendo en cuenta el CODEX Stan 186 - 1993 para la fruta “Tuna”, la resolución Ministerial N° 461-2007/MINSA: Guía técnica para el análisis microbiológico de superficies en contacto con alimentos y bebidas.

En cuanto a los estándares se mencionan a los siguientes: Los estándares internacionales de materiales se usaron para el diseño de elementos de máquinas, y los estándares internacionales de fruta sirvieron para lo diseñado del clasificador de la tuna. (Castr, 2007)

A nivel local.

A nivel local no existen investigaciones relacionadas con máquinas clasificadoras de cebolla ya que la clasificación y selección se realiza de forma manual.

2.2 Estado del arte.

“Diseño y Construcción de una Máquina Clasificadora de Maíz Partido”

El Diseño y Construcción de una Máquina Clasificadora de Maíz Partido está basado en el requerimiento del sector agroindustrial dedicado a la producción avícola, que tiene como principal finalidad minimizar tiempos de clasificación de maíz partido.

El proceso de investigación para determinar la funcionalidad y las características de la máquina, se realizó basándonos en los principios de máquinas y herramientas similares construidas en Estados Unidos, México y en consultas permanentes a profesionales de la rama.

Como resultado de ésta investigación, se obtuvo que la máquina está estructurada de la siguiente manera: Bancada, sistema de transmisión de potencia y un sistema eléctrico con control semiautomático del motor, mallas, tolvas, para accionar el eje se seleccionó una transmisión por banda conectada a un motor bifásico de 220V y 2HP.

Teniendo en cuenta la necesidad de la selección de maíz partido de buena calidad demostrando en ensayos de granulometría consiguiendo como resultado el diámetro de 6 milímetros y 3 milímetros respectivamente, mediante el cual se logró satisfacer las necesidades del consumidor final, por lo que se seleccionaron y diseñaron los diferentes mecanismos de acuerdo a esta necesidad, logrando que en la misma máquina se pueda clasificar 1500 [kg/h] de maíz partido.

Esta máquina permite alcanzar un gran beneficio para la industria avícola. (Washington, 2013)

2.3 Bases terrazas científicas.

Características de la cebolla.

La cebolla es una planta aliácea de tamaño pequeño y bulbo compacto. Por lo que como producto comestible es utilizado como un sazónador a partir del aprovechamiento de su parte verde aérea o del bulbo. Si es para el consumo de la zona verde de la hortaliza se le denomina cebolla de rabo. En cuanto a la utilización del bulbo se realiza tanto en su forma fresca como en la modalidad procesada o deshidratada.

Por otro lado es una planta de climas templados y no húmedos, necesita terrenos no calcáreos, sueltos, sanos, profundos y ricos en materia orgánica.

Nombre Científico: *Allium cepa* L

Familia: Alliaceae

Procedencia: Cultivable

Distribución geográfica: Costa del Perú

Características.

Forma: globosa, esférica.

Tamaño: de un diámetro que oscila entre los 3-12cm, pesando entre 100 y 250 gramos cada una.

Color: rojo violáceo, rojo intenso, violáceo

Sabor: por lo general picante, según la variedad también hay las dulces.

Rendimiento promedio (kg/ha)

El rendimiento promedio nacional del cultivo de cebolla es aproximadamente de 38,885 kg/ha, con un crecimiento en la productividad de 5.8% con respecto al año 2011. Destacando en este crecimiento el departamento de Moquegua (19.9%), L. Metropolitana (6.8%), Arequipa (4.3%) y Piura (3.3%). El mejor rendimiento promedio lo tiene el departamento de Ica con 62,255 kg/ha, seguido de Arequipa 47,208 kg/ha, Moquegua con 37,268 kg/ha, Tacna 36,334 kg/ha y La Libertad con 33,135 kg/ha, los mismos que mantienen un nivel de productividad de nivel mundial.

Tabla N° 1: Rendimiento promedio nacional

Departamento	2011	2012	Var %
Ica	61,031	62,255	2.0%
Arequipa	45,283	47,208	4.3%
Tacna	35,528	36,344	2.3%
Lambayeque	30,611	29,182	-4.7%
La Libertad	34,559	33,135	-4.1%
Lima	29,637	27,265	-8.0%
Moquegua	31,072	37,268	19.9%
Piura	21,735	22,464	3.3%
L. Metropolitana	21,091	22,535	6.8%
Junín	19,369	19,400	0.2%
Ancash	19,385	18,808	-3.0%
Rendimiento Promedio	36,746	38,885	5.8%

Fuente: MINAG-OEEE

Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

El rendimiento promedio nacional está alrededor de los 38,885 kg/ha, los departamentos de Ica (62,255 kg/ha), Arequipa (47,208 kg/ha), mantienen una productividad por encima del promedio nacional. Los rendimientos de Moquegua, Tacna y La Libertad, son mayores a los 30,000 kg/ha, factor muy importante de analizar debido que estos promedios están dentro de los mejores rendimientos a nivel mundial.

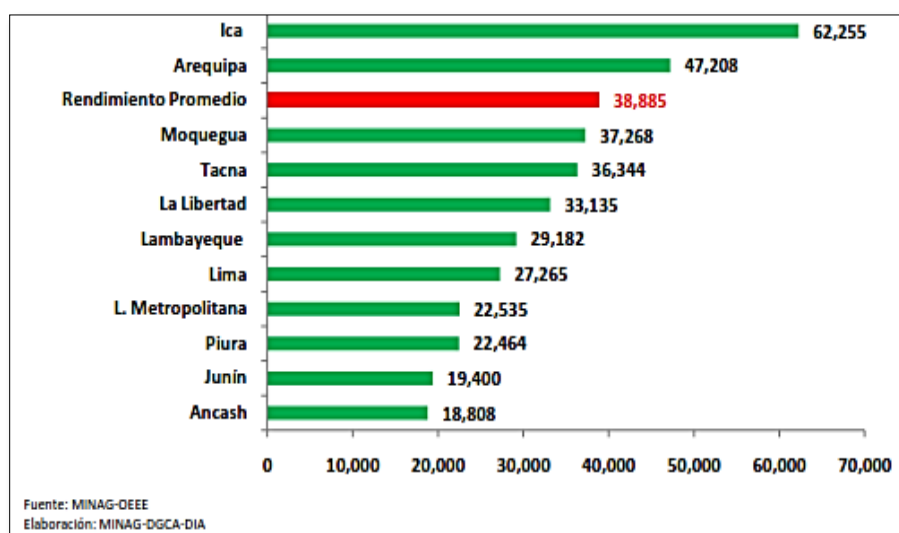


Ilustración 1 Rendimiento Promedio Nacional de cebolla

Fuente: MINAG-OEEE

Elaboración: MINAG-DGCA-DIA

Selección y clasificación.

Los bulbos deberán ser enteros de forma globular, fisiológicamente desarrollados, firmes, sanos, secos, limpios, con las raíces cortadas contra la base, con el tallo recortado a 1 pulgada del bulbo. El color debe ser amarillo, característico de la variedad.

Deben estar libres de putrefacción (pudriciones), suciedad, tierra, daños de insectos, enfermedades o cualquier otro material extraño. No se permiten bulbos dobles (chachos), con cuello grueso, húmedos o brotando.

En el caso de los bulbos con cuello grueso y húmedo se recomienda darles un poco más de secado para alcanzar secado total, y puedan ser aprovechados.

Los bulbos se clasifican por tamaños, de manera de alcanzar uniformidad en el empaque. Esta operación puede hacerse manual (aros y mesas para la clasificación) o mecanizada. De acuerdo a su diámetro se clasifican en cuatro tamaños, Jumbo, Grande, Mediana y Pequeña. (Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. EDA, 2007)

Jumbo: los mayores de 105 mm de diámetro.

Grande: los bulbos comprendidos entre 90 y 105 mm.

Mediana: los bulbos comprendidos entre 70 y 85mm.

Pequeña: los bulbos comprendidos entre 50 y 65mm.



Ilustración 2 Clasificación de la cebolla por tamaño

Fuente: EDA.

Métodos actuales de clasificación de cebolla.

Clasificación manual.

Esta clasificación se lleva a cabo con personal capacitado para tal fin, su destreza y habilidad permite clasificar la cebolla por tamaño, pero este trabajo puede resultar laborioso y muy agotador, por lo que se requiere gran cantidad de personal para esta tarea. Este trabajo consiste en regar la cebolla en filas y luego el personal pasa seleccionando las cebollas por tañamos.

Clasificación automática.

Actualmente existen maquinas clasificadoras de cebolla pero a nivel industrial, basándose ya sea en el tamaño o peso de la cebolla. La clasificación se lleva a cabo en intervalos que están comprendidos la cebolla pequeña, mediana y grande; este parámetro es determinado por su diámetro. Existen las clasificadoras por rodillos y la de mallas hexagonales.

Cálculo y selección de ejes.

Diámetro del eje por carga estática:

Usando la Teoría De La Energía De La Distorsión (DET) también conocido como el criterio de Von Mises se predice el diámetro más pequeño donde la falla empezará a ocurrir.

$$d = \left(\left(\frac{32 n_s}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + \frac{3}{4} T^2} \right) \right)^{1/3}$$

Ecuación 1 Cálculo de eje por carga estática

Cálculo del diámetro del eje para la falla por fatiga:

Para el cálculo del diámetro mínimo del eje se utiliza la ecuación del criterio de **ED – Goodman** del libro de Diseño en ingeniería Mecánica de Shigley

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} \left(\frac{2(K_f M_a)}{S_e} + \frac{[3(K_{fs} T_m)^2]^{\frac{1}{2}}}{S_{ut}} \right) \right\}^{\frac{1}{3}}$$

Ecuación 2 Cálculo de eje por carga dinámica.

Límite de resistencia a la fatiga.

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e K_f S'_e$$

Ecuación 3 Límite de resistencia a la fatiga

Esfuerzos en ejes

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \left[\left(\frac{32 k_f M_a}{\pi d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{16 k_{fs} T_a}{\pi d^3} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Ecuación 4 Esfuerzos para ejes.

Fuerza del engrane

$$F_e = \frac{T}{r}$$

Ecuación 5 Fuerza del engrane.

Donde:

$T = \text{torque (N)}$

$r = \text{radio (m)}$

Fuerza ejercida por la polea

$$F_{P1} = 1.5 \times \left[\frac{2 \times T}{D_p} \right]$$

Ecuación 6 Cálculo de fuerza ejercida por polea en el eje.

Donde

F_{P1} : Fuerza ejercida por la polea [N]

T : Torque en el tambor [$N \times m$]

D_p : Diámetro de polea del tambor [m]

CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA BANDA.

$$Q = Q_m \cdot V \cdot k \cdot Q_f$$

Ecuación 7 Capacidad de transporte de las bandas.

Donde:

$$Q = \text{Capacidad de transporte} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

$$Q_m = \text{Capacidad teórica de transporte} \left(\frac{m^3}{h} \right)$$

V = velocidad (m/s)

k = factor de reducción por inclinación de la banda

Q_f = factor de carga

Una banda o cinta transportadora es una estructura de goma o tejido en forma de correa cerrada en anillo, con una unión vulcanizada o con empalme metálico, utiliza para transportar materiales.

Las bandas transportadoras son los aparatos más utilizados para el transporte de objetos sólidos y material a granel a gran velocidad y cubriendo grandes dimensiones.

Componentes:

Bandas, tambores, rodillos de tensión y Motor.

La potencia requerida por las bandas transportadoras puede calcularse de la siguiente manera:

Rodillos.

Los rodillos son uno de los componentes principales de una cinta transportadora, y de su calidad depende el buen funcionamiento de la misma. Si el giro de los mismos no es bueno, además de aumentar la fricción y por tanto el consumo de energía también se produce desgastes de recubrimientos de la banda, con la consiguiente reducción de la vida de la misma.

La separación de rodillos se establece en función de la anchura de la banda y la densidad del material transportado.

El diámetro del rodillo se elige según sea el ancho de la cinta, su velocidad de movimiento, tipo de carga, y en particular de las dimensiones de los trozos.

Funciones principales.

Soportar la banda y el material a transportar por la misma en el ramal superior, y soportar la banda en el ramal inferior; los rodillos del ramal superior situados en la zona de carga, deben soportar además el impacto producido por la caída del material.

Contribuir al centrado de la banda, por razones diversas la banda está sometida a diversas fuerzas que tienden a descentrarla de su posición recta ideal, el centrado de la misma hace lograr en parte mediante la adecuada disposición de los rodillos, tanto portantes como de retorno

Normatividad

Norma: AISI 1045 (UNS G10450) Acero Grado Maquinaria.

Norma: UNE-EN 13861:2003. Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.

Norma: ISO 12100-2010, Seguridad de la maquinaria: Principios generales del diseño - Evaluación y reducción de riesgos.

Código Nacional de Electricidad, del Ministerio de Energía y minas

Norma: UNE-EN ISO 14121-1 sobre principios para la evaluación del riesgo.

Evaluación Económica (VAN Y TIR)

La evaluación económica mide el resultado económico de una inversión sin tener en cuenta un probable préstamo. La evaluación financiera permite determinar los beneficios del proyecto incluido el financiamiento.

El valor actual neto (VAN)

El valor actual neto es la suma algebraica de los flujos netos actualizados del proyecto, si es positivo, conviene ejecutar el proyecto.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{BN}{(1 + td)^t}$$

Ecuación 8 Valor actual neto

Dónde:

I_0 : Inversión

BN= Flujo de beneficios

t= 1, 2, 3,....., n (período de años)

n= Horizonte del proyecto

Td = Tasa de descuento.

Tasa interna de retorno (TIR)

Es aquella tasa de descuento que hace que el VAN = 0. Permite medir directamente la rentabilidad del proyecto. La TIR debe ser mayor que la tasa de descuento para aceptar el proyecto: (TIR > td).

$$TIR = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{BN}{(1+r)^t} = 0$$

Ecuación 9 Valor actual neto.

Donde

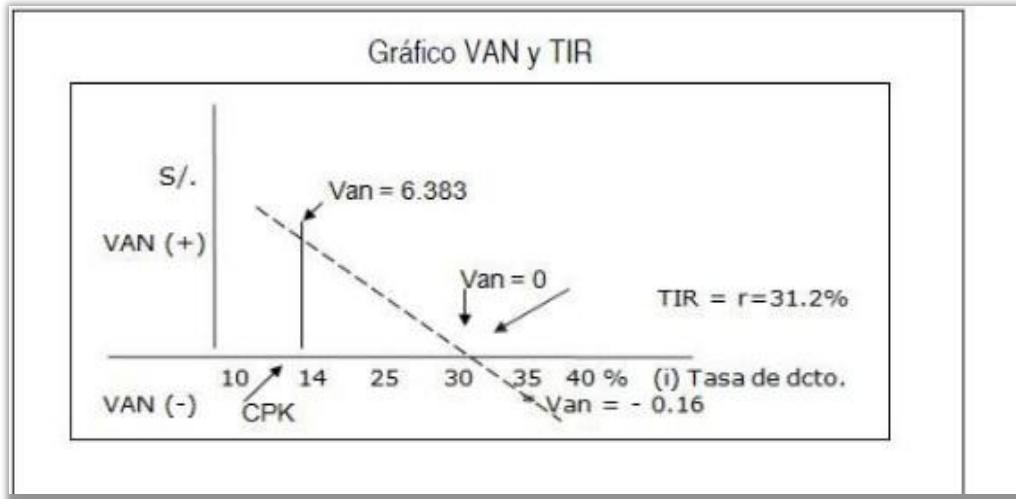
Si utilizamos la calculadora debemos llegar al TIR por tanteos, es decir, calcular un VAN (+) cercano a cero y otro (-) cercano a cero, donde se encuentra la TIR.

$$TIR = td1 + \frac{VAN1(td2 - td1)}{VAN1 + VAN2}$$

Ecuación 10 Tasa de interés de retorno.

Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

Ilustración 3 Evaluación de proyectos de inversión



Fuente: [www.mailxmail.com/curso-plannegocios-manual/planfinanciero - Evaluación- económica - financiera-van-tir.](http://www.mailxmail.com/curso-plannegocios-manual/planfinanciero-Evaluación-económica-financiera-van-tir)

Visión artificial.

La visión artificial consiste en la captación de imágenes en línea mediante cámaras CCD y su posterior tratamiento a través de técnicas de procesamiento avanzadas, permitiendo así poder intervenir sobre un proceso (modificación de variables del mismo) o producto (detección de unidades defectuosas), para el control de calidad y seguridad de toda la producción.

Un sistema de visión artificial:

Capta una imagen de un objeto real

La convierte en formato digital

La procesa mediante un ordenador

Obtiene unos resultados del proceso.

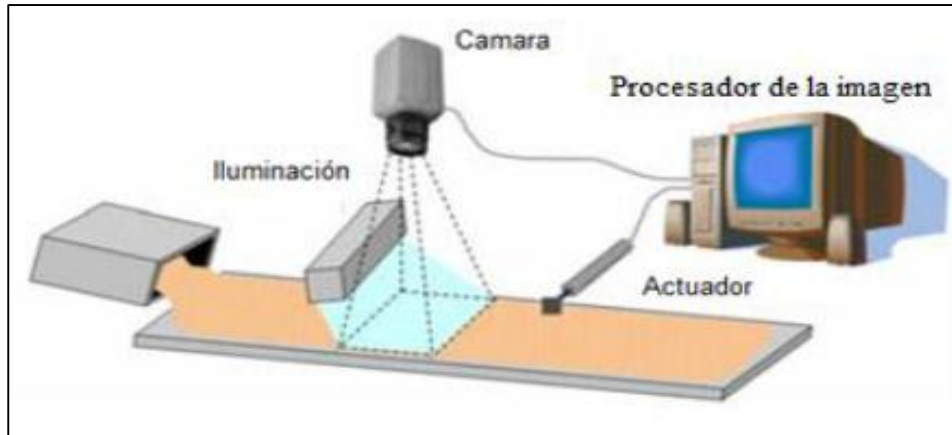
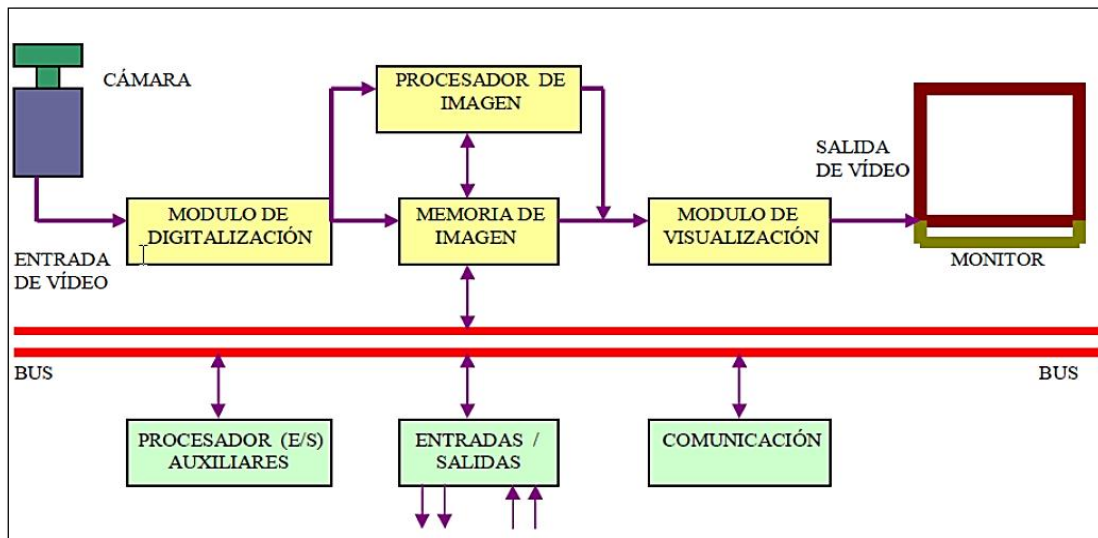


Ilustración 4 Esquema de un sistema de visión artificial

Fuente: Diseño de un sistema automático de inspección por visión artificial enfocado a la caracterización de arroz como indicador de calidad comercial.



SECUENCIA DEL PROCESO DE IMÁGENES.

Ilustración 5 Secuencia del procesamiento de imágenes

Fuente: Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales

Módulo de digitalización. Convierte la señal analógica proporcionada por la cámara a una señal digital (para su posterior procesamiento).

Memoria de imagen. Almacena la señal procedente del módulo de digitalización.

Módulo de visualización. Convierte la señal digital residente en memoria, en señal de vídeo analógica para poder ser visualizada en el monitor.

Procesador de imagen. Procesa e interpreta las imágenes captadas por la cámara.

Módulo de entradas/salidas. Gestiona la entrada de sincronismo de captación de imagen y las salidas de control que actúan sobre dispositivos externos en función del resultado de la inspección.

Características principales de un sistema de visión artificial.

- a. Analizan luz o color reflejado: Miden nivel de luz
- b. Detectan bordes y formas
- c. Analizan color
- d. Actúan sin contacto: No deforman el material
- e. Se puede analizar un objeto en movimiento
- f. Son automáticos: Alta velocidad de procesado
- g. Flexibles: basados en software
- h. Entorno informático

Aplicaciones de la visión artificial.

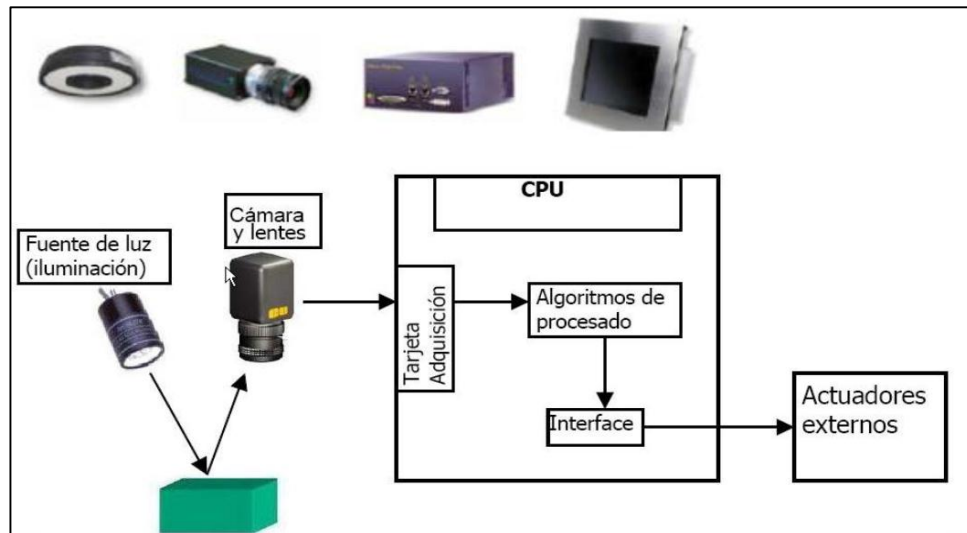
La visión se aplica en distintos sectores de la industria como, industria alimentaria, automoción, electrónica, farmacia, packaging.

Las aplicaciones de Visión Artificial se dividen en tres grandes categorías:

Control de procesos

Control de calidad

Aplicaciones no industriales (por ejemplo, control del tráfico)



Componentes de un sistema de visión artificial.

Ilustración 6 Componentes de un sistema de visión artificial.

Fuente: Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales.

Etapas en proceso de Visión artificial.

A. Adquisición de la imagen digital.

Para ello se necesitan sensores y la capacidad para digitalizar la señal producida por el sensor.

En este primer paso, se trata de conseguir que la imagen sea lo más adecuada posible para que se pueda continuar con las siguientes etapas. Una correcta adquisición de la imagen supone un paso muy importante para que el proceso de reconocimiento tenga éxito. Dentro de esta etapa existen múltiples factores que atañen directamente al proceso de captura de la imagen, pudiendo resumirlos en dos grupos:

El sistema hardware de visión artificial: cámara, óptica, tarjeta de adquisición de imagen, ordenador y software.

El entorno y posicionamiento de los elementos: la iluminación, el fondo, posición correcta de la cámara, ruido eléctrico-óptico externo, etc.

Un aspecto muy importante en este punto es obtener un perfecto calibrado de la posición de la cámara, para obtener una correcta imagen sin deformaciones. Es beneficioso utilizar un plantilla en la que se conozcan sus dimensiones mediante puntos de referencia.

Además, será necesario realizar un programa de calibrado que determine de la imagen en tiempo real, los centros de gravedad de los puntos, la dimensión de cada punto, las distancias de separación, la redondez de cada punto, el lado horizontal y vertical del cuadro.

B. Pre procesamiento de imagen.

Cuyo objetivo es mejorar la imagen de forma que el objetivo final tenga mayores posibilidades de éxito.

Generalmente el pre procesado pretende reparar en la imagen los desperfectos producidos o no eliminados por el hardware: deformación de ésta, ruido introducido, poco o mucho contraste o brillo, falta de ecualización apropiada, etc. Los algoritmos de pre procesado permiten modificar la imagen para eliminar ruido, transformarla geoméricamente, mejorar la intensidad o el contraste, etc.

Una parte importante en el pre procesado es la realización de un filtrado que nos ayude a eliminar el ruido existente. La mayoría de las implementaciones de filtros se realizan en dos dominios:

Domino espacial: hacen referencia a la manipulación directa de la luminancia de los pixeles.

Domino frecuencial: modifican indirectamente la luminancia de cada pixel utilizando como factores de ponderación los valores de los otros pixeles de la imagen o del entorno del punto y las relaciones numéricas entre ellos. Estos filtros utilizan la Transformada Discreta de Fourier (DFT) y la transformada Discreta de Fourier Inversa (IDFT) para determinar las frecuencias que en las

que se encuentra el ruido y utilizan filtros tipo FIR (con respuesta finita) e IIR (respuesta infinita).

C. Segmentación.

Siendo su objetivo es dividir la imagen en las partes que la constituyen o los objetos que la forman.

Una imagen digital es una matriz de números que representan valores de iluminación en puntos regularmente espaciados de la imagen de una escena. Los elementos de más bajo nivel de tal imagen se llaman Píxeles (contracción de "Picture Element"), y sus valores se denominan niveles de grises (el color casi no ha sido utilizado aún en los sistemas de visión robóticos). La efectividad de una técnica de Segmentación depende de las propiedades de la clase de imágenes a que se aplique.

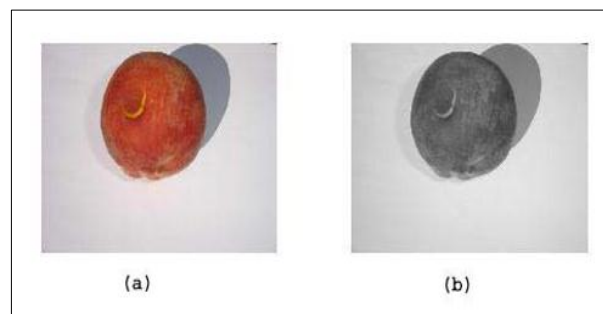


Imagen digital melocotones

Ilustración 7 Imagen natural de la fruta

Fuente: Selector de fruta y simulación de una aplicación real.

D. Establecimiento de umbrales.

Si el brillo de un objeto difiere significativamente del de su entorno, origina en la imagen un conjunto de pixels con Niveles de Gris muy diferentes de los Niveles de los pixels circundantes. (A menudo pueden producirse grandes diferencias de brillo entre un objeto y su entorno controlando el ángulo en que incide la luz). Los subconjuntos de imagen con esa característica pueden

extraerse de la imagen estableciendo un UMBRAL para los Niveles de Gris, o sea clasificando cada pixel como "claro" u "oscuro" dependiendo de si su Nivel de Gris es inferior o superior al umbral.

E. Reconocimiento. Es el proceso que asigna una etiqueta a un objeto basada en la información que proporcionan los descriptores (clasificación).

F. Interpretación. Lleva a asignar significado al conjunto de objetos reconocidos

A. Cámaras lineales.

Se basan en un sensor CCD lineal. Construyen la imagen línea a línea realizando un barrido del objeto junto con un desplazamiento longitudinal del mismo.

Las cámaras lineales utilizan sensores que tienen entre los 512 y 8192 pixeles, con una longitud lo más corta posible y gran calidad de imagen. El hecho de construir imágenes de alta calidad a partir de líneas individuales, requiere de una alta precisión. La alineación y el sincronismo del sistema son críticos si se quiere obtener una imagen precisa del objeto a analiza.

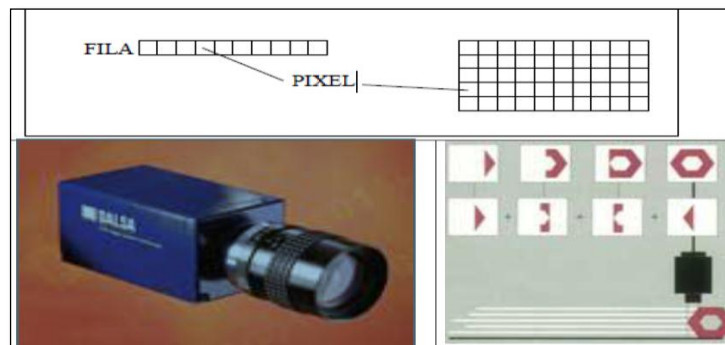


Ilustración 8 Cámara lineales.

Fuente: Aplicación práctica de la visión artificial en el control de procesos industriales.

Su utilización está muy extendida para la inspección de objetos de longitud indeterminada. Tipo telas, papel, vidrio, planchas de metal, etc.

Características técnicas:

Número de elementos del sensor. A mayor número de elementos (píxeles) mayor tamaño de la óptica.

Velocidad. Número de píxeles capaces de ser leídos por unidad de tiempo. En las cámaras lineales es un valor mucho más alto que en las matriciales. En las cámaras de última generación se alcanzan velocidades superiores a los 200 MHz

Cámaras lineales a color. Tienen tres sensores lineales, uno para cada color (rojo verde y azul). Pueden ser de dos tipos:

Trisensor. Los sensores CCd están posicionados unos junto a otros separados por un pequeño espacio. Tienen una buena sensibilidad pero solo pueden utilizarse en aplicaciones con superficies planas.

2.4 Definición de términos básicos.

Automatización. Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.

Cebolla. Bulbo de esta planta, comestible, de color blanco o rojizo, formado por capas esféricas.

Diseño. Es una proyección, Proceso previo de configuración mental, "pre-figuración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo.

Ejes. Componente principal de una máquina donde se montan los demás mecanismos.

Máquina. Objeto fabricado y compuesto por un conjunto de piezas ajustadas entre sí que se usa para facilitar o realizar un trabajo determinado, generalmente transformando una forma de energía en movimiento o trabajo.

Motor eléctrico. Máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

Sensor. Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Visión artificial. También llamada visión por computador es una disciplina científica que incluye métodos para adquirir, procesar, analizar y comprender las imágenes del mundo real con el fin de producir información numérica o simbólica para que puedan ser tratados por un computador. La adquisición de los datos se consigue por varios medios como secuencias de imágenes, vistas desde varias cámaras de video o datos multidimensionales desde un escáner médico.

