



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

TEMA: DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL PROCESO DE PELADO Y CORTE DE PAPAS PARA LA EMPRESA "LOS HOT DOGS EL PORTÓN REAL"

**AUTORES: GALÁRRAGA CRUZ ANDRÉS ANTONIO
GUILLÉN MOYA ESTEBAN JOSÉ**



Justificación e importancia

- Proceso de pelado de 1 a 2 minutos.
- Posterior se procede a un control de calidad (trabajador).
- El corte, se encuentra funcionando totalmente manual.



Solución planteada

- En nuestro país existen grandes empresas
- Los Hot Dogs El Portón Real:
 - aumentar la producción,
 - eliminación de trabajos repetitivos y dificultosos



Objetivo General

- Diseñar, construir e implementar un sistema automatizado para el proceso de pelado y corte de papas para la empresa “Los Hot Dogs el Portón Real” .



Objetivos específicos

- Diseñar los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que se utilizarán en la fabricación del sistema de pelado, transporte y corte de papas.
- Programar el código para el controlador, que permita cumplir con las necesidades del proceso.
- Dimensionar y seleccionar los componentes adecuados para realizar el proceso automatizado como sensores, actuadores, mecanismos, y elementos de maniobra y control.

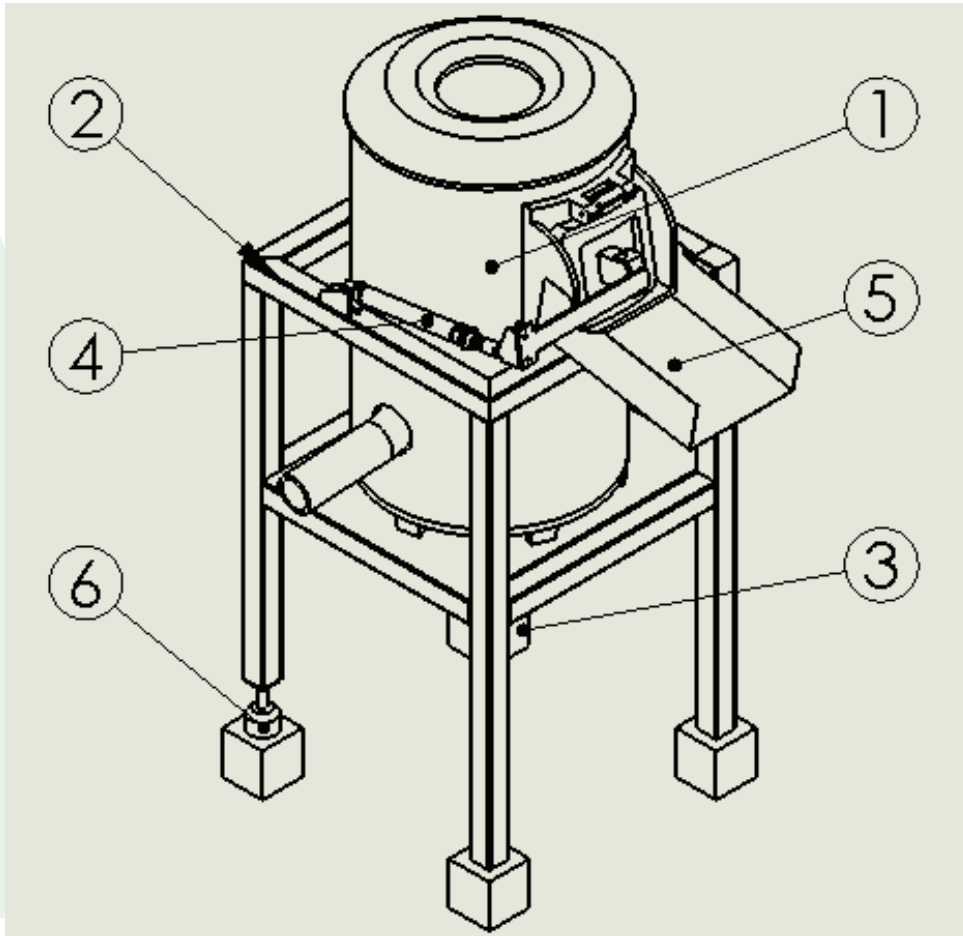


Módulos para el diseño

Módulos	Requerimientos
Módulo I	Etapa de pelado y lavado de papas
Módulo II	Etapa de transporte y control de calidad de papas
Módulo III	Etapa de corte de papas
Módulo IV	Etapa de potencia y control del sistema



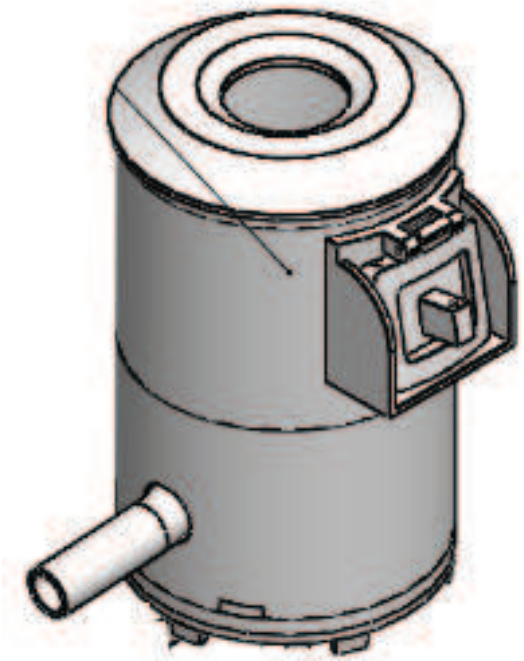
Módulo I. Etapa de pelado y lavado de papas



1. Máquina peladora
2. Estructura de la máquina peladora
3. Electroválvula de agua
4. Sistema apertura compuerta
5. Canal
6. Nivelador

1. Máquina peladora

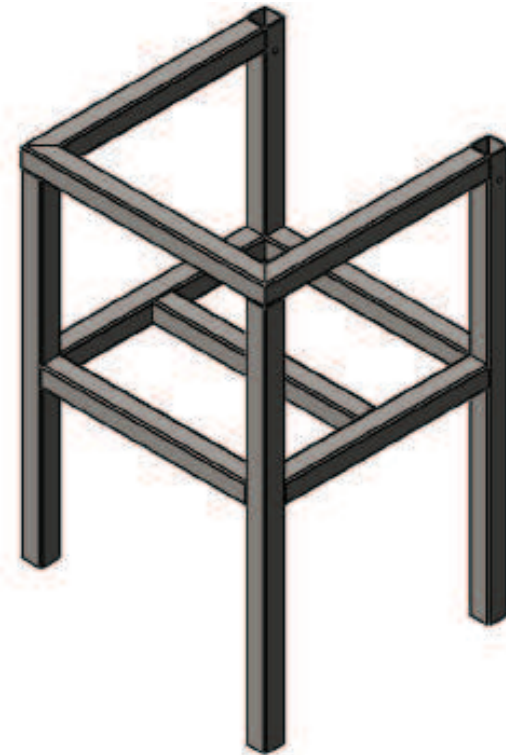
Especificaciones Generales		
Capacidad	25	Lb/min
Materiales	Tambor	Acero Inoxidable 154, espesor 1mm
	Disco	Fundición de Aluminio con tratamiento
	Superficie de pelado	Carburo de Silicio
	Tapa	Fundición de Aluminio con tratamiento
Datos Motor Peladora		
Marca	WEG	
Velocidad	1730	RPM
Potencia	0,373	kW
Voltaje	110/220	V
Frecuencia	60	Hz
	Reductor	
Velocidad de Salida	250	RPM



2. Estructura de la máquina peladora

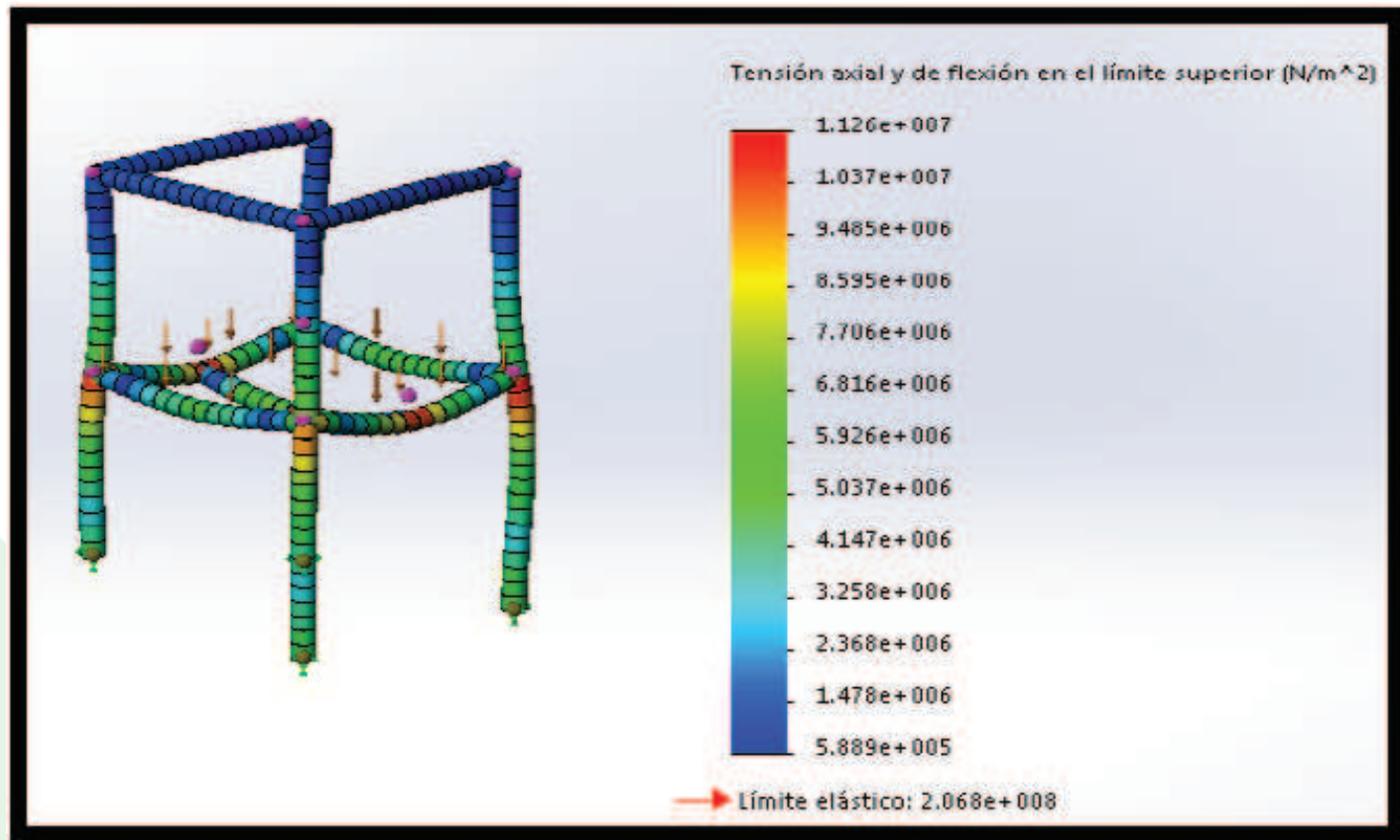
- Tubo cuadrado inoxidable
AISI 304 de 40x1,2 [mm].
- La carga máxima que va a soportar la estructura es de 55 [Kg,]
 - masa de la máquina peladora 43 [Kg]
 - más la masa de las papas 12[Kg].