Sistema RGB. El modelo de color llamado RGB es el que se utiliza en todos los sistemas que forman imágenes a través de rayos luminosos, ya sea emitiéndolos o recibiendo.

El modelo RGB está formado por los tres componentes de colores primarios aditivos y como mínimo un componente de sincronismo. Los componentes de color son las señales rojas, verdes y azules; siendo transmitidos cada uno independiente y aislado del resto.

Imagen digital. Es la representación bidimensional de una imagen empleando bits, unidad mínima de información compuesta por dígitos binarios (1 y 0), que se emplea a instancias de la informática y cualquier dispositivo de tipo digital.

Cámara óptica. O también cámara fotográfica está formado, en general, por dos lentes, una convergente (ocular) y otra divergente, o por un penta prisma o penta espejo y una lente convergente (ocular), que permiten al fotógrafo ver la imagen y disparar.

Sistema de iluminación. Los sistemas de control de iluminación se utilizan ampliamente en la iluminación interior y exterior de los espacios comerciales, industriales y residenciales. Los sistemas de control de iluminación sirven para proporcionar la cantidad correcta de luz dónde y cuándo sea necesario.

Comunicación Inalámbrica

Las redes inalámbricas no es más que un conjunto de computadoras, o de cualquier dispositivo informático comunicados entre sí mediante soluciones que no requieran el uso de cables de interconexión. La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que la comunicación (emisor/receptor) no se encuentra unida por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal, entre los cuales encontramos: antenas, computadoras portátiles, PDA, teléfonos móviles, etc.

III

MARCO

METODÓLOGICO

CAPITULO III: MARCO METODÓLOGICO

3.1 Tipo y diseño de investigación.

Tipo de investigación.

El proyecto de investigación es de tipo Aplicada, ya que aplicando los conocimientos básicos de ingeniería como: diseño mecánico, electricidad y automatización; se diseñara una máquina que optimice el proceso de clasificación de cebolla.

Diseño de investigación.

Se representa mediante el siguiente gráfico.

Diseño de investigación.

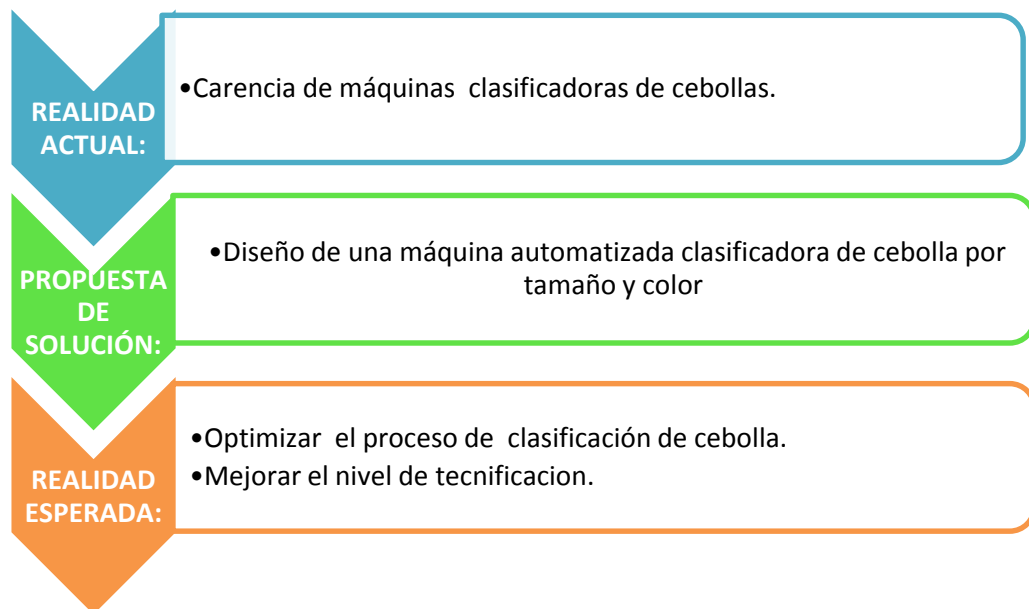


Ilustración 9 Diseño de investigación

Fuente: propia.

3.2 Población y muestra.

Población. Esta dada por el rendimiento promedio en kg/ha de las hectáreas cosechadas de cebolla en la localidad de Motupillo, región Lambayeque.

Muestra.

Es la cantidad de cebolla que se pretende seleccionar para evaluar sus características.

Para determinar la muestra empleamos la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * N * \sigma^2}{(X - \mu)^2 * (N - 1)^2 + Z^2 * \sigma^2}$$

Ecuación 11 Tamaño de muestra

Dónde:

n: tamaño de muestra.

Z: nivel de confianza.

Δ^2 : Error máximo permitido.

σ : Desviación estándar.

N: tamaño de población.

$(X - \mu)^2$ Se puede reemplazar en la formula por Δ^2 y constituye el error máximo permitido. Además el nivel de confianza está dado por:

Nivel de confianza	Valor de "Z"
90%	1.65
95%	1.96
99%	2.58

Tabla 1 Nivel de confianza

Fuente: Elaboración Propia.

Hallando la muestra:

N: 29182 kg/ha según el MINAG-OEEE (2013).

Z: consideramos 95%.

σ : Cuando no se tiene su valor, se utiliza un valor constante de 0.5

Δ^2 : El margen de error esta entre 1% y 5%, para nuestro caso tomamos 5%.

$$n = \frac{(1.96)^2 * 29182 * (0.5)^2}{(29182 - 1) * (0.05)^2 + (0.5)^2 * (1.96)^2}$$

$$n = 379.18 \text{ kg}$$

Entonces tomamos una muestra de 380 kg de cebolla.

3.3 Hipótesis.

El diseño de una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño y color mejorara el proceso de clasificación de cebolla.

3.4 Variables.

Variable dependiente.

Diseño de una máquina automatizada clasificadora de cebolla.

Variable independiente.

Cebolla.

3.5 Operacionalización.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES							
Variable	Dimension	Indicador	Subindicador	indice	Tecnicas de recolecion de datos	Instrumentos de recoleccion de datos	Instrumentos de medicion
Independiente cebolla	Tamaño	Pequeña mediana grande	Determinar Ø cebolla	mm	Análisis de documentos, observación	Guía de análisis de documentos, guías de observación	Balanza, pie de rey, metro
	Color	Rojo violáceo, verdes, amarillentas	Determinar el color color y defectos de la cebolla				
	Flujo másico	Cantidad de cebolla a clasificar	Toneladas por hora	tn/hr			
Dependiente Diseño de Máquina clasificadora	Sistema Electromecánico	Eléctrico	Seleccionar correctamente dispositivos eléctricos	P,V,I	Análisis de documentos	Guía de análisis de documentos	Voltímetro amperímetro
		Sistema de transmisión	Seleccionar correctamente el sistema de transmisión que poseera la máquina				
	Potencia de motores	Dimensionar la potencia de los motores	HP				
	clasificar	Por tamaño	Seleccionar el sistema de clasificación por mallas hexagonales				
		Por color	Procesar correctamente las imágenes				

Tabla 2 Operacionalización de variables dependiente e independiente

Fuente: Elaboración Propia.

3.6 Abordaje metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1 Técnicas de recolección de datos.

Método aplicativo

El método será aplicativo ya que se emplean tanto conocimientos básicos de ingeniería como programas software para el diseño.

Observación.

Se define como una percepción intencionada e ilustrada de un hecho o un conjunto de ellos; intencionada porque se hace con un objetivo; ilustrada porque va guiada de algún cuerpo de conocimiento. El objeto de la observación es un hecho de la realidad. Es directa, es decir, en nuestro caso no se observan enfermedades de la cebolla sino características como tamaño y color. Ver anexo N° 1

Análisis de documentos.

Son documentos que constituyen las fuentes principales de información de datos, que nos sirve como guía durante todo el desarrollo del proyecto de investigación. Entre los principales tipos de documentos de utilidad en la investigación científica están:

- A. Documentos escritos:
 - a. Publicaciones científicas: libros y revistas.
 - b. Informes de investigación y tesis.
 - c. Publicaciones periódicas: revistas y periódicos.
 - d. Boletines especializados.
 - e. Normas técnicas y ambientales.
- B. Archivos de datos de computadora (cintas magnéticas, discos duros)
- C. Documentos visuales: películas videos cuadros, etc.

3.6.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Técnicas.

La guía de observación consta de veinte ítems donde se midió el diámetro de la cebolla en forma unitaria la cual es pequeña, mediana y grande ,la pequeña es menor a 40mm de diámetro, la mediana esta entre 41 y 80 mm y la grande mayor a 81 mm de diámetro.

En esta guía e fueron anotando todos los datos de forma individual en los tres parámetros hasta completar la muestra establecida de 380 kg .Esta guía se desarrolló en la localidad de Motupillo donde se llevó a cabo toda la investigación.

Guía de análisis de documentos.

La guía de observación consistió en la revisión de libros, revistas, tesis, artículos científicos, normas técnicas y ambientales, manuales, catálogos y otra información relevante; los cuales cuentan con registros bibliográficos, para determinar las características de la cebolla siendo color, defecto y forma: verde, amarilla rojo volaceo, rojo cobrizo y de una forma globosa, achatada estos parámetros se obtuvieron por aproximación teniendo en cuenta la información antes mencionada ya que con ello se obtuvo información necesaria referente a diseño mecánico, automatización y visión artificial la cual permitió optimizar el diseño de la máquina automatizada clasificadora de cebolla.

3.7 Procedimiento para la recolección de datos.

Diagrama de flujo.



Ilustración 10 Diagrama de flujo.

Fuente: Elaboración Propia

Descripción del proceso.

A. Determinación de los parámetros de la cebolla.

En este proceso se realizó la recolección de información haciendo uso de las técnicas de observación con sus respectivos instrumentos de recolección.

B. Determinación de la demanda requerida.

Se realizó la recolección de información haciendo uso de las técnicas de análisis de documentos, observación con sus respectivos instrumentos de recolección para llegar a determinar cuál será la demanda requerida por cada poblador de acuerdo a las necesidades que presenten y pueda esta ser solucionada con el uso del diseño de la máquina clasificadora de cebolla.

C. Selección de la mejor alternativa.

Mediante una matriz morfológica se calificó varias soluciones en la cual se eligió la solución más conveniente para el diseño.

D. Diseño de máquina (planos y modelamiento 3D)

Conociendo todos el parámetro necesario para el diseño de máquina se estableció el diseño mediante el software de uso libre Soliworks 2014 y se obtuvieron todos los planos detalladamente. En este proceso se realizó la recolección de información haciendo uso de las técnicas de análisis de documentos y observación con sus respectivos instrumentos de recolección.

E. Evaluación económica.

Mediante la evaluación del VAN, TIR y PRI se determinó la factibilidad del proyecto. En este proceso se realizó la recolección de información haciendo uso de las técnicas de: análisis de documentos con sus respectivos instrumentos de recolección de datos.

3.8 Plan de análisis estadístico de datos.

Enfoque cualitativo.

Mediante este enfoque analizamos las guías de análisis de documentos referente a diseño de máquinas de los cuales determinamos los parámetros necesarios y lo aplicamos a nuestro diseño de máquina.

Enfoque cuantitativo.

Mediante este enfoque analizaremos los datos obtenidos en las guías de observación realizadas, las cuales fueron procesadas mediante el software Microsoft office Excel.

3.9 Criterios éticos.

Los criterios éticos a cumplidos en nuestra investigación fueron: responsabilidad, respeto, honestidad y solidaridad, teniendo en cuenta y respetando el código ético de nuestra profesión como ingenieros que según estipula el código de ética del CIP, el cual a continuación se cita:

Código de ética del CIP (Colegio de Ingenieros del Perú) Aprobado en la III Sesión Ordinaria del Congreso Nacional de Consejos Departamentales del Periodo 1998 – 1999 en la ciudad de Tacna 22, 23 y 24 de Abril de 1999.

Título I, de la relación con la sociedad

Art.4. Los ingenieros reconocerán que la seguridad de la vida, la salud, los bienes y el bienestar de la población y del público en general, así como el desarrollo tecnológico del país dependen de los juicios, decisiones incorporadas por ellos o por su consejo, en dispositivos, edificaciones, estructura, maquinas, productos y proceso. Por ninguna razón pondrán sus conocimientos al servicio de todo aquello que afecta la paz y la salud.

3.10 Criterios de rigor científico.

Validez

La estimación valorativa de los datos, obtenidos a partir de la información recogida en la guía de observación y guía de documentos son de vital importancia para el diseño de la máquina clasificadora de cebolla.

Confiabilidad.

El diseño de la máquina clasificadora se apoya en la experiencia en investigación científica de los asesores metodológico y especialista, en la experiencia de especialistas en diseño de máquinas, además en se tuvo en cuenta conocimientos descubiertos por la investigación básica o teórica.

Replicabilidad.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación podrán servir como guía para nuevos proyectos en la misma línea de investigación o similares.

IV

PROPUESTA

INVESTIGACIÓN

CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1 Parámetros para la clasificación de la cebolla por tamaño.

Forma. La forma que presentan las cebollas son:

Globosos: El bulbo presenta formas globulares, ovalados, sub cónicos o piriforme.

Achatados: El bulbo presenta formas aplanadas.

Características de las cebollas



Ilustración 11 Formas de la cebolla. 1. Cebolla globosa y 2. Achatada

Fuente: Elaboración Propia.

Color

Amarillo-verdoso, Blancas, Rojo violáceo, Rojo cobrizo.

Tamaño Diámetro Transversal (mm). Para nuestro diseño se consideró tres tamaños como se muestra a continuación:

Pequeño: El diámetro de la cebolla es menor 40mm.

Mediano: Cuando su diámetro está comprendido entre 41mm y 80mm.

Grande: cuando el diámetro de la cebolla es mayor de 80 mm.

Para las mediciones se utilizó un vernier calibrado en milímetros.

Condiciones mínimas del producto de la cebolla comercial.

Sanas: El bulbo no debe presentar danos por enfermedades o danos ocasionados a la cosecha.

Secas: Libres de exceso de humedad en su superficie.

Limpias: Libre de tierra y otros presentes en su superficie.

Firmes: Deben presentar rigidez normal del bulbo.

Bien Formada: Deben presentar la característica del cultivar cosechado.

Maduras: Cuando el bulbo ha alcanzado el máximo desarrollo y la piel (catafilas) posee el color del cultivar.

Enfermedades del cultivo de cebolla.

Por aproximación en base a fotografías podemos acercarnos y clasificarlos en:

Podredumbre basal. (*Fusarium oxysporum*) Se presenta en las primeras etapas de almacenamiento del producto, observándose una decoloración castaña en el bulbo y pudrición parda de las catafilas carnosas. Asimismo pueden presentar abundante micelio blanco.

Podredumbre bacteriana. (*Erwinia* spp., *Burkholderia cepacia* y *B.gладиolipv. alliicola*) Es la principal causa de pérdidas de bulbos en pos cosecha. Presentando el bulbo ablandamiento en el cuello y al apretarlo la salida de líquido, pudiendo afectarlo parte o la total, convirtiéndolo en una masa acuosa con un olor muy desagradable.

Podredumbre negra (*Aspergillus niger*) Es muy común, observándose en el bulbo masas de esporas pulverulentas de color gris en la catáfila externa o entre ésta.

4.2 Lista de exigencias.

LISTA DE EXIGENCIAS			Fecha
PROYECTO: Diseño de una máquina automatizada clasificadora de cebolla por tamaño			
N°	Deseo o exigencia	DESCRIPCIÓN	Elaborado
1	E	Función principal. Seleccionar la cebolla a través de un sistema automatizado. La clasificación se hará de manera continua. Clasificar la cebolla por tamaño: Pequeña < de 40mm diam, mediana >40mm y <80mm diam; grande >80mm diam Clasificar la cebolla por color y defecto. Color: rojo violáceo, rojo cobrizo (cebolla sana); color: verdoso, amarillento, crecidas, dobles, quemadas (cebolla defectuosa) La máquina debe de clasificar como mínimo 8 tnT/h	W.F. S
2	E	Materia prima. La clasificación será únicamente de cebolla, a la salida de la cadena de procesos la cebolla no sufrirá cambios físicos ni químicos.	W.F. S
3	E	Fabricación. La fabricación y ensamble de la máquina debe de ser fácil. Los componentes utilizados estarán disponibles en los mercados locales.	W.F. S

4	E	Seguridad. Los elementos de transmisión de potencia y circuitos eléctricos de la máquina estarán completamente aislados, sin contacto con las personas.	W.F. S
5	D	Señales. Se contara con lámparas de señalización que indiquen el estado de la máquina, apagado o encendido; además de botones de paro y marcha de fácil comprensión del operador.	W.F. S
6		Montaje. El montaje y desmontaje será de manera rápida, sencilla y de fácil comprensión para el operador.	W.F. S
7	E	Manteniendo. El tiempo de mantenimiento estará dado de acuerdo a las condiciones de operación lo cual determinara el desgaste de las piezas involucradas.	W.F. S
8	D	Costo. El costo deberá al alcance de usuarios	W.F. S

Tabla 3 lista de exigencias

Fuente: Elaboración Propia.

4.3 Secuencia de operaciones.

Las funciones que realiza la máquina automatizada clasificadora de cebollas por tamaño y color pueden representarse en forma de una caja negra, teniendo en cuentas las magnitudes de entrada y salida.

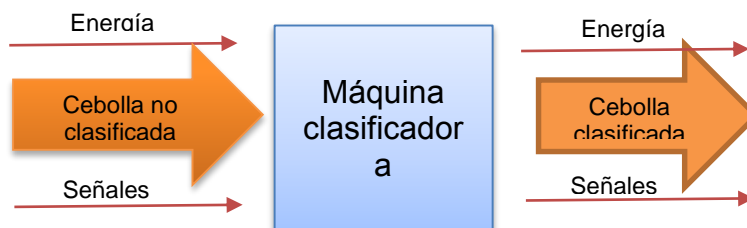


Ilustración 12 Caja negra

Se define la entrada y salida de: materia, energía y señales.

Ingreso.

Señal: inicia el funcionamiento de la máquina.

Energía: energía mecánica suministrada hacia los diferentes mecanismos de transmisión.

Materia: cebolla a granel procedente de los campos.

Salida:

Señal: indicador de un buen funcionamiento.

Energía: vibraciones, calor, sonidos.

Materia: cebolla clasificada por tamaño y color.

Descripción de funciones.

Alimentar: Consiste en introducir la cebolla a la tolva de carga de forma manual.

Transmitir fuerza: consiste en transmitir la fuerza desde el motor principal hacia los diferentes sistemas de transmisión.

Clasificar por tamaño: Se clasifica la cebolla en tres tamaños: pequeña: menor de 40mmØ; mediana >40mmØ y <80mmØ; grande >80mmØ.

Clasificar por color y defecto: Color: rojo violáceo, rojo cobrizo (cebolla sana); color: verdoso, amarillento, crecidas, dobles, quemadas (cebolla mala).

Almacenar: La cebolla se almacenara en mallas acondicionadas para este fin.

4.4 Matriz morfológica.



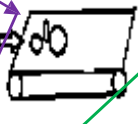
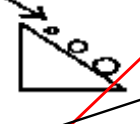





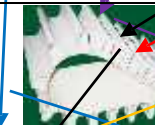

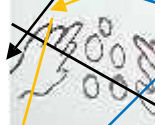


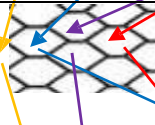
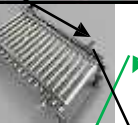
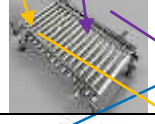

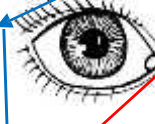

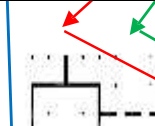



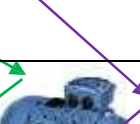




1	Preparar					
2	Alimentar					
3	Transportar					
4	Elevar					
5	Limpiar					
6	clasificar					
7	Alinear					
8	Reconocer					
9	accionar					
10	generar					
11	Tran smitir					

Tabla 4 Matriz morfológica Fuente: Investigación propia







Concepto solución	Tipo de línea
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Tabla 5 Líneas del concepto solución

Fuente: Elaboración Propia.

4.5 Concepto de solución.

Para obtener el concepto solución, se realiza esquemas de cada uno de ellos y se procede hacer la evaluación tomando valores del 1 al 4, donde:

0: no aceptable 2: suficiente
1: poco aceptable 3: satisfactorio 4: muy satisfactorio.

Diseño mecánico: Evaluación de proyectos Valor técnico Xi												
Proyecto: Diseño de una máquina automatizada de cebolla por tamaño y color												
Criterios de evaluación para diseño en fase de conceptos solución												
Variantes de proyectos		solución 1 S4		solución2 S3		solución 3 S5		solución 4 S1		solución ideal		
N°	Criterios de evaluación	g	p	gp	p	gp	p	gp	g	gp	g	gp
1	Diseño	7	6	42	6	42	6	42	6	42	6	42
2	Función	6	5	30	5	30	7	42	5	30	6	36
3	Forma	6	6	36	5	30	6	36	7	42	7	42
4	Seguridad	7	6	42	5	35	8	56	5	35	8	56
5	Fabricación	6	5	30	5	30	5	30	5	30	5	30
6	Montaje	6	6	36	6	36	6	36	6	36	8	48
7	Transporte	8	7	56	5	40	8	64	6	48	7	56
8	Uso	7	6	42	6	42	5	35	6	42	7	49
9	Ergonomía	5	5	25	5	25	8	40	6	30	6	30
10	Mantenimiento	6	8	48	6	36	6	36	6	36	8	48
Puntaje máximo		-	-	387	-	346	-	417	-	371	-	437
Valor Xi		-	-	0.886	-	0.792	-	0.954	-	0.849	-	1.00
Orden		-	-	2	-	4	-	1	-	3	-	-

Tabla 6 Evaluación técnica.

Fuente: Investigación Propia

Diseño mecánico: Evaluación de proyectos Valor técnico Yi														
Proyecto: Diseño de una máquina automatizada de cebolla por tamaño y color														
Criterios de evaluación para diseño en fase de conceptos solución														
Variantes de concepto/ proyectos			solución 1 S4			solución2 S3			solución 3 S5		solución 4 S1		solución ideal	
N°	Criterios de evaluación		g	p	gp	p	gp	p	gp	g	gp	g	gp	
1	Diseño		5	6	30	6	30	5	25	5	25	7	35	
2	Función		5	5	25	5	25	6	30	5	25	5	25	
3	Forma		6	5	30	6	36	6	36	5	30	5	30	
4	Seguridad		5	6	30	7	35	5	25	5	25	6	30	
5	Fabricación		6	6	36	6	36	6	36	6	36	7	42	
6	Montaje		5	5	25	5	25	5	25	5	25	5	25	
7	Transporte		6	5	30	5	30	6	36	6	36	6	36	
8	Uso		6	6	36	6	36	5	30	6	36	7	42	
9	Ergonomía		5	5	25	7	35	7	35	5	25	6	30	
10	Mantenimiento		5	5	25	7	35	6	30	5	25	6	30	
Puntaje máximo			-	-	292	-	323	-	308	-	288	-	325	
Valor Xi			-	-	0.898	-	0.994	-	0.948	-	0.886	-	1.00	
Orden			-	-	3	-	1	-	2	-	4	-	-	

Tabla 7 Evaluación Económica

Fuente: Investigación Propia

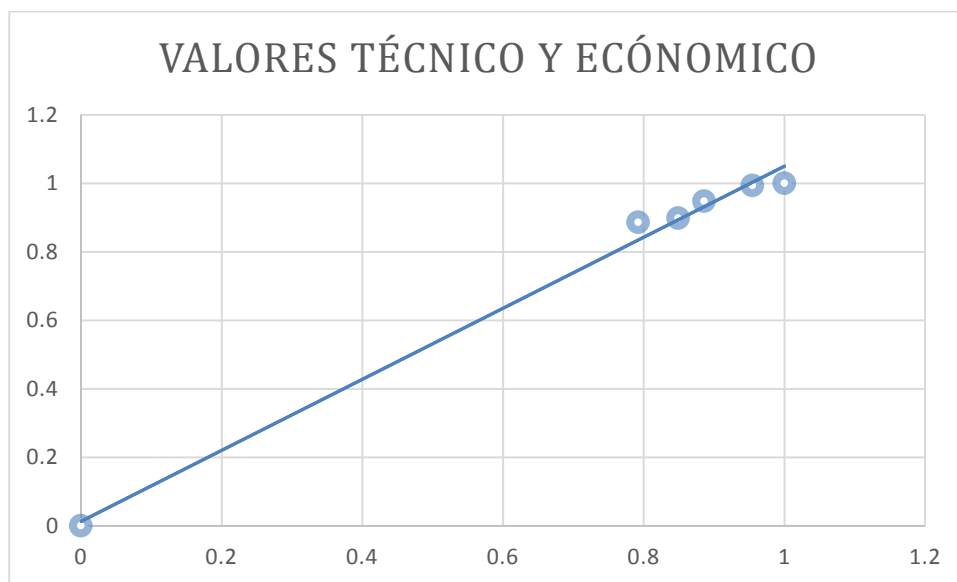


Ilustración 13 Valor Técnico Económico.

Fuente: Investigación propia.

En la tabla se muestra los resultados de la evaluación del concepto solución considerando solo cuatro de debido a su mayor aproximación hacia los requerimientos de la máquina. Como se puede observar se tuvo en cuenta 12 criterios previos evaluados de manera individual.

4.6 Descripción de propuestas.

Concepto solución 1. Este modelo está compuesto por una banda transportadora donde es depositada la cebolla por el operario, un sistema de rodillos que elevan la cebolla hacia los cepillos y a su vez lo transportan después que salen de estos, un sistema de cepillos de cerda que extraen los restos innecesarios, mallas calibradas las cuales clasifican la cebolla por tamaño, bandas acanaladas que alinean la cebolla individualmente y lo transportan hacia el módulo de reconocimiento de imagen, que opera a partir de la captura de imagen de la cebolla, un sistema de actuadores activados mediante impulsos neumáticos o hidráulicos controlados por medio de un computador. Todos los componentes son accionados por motores eléctricos y la transmisión se realiza mediante fajas tipo V.

Concepto solución 3. Este modelo está compuesto por un canal con una pendiente de 45° por donde es alimentado la cebolla, un sistema de rodillos encargados de transportar la cebolla, un elevador de cangilones, un sistema de cepillos, un sistema de rodillos calibrados quienes clasifican la cebolla por tamaño, bandas acanaladas las cuales ordenan y transportan la cebolla de manera individual hacia el panel de captura de imágenes, el accionamiento de los actuadores es mediante impulso electromecánico. Los mecanismos son accionados por motores eléctricos y la transmisión se realiza mediante cadenas dentadas.

Concepto solución 4. Este modelo está formado por una tolva donde es depositada la cebolla de forma manual, una banda que transporta la cebolla hacia los elevadores, un sistema de rodillos elevadores quienes conducen la cebolla hacia los cepillos, un sistema de cepillos de cerda que extraen los restos innecesarios, mallas calibradas que clasifican la cebolla por tamaño, bandas acanaladas que alinean y transportan la cebolla hacia el

módulo de captura de imagen; un módulo de captura de imagen, que opera a partir de la captura de imagen de la cebolla, un sistema de actuadores activados mediante impulsos electromagnéticos controlados por medio de un computador. Todos los componentes son accionados por motores eléctricos y la transmisión se realiza mediante fajas tipo V.

Concepto solución 5. Este modelo está formado por rodillos donde la cebolla es depositada de forma manual, una banda que transporta la cebolla hacia los elevadores, un sistema de rodillos elevadores quienes conducen la cebolla hacia los cepillos, un sistema de cepillos de goma que extraen los restos innecesarios, rodillos calibrados que clasifican la cebolla por tamaño, bandas acanaladas que ordenan, alinean y transportan la cebolla hacia el módulo de captura de imagen; un módulo de captura de imagen, que opera a partir de la captura de imagen de la cebolla, un sistema de actuadores activados mediante impulsos neumáticos o hidráulicos controlados por medio de un computador. Todos los componentes son accionados por un motor Diésel acoplado a un motor reductor el cual transmite la potencia a los demás sistemas de transmisión mediante engranajes.

4.7 Proyecto definitivo.

Según la evaluación técnica económica de conceptos de solución se determinó como la mejor alternativa el concepto solución N° 4, siendo este el proyecto definitivo. El concepto definitivo cumple con los requerimientos de la lista de exigencias y se detalla a continuación:

La alimentación de la cebolla será de manual a través de la tolva de carga, la banda transportadora N° 1 conducirá la cebolla hacia el sistema de rodillos a su vez estos extraerán los restos innecesarios de la cebolla como cata filias para que estas puedan ser clasificadas por tamaños y a la vez por color. Al pasar las cebollas por la malla calibradora N°1, las que tengan diámetros menores 40 mm (cebollas pequeñas) caerán hacia la banda transportadora N° 4 concluyendo aquí su proceso.

Las cebollas medianas y grandes seguirán su recorrido a través de la malla calibradora N°2; las cebollas medianas al pasar por esta malla caen hacia la banda transportadora N° 3 y las grandes caen hacia la banda transportadora N° 2. Las cebollas medianas y grandes son conducidas hacia los alineadores mediante la banda transportadora N°5, al ser alineada la cebolla es transportada hacia el módulo de captura de imagen por medio de bandas acanaladas; en el módulo se captura la imagen mediante una cámara de alta velocidad y lo envía hacia un computador por medio de señal inalámbrica, el computador procesa la imagen con parámetros establecidos previamente y envía una señal hacia los actuadores los cuales son activados mediante impulsos eléctricos, estos se activan en caso de detectar una cebolla defectuosa dejando a esta caer hacia el contenedor N°1.

Todas las cebollas que no presenten defectos caerán hacia los contenedores N° 2 y 3 respectivamente finalizando así la cadena de clasificación de la cebolla.

El sistema de transmisión de potencia será mediante motores eléctricos dispuestos en los siguientes puntos de transferencia:

Motor N° 1, T1: De 1 a 2

Motor N°2, T2: De 3 a 4

Motor N° 3, T3: De 5

V

**ANÁLISIS E
INTERPRETACIÓN DE
DATOS**

CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.

5.1 Cálculos estadísticos.

Para determinar la muestra empleamos la siguiente formula:

$$n = \frac{Z^2 * N * \sigma^2}{(X - \mu)^2 * (N - 1)^2 + Z^2 * \sigma^2}$$

Dónde:

n: tamaño de muestra.

Z: nivel de confianza.

Δ^2 : Error máximo permitido.

σ : Desviación estándar.

N: tamaño de población.

$(X - \mu)^2$ Se puede reemplazar en la formula por Δ^2 y constituye el error máximo permitido.

Además el nivel de confianza está dado por:

Nivel de confianza	de	Valor de "Z"
90%		1.65
95%		1.96
99%		2.58

Tabla 8 Nivel de confianza

Fuente: Elaboración Propia.