$$F_{\max}=539 [N]$$



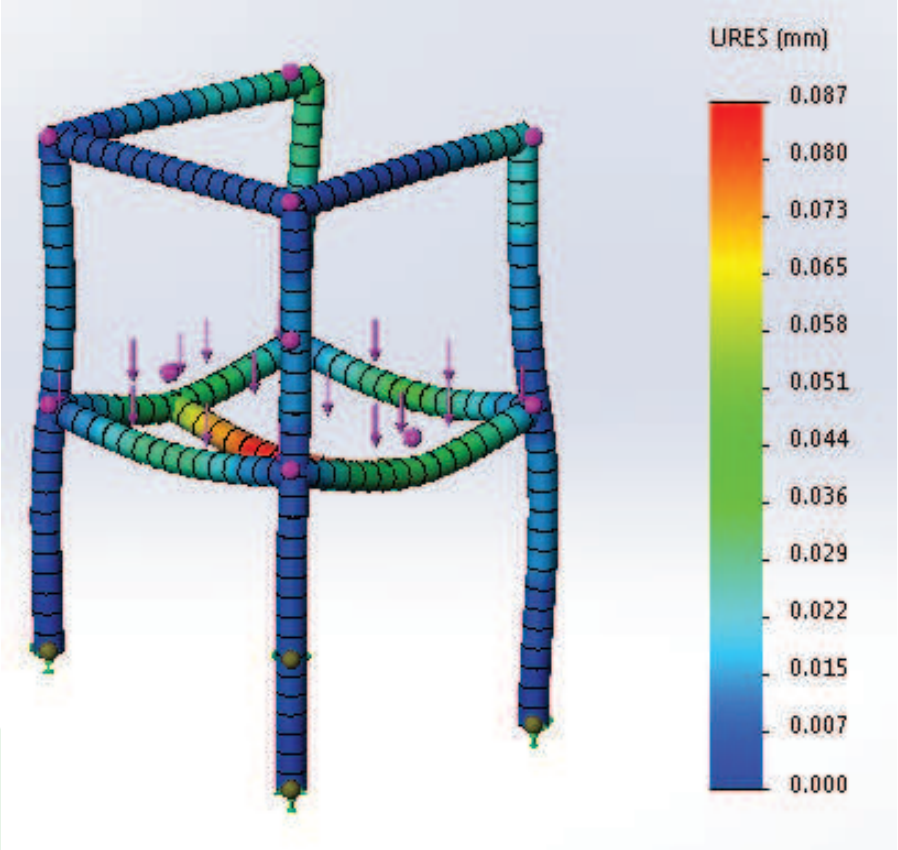


Tensión axial y de flexión



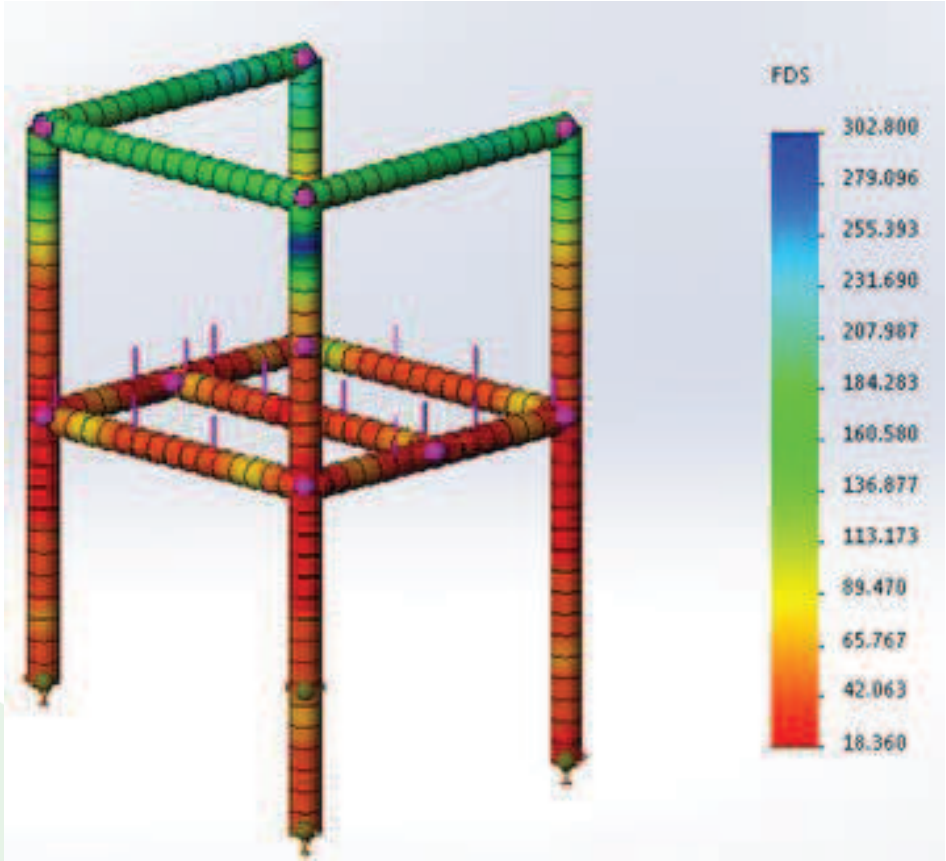


Desplazamientos





Factor de seguridad

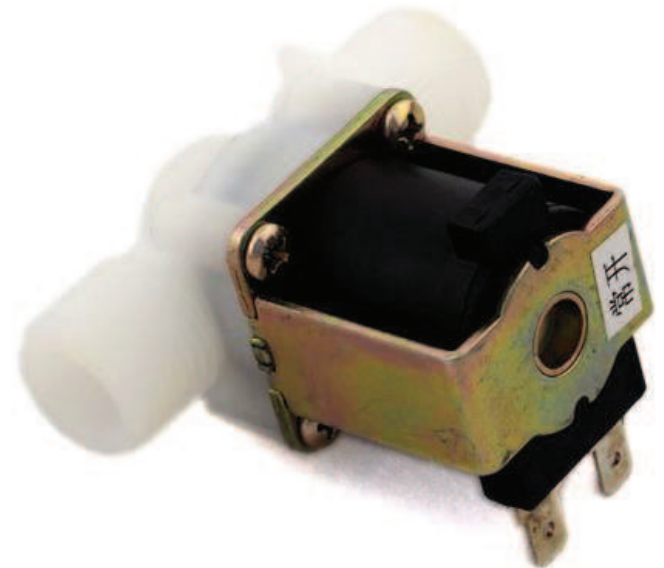




3. Electroválvula agua

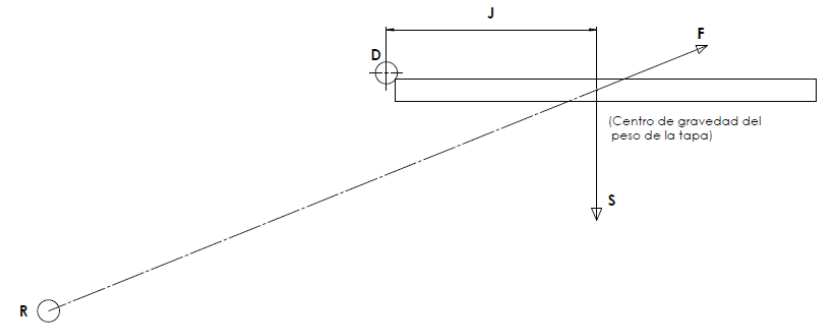
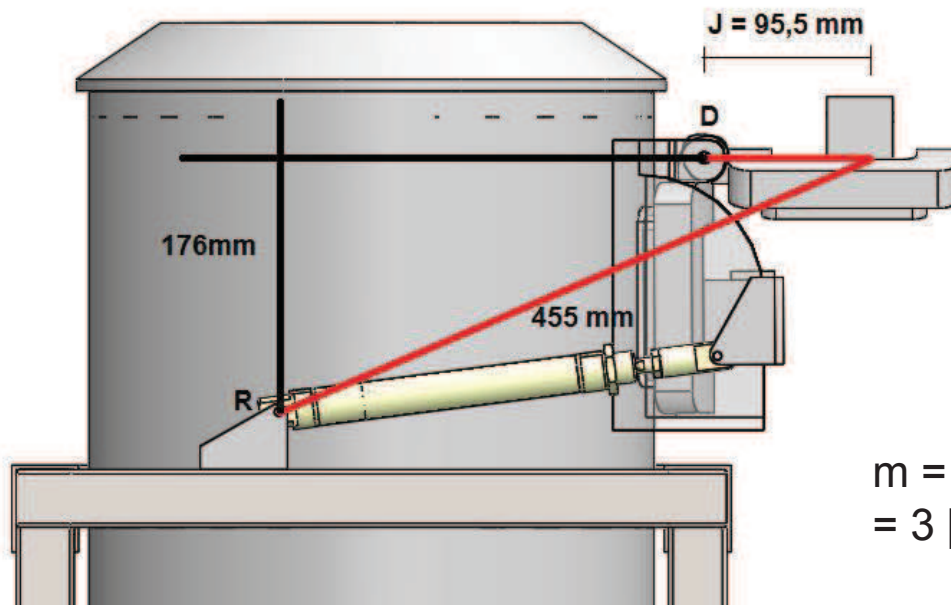
Especificaciones Generales

Voltaje	12	VDC
Corriente Máxima	450	mA
Rango Presión	0,02 a 0,8	Mpa
Vida Esperada	200000	





4. Sistema de apertura de puerta



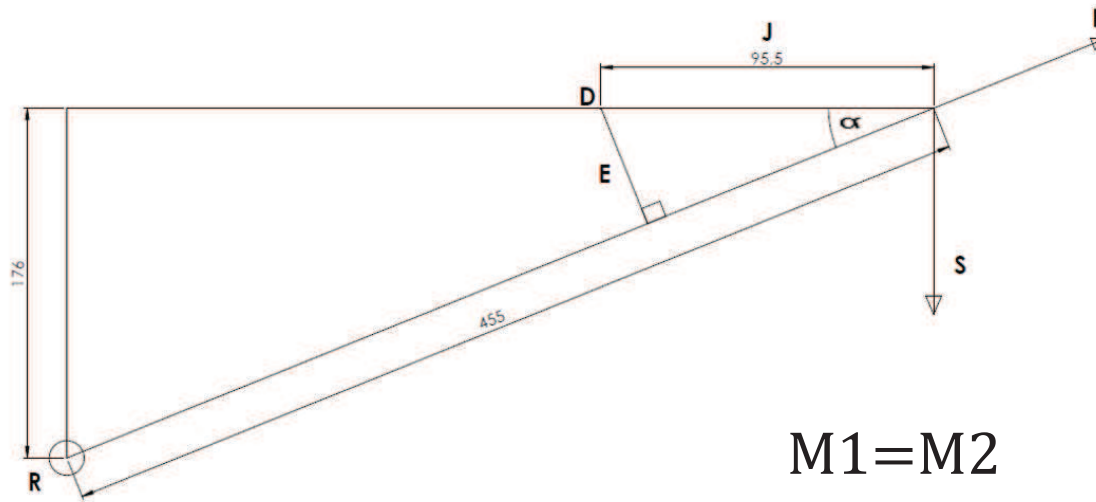
$m = \text{masa de la puerta más la masa de la barra}$
 $= 3 \text{ [Kg]} + 0,5 \text{ [Kg]} = 3,5 \text{ [Kg]}$

$$S = m * g = 3,5 \text{ [Kg]} * 9,8 \text{ [ms}^2\text{]}$$
$$S = 34,4 \text{ [N]}$$

SolidWoks y Dictator Española S.A.U



Análisis en el punto de mayor esfuerzo,
donde se abrirá la compuerta.



$$1) \sin(\alpha) = 176 / 455 = 3,91$$

$$2) \sin(\alpha) = E / 95,5$$

$$E = 36,93 \text{ [mm]}$$

$$M1 = M2$$

$$S * J = F * E$$

$$F = S * J / E$$

$$F = 34,4 \text{ [N]} * 95,5 \text{ [mm]} / 36,93 \text{ [mm]}$$

$$F = 88,7 \text{ [N]}$$



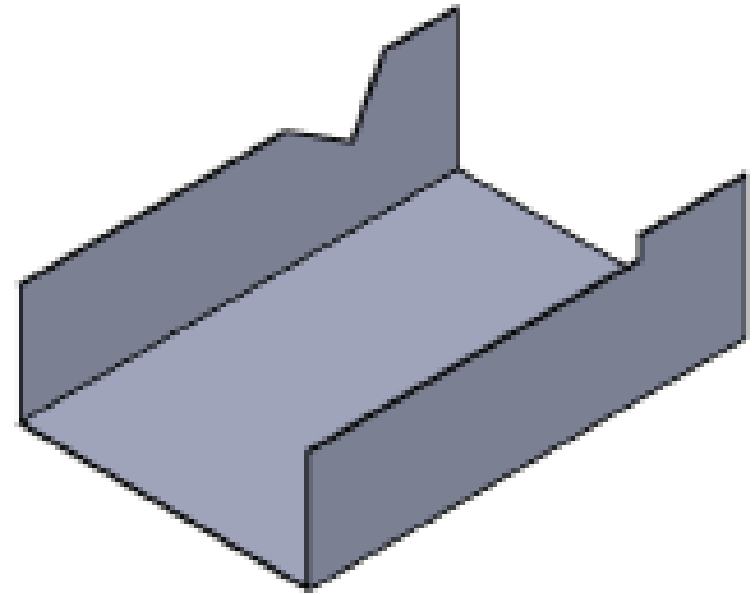
Mindman

F cilindro= 100 [N]

Especificaciones Generales		
Diámetro	16	mm
Carrera	150	mm
Medio	Aire	
Presión Máx.		0,7
Rango Velocidad	50-500	mm/seg

5. Canal de salida de papas

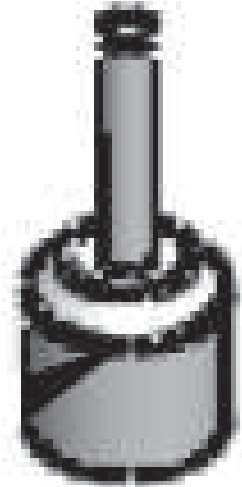
- acero inoxidable AISI 304 de 1 [mm] de espesor
- ángulo de caída de 20° con respecto a la horizontal.





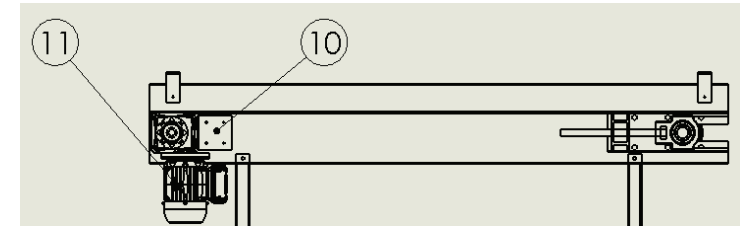
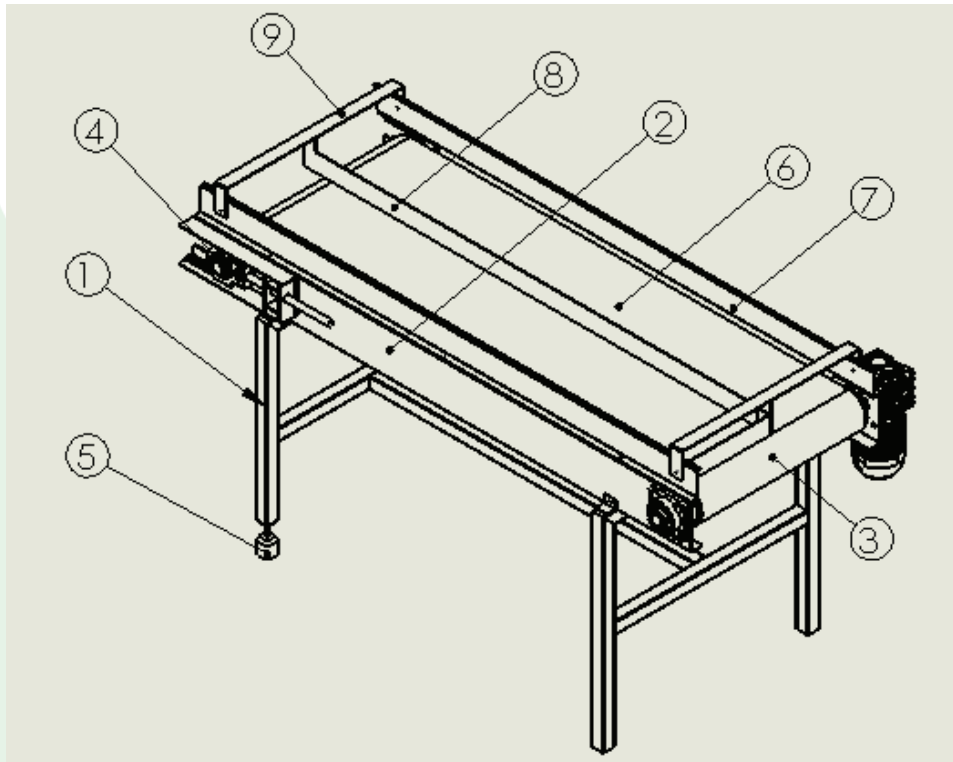
6. Nivelador

- base de duralon redondeada de 50[mm] de diámetro y una varilla roscada galvanizada de ½ pulgada.





Módulo II. Etapa de transporte y control de calidad de papas



1. Estructura banda transportadora
2. Bastidor
3. Tambores (motriz y de cola)
4. Sistema de tensado de banda
5. Nivelador banda
6. Cinta transportadora
7. Guías laterales
8. Separador
9. Soportes separador
10. Placa motorreductor
11. Motorreductor

1. Estructura banda transportadora

- Tubo cuadrado inoxidable AISI 304 de 40x1,2[mm].