Hallando la muestra:

N: 29182 kg/ha según el MINAG-OEEE (2013).

Z: consideramos 95%.

σ : Cuando no se tiene su valor, se utiliza un valor constante de 0.5

Δ^2 : El margen de error esta entre 1% y 5%, para nuestro caso tomamos 5%.

$$n = \frac{(1.96)^2 * 29182 * (0.5)^2}{(29182 - 1) * (0.05)^2 + (0.5)^2 * (1.96)^2}$$

$$n = 379.18 \text{ kg}$$

Análisis de los resultados obtenidos

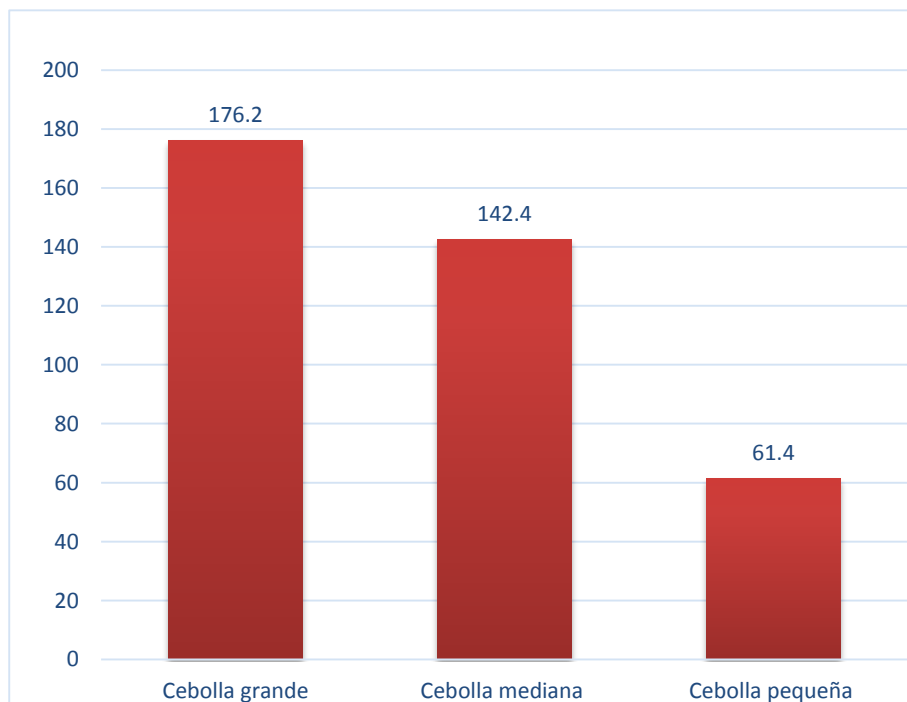


Ilustración 14 Cantidad de cebolla expresión en Kg.

Fuente: Elaboración Propia.

El grafico se concluye que de los 380kg de cebolla analizada 176kg son grandes, su diámetro es mayor a 81mm; 142.4 kg son medianas es decir la medida de sus

diámetros están entre 41 y 80 mm 61.4 kg son pequeñas con un diámetro menor a 40mm.

Cantidad de cebolla expresada en %.

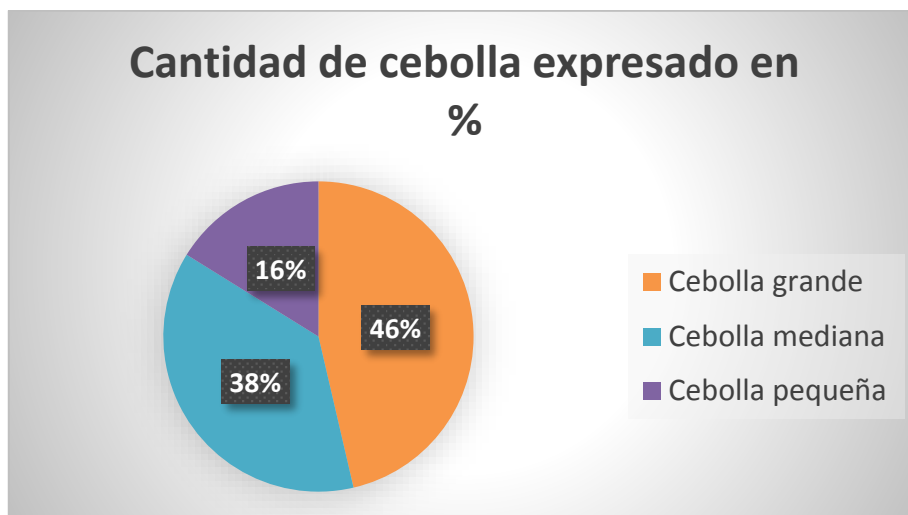


Ilustración 15 Cantidad de cebolla expresada en %

Fuente: Elaboración Propia.

Determinación de los parámetros de la cebolla para la clasificación por tamaño.

Para determinar los parámetros de la cebolla se utilizó la guía de observación (Ver anexo N° 1) teniendo como variables el tamaño del diámetro de este análisis se obtuvieron los siguientes resultados.

Cebolla mediana con diámetro entre 40 y 79mm

Resultados		
Diámetro promedio de la cebolla	mm	63.997
Masa analizada	kg	142.4
Cantidad analizada	unid	924
Masa promedio de cada cebolla	kg	0.154

Tabla 9 Cebolla con diámetro entre 40 y 79 mm

Fuente: Elaboración Propia.

Cebolla grande con diámetro mayor a 80mm

Resultados		
Diámetro promedio de la cebolla	mm	84.62
Masa analizada	kg	176.2
Cantidad analizada	unid	836
Masa promedio de cada cebolla	kg	0.211

Tabla 10 Diámetro mayor 80 mm

Fuente: Elaboración Propia.

Determinación de la densidad de la cebolla.

Según las consideraciones de la curva de Gauss, el valor más probable que se debe reportar es la MEDIA ARITMÉTICA o promedio de las medidas, cuyo cálculo se efectúa por la expresión:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} ; \quad \bar{X} = \frac{\sum_{I=1}^N X_I}{N}$$

Ecuación 12 Media aritmética

Donde:

\bar{X} : Es el valor medio al tomar N medidas.

X1 , X2 ,.....: Valor de cada medida o lectura

N: Número de medidas o lectura.

DESVIACIÓN MEDIA (ΔX .)

La desviación media de un conjunto de lecturas o medidas de determinada cantidad física "X" se define por:

$$\overline{\Delta X} = \frac{\sum_i^N |X_i - \bar{X}|}{N}$$

Ecuación 13 Desviación media estándar

Por lo tanto, el valor más probable de la densidad y la incertidumbre asociada a dicho es igual a:

$$\delta = \bar{\delta} \pm \overline{\Delta\delta}$$

Ecuación 14 Densidad de la cebolla

MUESTRA	MASA DEPOSITO (Kg)	TARA (Kg)	MASA CEBOLLA (Kg)	VOL PROBETA (ml)	VOLUMEN TOTAL (ml)	VOL CEBOLLA (ml)	δ_i	$\bar{\delta}$	$ \delta_i - \bar{\delta} $
1	0.034	0.063	0.029	400	435	35	0.00083	0.00091	0.00008
2	0.034	0.068	0.034	400	435	35	0.00097	0.00091	0.00006
3	0.034	0.055	0.021	400	425	25	0.00084	0.00091	0.00007
4	0.034	0.062	0.028	400	430	30	0.00093	0.00091	0.00002
5	0.034	0.065	0.031	400	435	35	0.00089	0.00091	0.00002
6	0.034	0.062	0.028	400	430	30	0.00093	0.00091	0.00002
7	0.034	0.067	0.033	400	435	35	0.00094	0.00091	0.00003
8	0.034	0.056	0.022	400	425	25	0.00088	0.00091	0.00003
9	0.034	0.057	0.023	400	425	25	0.00092	0.00091	0.00001
10	0.034	0.062	0.028	400	430	30	0.00093	0.00091	0.00002
SUMATORIAS							0.00907	0.0091	0.00036
NUMERO DE MEDICIONES							N	10	
MEDIA ARIMETICA							$\bar{\delta}$	0.00091	
DESVIACION MEDIA							$\overline{\Delta\delta}$	0.00004	
ERROR PORCENTUAL							$\Delta\delta$ (%)	4.41	
DENSIDAD							δ	0.00091±0.00004	
							δ_{min}	0.00087	
							δ_{max}	0.00095	

Tabla 11 Densidad de la cebolla

Fuente: Elaboración Propia.

Entonces la densidad de la cebolla es 0.00091 Kg/ml lo que equivale decir 910Kg/m³ con un margen de error de 4.41%.

Determinación de la carga máxima en kg/m² sobre la banda.

Para determinar la carga máxima que transportara la banda en toda su longitud se determina la carga máxima por metro cuadrado.

Diámetro promedio de la cebolla	mm	84.62
Cebollas por metro longitudinal	unid	12
Cebollas por metro cuadrado	unid	144
Masa promedio de cada cebolla	kg	0.211
Masa total	Kg/m2	30.384

Tabla 12 Carga máxima sobre la banda

Fuente: Elaboración Propia.

5.2 Determinación de los parámetros de la cebolla para la clasificación por color.

Los resultados se obtuvieron a partir de dos capturas de imagen hechas a la cebolla, una de manera frontal y otra superior a una distancia de 30 cm aproximadamente; para ello se utilizó un panel con fondo blanco; la iluminación se hizo mediante tres focos de 16w cada uno dispuestos: Dos en los laterales y uno en la parte superior, la determinación de características se hizo por aproximación haciendo uso de la guía de análisis de documentos.

Cebollas sanas. Estas cebollas están en condiciones óptimas no presentan defectos.





Ilustración 16 Cebollas sanas

Fuente: Elaboración Propia.

Cebollas defectuosas. Cebollas que presentan defectos y afectan el color de la cebolla



Daño por Podredumbre negra Daño por Podredumbre basal



Ilustración 17 Cebollas defectuosas

Fuente: Elaboración Propia.

5.3 Cálculo y selección de bandas transportadoras.

5.3.1 Ancho mínimo de la banda

El ancho mínimo de la banda está determinado por la influencia del material y las características de las que depende, entre las principales características tenemos:

El tamaño. Mientras más grandes sean los granos, más pesados serán y con ello su impacto debilitara el tejido de la banda. El grano máximo obtenido de la cebolla es 84.62mm de diámetro, siendo este uniforme, además el ancho de la banda no debe ser menor de tres veces el tamaño del grano mayor de material a transportar.

El ancho mínimo de la banda es:

$$b_0 = 3 * \text{tamaño grano mayor}$$

$$b_0 = 3 \times 0.085 = 0.255m$$

b_0 : Ancho de la banda.

Ancho mínimo (m/m)	TAMAÑO DE LOS TROZOS (m/m)	
	A) Uniforme	B) Mezclado
400	65	100
500	85	150
650	125	225
800	160	300
1000	200	400
1200	250	500
1400	300	600
1600	350	700
1800	380	800
2000	450	900
2200	500	1000
2400	550	1100
2600	600	1200

Tabla 13 Tamaño del material y ancho de la banda

Fuente: Catalogo de Rodillos Rotrans S.A

- A. Granos y otros materiales de relativa fluidez y baja abrasión.
- B. Carbón de mina y materiales moderadamente abrasivos.
- C. Minerales duros, piedras y materiales muy abrasivos.

Seleccionamos un ancho de banda de 500mm y una velocidad de 0.25m/s, debido a que el transporte la cebolla debe ser lento por el tamaño de banda, además para minimizar los daños por impacto que puedan sufrir entre sí mismas y entre la banda al ser estas transportadas.

5.3.2 Capacidad de transporte de la banda (Q)

La capacidad de transporte de la banda se puede determinar con la siguiente formula:

$$Q = 3600 \cdot A \cdot V \cdot \delta \cdot k \quad \left(\frac{T}{h}\right)$$

$$Q_m = \frac{Q}{\delta} \quad \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

Ecuación 15 capacidad de transporte de la banda.

Donde:

$$Q = \text{Capacidad de transporte} \quad \left(\frac{T}{h}\right)$$

$$Q_m = \text{Capacidad teórica de transporte} \quad \left(\frac{m^3}{h}\right) \text{ a } V = 1m/s$$

$V = \text{velocidad (m/s)}$

$k = \text{factor de reducción por inclinación de la banda}$

$A: \text{Seccion del material sobre la banda (m}^2\text{)}$

$$\delta: \text{Densidad del material} \quad \left(\frac{T}{m^3}\right)$$

Como $A_{v1} = A_{v2}$

$$Q_{m2} = \frac{Q_{m1}}{V_1 * k_1} * V_2 * k_2 \quad \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

Ecuación 16 Capacidad volumétrica de la banda

Capacidad de transporte

Qm en m³/h para V=1m/s Talud 20°)

Ancho de Banda	Montaje Plano	Montaje en artesa				
		20°	25°	30°	35°	45°
400	23	41	45	49	52	56
500	38	70	77	83	88	96
650	69	128	141	152	162	175
800	108	200	221	239	254	275
1.000	173	327	360	390	414	447
1.200	255	479	528	571	607	656
1.400	351	665	734	794	843	910
1.600	484	849	917	987	1.053	1.144
1.800	592	1.076	1.185	1.280	1.362	1.478
2.000	735	1.347	1.484	1.604	1.706	1.850
2.200	893	1.654	1.823	1.970	2.095	2.270
2.400	1.070	1.986	2.189	2.367	2.516	2.724
2.600	1.260	2.354	2.595	2.806	2.982	3.227
2.800	1.465	2.740	3.022	3.267	3.472	3.756

Tabla 14 Capacidad de transporte

Fuente: Catalogo de rodillos Rotrans S.A

Factores de reducción de capacidad por inclinación según DIN 22101

Inclinación(°)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30
Factor de reducción k	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.5
		9	8	7	5	3	1	9	5	1	6

Tabla 15 Factores de reducción de capacidad

Fuente: Catalogo de rodillos Rotrans S.A

Desarrollando la ecuación tenemos:

$$Q_{m2} = \frac{38}{1 * 1} * 0.25 * 1 = 9.5 \quad \left(\frac{m^3}{h}\right)$$

$$Q_2 = 9.5 * 0.91 = 8.645 \quad \left(\frac{T}{h}\right)$$

5.3.3 Fuerza tangencial máxima.

Los cálculos se realizó teniendo en cuenta la norma DIN 22101 y el manual de cálculo de la banda transportadora de Siegling Transilon.

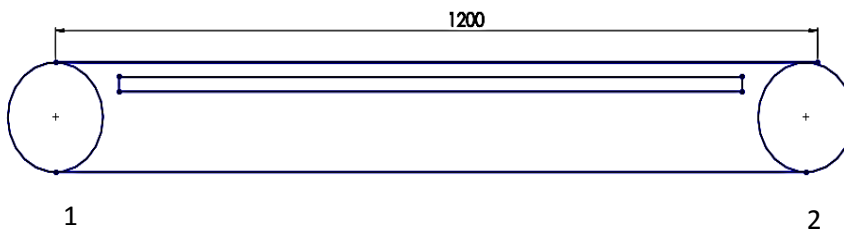
Datos y Características de la banda.

Distancia entre centros	1200 mm=1.2mt
Longitud geométrica de la banda	2460mm=2.46mt
Masa	30.38kg
Velocidad	0.25m/s
Ancho de la banda	500mm=0.5mt
Carga a transportar	30.38 kg/mt
Carga total sobre la banda	18.23 kg
Esta con de accionamiento.	de cabeza
Tambor motriz N°2	
Tambor motriz N°1	
Angulo de abrazamiento	180°
Empalme de la cinta vulcanizada	vulcanizado
Ajuste	tensor de tornillo tambor

Tabla 16 Datos y Características de la banda.

Fuente: Elaboración propia

Detalle de banda transportadora N°: 1, 2, 3, 4.



Se describen los siguientes parámetros:

μ_T : Coeficiente de fricción para marcha sobre mesa.

g : Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

m : Masa de la mercancía transportada en toda la longitud de transporte (carga total) (kg)

m_b : Masa de la banda (kg)

μ_R : Coeficiente de fricción para marcha sobre rodillo

m_R : Masa de todos los tambores partes móviles

β : Angulo de contacto en el tambor motriz o tambor de presión

b_0 : Ancho de la banda.

C_1 y C_3 : Factor de cálculo valido para tambor motriz

p : Capacidad de transmisión tambor/banda 1.6 Kg/m².

Fuerza tangencial máxima N°1

Debido a que la masa de los rodillos dependen del diámetro de este, se consideró inicialmente un tambor de 63.5 mm de diámetro, para hacer una primera aproximación lo cual será validado con el cálculo del diámetro mínimo de tambor.

$$Fu = \mu_T \cdot g \left(m + \frac{m_b}{2} \right) + \mu_R \cdot g \left(\frac{m_b}{2} + m_R \right)$$

Ecuación 17 Fuerza Tangencial máxima

$m = L_T \times \text{peso por metro de mercancia transportada}$

$$Fu = 0.5 \times 9.81 \left(37.37 + \frac{6.15}{2} \right) + 0.5 \times 9.81 \left(\frac{6.15}{2} + 15.2 \right)$$

$$Fu = 288.02 \text{ N}$$

5.3.4 Fuerza de tracción máxima de la banda N°1

$$F_1 = F_u \times C_1 \text{ N}$$

Ecuación 18 Fuerza de tracción máxima de la banda F₁

$$F_1 = 288.02 \times 1.4 \text{ N}$$

$$F_1 = 403.23 \text{ N}$$

5.3.5 Diámetro mínimo de tambor motriz

$$D_{min} = \frac{360 * F_u}{p * \pi * \beta * b_0}$$

Ecuación 19 Diámetro mínimo del tambor motriz

$$D_{min} = \frac{360 * 288.02}{1.6 * \pi * 180 * 0.5}$$

$$D_{min} = 23.38 \text{ mm}$$

$$D_{min} = 23.38 \text{ mm} < 63.5$$

Entonces el diámetro mínimo del tambor seleccionado es correcto por lo tanto el diámetro del tambor 63.5mm

5.3.6 Potencia de accionamiento del tambor motriz

$$P_A = \frac{F_u \times v}{1000} \text{ (kW)}$$

Ecuación 20 Potencia de accionamiento del tambor motriz.

$$P_A = \frac{288.02 \times 0.25}{1000} \text{ (kW)}$$

$$P_A = 0.07 \text{ kW}$$

5.3.7 Carga sobre el eje en estado de funcionamiento tambor de reenvió.

$$F_{w2} = 2x F_1 \text{ N}$$

Ecuación 21 funcionamiento tambor de reenvió

$$F_{w2} = 2x 403.23 \text{ N}$$

$$F_{w2} = 806.46 \text{ N}$$

5.3.8 Carga sobre el eje en estado de funcionamiento tambor motriz.

$$F_{ws} = F_1 + F_2 \text{ N}$$

Ecuación 22 funcionamiento del tambor motriz

$$F_2 = F_1 + F_u$$

$$F_2 = 691.25 \text{ N}$$

5.3.9 Cálculo de la malla calibradora N°1 y 2

Geometría de la malla calibradora N°: 1 y 2

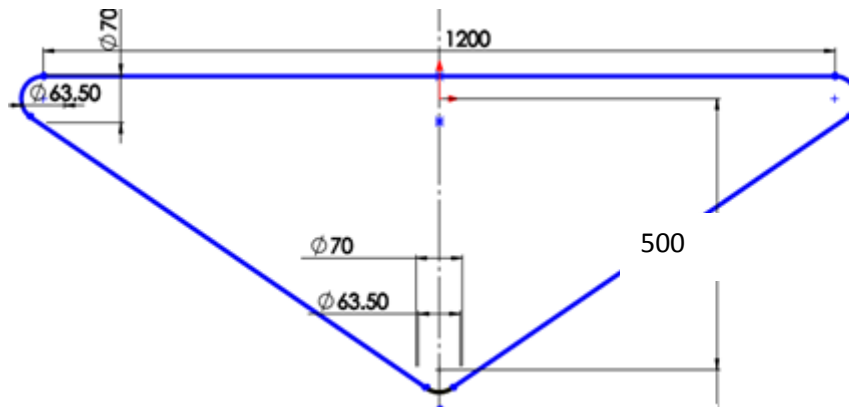


Ilustración 18 Geometría de la malla calibradora N° 1 y 2

Fuente: Elaboración Propia.

Datos y Características de la banda.

Distancia entre centros	1200 mm=1.2mt
Longitud geométrica de la banda	2460mm=2.46mt
Masa	30.38kg
Velocidad	0.25m/s
Ancho de la banda	500mm=0.5mt
Carga a transportar	30.38 kg/mt
Carga total sobre la banda	18.23 kg
Estación de accionamiento.	de cabeza
Tambor motriz N°2	
Tambor motriz N°1	
Ángulo de abrazamiento	144°
Empalme de la cinta vulcanizada	vulcanizado
Ajuste	tensor de tornillo tambor

Para determinar los parámetros de las mallas calibradoras 1 y 2 se sigue el mismo procedimiento que las bandas 1-5.

5.3.10 Resumen de cálculos de bandas y mallas transportadoras.

DESCRIPCION	UNID	BANDA					MALLA	
		1	2	3	4	5	1	2
Longitud entre centros	m	1.2	1.2	1.2	1.2	1.8	1.2	1.2
long geometrica de banda	m	2.46	2.46	2.46	2.46	3.69	2.71	2.71
Ancho	m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Area total de carga	m ²	0.6	0.6	0.6	0.6	0.9	0.6	0.6
area longitud geom banda	m ²	1.23	1.23	1.23	1.23	1.845	1.355	1.355
Peso cebolla/m ²	kg/m	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38	30.38
carga total banda	kg	37.37	37.37	37.37	37.37	56.05	41.16	41.16
Peso banda total	kg	6.15	6.15	6.15	6.15	9.23	6.78	6.78
peso de rodillos y partes móviles	kg	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2

Tabla 17 Resumen de los parámetros de las bandas.

Fuente: Elaboración propia

DATOS	BANDAS					MALLAS	
	1	2	3	4	5	1	2
L_T	1.2	1.2	1.2	1.2	1.8	1.2	1.2
μ_T	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
g	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81	9.81
m	37.37	37.37	37.37	37.37	56.05	41.16	41.16
m_b	6.15	6.15	6.15	6.15	9.23	6.78	6.78
μ_R	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
m_R	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2
β	180	180	180	180	180	144	144
C_1	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
C_3	25	25	25	25	25	25	25
V	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
b_0	500	500	500	500	500	500	500
SOLUCIONES							
FU (N)	288.02	288.02	288.02	288.02	394.75	309.7	309.7
FU(kg)	29.36	29.36	29.36	29.36	40.24	31.57	31.57
F1	403.23	403.23	403.23	403.23	552.65	433.58	433.58
PA	0.07	0.07	0.07	0.07	0.1	0.08	0.08
PM (kw)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.17	0.13	0.13
PM (HP)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.23	0.17	0.17
DA	23.38	23.38	23.38	23.38	32.04	25.14	25.14
Fw2	806.46	806.46	806.46	806.46	1105.3	867.16	867.16
F2	691.25	691.25	691.25	691.25	947.4	743.28	743.28
Fws	1094.48	1094.48	1094.48	1094.48	1500.05	1176.86	1176.86

Tabla 18 Resumen Cálculos de las bandas.

Fuente: Elaboración propia

5.4 Cálculo y selección de poleas y bandas V.

Para el cálculo bandas se tuvo en cuenta el procedimiento desarrollado por: Diseño de elementos de Maquinas de Shigley. Octava Edición; y para la selección se tuvo en cuenta catalogo: Productos SFK de transmisión de potencia.

A. Relación de transmisión

En la tabla N° 18 tenemos que las potencias de los motores son pequeñas por lo que tomamos como referencia una potencia nominal de diseño 1HP, además el diámetro mínimo de la polea es $d_1=3$ pulg y $n_2=75$ rpm.

$$R = \frac{D}{d} = \frac{n}{N} \quad D = \frac{dxn}{N} \quad d = \frac{DXN}{n} \quad N = \frac{dXn}{D} \quad n = \frac{DXN}{d}$$

Ecuación 23 Relación de transmisión

Relación de transmisión compuesta

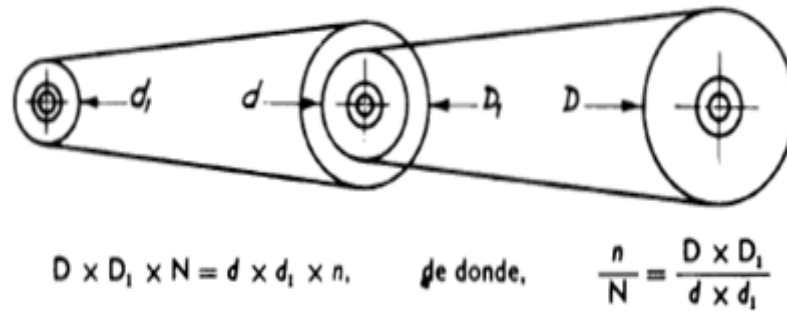


Ilustración 19 Relación de transmisión compuesta

Fuente: Maquinas cálculos de taller. A.L Casillas

Relación de transmisión.

$$D \times D_1 \times N = d \times d_1 \times n \quad \frac{n}{N} = \frac{D \times D_1}{d \times d_1}$$

Ecuación N° 1: Relación de transmisión compuesta.

Rpm: revoluciones por minuto

N: número de rpm de la polea mayor

n : número de rpm de la polea menor

D: diámetro de la polea mayor

d : diámetro de la polea menor

R: relación

De acuerdo con el Catalogo de Motores Eléctricos Industriales de SIEMENS optamos por un motor de 1HP y 1660rpm.

Entonces el diámetro de la polea mayor es:

$$\frac{1660}{75} = \frac{D}{3} \quad D = 66.4 \text{ pulg} = 1.6865 \text{ m}$$

El diámetro mayor es 1.685m lo cual es demasiado grande para la geometría de la máquina, se optó por dividirlo en dos etapas, además los diámetros

menores de las poleas deben de ser iguales; donde la relación está dada por:

Tras varias iteraciones el diámetro mayor $D=14$ pulg.

B. Velocidad periférica V de la banda.

$$V = \frac{\pi dn}{12} = \frac{\pi \times 3 \times 1660}{12} \text{ pies/min}$$

Ecuación 24 Velocidad periférica de la banda

$$V = 1303.76 \text{ pies/min}$$

C. Longitud de paso.

Donde:

L_p : longitud de paso (pulg)

C : distancia entre centros (pulg)

D : Diámetro de paso de la polea mayor (pulg)

d : Diámetro de paso de la polea menor (pulg)

$$L_p = 2C + \frac{\pi(D + d)}{2} + \frac{(D - d)^2}{4C} \text{ pulg}$$

Ecuación 25 Longitud de paso.

Sabemos que $D=14$ pulg, $d=3$ pulg y $C=400\text{mm}=15.748$ pulg

$$L_p = 2(15.748) + \frac{\pi(14 + 3)}{2} + \frac{(14 - 3)^2}{4(15.748)} = 60.12 \text{ pulg} = 1527.048\text{mm}$$

A continuación seleccionamos la banda más adecuada

Circunferencias interiores de las bandas en V estandar.

Sección	Circunferencia, pulg
A	26, 31, 33, 35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 66, 68, 71, 75, 78, 80, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128
B	35, 38, 42, 46, 48, 51, 53, 55, 57, 60, 62, 64, 65, 66, 68, 71, 75, 78, 79, 81, 83, 85, 90, 93, 97, 100, 103, 105, 112, 120, 128, 131, 136, 144, 158, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300
C	51, 60, 68, 75, 81, 85, 90, 96, 105, 112, 120, 128, 136, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420
D	120, 128, 144, 158, 162, 173, 180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660
E	180, 195, 210, 240, 270, 300, 330, 360, 390, 420, 480, 540, 600, 660

Tabla 19 Circunferencias interiores de bandas en V estándar

Fuente: Diseño de elementos de máquinas de Shigley. Octava Edición

Según la tabla N°19 el tipo de banda más adecuada para la transmisión de potencia es A60. La banda seleccionada según el catalogo Productos SFK de transmisión de potencia, es SPA1532 que tiene una longitud primitiva de 1532mm.

D. Determinación del ángulo de contacto de la banda

$$\theta = \theta d = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{D - d}{2C} \right)$$

Ecuación 26 Angulo de contacto de la banda

$$\theta d = \pi - 2 \operatorname{sen}^{-1} \left(\frac{14 - 3}{2 \times 15.748} \right) = 2.981 \operatorname{rad} = 2.981 \left(\frac{180}{\pi} \right) = 170.82^\circ$$

E. Potencia permitida por la banda

$$H_a = k_1 k_2 H_{tab} \quad (HP)$$

Ecuación 27 Potencia permitida por la banda.

K_1 : factor de corrección del ángulo de cobertura

K_2 : factor de corrección de longitud de la banda.

H_{tab} : valor tabulado

H_a : potencia por la banda en HP

Para determinar H_{tab} interpolamos $V=1309.76$ pies/min y diámetro de paso

Sección de la banda	Diámetro de paso de la polea, pulg	Velocidad de la banda, pie/min				
		1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
A	2.6	0.47	0.62	0.53	0.15	
	3.0	0.66	1.01	1.12	0.93	0.38
	3.4	0.81	1.31	1.57	1.53	1.12
	3.8	0.93	1.55	1.92	2.00	1.71
	4.2	1.03	1.74	2.20	2.38	2.19
	4.6	1.11	1.89	2.44	2.69	2.58
B	5.0 y mayor	1.17	2.03	2.64	2.96	2.89
	4.2	1.07	1.58	1.68	1.26	0.22
	4.6	1.27	1.99	2.29	2.08	1.24
	5.0	1.44	2.33	2.80	2.76	2.10
	5.4	1.59	2.62	3.24	3.34	2.82
	5.8	1.72	2.87	3.61	3.85	3.45
	6.2	1.82	3.09	3.94	4.28	4.00
6.6	1.92	3.29	4.23	4.67	4.48	
7.0 y mayor	2.01	3.46	4.49	5.01	4.90	

de polea de 3 pulgadas, en la tabla N° 20

Tabla 20 Potencias nominales de la banda V estándar

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Octava Edición.

$$H_{tab} = 0.7662 \text{ HP}$$

El factor de corrección del ángulo de contacto K_1 para transmisiones de la banda VV y V lo obtenemos de la tabla N° 21.

$\frac{D-d}{C}$	θ , grados	VV	K_1 Plana en V
0.00	180	1.00	0.75
0.10	174.3	0.99	0.76
0.20	166.5	0.97	0.78
0.30	162.7	0.96	0.79
0.40	156.9	0.94	0.80
0.50	151.0	0.93	0.81
0.60	145.1	0.91	0.83
0.70	139.0	0.89	0.84
0.80	132.8	0.87	0.85
0.90	126.5	0.85	0.85
1.00	120.0	0.82	0.82
1.10	113.3	0.80	0.80
1.20	106.3	0.77	0.77
1.30	98.9	0.73	0.73
1.40	91.1	0.70	0.70
1.50	82.8	0.65	0.65

Tabla 21 Factor de corrección ángulo de contacto k_1

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Octava Edición.