Masa del bastidor = 36,10 [Kg]

Masa de las papas = 50 [Kg]

Masa del motorreductor = 25 [Kg]

Masa de guía lateral = 4,6[Kg] *2 = 9,2 [Kg]

Masa del soporte separador = 0,74[Kg] * 2 = 1,48 [Kg]

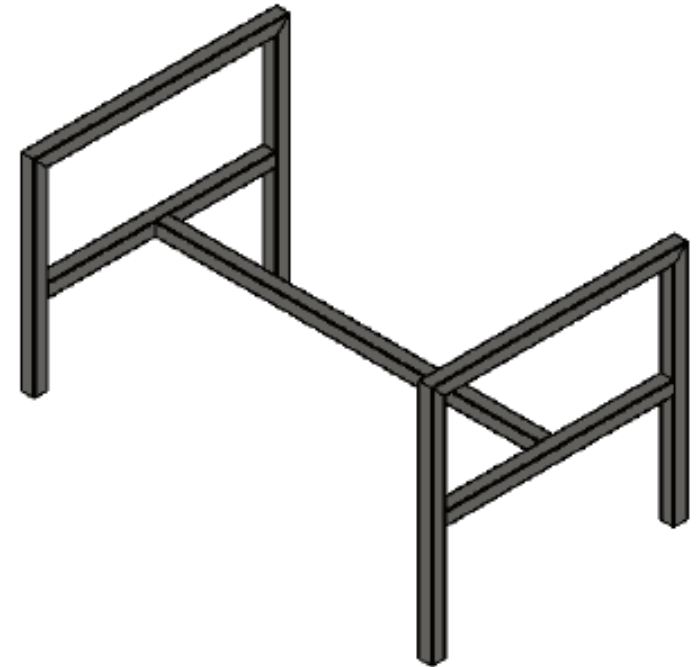
Masa del separador = 2,38 [Kg]

Masa del tambor motriz = 12,9 [Kg]

Masa del tambor de cola = 12,8 [Kg]