De la interpolación en la tabla N° 21 de la cual tenemos: $K_1=0.98$

El factor de corrección de longitud de la banda K_2 lo obtenemos de la tabla N° 22.

Factor de longitud	Longitud nominal de la banda, pulg				
	Bandas A	Bandas B	Bandas C	Bandas D	Bandas E
0.85	Hasta 35	Hasta 46	Hasta 75	Hasta 128	
0.90	38-46	48-60	81-96	144-162	Hasta 195
0.95	48-55	62-75	105-120	173-210	210-240
1.00	60-75	78-97	128-158	240	270-300
1.05	78-90	105-120	162-195	270-330	330-390
1.10	96-112	128-144	210-240	360-420	420-480
1.15	120 y mayor	158-180	270-300	480	540-600
1.20		195 y mayor	330 y mayor	540 y mayor	660

*Multiplique la potencia nominal de la banda por este factor para conseguir la potencia corregida.

Tabla 22 Factor de corrección de longitud de la banda k_2

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Octava Edición

De la tabla N° 22 el valor de $K_2 = 1$

Con estos valores encontramos la potencia permitida por la banda H_a .

$$H_a = 0.98 \times 1 \times 0.7662 = 0.7508 \text{ HP}$$

Tenemos que la potencia H_{tab} de la banda V es 0.7662Hp y es menor que potencia nominal de 1HP por lo tanto la elección es correcta y se describe las características del motor según el catalogo: Motores Eléctricos industriales SIEMENS.

Motor trifásico estándar 1LA7 080-4YA60

Numero de polos: 4

Velocidad nominal: 1660 rpm

Potencia: 1HP

Tensiones conmutables: 220/440V a 60Hz

Temperatura de operación: $-15/40^{\circ}$

5.5 Cálculo del eje principal.

El diseño de la máquina constará de un eje principal, en el cual se transmitirá el torque necesario a través de una polea.

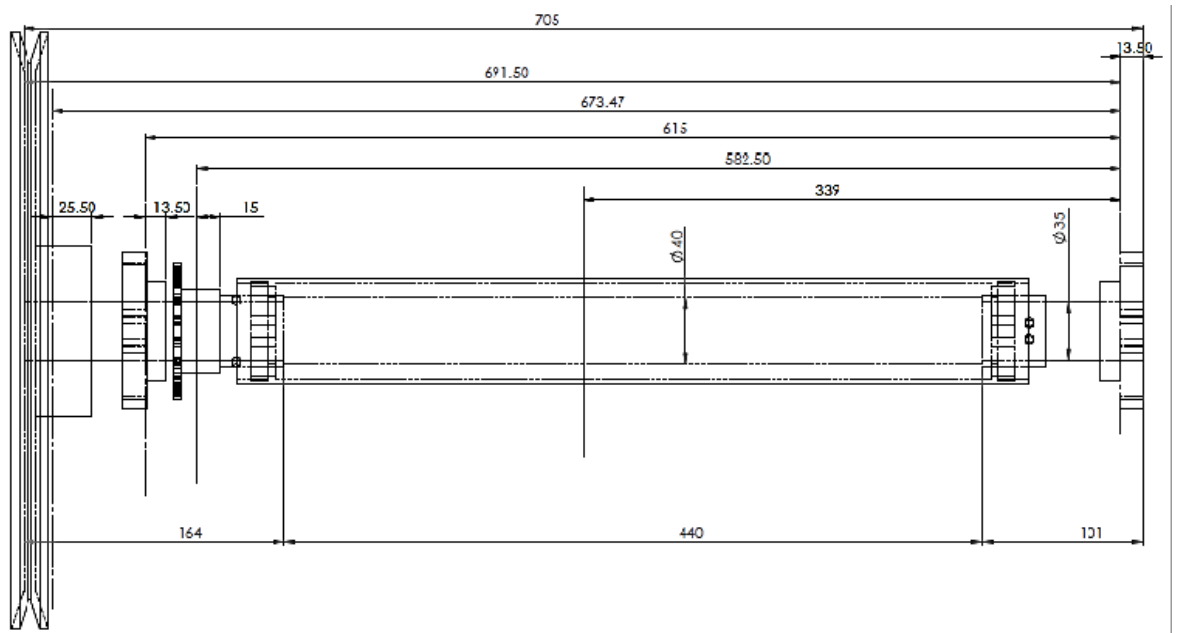


Ilustración 20 Detalle del eje principal.

Fuente: Elaboración propia.

5.4.1 Cálculo Teórico.

Se desarrollará el análisis de fuerzas en los planos (x-y)

Datos:

$\varnothing_e = 355.6$ mm (Diámetro de la polea)

Angulo de presión (φ) = 20°

$$T_1 = \frac{FT_1 \times \varnothing_p}{2} \quad FT_1 = \frac{2T_1}{\varnothing_p}$$

Ecuación 28 Fuerza tangencial en eje X-Y

Datos del motor:

Potencia = 1HP

N = 1660 rpm

$$P = \frac{2 \pi N T}{4500} \text{ (HP)}$$

Ecuación 29 Torque máximo

$$T = \frac{1 \text{ hp} \times 4500}{2\pi \times 1660 \text{ rpm}} = 0.431 \text{ kg.m}$$

$$T = 4.3144 \text{ N.m.}$$

5.4.2 Fuerza ejercida por la polea

$$F_{P1} = 1.5 \times \left[\frac{2 \times T}{D_p} \right]$$

Ecuación 30 Cálculo de fuerza ejercida por polea en el eje.

Donde

F_{P1} : Fuerza ejercida por la polea [N]

T : Torque en el tambor [$N \times m$]

D_p : Diámetro de polea del tambor [m]

Reemplazando datos, se obtuvo:

$$F_p = 1.5 \times \left[\frac{2 \times 4.3144}{0.3556/2} \right]$$

$$F_p = F_t = 72.7964 \text{ N}$$

5.4.3 Fuerza del engrane

$$F_e = \frac{T}{r}$$

Ecuación 31 Cálculo de fuerza ejercida por polea en el eje.

Donde:

$T = \text{torque (N)}$

$r = \text{radio (m)}$

$$F_e = \frac{4.3144}{\frac{0.0731}{2}}$$

$$F_e = 117.976 \text{ N}$$

5.4.4 Diagrama de cuerpo libre del eje

Una vez calculadas las fuerzas que actúan sobre el eje se procedió a diseñar las distancias en el escalonamiento del eje y el punto de aplicación de cada una de las fuerzas, a continuación se muestra el diagrama de cuerpo libre para el eje.

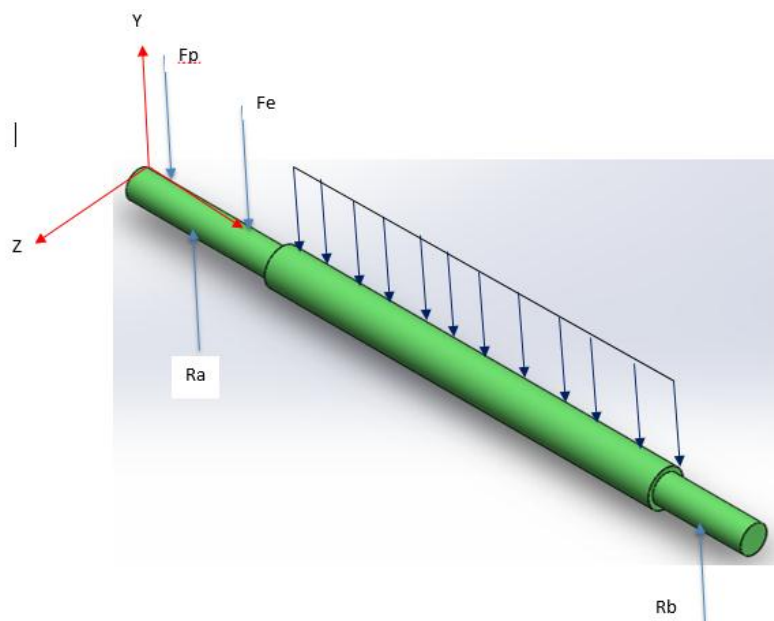


Ilustración 21 Diagrama de cuerpo libre de eje.

Fuente: Elaboración Propia.

El gráfico anterior muestra la distribución de las fuerzas que actúan sobre el eje, y se pudo obtener las distancias entre los puntos de aplicación de las fuerzas, teniéndose

\overline{AB} : Distancia entre A – B : [0.0765 m]

\overline{BC} : Distancia entre B – C : [0.0325 m]

\overline{CD} : Distancia entre C – D : [0.5825 m]

Análisis de plano X – Z

En el plano X – Z, solo se tiene la fuerza que actúan en el punto A, y las reacciones de las chumaceras que actúan en el punto B y D, teniéndose entonces.

$$\sum FZ = 0$$

$$F_{AZ} + F_{BZ} = FB = 0$$

$$F_{AZ} + F_{BZ} = 72.7964 + Fe \text{ Sen } 20$$

$$M_{BX} = R_{AX} \times \overline{AB}$$

Ecuación 32 Cálculo de momento flector punto B en plano X – Z

Donde

M_{BX} : Momento flector para el punto B [$N \times m$]

R_{AX} : Reacción en eje X en A [N]

\overline{AB} : Distancia entre puntos A – B [m]

$$\sum m_A = 0$$

$$-72.7964(0,6915m) + F_{BZ}(0,615m) - Fe \text{ Sen } 20 * (0,5825) = 0$$

$$-50.3387 + F_{BZ}(0,615) - 117.976 \text{ Sen } 20 (0,5835) = 0$$

$$-50.3387 + F_{BZ}(0,615) - 23.5443 = 0$$

$$F_{BZ}(0,615) = 73.883$$

$$F_{BZ} = 120.135 \text{ N}$$

$$\sum MB_{xz} = 0$$

$$0 = Fe \text{ Sen } 20(0,0325) - F_{AZ}(0,615) - 72.7964(0,0765)$$

$$0 = 117.976 \text{ Sen } 20(0,0325) - F_{AZ}(0,615) - 72.7964(0,0765)660$$

$$F_{AZ} = -6.923 \text{ N}$$

Diagrama de momentos flectores

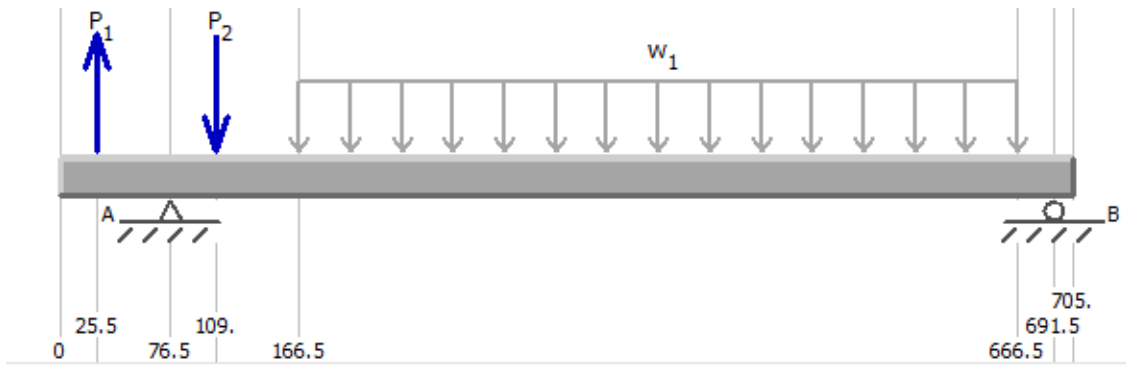


Ilustración 22 Fuerzas cortantes en plano X - Z para el eje.

Fuente: Elaboración propia

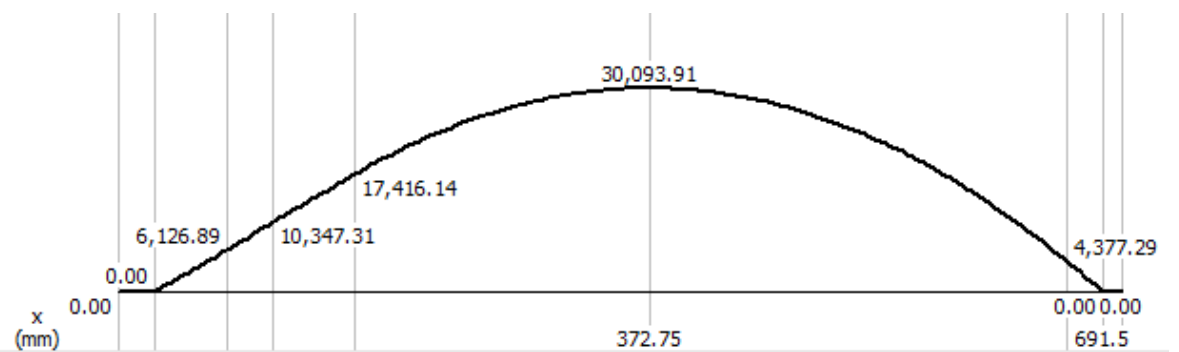
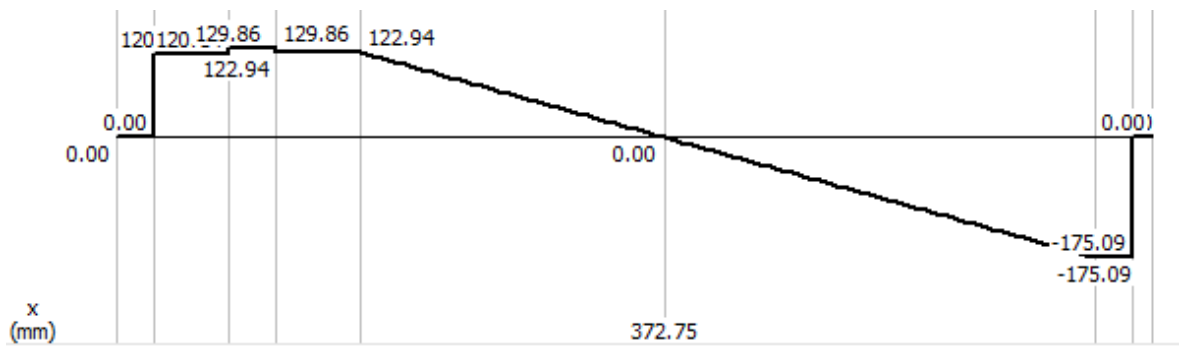


Ilustración 23 Momentos flectores para el plano X - Z del eje

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de plano X – Y

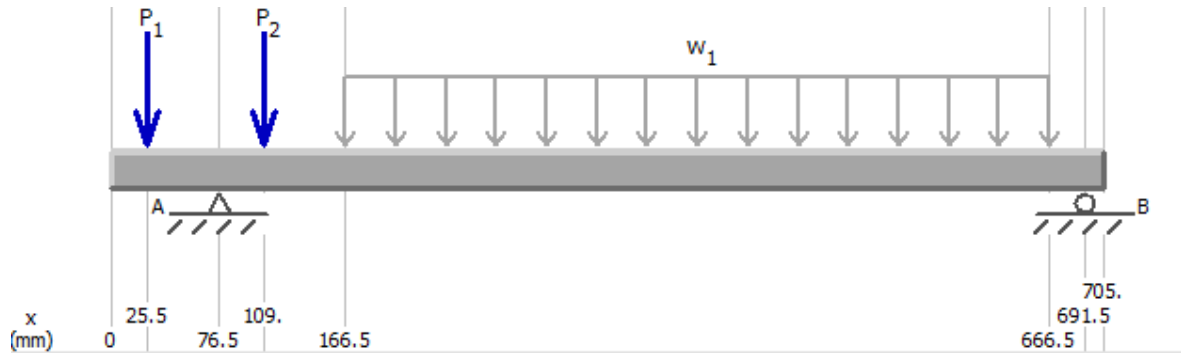


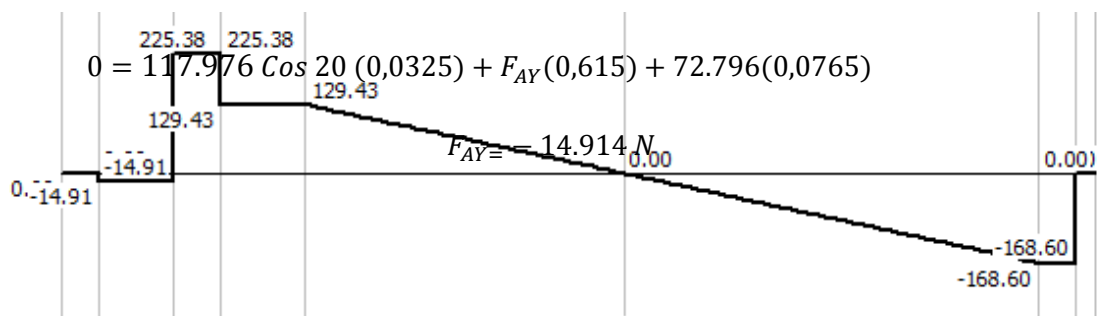
Ilustración 24 Fuerzas cortantes en plano X - Y para el eje

Fuente: Elaboración propia

$$0 = F_{AY} + 117.976 * \text{Cos}20 + F_{BY}$$

$$F_{BY} = -95.948 \text{ N}$$

$$\sum MB_{xy} = 0$$



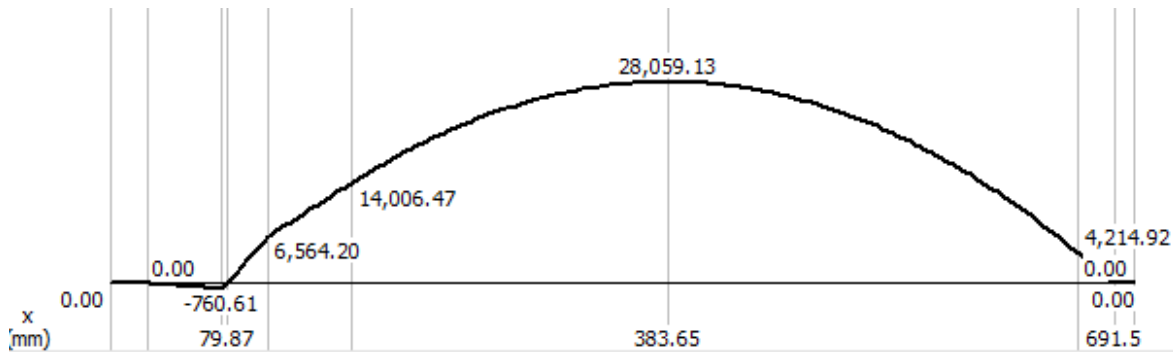


Ilustración 25 Momentos flectores para el plano X - Y del eje

Fuente: Elaboración propia

Las resultantes entre A y B

$$A = \sqrt{A_Z^2 + A_Y^2} = \sqrt{(-6.923)^2 + (-14.914)^2} = 16.44 \text{ N}$$

$$B = \sqrt{B_Z^2 + B_Y^2} = \sqrt{120.07^2 + (-95.948)^2} = 153.69$$

Ecuación 33 Calculo momento flector punto A-B.

$$M_{max} = \sqrt{(684.42 \text{ N.M})^2 + (87.07 \text{ N.M})^2}$$

$$M_{max} = 689.935 \text{ N.M}$$

Material seleccionado para el eje:

Se especifica una aleación de Acero AISI 1045 templado y revenido a 600°F puesto que es un material lo suficientemente resistente para soportar las cargas que actúan en el mismo y ser lo menos voluminoso posible. Sus propiedades son las siguientes: (tabla A-20) Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Octava edición, pág. 1020

$$S_y = 530 \text{ MPa}$$

$$S_{ut} = 630 \text{ Mpa}$$

Asumiendo un factor de seguridad (n_s) de 2 recomendados por normas ASME.

5.4.5 Cálculo del diámetro del eje por carga estática:

Usando la **Teoría De La Energía De La Distorsión (DET)** también conocido como el **criterio de Von Mises** se predice el diámetro más pequeño donde la falla empezará a ocurrir.

$$d = \left(\left(\frac{32 n_s}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + \frac{3}{4} T^2} \right) \right)^{1/3}$$

Ecuación 34 Diámetro según Criterio de Von Mises

$$d = \left(\left(\frac{32(2)}{\pi(530)(10^6)} \sqrt{689.935^2 + \frac{3}{4} 4.3144^2} \right) \right)^{1/3}$$

$$d = 0.030 \text{ m} = 1.29 \text{ Pulg}$$

Además se realizó el cálculo con la **Teoría de Esfuerzo Cortante Máximo (MSST)** también conocida como **criterio de fluencia de Tresca**, la DET predice la fluencia bajo cargas combinadas con mayor exactitud que

cualquier otra teoría reconocida (aunque la diferencia entre la DET y la MSST son pequeñas).

$$d = \left(\frac{32 n_s}{\pi S_y} \sqrt{M^2 + T^2} \right)^{1/3}$$

Ecuación 35 Diámetro según Criterio de fluencia de Tresca

$$d = \left(\frac{32(2)}{\pi(530)(10^6)} \sqrt{689,935^2 + 4.3144^2} \right)^{1/3}$$

$$d = 0.030 = 1.29 \text{ Pulg}$$

5.4.6 Cálculo del diámetro del eje para la falla por fatiga:

Para el cálculo del diámetro mínimo del eje se utiliza la ecuación del criterio de **ED – Goodman** del libro de Diseño en ingeniería Mecánica de Shigley

$$d = \left\{ \frac{16n}{\pi} \left(\frac{2(K_f M_a)}{S_e} + \frac{[3(K_{fs} T_m)^2]^{1/2}}{S_{ut}} \right) \right\}^{1/3}$$

Ecuación 36 Diámetro según criterio ED - Goodman

A partir de la tabla N° 19 se obtiene los factores de concentración del esfuerzo (K_t)

$$K_t = 2.7 \quad K_{ts} = 2.2$$

	Flexión	Torsión	Axial
Filete de hombro: agudo ($r/d = 0.02$)	2.7	2.2	3.0
Filete de hombro: bien redondeado ($r/d = 0.1$)	1.7	1.5	1.9
Cuñero fresado ($r/d = 0.02$)	2.2	3.0	—
Cuñero de pañín o trapezoidal	1.7	—	—
Ranura para anillo de retención	5.0	3.0	5.0

Los valores faltantes en la tabla no pueden obtenerse con facilidad.

Tabla 23 Factor de concentración de esfuerzos

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Octava Edición.

Para el acero AISI 1045, con $S_{ut} = 91$ kpsi para S_e

$$K_a = aS_{ut}^b$$

Ecuación 37 Factor K_a

Los valores de a y b se encuentran en la tabla N° 24

Acabado superficial	Factor a		Exponente b
	S_{ut} kpsi	S_{ut} MPa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o laminado en frío	2.70	4.51	-0.265
Laminado en caliente	14.4	57.7	-0.718
Como sale de la forja	39.9	272.	-0.995

Tabla 24 valores de factor y exponente

Fuente: Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Octava Edición.

$$K_a = 2.7(91)^{-0.265}$$

$$K_a = 0.82$$

Para : $K_b = 0.9$

$$K_c = K_d = K_e = 1$$

$$K_f = 0.84$$

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e K_f S'_e$$

Ecuación 38 Límite de resistencia a la fatiga.

$$S_e = 0.82 \times 0.9 \times 0.84 \times 91$$

$$S_e = 56.205 \text{ Kpsi}$$

Se convirtieron al sistema inglés para poder realizar el cálculo obteniendo de este modo el diámetro en pulgadas y realizar la comparación.

$$d = \left\{ \frac{16(2)}{\pi} \left(\frac{2((2.7)(689.935))}{56205} + \frac{[3((2.2)(4.3144))^2]^{1/2}}{91000} \right) \right\}^{1/3}$$

$$d = 1 \text{ pulg}$$

Con los datos obtenidos del diámetro mediante las teorías se procedió a diseñar el eje

5.4.7 Esfuerzos en ejes

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \left[\left(\frac{32 k_f M_a}{\pi d^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{16 k_{fs} T_a}{\pi d^3} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Ecuación 39 Límite de resistencia a la fatiga

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \left[\left(\frac{32 \times 2.7 \times 689.935}{\pi (0.030)^3} \right)^2 + 3 \left(\frac{16 \times 2.2 \times 4.3144}{\pi (0.030)^3} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 702.77 \text{ Mpa}$$

$$n = \frac{S_y}{\sigma_{m\acute{a}x}}$$

Ecuación 40 Factor de seguridad.

$$n = \frac{530}{702.77}$$

$$n = 0.75$$

5.5. Análisis mediante elementos finitos

Se procedió primero al diseño del eje y posteriormente se simuló el modelo en Elementos Finitos utilizando el software Soliworks.

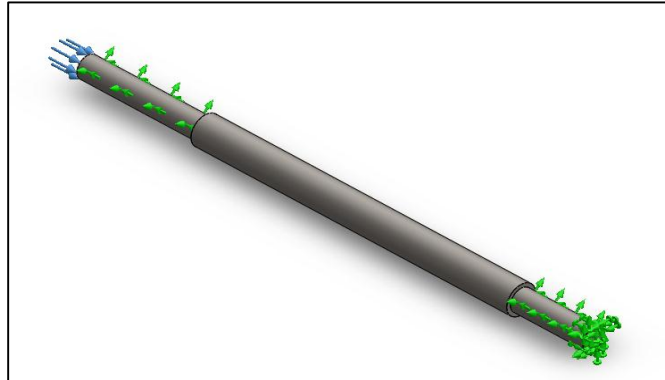

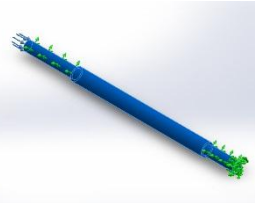


Ilustración 26 Análisis del eje motriz mediante elementos

Fuente: Elaboración propia

Nombre de documento y referencia	Tratado como	Propiedades volumétricas	Ruta al documento/Fecha de modificación
Revolución1 	Sólido	Masa:5.81087 kg Volumen:0.000740238 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:56.9465 N	CLASIFICADORA DE CEBOLLA\ELEMENTOS MODIFICADOS\BLOQUE N° 1\P12-EJE BT1 MOTRIZ.SLDPR Dec 15 13:25:43 2016

Referencia de modelo	Propiedades	Componentes
	Nombre: AISI 1045 Acero estirado en frío Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite elástico: 5.3e+008 N/m² Límite de tracción: 6.25e+008 N/m² Módulo elástico: 2.05e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.29 Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 8e+010 N/m² Coeficiente de expansión térmica: 1.2e-005 /Kelvin	Sólido 1(Revolución1)(P12-EJE BT1 MOTRIZ)

	dilatación térmica:	

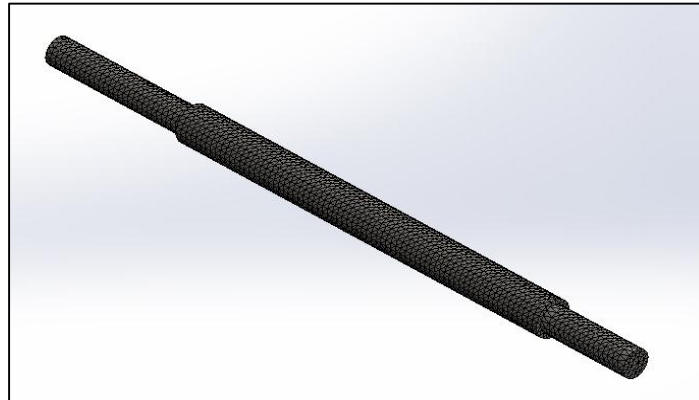


Ilustración 27 Análisis del eje motriz mediante elementos finitos

Fuente: Elaboración propia

Una vez establecidos los parámetros geométricos en mallado, se pudo realizar el desplazamiento debido a la fuerza flexionante, se asume un caso crítico tomando la fuerza total de 120.14 N , el material de diseño fue acero AISI 1045, cuyas propiedades ya se conocen, los efectos de desplazamiento se pueden observar en la siguiente ilustración.

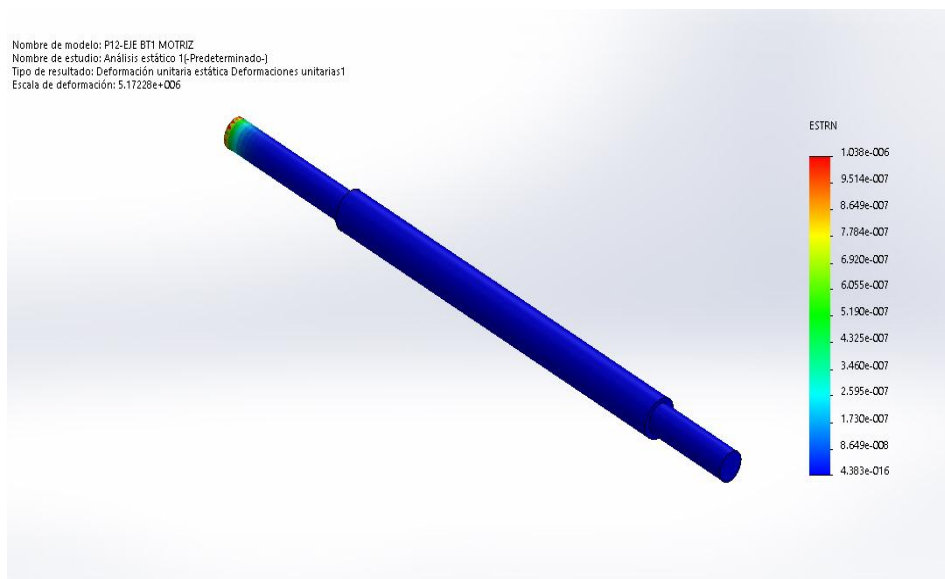


Ilustración 28 Análisis estático del eje motriz

Fuente: Elaboración propia

Nombre	Tipo	Mín.	Máy.
Factor de seguridad1	Tensión de von Mises máx.	1195.26 Nodo: 1166	8.28535e+012 Nodo: 5249
P12-EJE BT1 MOTRIZ-Análisis estático 1-Factor de seguridad			

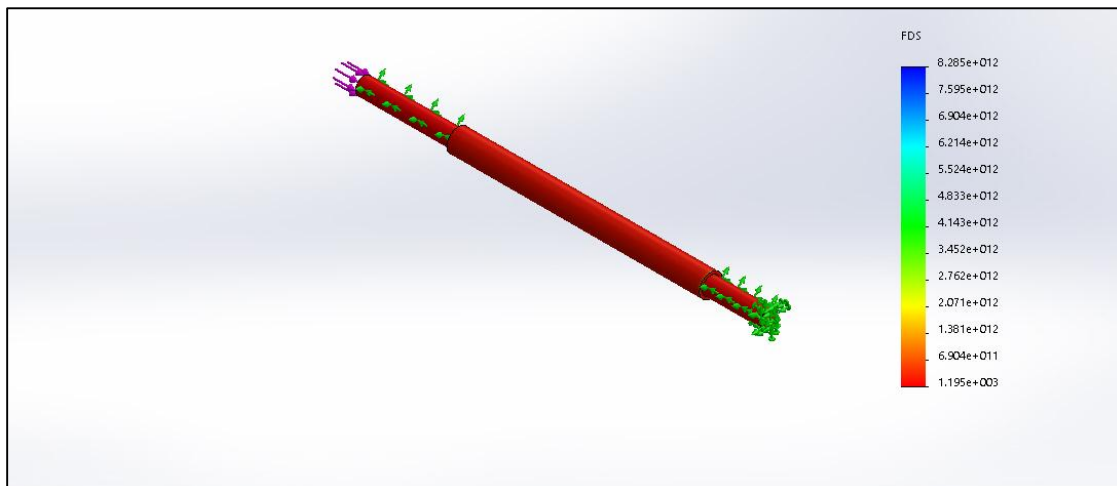


Ilustración 29 Análisis estático del eje motriz

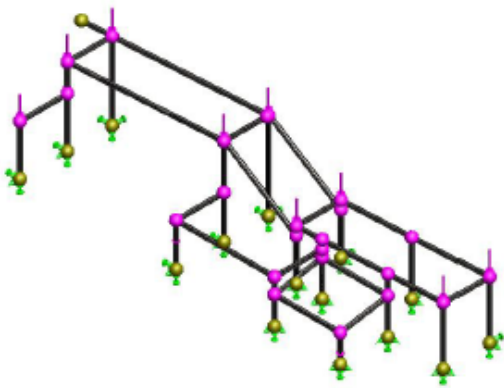
Fuente: Elaboración propia

En el estudio del diseño del eje principal de la máquina tenemos como resultado a un factor de seguridad de 1.2 y realizando un análisis estático Según el software SolidWorks, en el cual indica un valor aproximado al valor calculado, esto indica que está dentro de los límites establecidos donde por teoría el factor de seguridad debe de ser: $n \geq 1$.