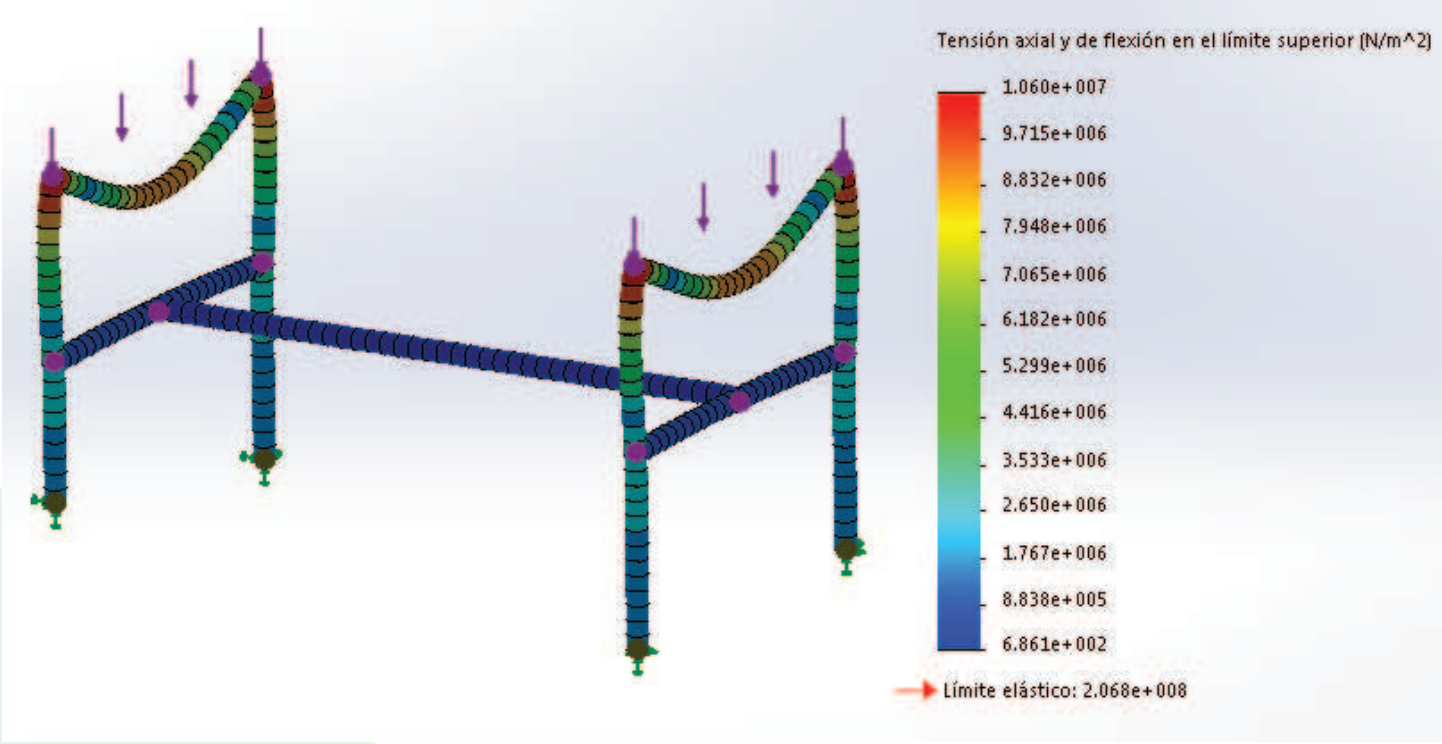
$C_{max}=149,86 [Kg]$

$F_{max}=1468,62 [N]$



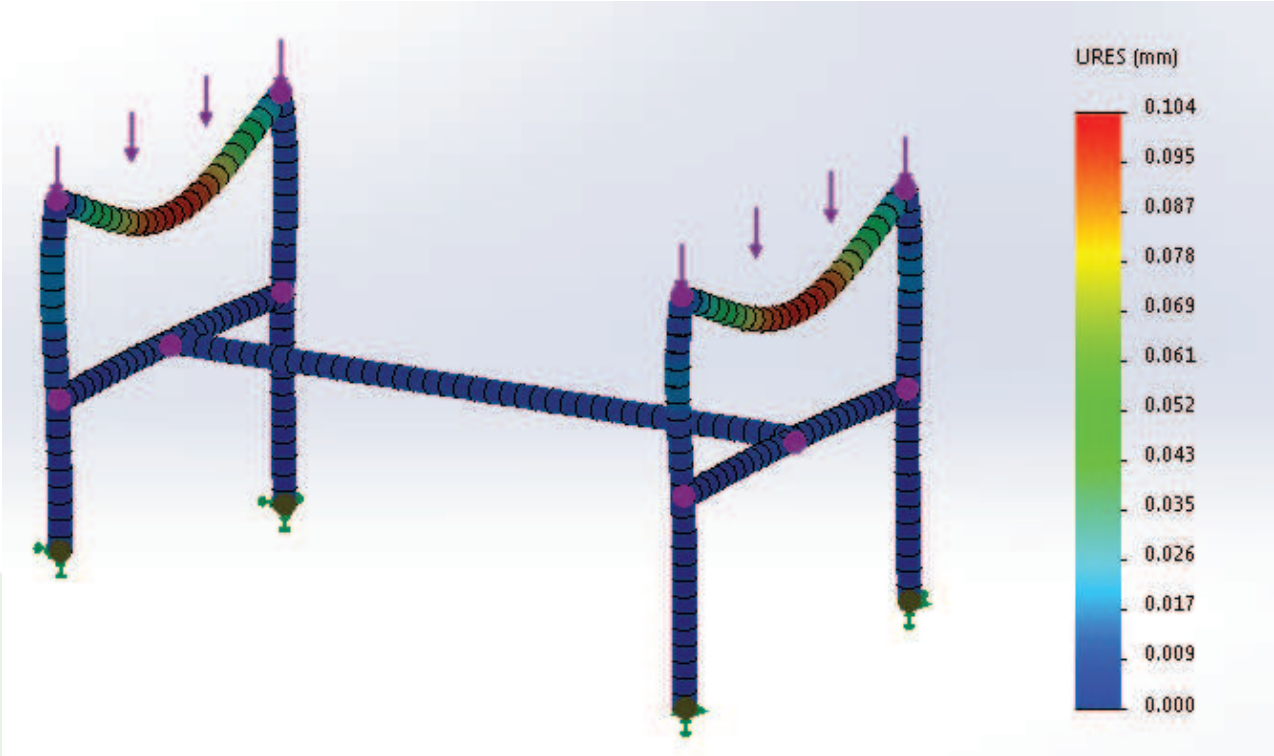


Tensión axial y de flexión



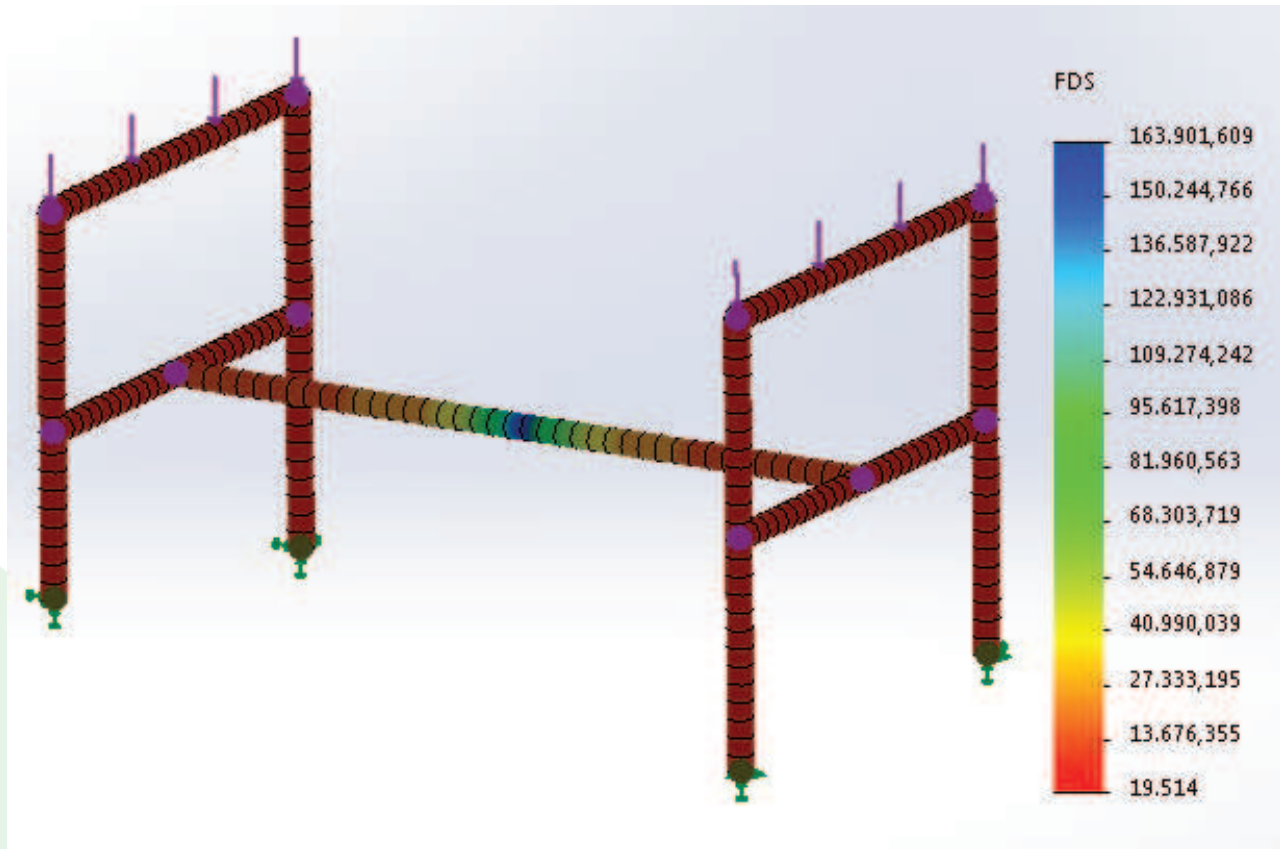


Desplazamientos





Factor de seguridad



2. Bastidor

- acero inoxidable
AISI 304 de 3 [mm] de espesor

Masa de las papas = 50 [Kg]

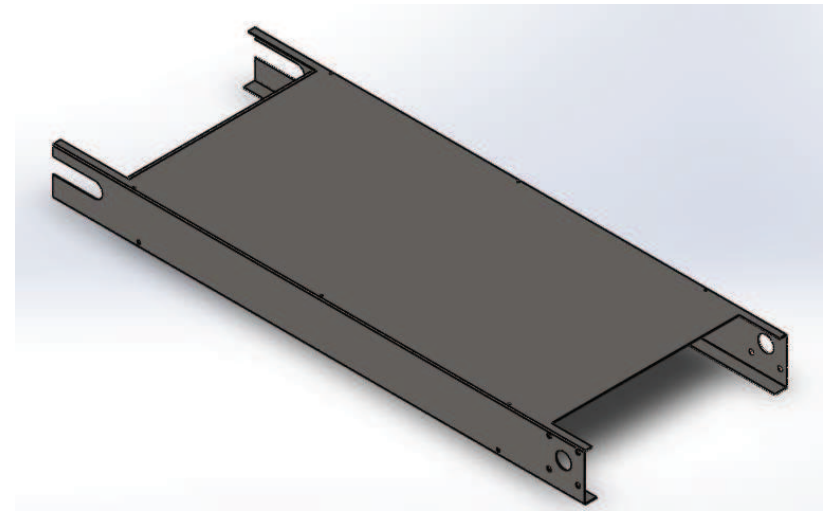
$$\text{Peso papas} = 50[\text{Kg}] * 9,8[\text{Kg}/\text{m}_2] = 490[\text{N}]$$

Masa del tambor motriz = 13 [Kg]

$$\text{Peso tambor motriz} = 13/8[\text{Kg}] * 9,8[\text{Kg}/\text{m}_2] = 15,92 [\text{N}]$$

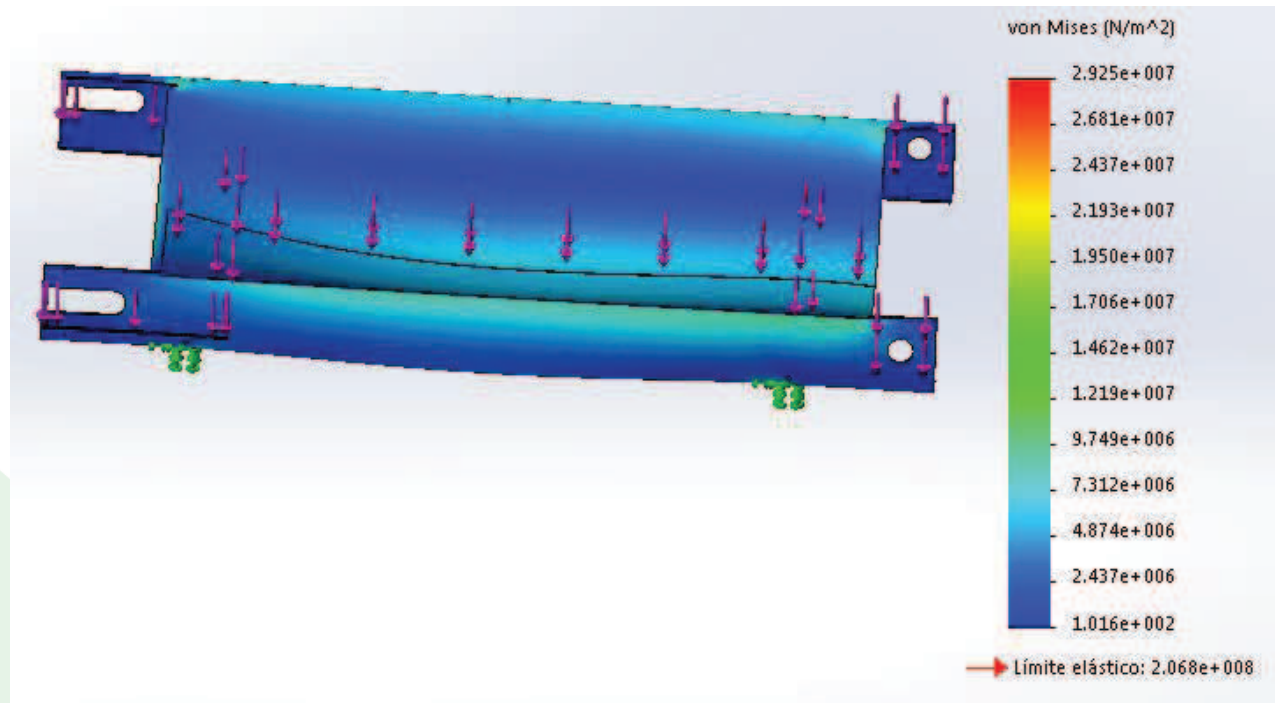
Masa del tambor de cola = 13 [Kg]