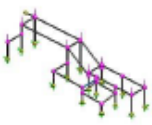
5.6 Análisis de Estructuras

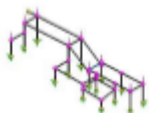
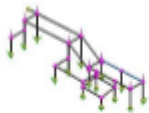
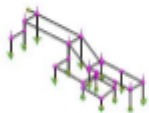

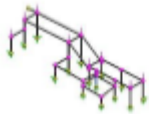
Se procedió el análisis estático al diseño de la estructura y posteriormente se simuló el modelo de Elementos Finitos utilizando el software Soliworks. Para luego obtener dichos resultados.

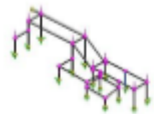
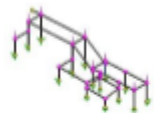

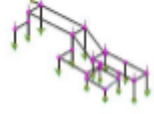
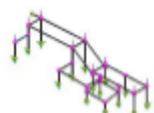
1er Paso: Se realizó el modelo de la configuración mecanizada de las vigas y recortes, para obtener finalmente la masa total de la estructura.

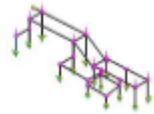
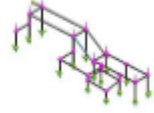





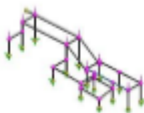
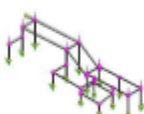
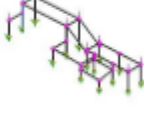

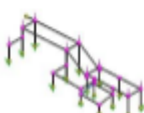
Nombre del modelo: ESTRUCTURA
Configuración actual: Predeterminado<Como mecanizada>

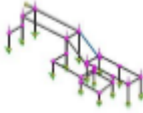
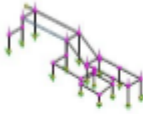
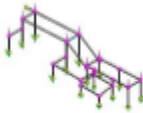
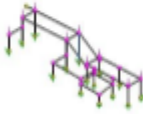
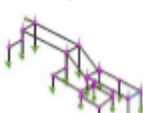
Sólidos de viga:			
Nombre de documento y referencia	Formulación	Propiedades	Ruta al documento/Fecha de modificación
Viga-1(Recortar/Extender13[1]) 	Viga - Sección transversal uniforme	Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m ² Longitud:630mm Volumen:0.000336927m ³ Densidad:7850kg/m ³ Masa:2.64488kg Peso:25.9198N	C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018

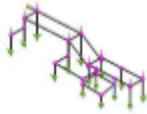
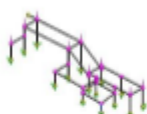
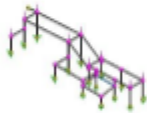
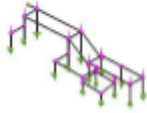
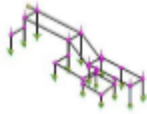
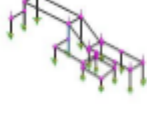
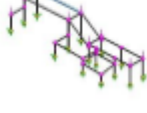
<p>Viga-2(Recortar/Extender25[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:610mm Volumen:0.00032623m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.5609kg Peso:25.0969N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-3(Recortar/Extender25[1])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:2010mm Volumen:0.00107496m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:8.43844kg Peso:82.6967N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-4(Recortar/Extender9)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:560mm Volumen:0.000299486m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.35097kg Peso:23.0395N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-5(Recortar/Extender8)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:570mm Volumen:0.000299479m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.35091kg Peso:23.0389N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-6(Recortar/Extender7)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:678.083mm Volumen:0.000362636m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.84669kg Peso:27.8976N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>

<p>Viga-7(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[7])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:708.183mm Volumen:0.000378734m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.97306kg Peso:29.136N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-8(Recortar/Extender19[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:660.929mm Volumen:0.000353462m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.77468kg Peso:27.1919N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-9(Recortar/Extender14[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:630mm Volumen:0.000336922m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.64484kg Peso:25.9194N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-10(Recortar/Extender11)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:618.414mm Volumen:0.000330717m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.59613kg Peso:25.4421N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-11(Recortar/Extender2)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:630mm Volumen:0.000336922m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.64484kg Peso:25.9194N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>

<p>Viga-12(Recortar/Extender1[1])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:680mm Volumen:0.000363667m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.85479kg Peso:27.9769N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-13(Simetría1[4])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-Área de sección: 0.000534796m² Longitud:1123.11mm Volumen:0.000600623m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:4.71489kg Peso:46.2059N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-14(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[4])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:1035.75mm Volumen:0.000553918m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:4.34825kg Peso:42.6129N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-15(Recortar/Extender16[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:758.976mm Volumen:0.000405897m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:3.18629kg Peso:31.2257N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-16(Recortar/Extender12[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:880mm Volumen:0.000470622m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:3.69438kg Peso:36.2049N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>

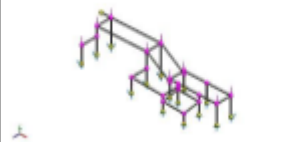
<p>Viga-17(Recortar/Extender24[1])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección- Área de sección: 0.000534796m² Longitud:2010mm Volumen:0.00107496m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:8.43844kg Peso:82.6967N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-18(Recortar/Extender18[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección- Área de sección: 0.000534796m² Longitud:660.929mm Volumen:0.000353462m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.77468kg Peso:27.1919N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-19(Simetría1[7])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección- Área de sección: 0.000534796m² Longitud:1035.75mm Volumen:0.000553918m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:4.34825kg Peso:42.6129N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-20(Recortar/Extender14[1])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección- iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:1342.63mm Volumen:0.000718048m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:5.63667kg Peso:55.2394N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-21(Recortar/Extender10[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección- Área de sección: 0.000534796m² Longitud:618.414mm Volumen:0.000330717m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.59613kg Peso:25.4421N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>

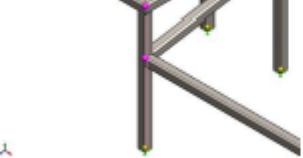
<p>Viga-22(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:1123.11mm Volumen:0.000600623m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:4.71489kg Peso:46.2059N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-23(Recortar/Extender32[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:2167.89mm Volumen:0.0011594m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:9.10126kg Peso:89.1923N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-24(Recortar/Extender30)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:570mm Volumen:0.000304834m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.39295kg Peso:23.4509N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-25(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[5])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:1167.21mm Volumen:0.000624219m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:4.90012kg Peso:48.0211N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-26(Recortar/Extender23[1])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:610mm Volumen:0.00032623m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.5609kg Peso:25.0969N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>

<p>Viga-27(Recortar/Extender15)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:722.037mm Volumen:0.000386134m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:3.03115kg Peso:29.7053N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-28(Recortar/Extender12[1])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:373.057mm Volumen:0.000199513m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:1.56618kg Peso:15.3485N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-29(Recortar/Extender6)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:860mm Volumen:0.000459925m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:3.61041kg Peso:35.382N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-30(Recortar/Extender33)</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:590mm Volumen:0.000315535m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:2.47695kg Peso:24.2741N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-31(Recortar/Extender17[2])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-Área de sección: 0.000534796m² Longitud:758.976mm Volumen:0.000405897m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:3.18629kg Peso:31.2257N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-32(Simetría1[5])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-Área de sección: 0.000534796m² Longitud:1167.21mm Volumen:0.000624219m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:4.90012kg Peso:48.0211N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>
<p>Viga-33(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[1])</p> 	<p>Viga - Sección transversal uniforme</p>	<p>Estándar de sección-iso/square tube/40 x 40 x 4 Área de sección: 0.000534796m² Longitud:2587.45mm Volumen:0.00138376m³ Densidad:7850kg/m³ Masa:10.8625kg Peso:106.452N</p>	<p>C:\Users\Solve\Desktop\ESTRUCTURA\ESTRUCTURA.sldprt Jan 08 09:13:33 2018</p>

2do Paso: Luego se realizó las propiedades del material, cargas y sujeciones de la estructura.

Propiedades	
Nombre:	AISI 1045 Acero estirado en frío
Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal
Criterio de error predeterminado:	Desconocido
Límite elástico:	5.3e+008 N/m ²
Límite de tracción:	6.25e+008 N/m ²
Módulo elástico:	2.05e+011 N/m ²
Coefficiente de Poisson:	0.29
Densidad:	7850 kg/m ³
Módulo cortante:	8e+010 N/m ²
Coefficiente de dilatación térmica:	1.2e-005 /Kelvin

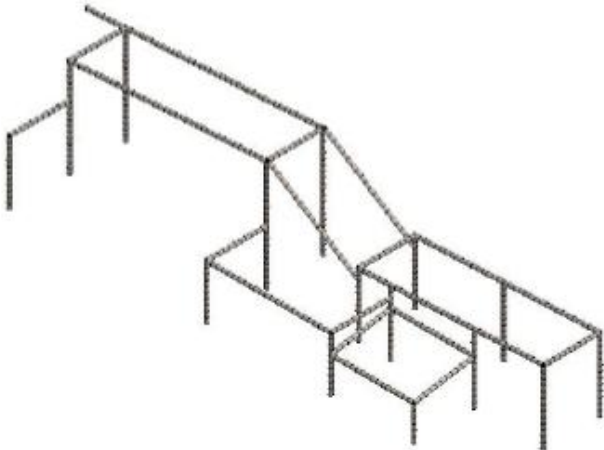
Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción
Fijo-1		Entidades: 15 Joint(s) Tipo: Geometría fija

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 13 Juntas Referencia: Arista< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 6131 N Momentos: ---, ---, --- N.m

3er Paso: Se realizó los números de nodos y elementos totales del mallado. Por lo tanto también se realizó las fuerzas resultantes.

Número total de nodos	580
Número total de elementos	553
Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss):	00:00:10
Nombre de computadora:	

Nombre del modelo: ESTRUCTURA
 Nombre de estudio: ANALISIS DE ESTRUCTURAL Predeterminado <Como reconstruido>
 Tipo de malla:



Fuerzas de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N	-1.07288e-006	79703	-1.19209e-007	79703

Momentos de reacción

Conjunto de selecciones	Unidades	Sum X	Sum Y	Sum Z	Resultante
Todo el modelo	N.m	-5.55994	-0.0806841	-7.77911	9.56211

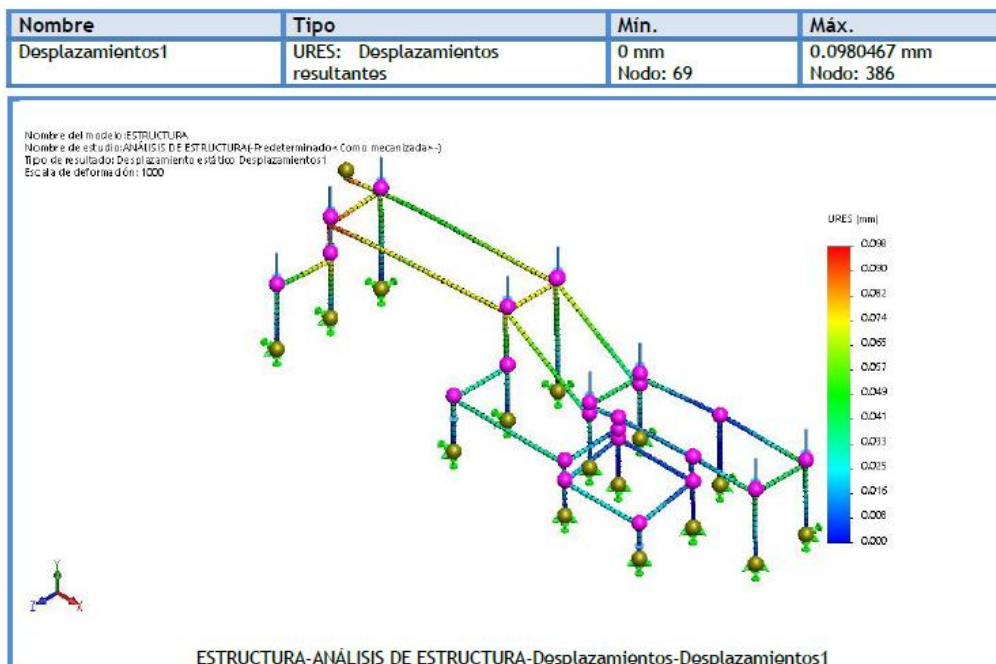
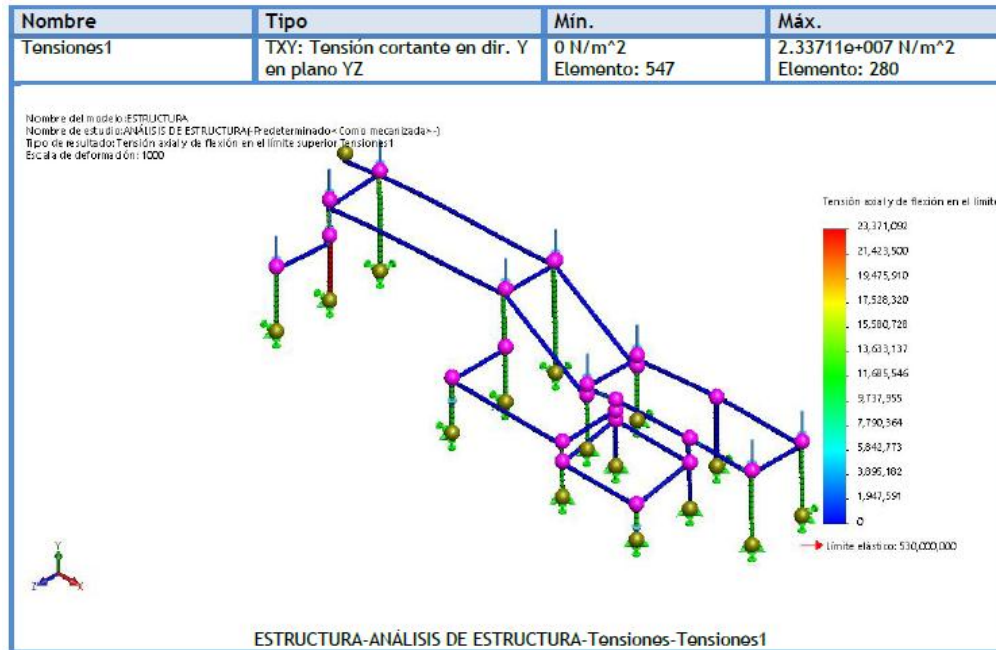
4to Paso: Se especificó las vigas, en las comparaciones de las juntas, cortes, momentos y torsión de las fuerzas. Luego se realizaron las juntas, las direcciones de los despliegues y torsión de las tensiones.

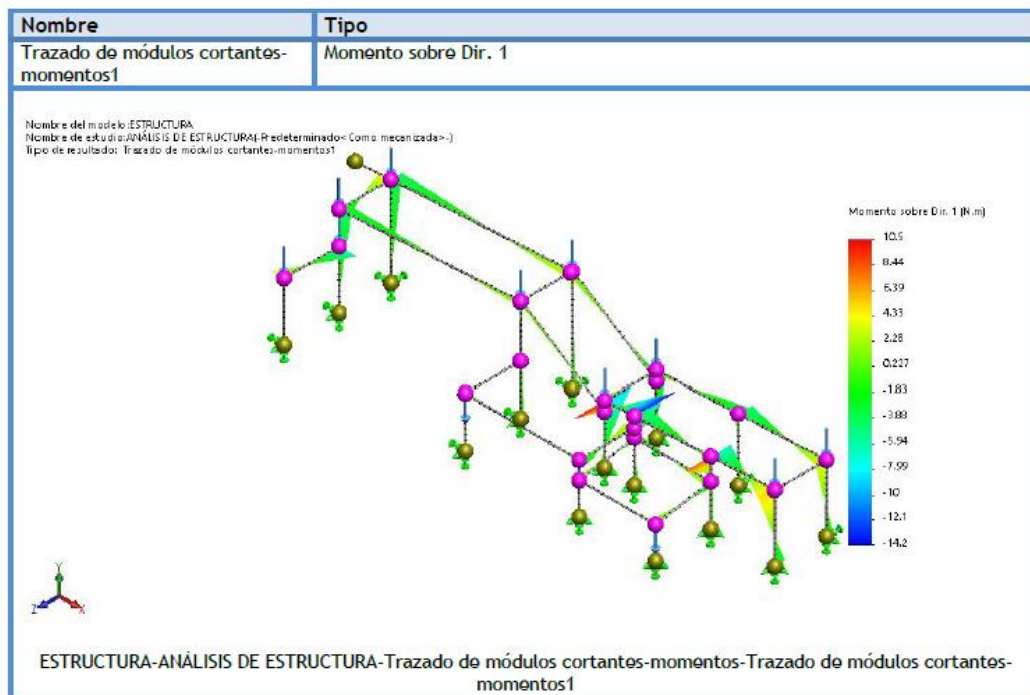
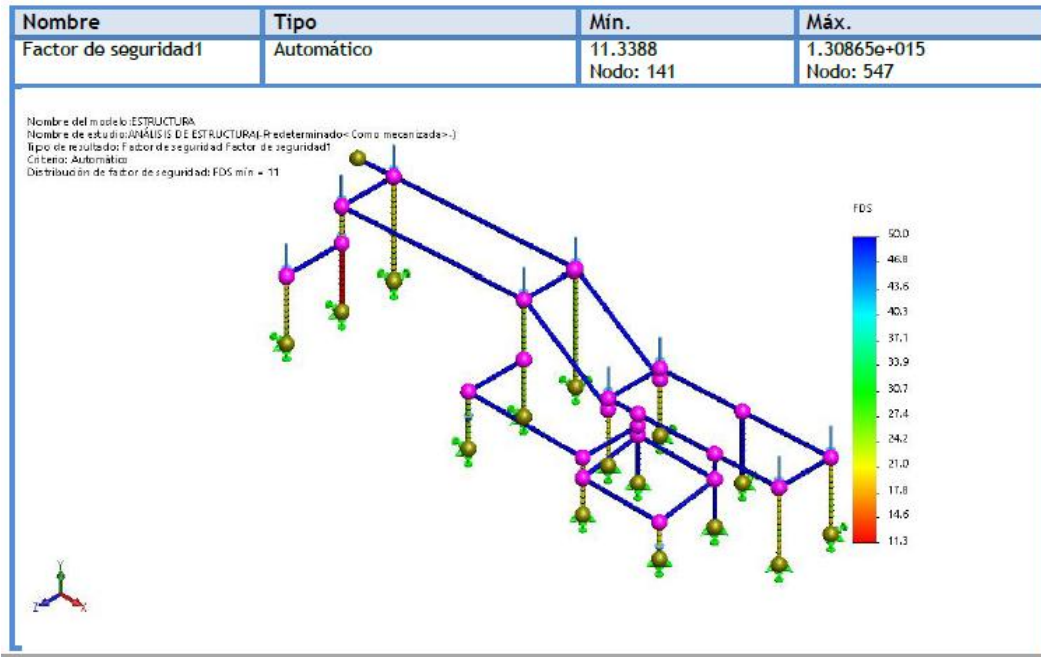
Nombre de viga	Juntas	Axial(N)	Corte1(N)	Corte2(N)	Momento1(N.m)	Momento2(N.m)	Torsión(N.m)
Viga-1(Recortar/Extender13 [1])	1	2.35531	-2.36116	8.60999	2.53908	0.67417	-0.327534
	2	-2.35532	2.36115	-8.60999	3.05742	0.860581	0.327533
Viga-2(Recortar/Extender25 [2])	1	5.63535	1.22062	4.37273	-1.17588	-0.143952	-1.21026
	2	5.63535	-1.22062	-4.37273	-1.49148	0.888533	1.21026
Viga-3(Recortar/Extender25 [1])	1	8.89203	0.654793	-5.55892	-1.89417	-0.406035	0.0179725
	2	5.05169	0.103028	7.61756	4.56757	0.149794	-0.042143
	3	5.05169	0.103057	-7.61756	3.3645	-0.257089	0.0421431
Viga-4(Recortar/Extender9)	1	6118.25	-7.612	2.16017	0.700279	0.0290383	0.0679071
	2	6121.55	3.41976	-3.23012	0.237203	2.12024	0.0368024
	3	6121.55	-3.41976	3.23012	0.431246	-1.41255	-0.0368024
Viga-5(Recortar/Extender8)	1	6133.07	0.4523	1.36111	0.609842	-0.234266	0.0362306
	2	6133.07	0.452302	-1.35796	0.179055	-0.0280682	-0.0362306
Viga-6(Recortar/Extender7)	1	93.1651	-1.4141	4.47227	1.46019	-0.963919	0.00246939
	2	84.2657	-6.80523	-38.6828	2.73563	-0.872086	-0.261678
	3	75.6557	9.16055	36.3217	-9.19042	-0.780161	1.12226
	4	84.2657	-6.80523	-38.6828	0.898192	-0.548838	-0.261678
Viga-7(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[7])	1	13.3481	0.551714	3.19299	1.24843	-0.33791	0.0754466
	2	13.3481	0.551714	-3.19304	1.07675	-0.0638518	-0.075446
Viga-8(Recortar/Extender19 [2])	1	6120.64	-4.98056	9.8309	-3.10442	-1.17774	-0.262476
	2	6123.41	4.34458	-8.93449	-1.58054	-1.55194	-0.0587068
	3	6120.64	4.98056	-9.8309	2.023	0.629863	0.262476
Viga-9(Recortar/Extender14 [2])	1	0.612019	-1.72118	-1.23935	-0.446881	0.754414	-0.377589
	2	0.612019	1.72118	1.23935	-0.358699	0.364352	0.377589
Viga-10(Recortar/Extender11)	1	4.65091	0.450386	-5.78721	2.01317	-0.302223	0.317343
	2	4.65091	0.450399	5.78721	1.68306	0.0145621	-0.317343
Viga-11(Recortar/Extender2)	1	6.70735	0.199578	-14.8327	-3.87826	-0.0244922	-0.339904

Viga-13(Simetría1[4])	1	-	0.15816	0.572815	0.158262	-0.0147006	-0.168597
	2	3.68507	0.158159	0.572818	-0.815199	0.196086	0.168597
Viga-14(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[4])	1	-	-5.5624	-4.15703	-0.521615	2.00351	0.0465549
	2	6146.41	5.5624	4.15703	-3.78405	3.75778	-0.0465549
Viga-15(Recortar/Extender1 6[2])	1	-	1.45303	7.40414	2.16256	-0.624957	-0.117726
	2	6121.72	-1.45293	-7.42852	3.61113	-0.50691	0.117725
Viga-16(Recortar/Extender1 2[2])	1	-	0.525765	1.47577	0.685007	0.258743	-0.0343934
	2	2.36772	0.525765	-1.47577	0.643187	0.214446	0.0343934
Viga-17(Recortar/Extender2 4[1])	1	25.6873	-8.79811	-70.0917	-10.4965	1.33628	0.757342
	2	58.2752	0.362432	7.24571	4.96056	-0.674681	-0.0766345
	3	12.8549	-2.52074	-15.9846	5.34929	-1.12693	0.332317
	4	12.8549	2.52076	15.9846	6.75552	-0.781987	-0.332317
Viga-18(Recortar/Extender1 8[2])	1	6064.11	-3.16277	21.017	-9.28628	-0.66986	0.409214
	2	-	3.00461	-17.6038	-3.23477	-1.25942	-0.306002
	3	6064.11	3.16277	-21.017	6.97436	0.321948	-0.409214
Viga-19(Simetría1[7])	1	-	0.980103	-4.72313	-0.857882	1.03044	0.0018625
	2	12236.3	0.980103	-4.72313	2.08621	0.419505	0.0018625
	3	6120.12	-5.72725	4.92272	-4.44504	3.36155	-0.107099
Viga-20(Recortar/Extender1 4[1])	1	0.868968	1.06444	0.835191	0.564742	0.710971	-0.418838
	2	0.868968	-1.06444	0.835191	0.556612	0.718185	0.418838
Viga-21(Recortar/Extender1 0[2])	1	-	-1.30958	-3.93944	1.4369	-0.382139	0.0820593
	2	5.45153	0	0	0	0	0
Viga-22(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[2])	1	0.738033	0.635992	2.81808	-1.4976	0.431536	-0.0786513
	2	-	0.635989	-2.81808	-1.73432	0.297852	0.0786513
Viga-23(Recortar/Extender3 2[2])	1	-	0.092839	-2.10712	1.64421	0.101397	0.328249
	2	5.44738	0.0928636	2.10712	2.87067	0.097561	-0.328249

Viga-24(Recortar/Extender30)	1	0.261312	0.862787	-1.22721	-0.417999	0.188257	0.0533342
	2	0.261312	0.862787	1.22721	-0.306053	0.320787	-0.0533342
	3	0.261312	0.862787	1.22721	-0.306053	0.320787	-0.0533342
Viga-25(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[5])	1	6124.19	0.302672	1.83108	1.43913	-0.201055	-0.024455
	2	6124.19	0.302672	-1.83108	0.734815	-0.158292	0.024455
	3	6124.19	0.302672	-1.83108	0.734815	-0.158292	0.024455
Viga-26(Recortar/Extender23[1])	1	1.38655	-2.14161	2.15792	-0.575968	-0.307882	0.252881
	2	1.3132	2.13837	-2.20646	-0.754764	-0.988405	-0.265333
Viga-27(Recortar/Extender15)	1	13.2998	0.816502	0.0248226	0.832449	-1.39299	0.0960528
	2	10.9441	-2.1583	44.9399	3.22842	0.831358	0.420888
	3	10.9441	2.1583	-44.9399	8.32388	-0.276543	-0.420888
Viga-28(Recortar/Extender12[1])	1	6123.05	4.17373	-2.81812	0.280476	2.04756	-0.0314982
	2	6123.05	-4.15025	2.81812	0.770844	-0.494903	0.0314992
Viga-29(Recortar/Extender6)	1	44.4647	0.661416	4.11734	1.60989	0.223625	-0.0410673
	2	44.4647	0.661416	-4.11734	2.09572	0.371649	0.0410673
Viga-30(Recortar/Extender33)	1	5.6344	-0.13384	-12.6613	4.14792	-0.0797063	-0.099172
	2	5.63438	0.133792	12.6613	3.57549	-0.00192144	0.0991746
Viga-31(Recortar/Extender17[2])	1	6117.59	-1.20917	-6.27025	5.10038	-0.390407	-0.0683172
	2	6117.58	1.17064	11.2428	3.35793	-0.552909	0.0685517
Viga-32(Simetría1[5])	1	6130.77	0.938758	1.21794	1.18811	-0.325877	0.185517
	2	6130.77	0.938758	1.21794	0.552341	0.164155	0.185517
	3	6132.01	0.326612	-2.93908	0.925429	-0.0582659	0.178835
Viga-33(Tubo cuadrado 40 X 40 X 4(1)[1])	1	3.33714	0.0719919	2.97217	3.77759	0.104521	-0.283131
	2	7.27596e-012	1.15463e-014	1.36424e-012	-6.96332e-013	-6.27276e-015	4.01457e-013
	3	3.33714	0.0719409	-2.97217	2.59081	0.0496905	0.28313

5to Paso: Finalmente se realizó el estudio del análisis de la estructura, teniendo en cuenta los resultados de las tensiones y desplazamiento, por lo tanto su factor de seguridad se visualiza en la siguiente ilustración.





En el estudio del diseño de la estructura de la máquina tenemos como resultado la descripción del peso soportada de 625 kg, material de acero AISI 1045 CD, configuración cuadrada de 40 x 40 x 4 mm y un factor de seguridad de 11, en el cual indica un valor aproximado al valor calculado, por lo tanto está dentro de los límites establecidos donde por teoría el factor de seguridad debe de ser: $n \geq 1$.

5.7 Cálculo y selección de cadenas y piñones.

Para el cálculo de cadena y piñón se tomó en cuenta el manual: Cálculo de una transmisión por cadena de JORESA; para la selección se tomó en cuenta el catalogo: Productos de SFK de transmisión de potencia.

Para la selección de la cadena adecuada a una transmisión deberá considerar los siguientes factores.

- a) Potencia a transmitir en Kw.
- b) Fuente de potencia
- c) Mecanismo a accionar.
- d) Numero de rpm en los ejes.
- e) Distancia entre centros.

Donde:

W: potencia a transmitir (Kw)

V: velocidad lineal de la cadena (m/min)

P: paso de la cadena (mm)

Z1: número de dientes del piñón o rueda dentada pequeña

Z2: número de dientes de la rueda mayor.

n1: Numero de vueltas del piñón (rpm)

n2: Numero de vueltas de la rueda (rpm)

L: longitud de la cadena

C: distancia entre centros.

k: coeficiente de seguridad.

Transmisión N°1. Banda transportadora N°1 y conjunto de cepillos.

Datos

Fuente de potencia	motor eléctrico
Mecanismo a accionar	regular
Número de revoluciones	n1=75
Número de revoluciones	n2=75
Distancia entre centros	700mm
N° Mín. de dientes del piñón debe ser	18 dientes
Para una Velocidad y Potencia	Z1=75rpm y 0.746kw
Factor de trabajo coeficiente	F1=1
N° de dientes piñón coeficiente	F2=1
relación de transmisión coeficiente	F3=1.45

Tabla 25 Datos de entrada

Fuente: Elaboración propia

Calculamos potencia corregida.

$$W_c = W * f1 * f2 * f3$$

Ecuación 41 Tensión ranal conductor.

Los factores $f1$, $f2$ y $f3$ lo obtenemos de las tabla N° 22; grafico N° 29 y tabla N° 23 respectivamente

Tipo de carga	Ejemplo de máquinas	Motor eléctrico o turbina	Accionamiento Motor de combustión interna	
			Trans hidráulica	Trans mecánica
Regular	Agitadores de líquidos. Bombas centrífugas y de engranajes. Compresores centrífugos. Elevadores y transportadores con carga regular. Generadores y alternadores. Hiladoras. Maquinaria de imprenta. Maquinaria para la fabricación de papel. Montacargas y ascensores. Teleféricos. Maquinas herramientas (toros, taladradoras, fresadoras, rectificadoras). Ventiladores y máquinas soplantes.	1	1	1,2
Irregular	Agitadores de sustancias poco fluidas. Bombas de émbolo de más de 2 cilindros. Compresores alternativos de más de 2 cilindros. Hélices (aplicaciones marinas). Elevadores y transportadores con carga irregular. Lamina doras. Mezcladores. Maquinaria para carpintería. Maquinaria para formar tubos. Trefiladoras. Molinos para materias homogéneas y blandas. Telares.	1,3	1,2	1,4
A golpes	Aparejos de elevación. Bombas de 1 y 2 cilindros. Dragas. Excavadoras. Elevadores y transportadores con carga muy irregular y pesada. Grúas. Maquinaria para perforación. Maquinaria para fabricar ladrillos. Maquinas herramientas (prensa, cizallas, limadoras, cepilladoras). Molinos para materias duras e irregulares. Rotocultivadores. Trituradoras.	1,5	1,4	1,7

Tabla 26 factor de trabajo. Coeficiente f1

Fuente: Calculo de una transmisión por cadena. Catalogo Joresa

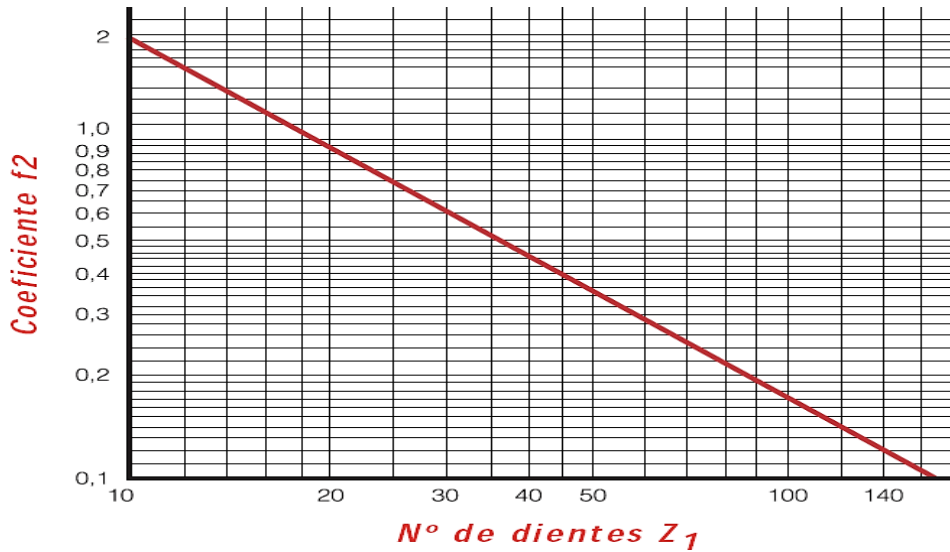


Ilustración 30 Elección del número de dientes Z1. Coeficiente f2

Fuente: Calculo de una transmisión por cadena. Catalogo Joresa

Tabla N° III (Coeficiente f3)

		Relación de transmisión							
		1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1	7:1	8:1
Distancia entre centros, C	20 pasos	1,45	1,25	1,15	1,08	1,03	0,99	0,96	0,92
	30 pasos	1,31	1,14	1,06	1,01	0,97	0,94	0,91	0,87
	40 pasos	1,22	1,07	1,00	0,95	0,92	0,89	0,86	0,84
	50 pasos	1,15	1,01	0,95	0,91	0,88	0,85	0,83	0,81
	60 pasos	1,08	0,97	0,91	0,87	0,85	0,82	0,81	0,78
	80 pasos	1,00	0,87	0,84	0,81	0,79	0,77	0,75	0,73

Tabla 27 Relación de transmisión y distancia entre centros. Coeficiente f3

Fuente: Calculo de una transmisión por cadena. Catalogo Joresa

Desarrollando la ecuación tenemos:

$$W_c = 0.746 \times 1 \times 1 \times 1.45 = 1.0817 \text{ Kw}$$

Velocidad lineal de la cadena.

$$V = \frac{P * Z1 * n1}{1000} \text{ m/min}$$

Ecuación 42 velocidad de la cadena.

$$V = \frac{12.7 \times 18 \times 75}{1000} = 17.145 \text{ m/min}$$

Tensión en el ramal conductor

$$T = \frac{6120 * W}{V} \text{ kg}$$

Ecuación 43 Tensión ranal conductor

$$T = \frac{6120 * 0.746}{17.145} = 266.288 \text{ k}$$

Longitud de la cadena N°1

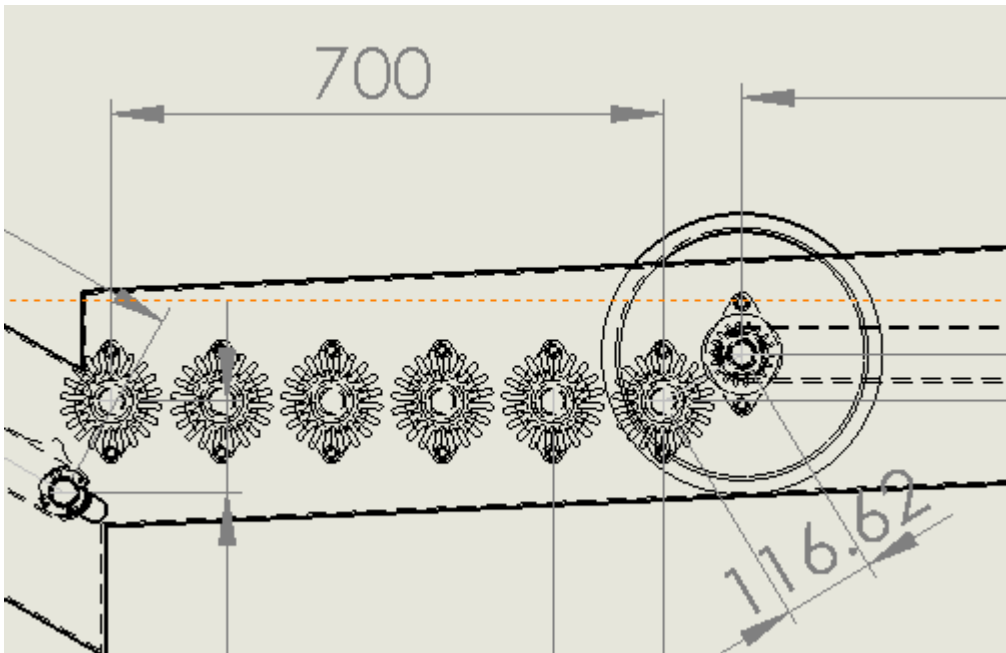


Ilustración 31 Distancia entre centros, cadena N° 1

Fuente: Elaboración propia

$$L = 2C + \frac{Z1 + Z2}{2} * p + \frac{\left(\frac{Z2 - Z1}{6.28}\right)^2}{C} * p^2 \text{ (mm)}$$

: Ecuación 44 Longitud de la cadena.

$$L = 2(820) + \frac{18 + 18}{2} X(12.7) = 1868.6 \text{ mm}$$

Transmisión N°2. Banda transportadora N°2, malla calibradora N°1 y malla calibradora N°2.

Longitud de la cadena N°2

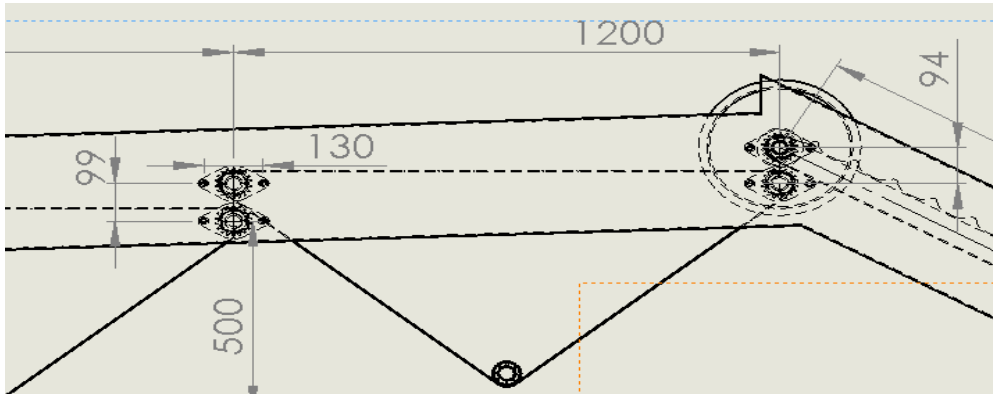


Ilustración 32 Distancia entre centros, cadena N° 2

Fuente: Elaboración propia

$$L = 2(1400) + \frac{18 + 18}{2} X(12.7) = 3028.6 \text{ mm}$$

Transmisión N°3. Banda transportadora N°3, Conductor y alineador

Longitud de la cadena N°3

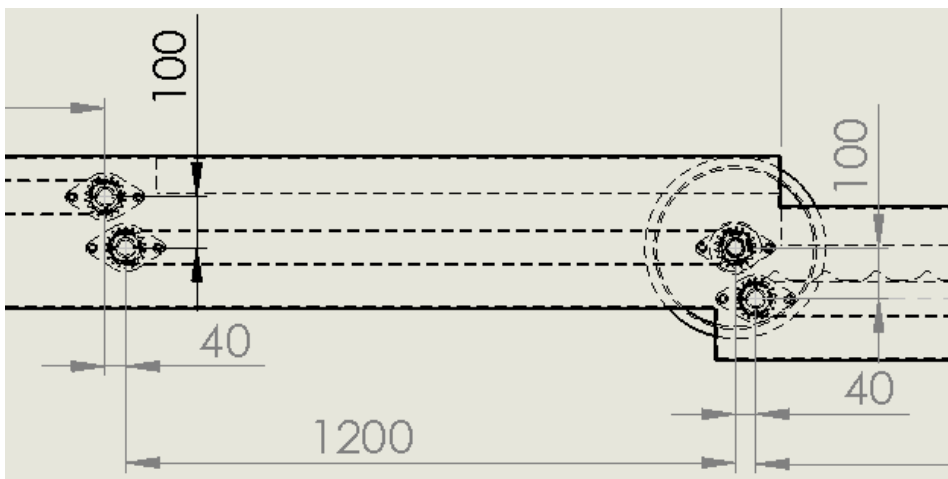


Ilustración 33 Distancia entre centros, cadena N° 3

Fuente: Elaboración propia

$$L = 2(1400) + \frac{18 + 18}{2} X(12.7) = 3028.6 \text{ mm}$$

5.8 Cálculos Eléctricos

La potencia del equipo será suministrada por el motor trifásico SIEMENS modelo 1LA01444FE21, para este se seleccionó un sistema de arranque directo en secuencia forzada y protección por relé térmico, teniendo en cuenta la corriente calculada con la siguiente ecuación.

$$I_{MOT} = \frac{P_{MOT}}{\sqrt{3} \times V_M \times \cos \varphi}$$

Ecuación 45 Cálculo de intensidad del motor

Fuente: Guía para selección de equipo de protección ABB

Donde

I_{MOT}	:	Intensidad del motor [<i>Amp</i>]
P_{MOT}	:	Potencia nominal de motor [<i>Watts</i>]
V_{MOT}	:	Tensión de funcionamiento [<i>Volts</i>]
$\cos \varphi$:	Factor de potencia a plena carga

Los datos de potencia y factor de potencia se tomaron de la ficha técnica del motor SIEMENS, y la tensión es 220 V, teniéndose de este modo

$$I_{MOT} = \frac{746}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.8}$$

$$I_{MOT} = 2.45 \text{ Amp}$$

La marca de sistemas de protección eléctrica ABB recomienda seleccionar una corriente de protección I_{PROT} , como mínimo un 45% mayor a la corriente del equipo para asegurar el funcionamiento correcto de los equipos, entonces

$$I_{PROT} > 2.45 \times I_{MOT}$$

Ecuacion N° 2: Intervalo de corriente para protección de motor

Fuente: Guía para selección de equipo de protección ABB

$$I_{PROT} = 2.45 \times 2.45$$

$$I_{PROT} = 6 \text{ Amp}$$

5.9 Diseño del sistema de visión artificial.

El sistema de reconocimiento de imágenes por color estará conformada por 6 módulos en los cuales se va a describir paso a paso cada uno de ellos.

Módulos.

- a. Módulo de captura de imágenes.
- b. Módulo de pre procesamiento de imágenes.
- c. Módulo de procesamiento de imágenes por color.
- d. Módulo de seleccionador de cebollas.
- e. Modulo web de interfaz.
- f. Módulo de comunicación inalámbrica.

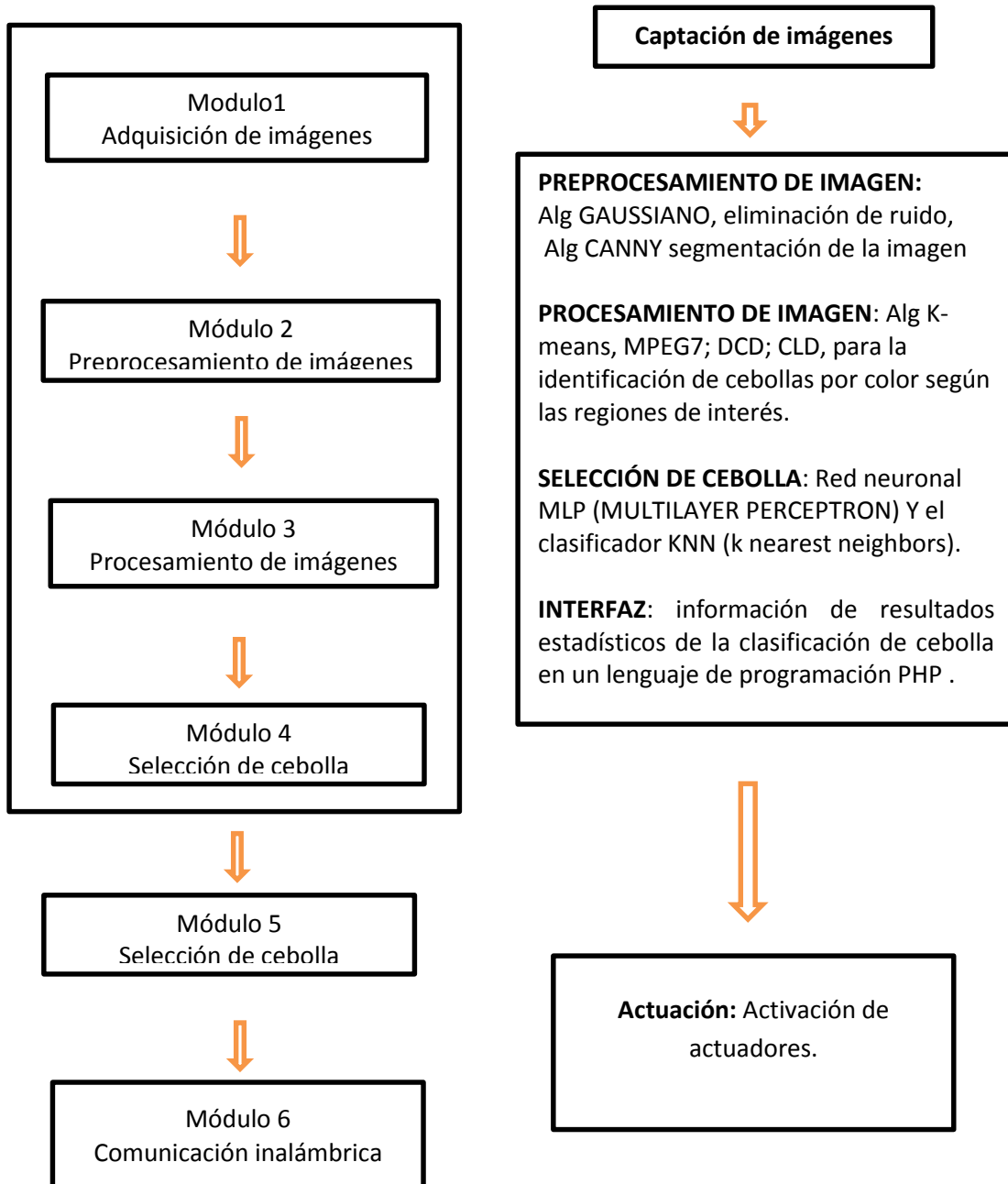


Ilustración 34 Módulos de visión artificial

Fuente: Elaboración Propia.

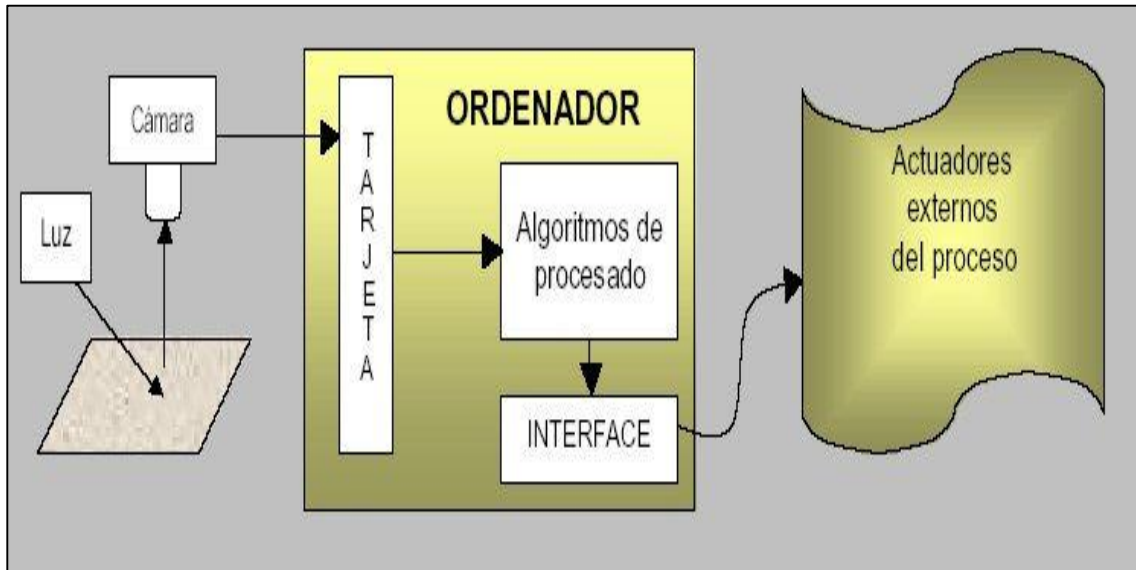


Ilustración 35 Elementos de una aplicación de visión artificial.

Fuente: <http://sabia.tic.udc.es/gc/Contenidos%20adicionales/trabajos/3D/VisionArtificial/index.html>

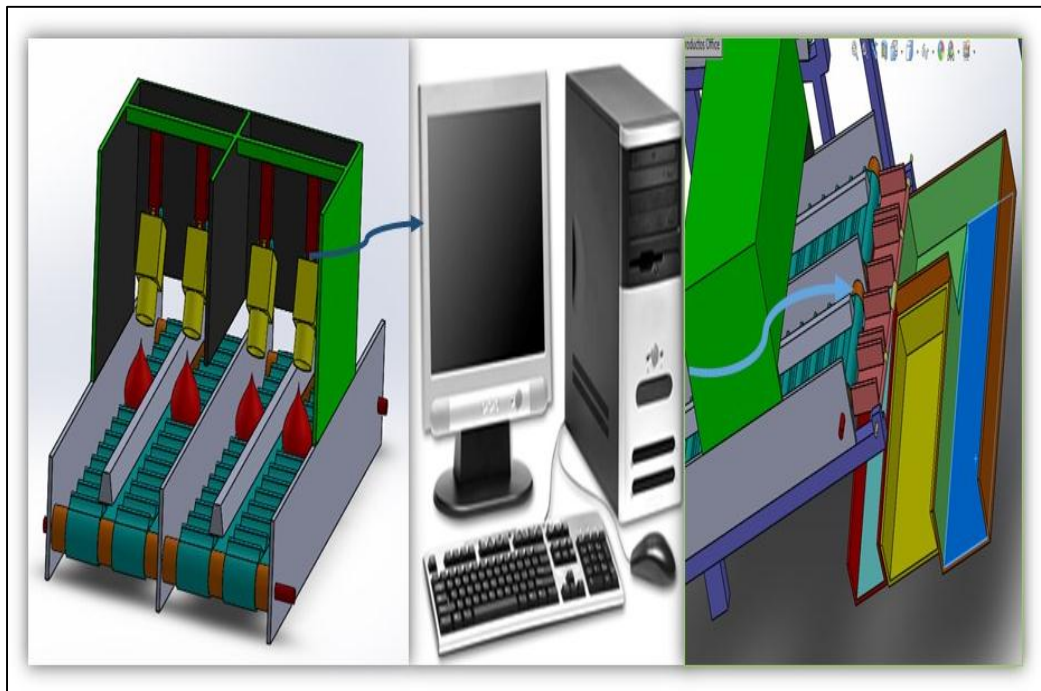


Ilustración 36 Elementos de una aplicación de visión artificial

Fuente: Elaboración propia.

5.8.1 Sistema de iluminación.

Se optó por la selección de diodos led para la iluminación, por su buena eficiencia y un costo bajo. Estos diodos leds estarán ubicados en los 4 vértices de la caja. La iluminación es un elemento importante ya que permite resaltar el color y el contorno de la cebolla a modo de eliminar la sombra permitiendo así extraer más parámetros o características que permitan una mejor segmentación.

Características de diodos led.

Tipo difusa lineal.

Dimensiones 400-1000mm.

Color: blanco.

Alimentación: 24V.

Familia: LNSD.

Fabricante: CCS.

5.8.2 Módulo de captura de imagen.

El diseño de la caja es de forma rectangular con un material ASTM A-1008M con unas dimensiones 40 x 50 cm, las cámaras están ubicadas en la superior, los diodos leds tipo difuso lineales serán ubicados a los costados, y la parte interna de la caja será de color negro para ocultar las sombras al momento de capturar la imagen ya que crearía distorsiones.

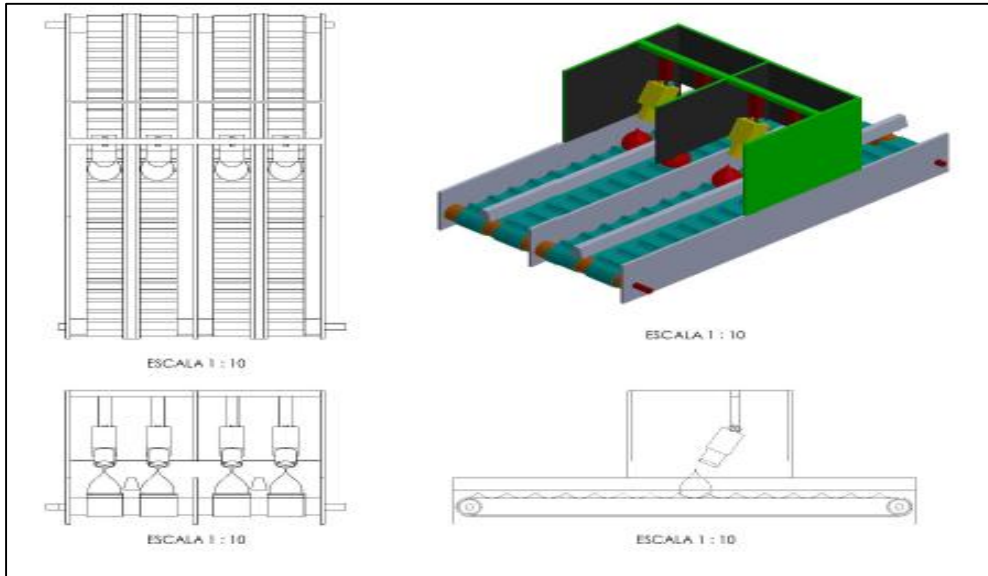


Ilustración 37 Modulo de captura de imagen

Fuente. Elaboración Propia.

Fondo.

El fondo será de color negro para impedir que cualquier mancha ocasione errores en el reconocimiento de la imagen.

Cámara digital.

La cámara seleccionada es resolución de 1600x1200 píxeles a una velocidad de 68 imágenes por segundo, la nueva cámara con arquitectura quad-tap de JAI utiliza sensores Kodak KAI-02050 CCD e interfaz CameraLink Base.

Características:

Resolución: 1600x1200 píxeles.

Sensor: Kodak KAI-02050 CCD.

Velocidad: 68 fps.

Output: 8,10 y 12 bits.

Interfaz: CameraLink Base.

Montura: C.

Tamaño: 55x55x69mm.

Disposición de las cámaras: se contara con cuatro cámaras dispuestas horizontalmente una por cada línea de cebolla, el ángulo de inclinación será de 15 grados con respecto a la vertical.

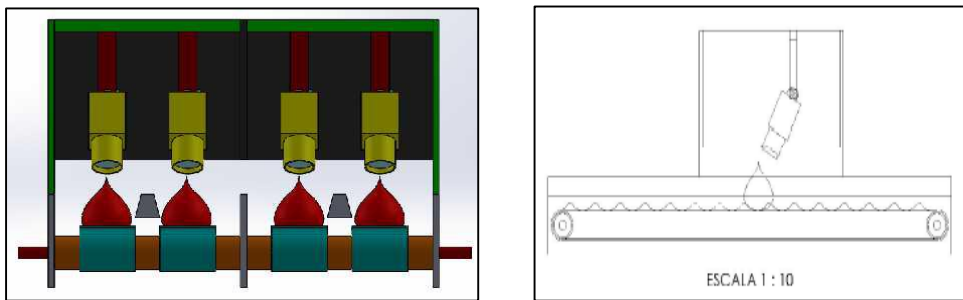


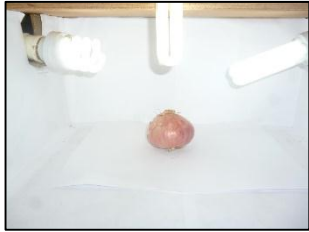
Ilustración 38 Disposición de las cámaras

Fuente: Elaboración Propia.

5.8.3 Adquisición de imágenes.

Para la adquisición de imágenes se ha hecho un estudio el cual consistió en fotografiar la cebolla en una vista frontal y una vista superior, obteniendo así un conjunto de imágenes que conformaran la base de datos necesarios para su análisis y posteriormente su clasificación. Al realizar el estudio se ha tenido en cuenta: fondo, resolución, iluminación y encuadre. La resolución establecida ha sido de 5mp y una buena posición de encuadre manteniendo la cebolla en medio de la imagen la cual se ha tomado a una distancia de 30 cm. El modulo tiene una dimensión de 20 x 40 cm, Las condiciones de fondo e iluminación han sido con focos Philips de 16watts. El fondo con que se

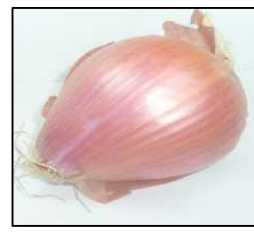
ha tomado las imágenes es simple de color blanco. Una mala iluminación puede afectar todo el tratamiento de la imagen.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)



(g)

Ilustración 39 Adquisición de la imagen de la cebolla

Fuente: Elaboración Propia

5.8.4 Módulo de pre procesamiento de imágenes.

Una etapa importante de la Visión artificial es el pre procesamiento de imágenes, es decir, la transformación de la imagen original adquirida con ciertos desperfectos producidos o no eliminados por el hardware tales como ruido de los sensores de captura, imprecisiones en el enfoque de la cámara, movimiento de la misma, perturbaciones aleatorias introducidas, poco o mucho contraste o brillo, falta de ecualización apropiada. La solución de mejora para estos problemas es la utilización de las técnicas de los algoritmos que permiten modificar la imagen para eliminar ruido transformarla geométricamente, mejorar y reparar la intensidad, el contraste del brillo, niveles de grises, eliminar brillos, aumentar los bordes, mejorar las texturas, etc. estas técnicas vienen a denominarse operaciones de mejora de imagen.

En este módulo de pre procesamiento se va a utilizar el algoritmo de Gauss y el algoritmo de CANNY.

5.8.5 Segmentación de la imagen.

La segmentación es el proceso mediante el cual una imagen se descompone en regiones grupos de píxeles o elementos que pueden corresponder a objetos o parte de objetos. La segmentación se usa tanto para localizar objetos como para encontrar los límites de estos dentro de una imagen con mayor precisión. El objetivo de la segmentación es simplificar y cambiar la representación de una imagen en otra más significativa y más fácil de analizar. El resultado de la segmentación es detectar los bordes y límites de una imagen.

La técnica que se va a emplear para la segmentación de la imagen es el algoritmo de CANNY.

Con este algoritmo se procederá a la segmentación de la imagen detectando un amplio rango de bordes. Esta técnica es importante por su buena detección, buena localización, respuesta mínima.

5.8.6 Módulo de procesamiento de imágenes.

La tercera etapa consiste en el procedimiento de imagen es aquí donde se deben considerar distintos factores, en primer lugar el algoritmo debe trabajar con la imagen previamente adquirida, es por esto que en una primera instancia el programa lee la imagen para posteriormente aplicar una serie de mejoras en su morfología ; es decir en ocasiones la imagen presenta ciertas deficiencias como son bajo contraste, zonas con mayor iluminación entre otras , las cuales hacen imposible el posterior procesamiento de la imagen. Es por esto que el algoritmo está diseñado para aplicar ciertas operaciones morfológicas que son requeridas para corregir las deficiencias de la etapa interior en este el procesamiento de imagen. Para el procesamiento de imagen se utiliza el Algoritmo de K-Means.

5.8.7 Módulo de comunicación inalámbrica.

Este es el tipo de comunicación en el que no se utiliza un medio de propagación físico alguno, es decir no emplea cables para la transmisión de información sino que emplea ondas electromagnéticas que se pueden propagar incluso por el vacío (se propagan por el espacio sin un medio físico que comunique cada uno de los extremos de la transmisión). Dentro del espectro electromagnético utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre o privada para transmitir información entre dispositivos. Una onda se puede definir como la transmisión de una perturbación de uno a otro punto del espacio sin que exista un transporte neto de materia entre ambos. Mediante especializados equipos las ondas electromagnéticas se emiten, luego se transmiten, hasta que finalmente son recibidas por nosotros.

Todas las ondas se caracterizan por los siguientes parámetros:
Longitud de la onda: es la distancia que hay entre dos crestas o dos valles

de la onda. Frecuencia: es el número de veces que se repite la onda en un segundo.

El conjunto ordenado de todas las ondas electromagnéticas ordenadas según su longitud de onda o según su frecuencia o su energía se denominan espectro electromagnético:

Zigbee.

Zigbee es un módulo de comunicación inalámbrica el cual tiene como función principal enviar y recibir datos, no puede interactuar por si solo es necesaria la interfaz con dispositivos inteligentes como micro controlador, sensores arduinos y ordenador.

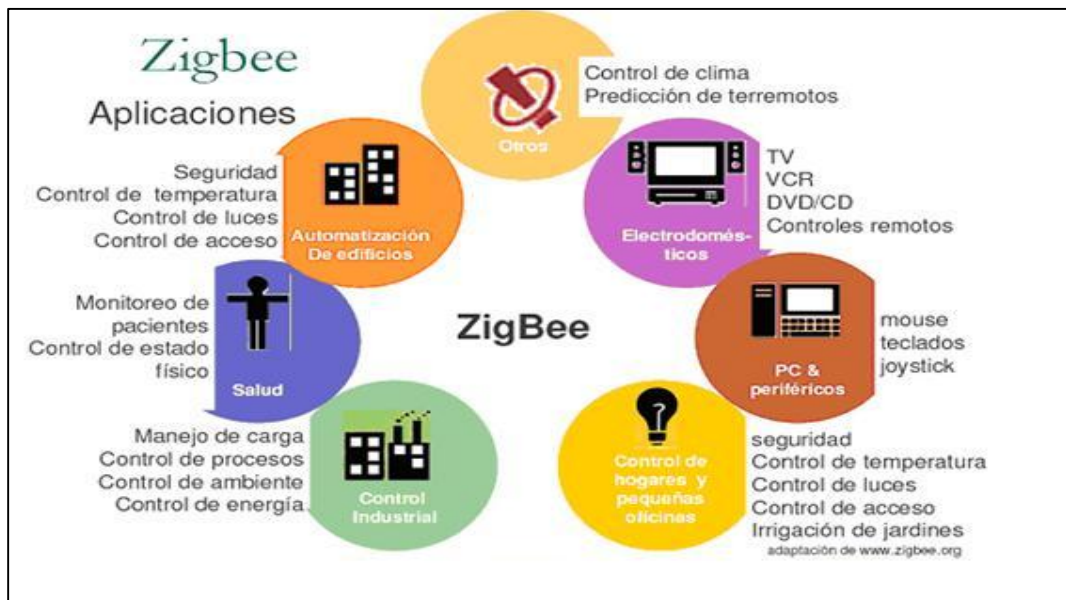


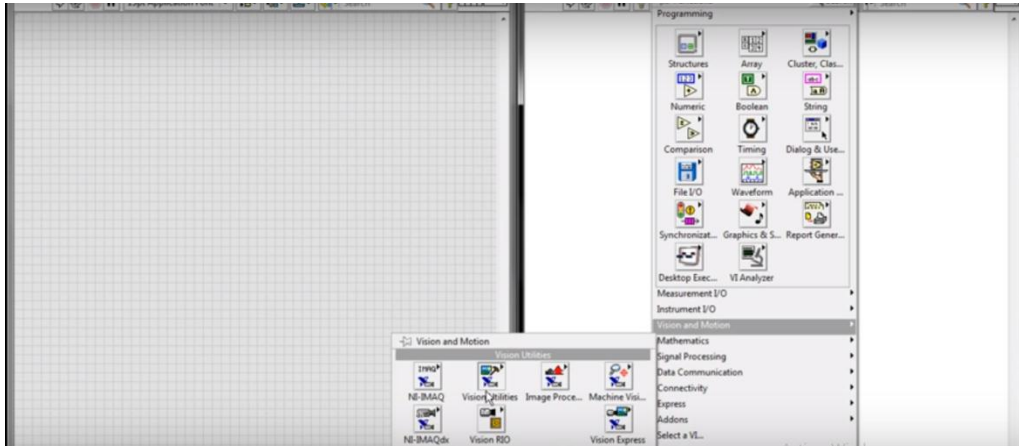
Ilustración 40 Zigbee

Fuente: <https://sx-de-tx.wikispaces.com/ZIGBEE>

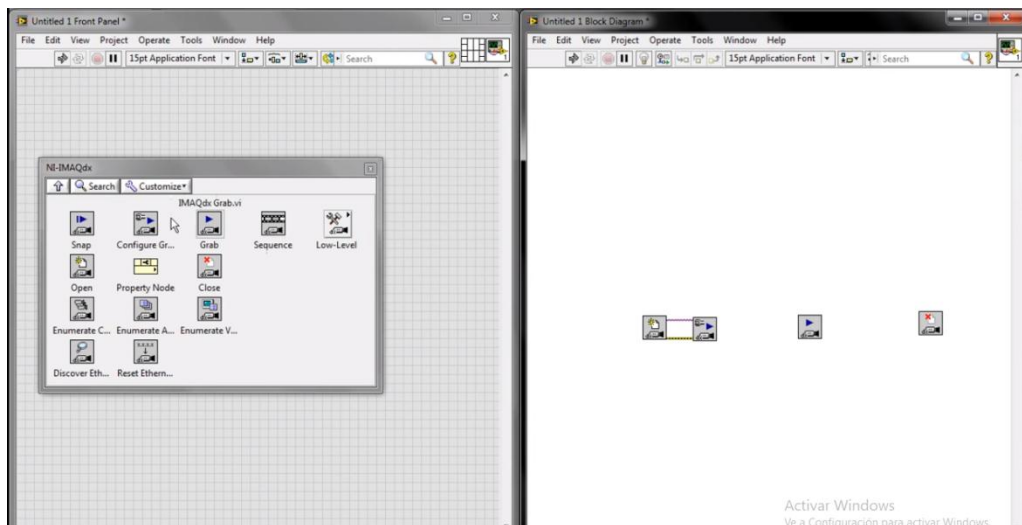
5.10 Automatización y control de los motores

5.9.1 Circuitos de potencia y control

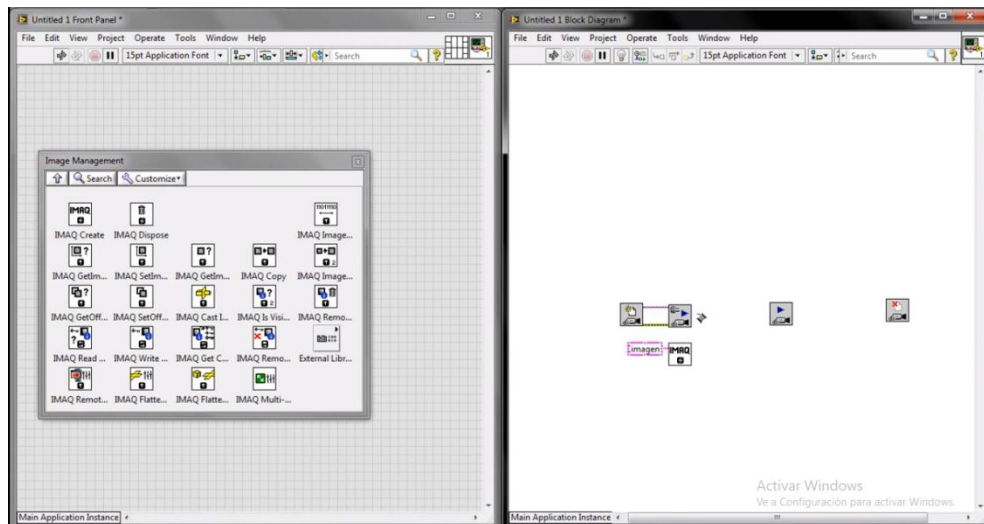
1er paso : Abrimos la biblioteca Vision and Motion.



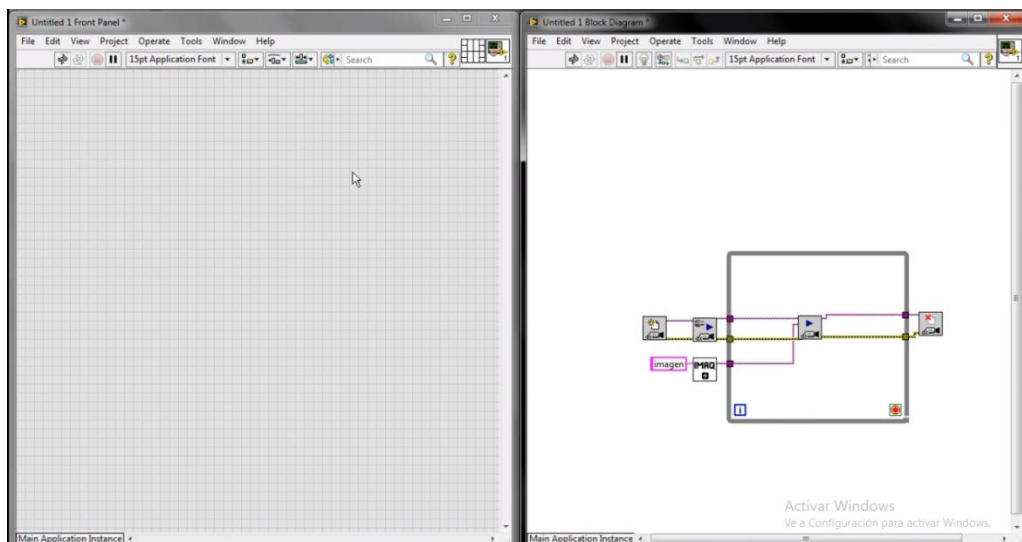
2do Paso: Luego creamos una cámara, la configuramos, grabamos y cerramos.



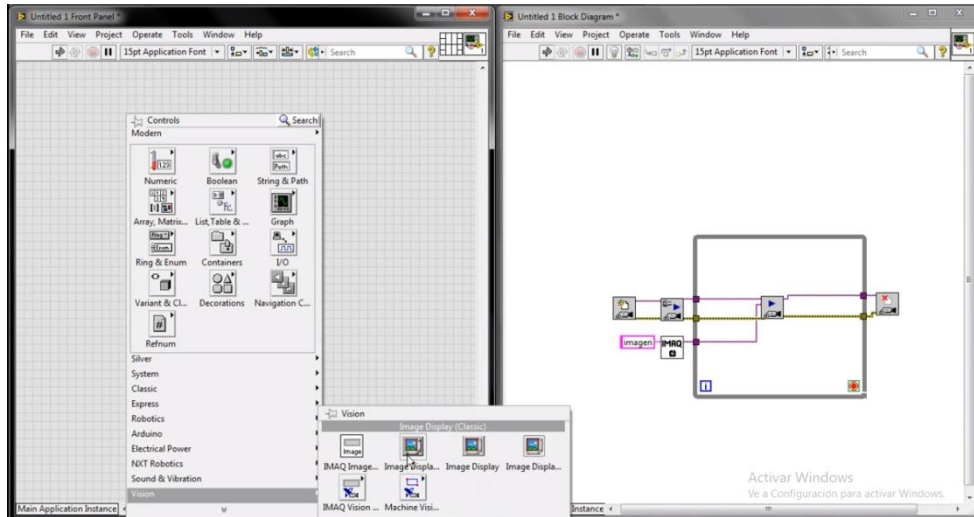
3er Paso: Creamos IMAQ, lo cual tiene la función de crear una partición en la memoria RAM para guardar las imágenes.



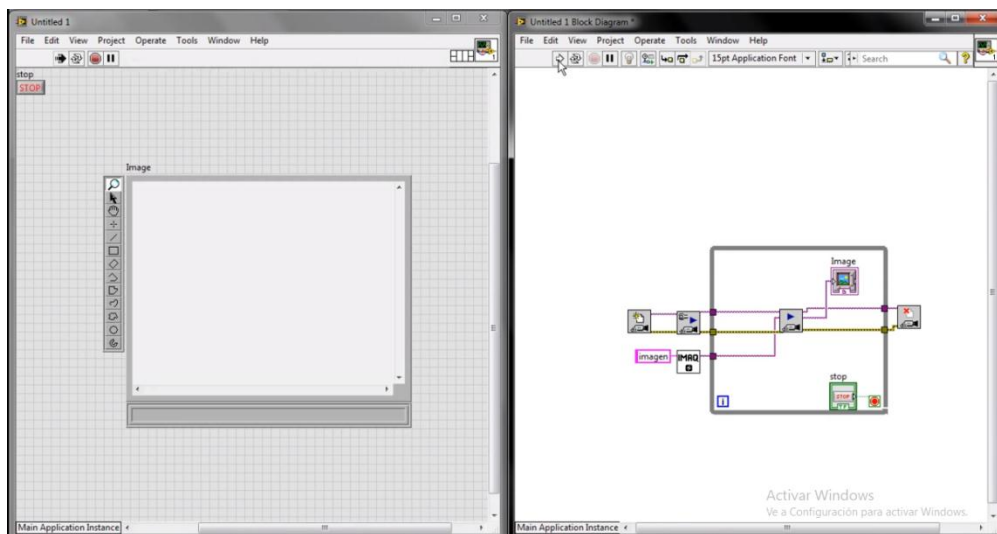
4to Paso: Creamos un While Loop y unimos los elementos donde se transmitirán los datos y los errores.



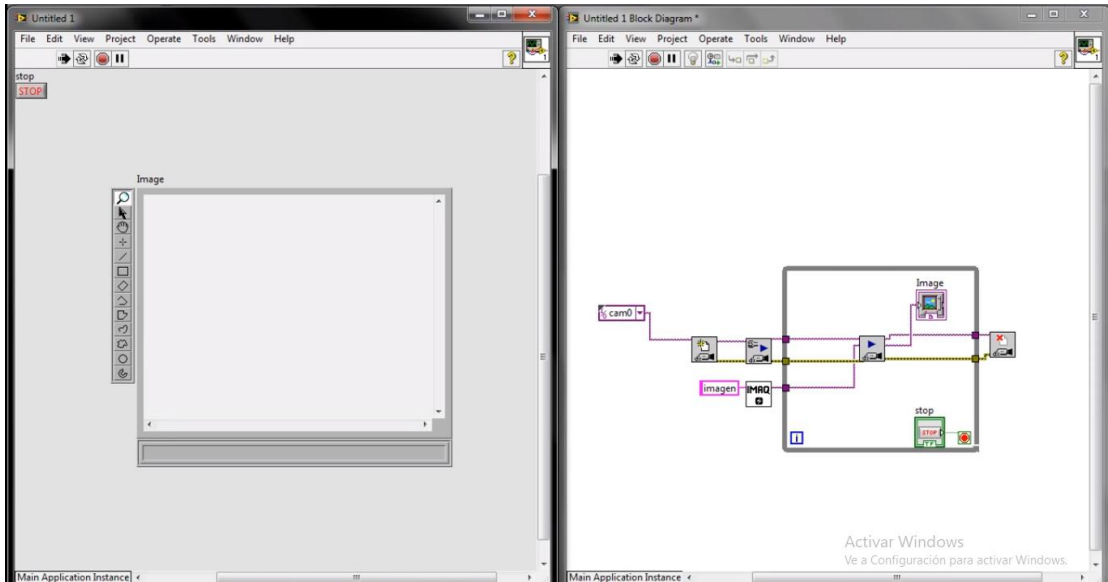
5to paso: Luego en el panel frontal, vamos a Visión y seguidamente la opción display.



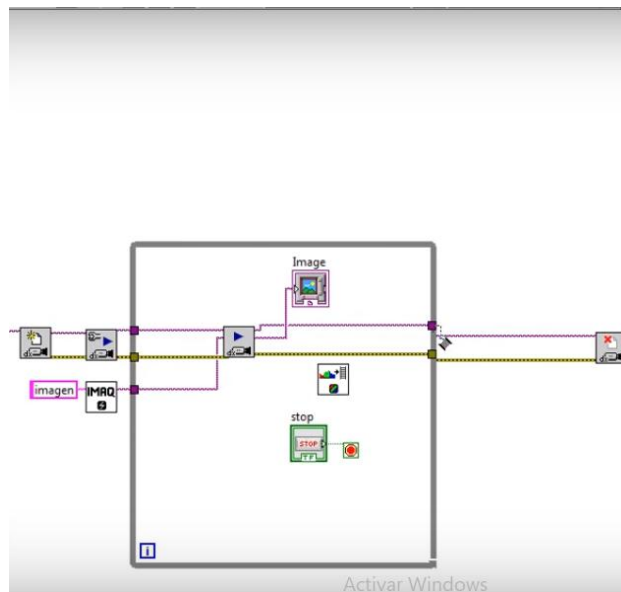
6to Paso: Creamos un control y obtenemos el VI básico para una imagen.



7mo Paso: En la cámara le damos una entrada para trabajar con la cámara de la PC.



8vo Paso: Creamos nuestro historial de histogramas para los diferentes colores en el diagrama de bloques.



9no paso: Este esquema permite analizar los colores según HSD.

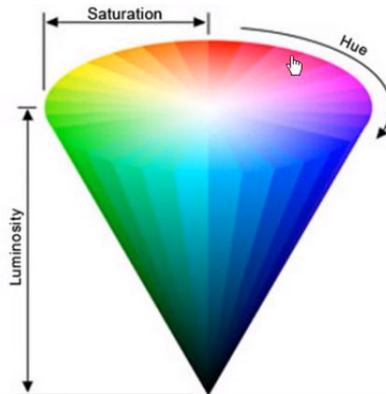
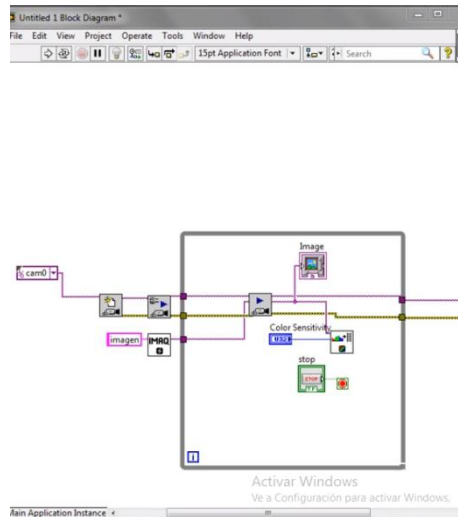


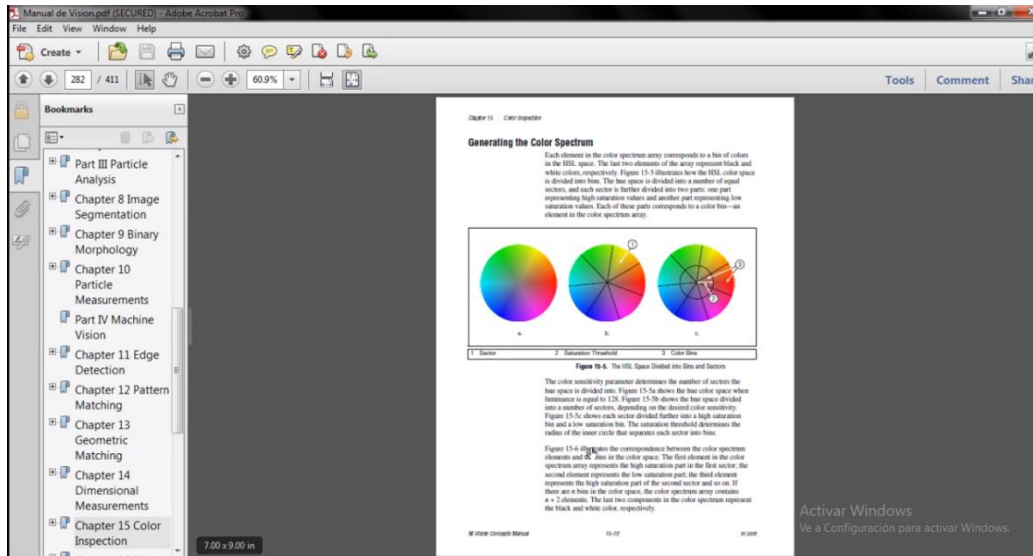
Ilustración 41 Análisis de colores HSD.

Fuente: Elaboración Propia.

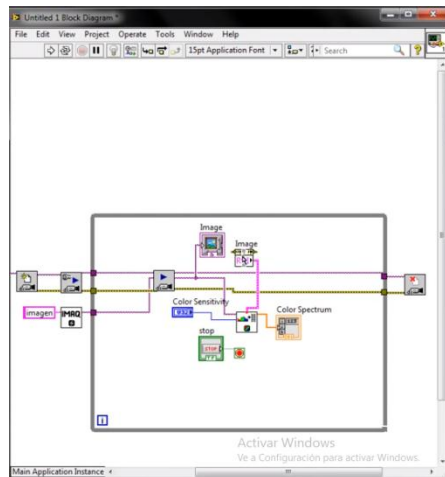
10mo Paso: Creamos la opción Color Sensitive: Posee 3 categorías: Low, medium, High.



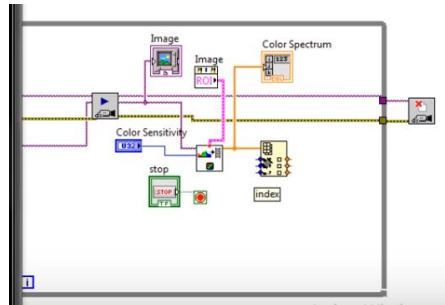
Luego se analizarán los espectros de cada muestra.



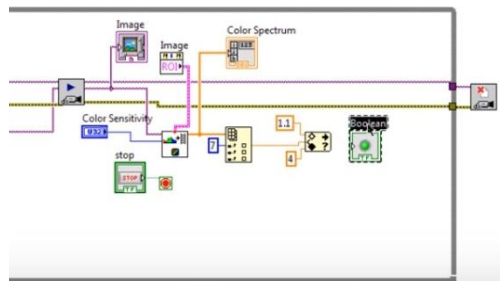
Creamos un array low Espectrum y una constante imagen



Creamos un guardador de array para guardar la imagen



Damos el rango de colores según HSD y conectamos un elemento de salida booleano.



5.9.2 Flujo de proceso de visión por color.

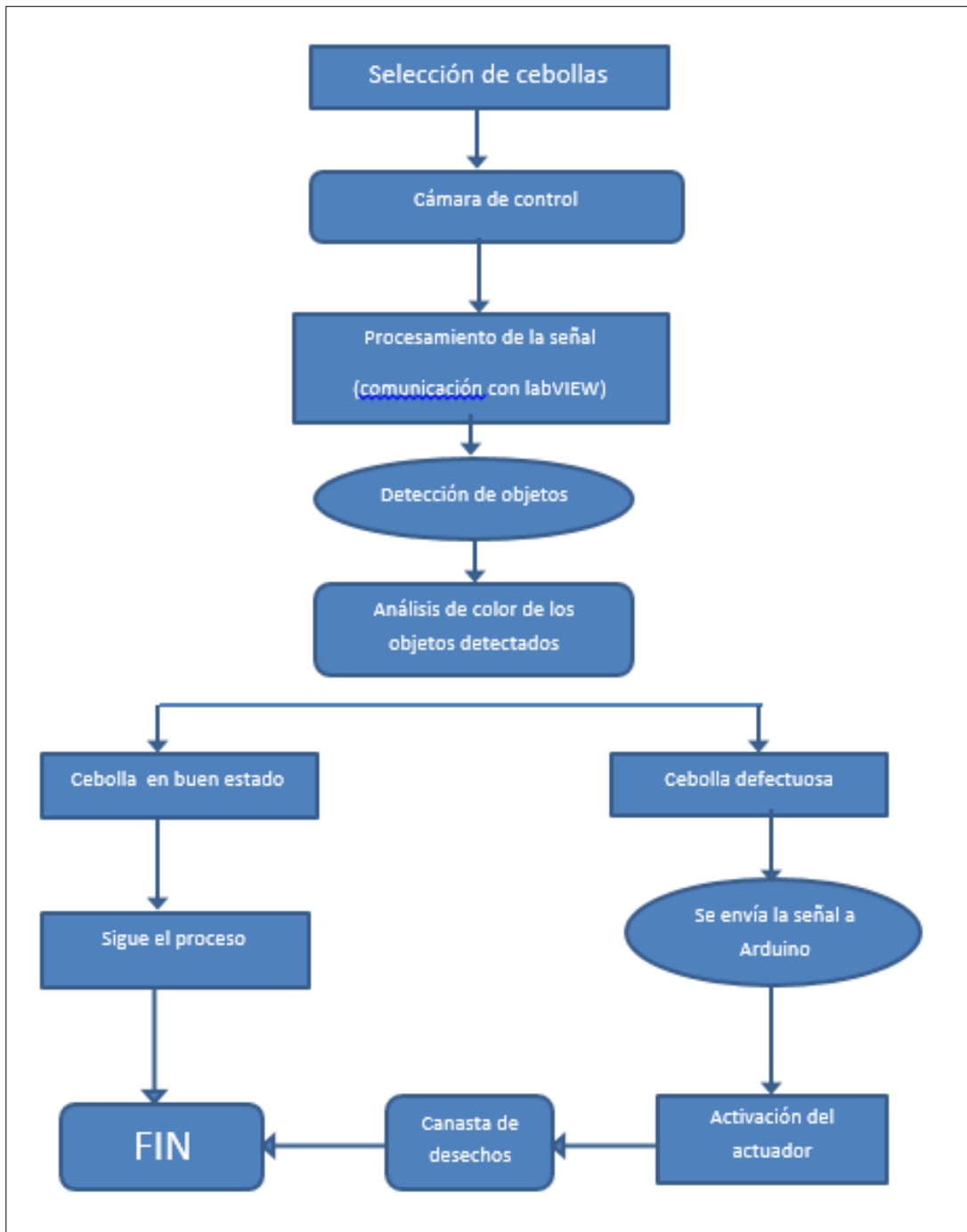


Ilustración 42 Flujo de proceso de clasificación por color.

Fuente: Elaboración Propia.

5.11 Plan de mantenimiento

ITEM	SISTEMA	PERIODICIDAD	TAREA A REALIZAR
1	Estructura	Diaria	Inspección visual
			Inspección visual de sistemas de soporte
			Limpieza de equipo al finalizar sus labores
		Mensual	Verificar correcto funcionamiento del equipo
			Limpieza general de estructura
			Ajuste de elementos flexibles
		Anual	Inspección de posibles grietas o desgaste en estructuras
			Lijado y tratamiento contra corrosión de estructura
			Limpieza y aplicación de pintura anticorrosiva
2	Motriz	Diaria	Comprobación de ruidos anómalos en piezas móviles
			Comprobación de vibraciones anómalas en piezas fijas
			Comprobar ausencia de defectos en producción
			Comprobar funcionamiento del equipo
			Limpieza de la zona
		Mensual	Comprobación de sujeción de motores
			Comprobar buen estado de ventilador de motores
			Control de funcionamiento y reposición de niveles de engrase
			Comprobar y reponer niveles en reductores (cambio de aceite)
			Inspección visual de elementos cambiados
			Engrase de rodamientos y engranes
			Comprobar desgaste de fajas
		anual	Comprobar estado general y limpieza de la máquina
			Control de piñones en busca de holgura, dientes dañados)
			Control de estado de rodamientos y soportes
Comprobar estado de alineación de ejes			
Comprobar estado de tuberías propios o cercanos a la máquina			
3	transporte	Diaria	Limpieza de residuos sólidos sobre la banda transportadora
			Verificación de inexistencia de deformaciones en la banda transportadora
		Mensual	Alineación de la faja transportadora
			Comprobación de inexistencia de grietas o desgaste
		Anual	Desmontaje de elementos para limpieza general
			De ser necesario reparar o reemplazo

Tabla 28 Plan de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

5.12 Presupuesto.

PRESUPUESTO: DISEÑO DE UNA MAQUINA CLASIFICADORA DE CEBOLLA POR TAMAÑO Y COLOR					
COSTO DE MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCION	CANT	UNID	COSTO UNIT S/	COSTO TOTAL S/
1	LED LIGHT, 4X4 BACK LIGHT RED	1	unid	S/. 2,547.45	S/. 2,547.45
2	CAMARA DIGITALKODAK-KAI-02050 CCD	4	unid	S/. 4,085.00	S/. 16,340.00
4	ZIGBEE 3.0 250 KBPS 2.405-2.475	8	unid	S/. 50.00	S/. 400.00
5	PERFIL ESTRUCTURAL TIPO C AISI 1020 300x75x4 mm LONG 6m	3	unid	S/. 185.00	S/. 555.00
6	PERIFL ESTRUCTURAL CUADADRO 2X50X50mm LONG 6m	9	unid	S/. 52.00	S/. 468.00
	TUBO ASTM A500 63.5mm DIAM	2	unid	S/. 75.00	S/. 150.00
7	PLANCHA ASTM A1008 1.20 X 1200 X 2400	2	unid	S/. 200.00	S/. 400.00
8	MALLA CALIBRADORA DE ACERO GALVANIZADO CALIBRE 40 CON BROCHE DE INOX	3	m	S/. 120.00	S/. 360.00
9	MALLA CALIBRADORA DE ACERO GALVANIZADO CALIBRE 80 CON BROCHE DE INOX	3	m	S/. 120.00	S/. 360.00
10	BANDA DE POLIURETANO ONDULADA	6.5	m	S/. 80.00	S/. 520.00
11	BANDA DE POLIURETANO LISA	8	m	S/. 42.00	S/. 336.00
12	ACTUADORES ELECTRICOS	4	unid	S/. 265.00	S/. 1,060.00
13	POLEA 3 PULG DIAM	3	unid	S/. 15.00	S/. 45.00
14	POLEAS 14 PULG DIAM	3	unid	S/. 33.00	S/. 99.00
15	PRISIONEROS	21	unid	S/. 2.50	S/. 52.50
16	CHUMACERAS DE PIE P16206 SPOORTE P206	6	unid	S/. 35.00	S/. 210.00
17	RODILLOS DE CRIN NATURAL	6	unid	S/. 115.00	S/. 690.00
18	PIÑON PHS 08B-1BS18	10	unid	S/. 23.28	S/. 232.77
19	PIÑON PHS 08B-2B18	5	unid	S/. 28.31	S/. 141.53
20	TORNILLO 7/16X2 PULG	60	unid	S/. 0.50	S/. 30.00

21	CHUMACERA DE PARED FAG FL16206 SOPORTE FL206	35	unid	S/.	70.00	S/.	2,450.00	
22	CHUMACERA TENSORA	12	unid	S/.	18.00	S/.	216.00	
23	RODILLO CRIN NATURAL.	6	unid	S/.	100.00	S/.	600.00	
24	FAJAS PHG SPA1532	3	unid	S/.	60.00	S/.	180.00	
25	MOTOR ELECTRICO TRIFASICO 1HP 1660 RPM	3	unid	S/.	780.00	S/.	2,340.00	
26	EJE CALIBRADO ASI 1045 40mm DIAM	10		S/.	70.00	S/.	700.00	
27	EJE CALIBRADO ASI 1045 60mm DIAM	1.5		S/.	200.00	S/.	300.00	
28	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICA TRIPOLAR 25A	3		S/.	32.00	S/.	96.00	
29	CONTACTOR TRIFASICO 25 A	3		S/.	76.00	S/.	228.00	
30	PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO ON	1		S/.	10.00	S/.	10.00	
31	PULSADOR NORMALMENTE ACERRADO OFF	1		S/.	10.00	S/.	10.00	
32	LAMPARAS DE SEÑALIZACION 220V/60HZ	2	unid	S/.	12.00	S/.	24.00	
33	CONDUCTOR THW 2.5mm ²	12	m	S/.	1.20	S/.	14.40	
34	TABLERO DE MANDO	1	unid	S/.	45.00	S/.	45.00	
	ELECTRODO	6	Kg	S/.	12.00	S/.	72.00	
35	LAPTOP LENOVO CORE I7 Z400	1		S/.	2,700.00	S/.	2,700.00	
36	CADENA ISO PHC-08B PASO 12.7mm	5		S/.	35.00	S/.	175.00	
37	IMPLEMENTACION DE SOFTWARE LAB VIEW	1		S/.	1,500.00	S/.	1,500.00	
38	DISEÑO LA MAQUINA	1		S/.	3,500.00	S/.	3,500.00	
	SUBTOTAL						S/.	40,157.64
	COSTOS DE AMNO DE OBRA							
39	SOLDADURA	15	hr	S/.	35.00	S/.	525.00	
40	TORNO	12	hr	S/.	80.00	S/.	960.00	
41	TALADRO	3	hr	S/.	25.00	S/.	75.00	
42	CORTE	5	hr	S/.	25.00	S/.	125.00	
	SUBTOTAL						S/.	1,685.00
	TOTAL						S/.	41,842.64

Tabla 29 Presupuesto

Fuente elaboración propia.

5.13 Valor actual neto VAN y Tase Interna de Retorno TIR

Valor actual neto (VAN).

El valor actual neto es la suma algebraica de los flujos netos actualizados del proyecto, si es positivo, conviene ejecutar el proyecto.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{BN}{(1 + td)^t}$$

Ecuación 46 Valor actual neto

Dónde:

I_0 : Inversión

BN= Flujo de beneficios

t= 1, 2, 3, ..., n (período de años)

n= Horizonte del proyecto

td = Tasa de descuento .

Tasa interna de retorno (TIR)

Es aquella tasa de descuento que hace que el VAN = 0. Permite medir directamente la rentabilidad del proyecto. La TIR debe ser mayor que la tasa de descuento para aceptar el proyecto: (TIR > td).

$$TIR = -I_0 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{BN}{(1 + r)^t} = 0$$

Ecuación 47 Tasa interna de retorno.

Para determinar el VAN y el TIR hacemos un balance de ingresos y egresos.

Balance de ingresos y egresos

GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO							
DESCRIPCION	cantidad	Potencia (Kw)	hrs trabajo/dia	costo Kw/h	Dias trabajo por mes	Costo mensual	Costo Anual
MOTORES	3	0.746	8	0.52	26	S/. 242.06	S/. 2,904.72
COMPUTADORA Y OTROS EQUIPOS	1	0.6	8	0.52	26	S/. 64.90	S/. 778.75
OPERARIOS	2					S/. 1,800.00	S/. 43,200.00
MANTENIMIENTO						S/. 300.00	S/. 3,600.00
TOTAL DE GASTOS							S/. 50,483.47
INGRESOS							
PRODUCCION	toneladas por hora	Horas trabajo/ dia	dias trabajo/mes	Tn/mes	Th/año	Tn/10 años	Ingreso anual
	8	8	26	1664	19968	199680	S/. 79,872.00
COTO FIJO UNITARIO	S/. 0.21						
COSTO FIJO VARIABLE	S/. 2.53						
COSTO TOTAL UNITARIO	S/. 2.74						

Tabla 30 Balance de Ingresos y egresos

Fuente: Elaboración propia

Flujo de caja economico

FLUJO DE CAJA											
Descripción	PERIODO EN AÑOS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
EGRESOS											
Costos de Inversion	S/. 41,842.64										
Costo de Operatividad		S/. 50,483.47	S/. 50,483.47	S/. 50,483.47	S/. 50,483.47	S/. 50,483.47	S/. 50,483.47	S/. 50,483.47	S/. 50,483.47	S/. 50,483.47	S/. 50,483.47
TOTAL EGRESOS	S/. 41,842.6	S/. 50,483	S/. 50,483	S/. 50,483	S/. 50,483	S/. 50,483	S/. 50,483	S/. 50,483	S/. 50,483	S/. 50,483	S/. 50,483
INGRESOS											
Beneficios	0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0	S/. 79,872.0
Flujo de caja economica	-S/. 41,842.6	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5	S/. 29,388.5
Tasa de descuento	10%										
VAN	S/. 138,737.14										
TIR	70%										

Tabla 31 Flujo de caja

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

1. De los 380 kg de muestra analizada el diámetro promedio de cebolla que se obtuvo fue que se obtuvo fue: Pequeño de 36,06mm, el mediano de 63,997 y el grande de 84,62, con formas globosas y esféricas de color rojo violáceo, rojo intenso, amarillo y verde.
2. Mediante una matriz morfológica se obtuvo el concepto de solución óptimo, además se hizo la evaluación técnica- económica del proyecto resultando factible.
3. EL dibujo de todos los elementos que componen el sistema electromecánico se determinó a partir de la geometría de la maquina utilizando la teoría del diseño de elementos de máquinas y el software de SolidWorks de uso libre.
4. El presupuesto del proyecto es S/. 41,842.64 siendo asequible para los agricultores.
5. Se elaboró los planos de detalle de la máquina utilizando la herramienta CAD SolidWorks.
6. Se elaboró el plan de mantenimiento realizando un análisis de criticidad a todos los componentes siendo estos sometidos a esfuerzos empleando la herramienta del SolidWoks y definiendo así su periodicidad y la tarea de inspección en cada uno de estos tomando en consideración el programa Excel.
7. Se realizó el VAN y TIR a 10 años próximos, como evaluación económica del proyecto de diseño. Resultando un VAN 138,737.14 y TIR 70%.

RECOMENDACIONES

1. Usar el software CAdE_SIMU para simular y verificar el sistema eléctrico.
2. Usar el software Labview para simular y verificar el sistema de visión artificial.
3. Usar el software SolidWorks para el diseño mecánico.
4. Se recomienda dar mantenimiento tanto preventivo como correctivo para evitar fallas y averías.
5. Siendo el diseño de la máquina factible técnica y económica se recomienda a los agricultores realizar su implementación.

PLANOS

PLANO N°	DESCRIPCION
1	MAQUINA CLASIFICADORA 1
2	MAQUINA CLASIFICADORA 2
3	ESTRUCTURA PRINCIPAL
4	TRANSPORTADOR N° 1
5	TRANSPORTADOR N° 2
6	ESTRUCTURA SECUNDARIA N° 1
7	ESTRUCTURA SECUNDARIA N° 2
8	VOLANTE DE TRANSMISION
9	EJE MOTRIZ
10	TAMBOR
11	BRIDA
12	POLEA MENOR
13	POLEA MAYOR
14	EJE CONDUcido
15	EJE TENSOR
16	EJE DE ACTUADORES
17	EJE DE POLEAS
18	TOLVA
19	RECOGEDOR 1
20	RECOGEDOR 2
21	RECOGEDOR 3
22	RECOGEDOR 4
23	RECOGEDOR 5
24	RECOGEDOR 6
25	CAJA PORTA CAMARAS

ANEXOS

ANEXO N° 1: Guía de observación. Determinación de parámetros de la cebolla.

Determinación de parámetros de la cebolla									
Muestra N° unidad	Diámetro de la cebolla en mm			Color de la cebolla				Forma de la cebolla	
	pequeña menor de 40 mm Ø	mediana entre 41 y 80mm Ø	Grande. mayores a 81 mm Ø	amarillo verdoso	blancas	rojo violáceo	rojo intenso	Globosa	esférica
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Nota: La evaluación de la cebolla se realizara de manera individual en intervalos de 20 unidades, repitiendo el proceso hasta alcanzar los 380 kg de muestra establecidos inicialmente.

ANEXO N° 2: Características de las bandas CHIRIONO

Tipo	Conformidad alimenticia (1)	Antiestericidad permanente	Tejido de deslizamiento silencioso (Lob) (2)	Color cobertura lado transporte	Espesor total	Peso	Diámetro mínimo (3)	Tracción al 1%	Tracción máx adm.	Resistencia temperatura min.	Resistencia temperatura máx	Coefficiente de fricción lado transporte (4)	Ancho máx de producción
					mm	kg/m ²	mm	N/mm	N/mm	[°C]	[°C]	mm	mm
POLIURETANO													
1M3 U0-U2 HP blue A	✓	✓		●	0.70	0.70	→	4	4	-30	110	MF	2000
1M5 U0-U2 A	✓	✓		●	0.70	0.80	→	5	5	-20	100	MF	2000
1M5 U0-U2 D W A	✓	✓		○	0.70	0.70	→	5	5	-30	100	HF	2000
1M5 U0-U2 HP blue S A	✓	✓		●	0.70	0.70	→	5	5	-30	110	HF	2000
1M5 U0-U2 HP W A	✓	✓		○	0.70	0.80	→	5	5	-30	110	MF	2000
1M5 U0-U2 HP W S A	✓	✓		○	0.70	0.80	→	5	5	-30	110	HF	2000
1M5 U0-U2 HP VL blue A	✓	✓		●	0.70	0.80	→	5	5	-30	110	MF	2000
1M5 U0-U2 W A	✓	✓		○	0.70	0.80	→	5	5	-20	100	LF	2000
1M5 U0-U2 W A LF VL	✓	✓		○	0.70	0.80	→	5	5	-20	100	LF	1500
1M5 U0-U2 PN yellow	✓			●	1.10	0.90	→	5	5	-20	100	HF	2000
1T6 U0-U2 HP W A	✓	✓		○	0.80	0.80	→	6	6	-30	110	MF	2000
1M6 U0-U5 FL	✓	✓	✓	●	1.00	1.00	10	6	6	-20	100	MF	2000
1M6 U3-U3 FL	✓	✓		●	1.20	1.30	10	6	6	-20	100	MF	2000
1M6 U5-U5 FL	✓	✓		●	1.60	1.90	20	6	6	-20	100	MF	2000
1M12 U0-U3 HP PN N S	✓	✓	✓	●	1.50	1.60	→	8	12	-30	110	HF	2000

ANEXO N° 3: Coeficiente de fricción lado de deslizamiento.

Tipo de cobertura	Plano de deslizamiento		Tambor motor	
	Chapa acero	Chapa plást. o madera	Tambor acero	Tambor forrado
0	0.20	0.25	0.20	0.30
G1	no aplicable		0.60	0.70
S0	0.30	0.40	0.30	0.50
U0	0.20	0.25	0.20	0.30
U2	0.40	0.50	0.30	0.40
U3, U5	0.40	0.50	0.40	0.60
V5, V10	no aplicable		0.40	0.60

ANEXO N° 4: Tolerancias para bandas sin fin y tramos con estructura textil.

Ancho (mm)			
10 ÷ 100	101 ÷ 500	501 ÷ 1000	1001 ÷ 3000
±2 mm	±4 mm	±6 mm	±10 mm
Largo (mm)			
0 ÷ 2500	2501 ÷ 5000	5001 ÷ 10000	> 10000
± 0,5 %	± 0,4 %	± 0,3 %	± 0,2 %
Las tolerancias arriba mencionadas no prevén variaciones debidas a condiciones ambientales.			

ANEXO N° 5: Recomendación de diámetros de rodillos por ancho de la banda.

Catalogo Rodillos Rotrans

BANDA ø Rodillo	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200
63,5	X	X	X								
70		X	X	X							
76		X	X	X	X						
89		X	X	X	X						
102			X	X	X	X					
108			X	X	X	X	X				
127				X	X	X	X	X			
133				X	X	X	X	X			
152,4						X	X	X	X		
159						X	X	X	X		
193,7									X	X	X

ANEXO N° 6: RPM de los rodillos en función de la velocidad del transportador.
 Catalogo Rodillos Rotrans

VELOCIDAD BANDA M/S	DIAMETRO DEL RODILLO mm										
	63,5	70	76	89	102	108	127	133	152,4	159	193,7
0,25	75	68	63	53	47	44	38	36	31	30	25
0,50	150	136	126	107	90	88	75	72	63	60	49
0,75	225	205	189	161	141	132	113	107	94	90	74
1,00	300	273	251	214	188	176	150	143	125	120	98
1,25	376	341	314	268	235	221	188	179	157	150	123
1,50	451	409	377	322	282	265	226	215	188	180	148
1,75	526	478	440	375	329	309	263	251	219	210	172
2,00	601	546	503	429	376	353	301	287	251	240	197
2,25	676	614	566	483	423	398	338	323	282	270	222
2,50	752	682	628	536	470	442	376	359	313	300	246
2,75	827	750	691	590	517	486	414	395	345	330	271
3,00	902	819	754	643	564	530	451	430	376	360	295
3,25	977	887	817	697	611	574	489	466	407	390	320
3,50	1052	955	880	758	658	619	526	502	439	420	345
3,75	1128	1023	943	804	705	663	564	538	470	450	369
4,00	1203	1092	1005	858	752	707	602	574	501	480	394
4,25	1278	1160	1068	912	799	751	639	610	533	510	419
4,50	1354	1228	1131	965	846	795	677	646	564	540	443
4,75	1429	1296	1194	1019	893	840	714	682	595	570	468
5,00	1504	1364	1257	1073	940	884	752	718	627	600	493
5,25	1579	1433	1320	1126	987	928	790	754	658	630	517
5,50	1655	1501	1382	1180	1030	973	827	790	689	661	542
5,75	1730	1569	1445	1234	1077	1017	865	826	721	691	567
6,00	1805	1637	1508	1288	1124	1061	902	862	752	721	592

ANEXO N° 7: Velocidad máxima de transporte. Catalogo Rodillos ULMA

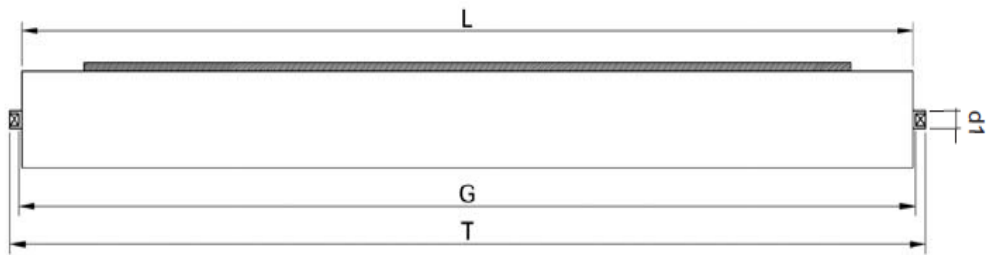
VELOCIDAD MAX. DE TRANSPORTE			
Ancho de banda	A	B	C
400	3	2,	2,
500	4	5	5
650	4	3	3
800	4,	3,	3,
1.000	5	5	3
1.200	5	4	3,
1.400	5,	4,	7
1.600	5	2	4
≥ 1.800		5	4,

A- Granos y otros materiales de relativa fluidez y baja abrasión.
 B- Carbón en mina y materiales moderadamente abrasivos.
 C- Minerales duros, piedras y materiales muy abrasivos.

ANEXO N° 8: Ancho mínimo de la banda en función a la dimensión del material a transportar. Catalogo Rodillos ULMA

ANCHO MINIMO DE BANDA		
Ancho mínimo	Dimensión del material (m/m)	
	(A) Uniforme	(B) Mezclado
400	65	100
500	85	150
650	125	225
800	160	300
1.00	200	400
0	250	500
1.20	300	600
0	380	700
1.40	450	800
0	500	900
1.60	550	1.00

ANEXO N° 9: Dimensiones de rodillos según DIN 15207. Catalogo Rodillos ULMA



Retorno Plana

Dimensiones según DIN 15207

Ancho de banda	3 Rollers				2 Rollers				1 Roller			
	L	G	d1 Ø20 T	d1 > Ø20 T	L	G	d1 Ø20 T	d1 > Ø20 T	L	G	d1 Ø20 T	d1 > Ø20 T
400	160	168	186	192	250	258	276	282	500	508	526	532
500	200	208	226	232	315	323	341	347	600	608	626	632
650	250	258	276	282	380	388	406	412	750	758	776	782
800	315	323	341	347	465	473	491	497	950	958	976	982
100	380	388	406	412	600	608	626	632	1150	1158	1176	1182
0	465	473	491	497	700	708	726	732	140	140	142	143
120	530	538	556	562	800	808	826	832	0	8	6	2
0	600	608	626	632	900	908	926	932	160	160	162	163
140	670	678	696	702	100	100	102	103	0	8	6	2
0	750	758	776	782	0	8	6	2	180	180	182	183
160	800	808	826	832	1100	1108	1126	1132	0	8	6	2

(mm)

(mm)

(mm)

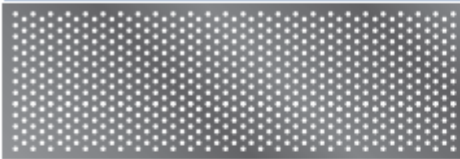
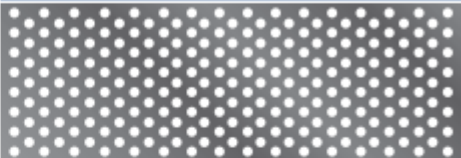
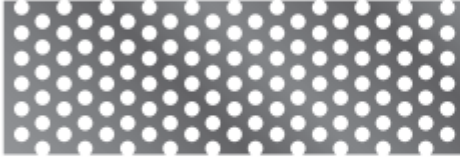





ANEXO N° 10: Peso de rodillos. Catalogo Rodillos ULMA

		Longitud del rodillo L (mm)															
D	d1(mm)	200	250	315	380	465	530	600	670	750	950	1150	1400	1600	1800	2000	2200
63	20	2/1.3	2.4/1.6	2.9/1.9	3.4/2.2	4.1/2.7	4.6/3	5.2/3.5	5.7/3.8	6.4/4.3	8/5.3	9.6/6.4	11.6/7.7	13.2/8.8	14.8/9.9	16.4/10.9	18/12
89	20	2.4/1.8	2.9/2.2	3.6/2.6	4.2/3	4.8/3.6	5.4/4.1	6/4.5	6.6/5	7.8/5.7	9.7/7.0	11.2/8.2	14/10.2	16.1/11.27	18/13.1	20/14.5	21.9/15.9
	25	3.1/2.2	3.6/2.5	4.3/3.1	5/3.4	5.9/4	6.6/4.4	7.4/5.0	8.3/5.6	9.2/6.2	11.4/7.6	13.6/9.0	16.4/10.8	18.6/12.2	20.8/13.6	23/15	25.2/16.4
	30	3.5/2.2	4.2/2.6	5/3.2	5.8/3.5	6.9/4.1	7.8/4.5	8.7/5	9.6/5.7	10.7/6.3	13.3/7.7	15.9/9.1	19.1/10.9	21.7/12.3	24.3/13.8	26.9/15.2	29.5/16.5
101.6	20	2.9/2.2	3.4/2.6	4.2/3.2	4.9/3.7	5.9/4.5	6.6/5	7.4/5.7	8.2/6.3	9.1/7.0	11.4/8.7	13.7/10.5	16.6/12.7	18.8/14.4	21.1/16.2	23.4/17.9	25.7/19.7
	25	3.6/2.7	4.3/3.2	5.1/3.8	5.9/4.3	7.0/5.1	7.8/5.6	8.7/6.2	9.6/6.9	10.6/7.6	13.2/9.4	15.7/11.1	18.9/13.3	21.4/15	24/16.8	26.5/18.5	29/20.2
108	20	3/2.3	3.6/2.8	4.4/3.4	5.1/3.9	6.2/4.8	6.9/5.3	7.8/6.1	8.6/6.7	9.6/7.5	12/9.3	14.4/11.2	17.4/13.5	19.7/15.3	22.1/17.2	24.5/19	26.9/20.9
	25	3.7/2.8	4.4/3.3	5.3/4.0	6.1/4.5	7.3/5.4	8.1/5.9	9.1/6.6	10/7.3	11/8.0	13.7/9.9	16.4/11.8	19.7/14.1	22.3/15.9	25/17.8	27.6/19.6	30.3/21.5
	30	3.7/2.6	5.7/3.7	6.6/4.2	7.6/4.8	8.9/5.6	9.9/6.3	11/7	12/7.5	13.2/8.3	16.2/10.1	19.3/12.1	23/14.3	26.1/16.3	29.1/18.1	32.1/19.9	35.2/21.9
	35					9.8/6.2	10.8/6.7	11.9/7.3	13/7.9	14.2/8.5	17.3/10.1	20.4/11.7	24.3/13.7	27.4/15.3	30.5/16.9	33.6/18.5	36.7/20.1
	40							17/10	18/10.5	19/11.1	22/12.5	25/13.9	29.5/15.6	32.5/17	35/18.4	39/19.8	42/21.2
133	20	4.1/3.6	4.8/4.2	5.7/4.9	6.5/5.6	7.7/6.6	9.0/7.4	9.10/8.3	11.1/9.2	12.4/10.3	15.5/12.8	18.5/15.3	22.4/18.5	25.5/21.1	28.6/23.7	31.7/26.2	34.8/28.8
	25	4.2/3.5	5.7/4.6	6.8/5.5	7.8/6.2	9.3/7.4	10.4/8.2	11.5/9.0	12.7/10	14/11.0	17.4/13.6	20.7/16.1	24.9/19.3	28.3/21.9	31.6/24.4	35/27	38.3/29.5
	30	5.1/4.1	6.8/4.8	8.1/6.4	9.2/6.4	10.8/7.5	12/8.4	13.3/9.3	14.6/10.1	16.1/11.2	19.9/13.8	23.6/16.4	28.2/19.5	31.9/22.1	35.7/24.7	39.4/27.2	43.1/29.8
	35					12/7.9	13.4/8.8	14.8/9.5	16.2/10.5	17.9/11.6	22/14.2	26.1/16.7	31.2/19.9	35.3/22.4	39.4/25	43.5/27.5	47.6/30.1
	40							19.1/13.5	20.6/14.3	22.3/15.3	26.5/17.7	30.7/20.1	35.9/23.1	40.1/25.5	44.3/27.9	48.5/30.3	52.7/32.7
159	25	6.6/5.7	7.7/6.6	9.2/7.9	10.7/9.1	12.7/10.8	14.1/11.9	15.8/13.3	17.4/14.7	19.2/16.2	23.8/20	28.4/23.8	34.1/28.5	38.7/32.3	43.3/36.1	47.9/39.9	52.5/43.7
	30	6.4/5.4	8.7/6.7	10.3/7.9	11.6/8.8	14/10.7	15.6/12	17.4/13.4	19.1/14.6	21.1/16.2	26/19.9	31/23.8	37.2/28.5	42.2/32.4	47.1/36.1	52.1/39.9	57/43.8
	35					4.9/10.8	16.6/12	18.5/13.2	20.4/14.7	22.5/16.2	27.9/20.1	33.2/23.8	39.9/28.6	45.2/32.3	50.6/36.2	55.9/39.9	61.5/43.7
	40							22.8/15.4	24.9/16.8	27.2/18.3	33/22.1	38.9/25.9	46.2/30.7	52.1/34.5	57.9/38.3	63.8/42	69.6/45.9
	50							27.8/20.5	30.3/22.1	33.1/24.0	40.1/28.6	47.1/33.2	55.8/38.6	62.8/43.5	69.8/48.1	76.8/52.7	83.8/57.3
	60							32.3/25.1	35.2/27.2	38.6/29.6	47.0/35.6	55.4/41.6	65.9/49.1	74.3/55.1	82.7/61.1	91.1/67.1	99.5/73.1
193	40							27.2/19.4	29.6/20.9	32.3/22.6	39.1/26.8	45.9/31.0	54.4/36.2	61.2/40.4	68.0/44.6	74.8/48.8	81.6/53.0
	50							35.6/28.4	39.0/30.9	42.8/33.8	52.4/41.0	62.0/48.2	74.0/57.2	83.6/64.4	93.2/71.6	102.8/78.8	112.4/86.0
	60							41.8/31.0	45.7/33.6	50.1/36.6	61.1/44.0	72.5/51.4	85.8/60.6	96.8/68.0	107.8/75.4	118.8/82.8	129.8/90.2

Peso rodillo Kg/peso partes rodantes del rodillo (Kg).

ANEXO N° 11: Catálogo ETC para la selección de chapa.

CHAPA PERFORADA

<p>▶ REDONDA 1.00 mm</p> <p>DIMENSION PERFORACION 1.00 MM E/C: 2.00 MM AREA LIBRE: 23 % CALIBRE: 24 22 20</p> 	<p>▶ REDONDA 2.00 mm</p> <p>DIMENSION PERFORACION 2.00 MM E/C: 4.00 MM AREA LIBRE: 23 % CALIBRE: 24 22 20 18 16 14</p> 
<p>▶ REDONDA 3.00 mm</p> <p>DIMENSION PERFORACION 3.00 MM E/C: 5.00 MM AREA LIBRE: 33 % CALIBRE: 22 20 18 16 14 10</p> 	<p>▶ REDONDA 4.00 mm</p> <p>DIMENSION PERFORACION 4.00 MM E/C: 6.00 MM AREA LIBRE: 40 % CALIBRE: 22 20 18 16 14 10</p> 
<p>▶ REDONDA 5.00 mm</p> <p>DIMENSION PERFORACION 5.00 MM E/C: 7.00 MM AREA LIBRE: 46 % CALIBRE: 22 20 18 16 14 10</p> 	<p>▶ REDONDA 6.00 mm</p> <p>DIMENSION PERFORACION 6.00 MM E/C: 8.00 MM AREA LIBRE: 51 % CALIBRE: 22 20 18 16 14 10</p> 
<p>▶ REDONDA 7.00 mm</p> <p>DIMENSION PERFORACION 7.00 MM E/C: 9.00 MM AREA LIBRE: 55 % CALIBRE: 22 20 18</p> 	<p>▶ REDONDA 8.00 mm</p> <p>DIMENSION PERFORACION 8.00 MM E/C: 11.00 MM AREA LIBRE: 63 % CALIBRE: 22 20 18 16 14 10</p> 

Referencias

- Alban, A. (2011). Reforma y contrarreforma Agraria en Colombia. *Revista de economia institucional*, 327-356.
- Alejandro y Colaboradores. (2010). *Sistemas de Vision Artificial*.
- Barbosa, B. (15 de octubre de 2014). *Elementos de una revista*. Obtenido de elementos de una revista: http://brandonbarbosa.blogspot.pe/2014/10/entrevista-conversacion-que-un_15.html
- Bareiro, j. F. (24 de abril de 2012). CULTIVO DE TOMATE. *CEBOLLA*, 1-3.
- Calderon, J. H. (2009). *Nota de Analisis Sectorial. Agricultura y Desarrollo Rural*. Lima.
- Caledron, J. M. (2009). nota de analisis sectorial. *Agricultura y desarrollo rural.*, 24.
- Castr, D. H. (2007). *DISEÑO DE MÁQUINA CLASIFICADORA DE TUNAS TENIENDO EN CUENTA COMO PARÁMETRO SU PESO ESPECÍFIC*. tacna.
- Cruz, A. G. (2013). *Diseño de una maquina seleccionadora de Truchas*. Lima.
- Dr. Salvador González García, C. C. (2012). *Diseño y Optimizacion de una Clasificadora Automática de Limones*. MEXICO - Apatzingán, Michoacán,.
- Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. EDA. (2007). *Boletin Tecnico de Poscosecha. Manejo Poscosecha de Cebolla*. Honduras.
- Entrenamiento y Desarrollo de Agricultores. EDA. (2007). *Manual de Produccion. El cultivo de la Cebolla*. Honduras.
- Fernández Ribot, M. (2006). *Selector de fruta y simulación de una aplicación real*.
- GARCES, P. N.-A. (AGOSTO 2015). *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE VISION ARTIFICIAL PARA CLASIFICACIONDE AL MENOS TRES TIPOS DE FRUTAS*. QUITO.
- gomgz aguila, M. V., Orlando Gimenez, J., & Ignacio Nava, A. (2014). Diseño de una maquina etiquetadora para botellas de agua mineral. *Revista ciencias y Tecnicas Agropecuarias.*, 76-81.
- Holguin, C. M. (2014). Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. *Sistema automático de reconocimiento de frutas basado en visión por computador*.
- Lardizabal., E. (2007). *Manual de Produccion. El cultivo de la Cebolla*. Honduras.
- Leguizamón, R. (14 de Octubre de 2014). Paraguay produce cebolla para abastecer el mercado local solo por dos meses. *Vanguardia*.

- Melendez, E. L., & Tapia, I. J. (2011). *competitividad del sector agrario peruano, problematica y propuestas de solucion*. Lima.
- Ministerio de Educacion.Gobierno de España. (2012). *Aplicacion Practica de Vision Artificial en el Control de Procesos Industriales*. España.
- Noe, A. R., Jorge, a. R., & Ruben, E. L. (2015). evaluacion emergy y LCA en la agroindustria azucarera Veracruz, Mexico. *cultivos tropicales*, 144-157.
- Osmar, S. A. (2014). *Propuesta de un modelo asosiativo a productores de palta en el distrito de Motupe-departamento de lambayeque*. Chiclayo.
- Perez del Rio, R., Caballero Caballero, M., & Hernandez Gomez, L. H. (2013). Diseño y construcción de una desfibradora de hojas de Agave angustifolia Haw. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 5-14.
- Riego, M. d. (2013). *Principales Aspectos Agroecologicos de la Cadena Productiva de Cebolla*. Lima.
- Valdes Hernandez, P., & Arturo, M. R. (2009). Influencia del ángulo de deslizamiento y la velocidad de la cuchilla sobre la energía específica durante el corte de tallos de caña de azúcar. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21-26.
- Washington, A. A. (2013). *Diseño y construccion de una maquina clasificadora de maiz partido*. Riobamba - Ecuador.
- wilfredo, v. p., Manuel, R. G., & arhai, m. i. (2013). incidencia de las practicas agricolas en el sistema system Banao. *Infoincidencia*, 1-12.