$$\text{Peso tambor motriz} = 13/2[\text{Kg}] * 9,8[\text{Kg}/\text{m}_2] = 63,7 [\text{N}]$$



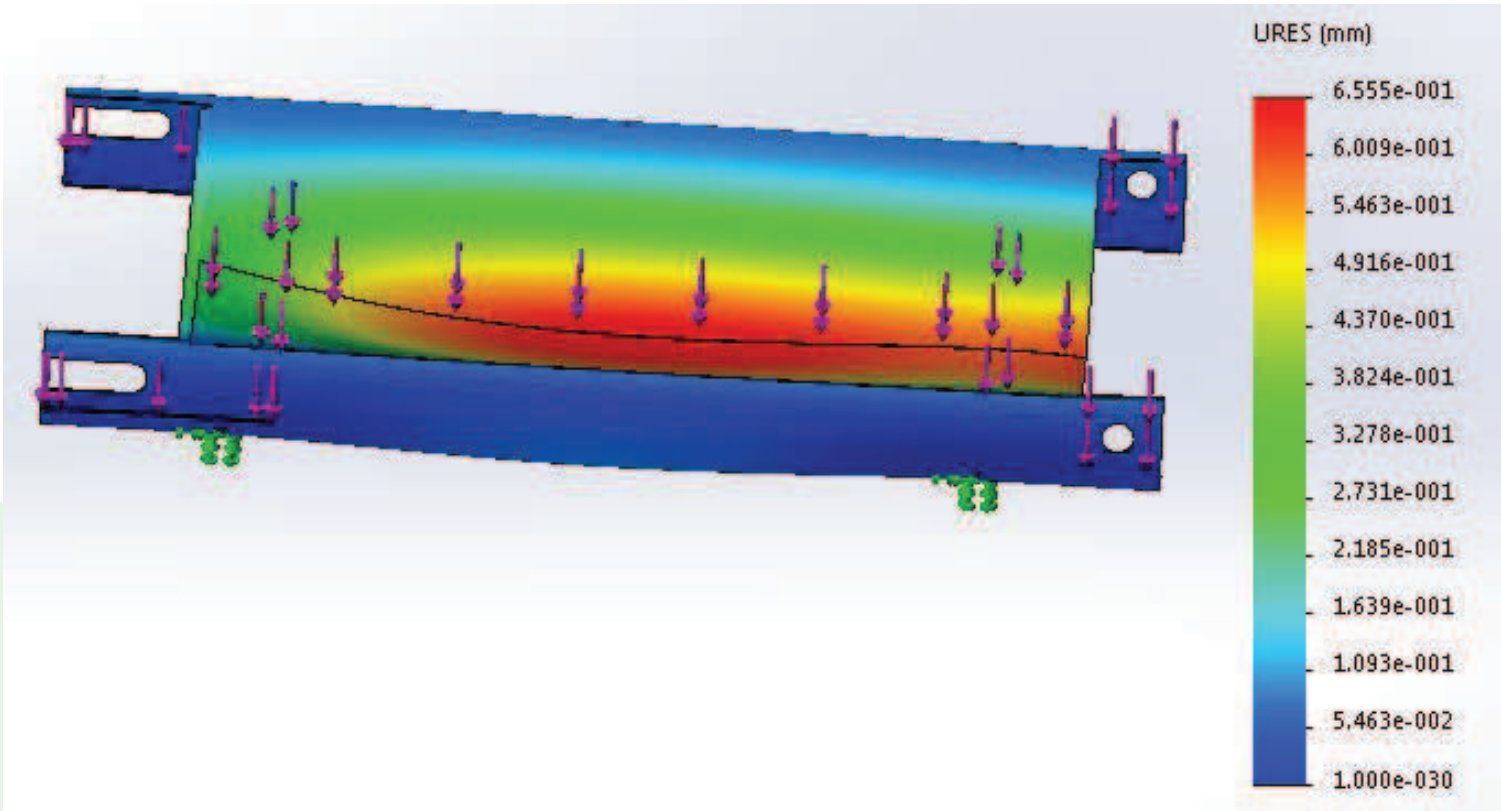


Tensión axial y de flexión



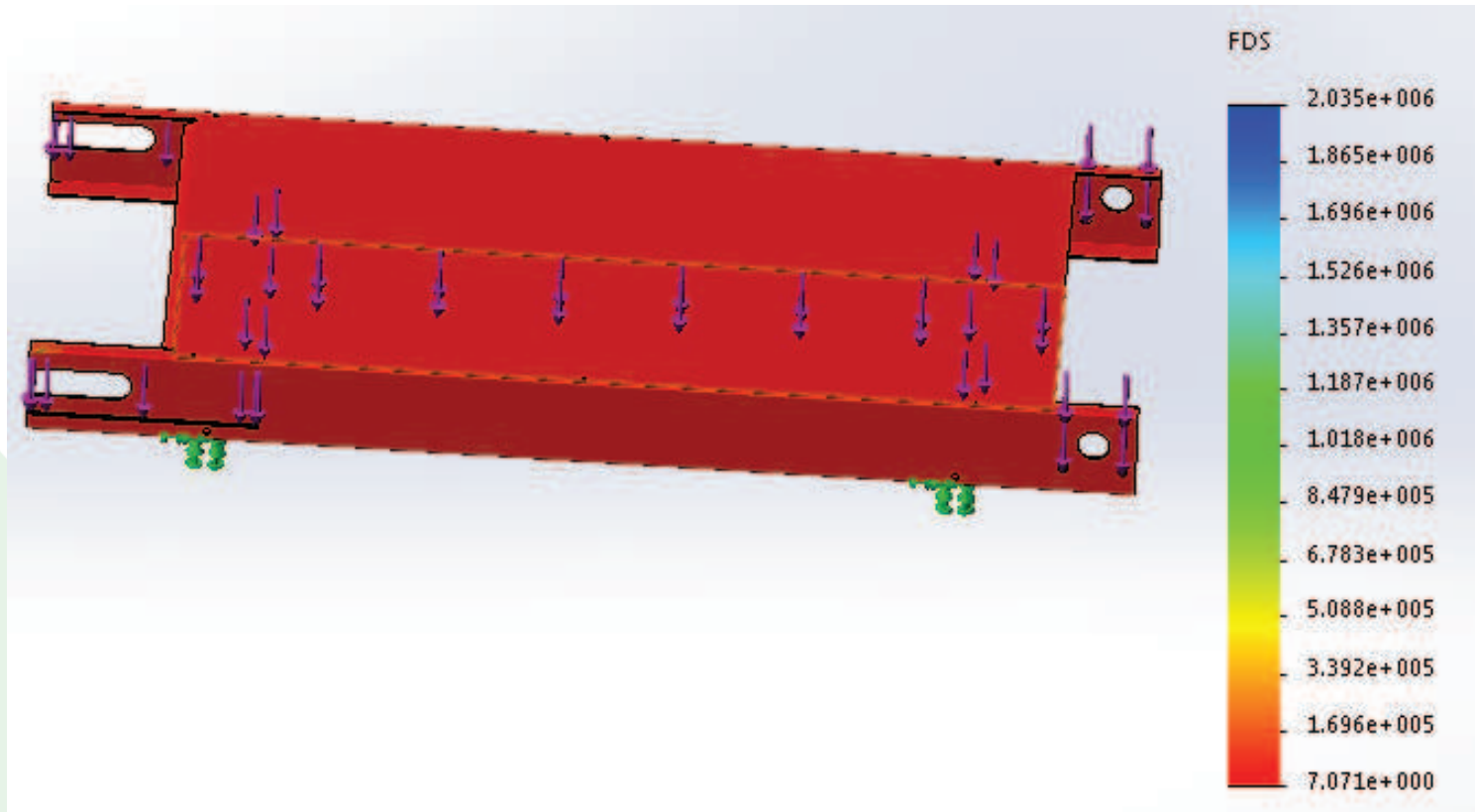


Desplazamientos



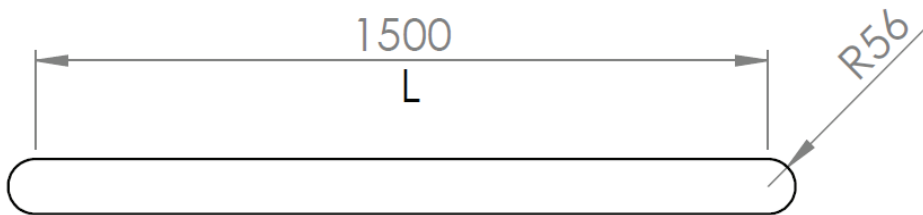


Factor de seguridad



3. Cinta transportadora

- FDA (Food and Drug Administration)
- Longitud de 1500[mm]
 Capacidad de 50 [Kg] de papas extendidos
 Ancho: 580 [mm].



Longitud de la banda con tambores más juntos

$$L_{min} = 2 (L) + 2 r \theta$$

$$L_{min} = 2 (1500) + 2 (56) \pi$$

$$L_{min} = 3351,85 \text{ mm}$$

$$L_t = L_{min} + 3\% (L_{min})$$

$$L_t = 3452,40 \text{ mm}$$

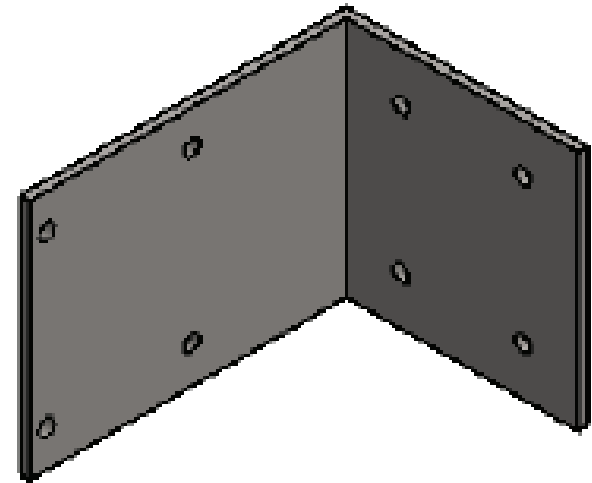
Este valor se va a aproximar a 3460 [mm].

4. Placa motorreductor

- Acero inoxidable
AISI 304 con un espesor de 4 [mm].
- masa del motorreductor = 25 [Kg],

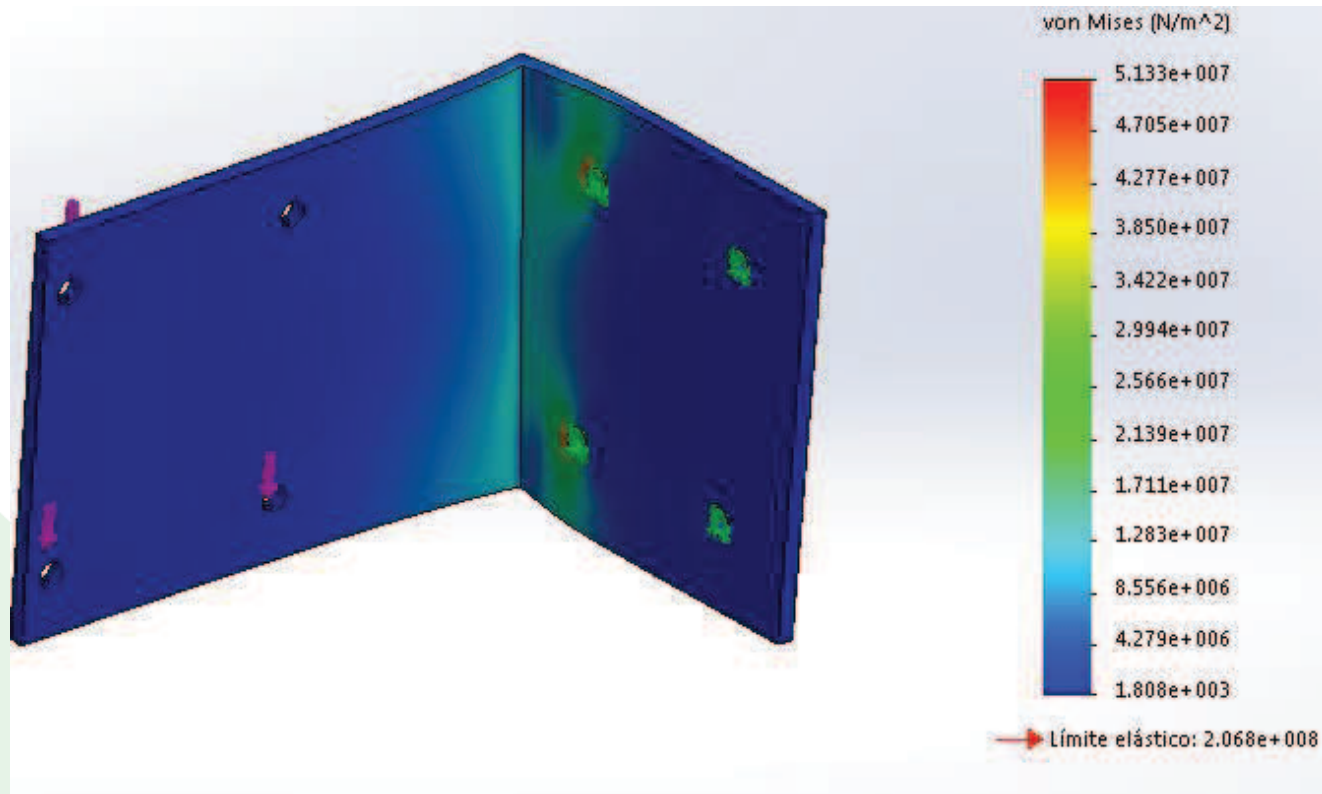
$$F_{\max} = 15 \text{ Kg} [Kg] * 9,8 [m/s^2]$$

$$F_{\max} = 147 [N]$$



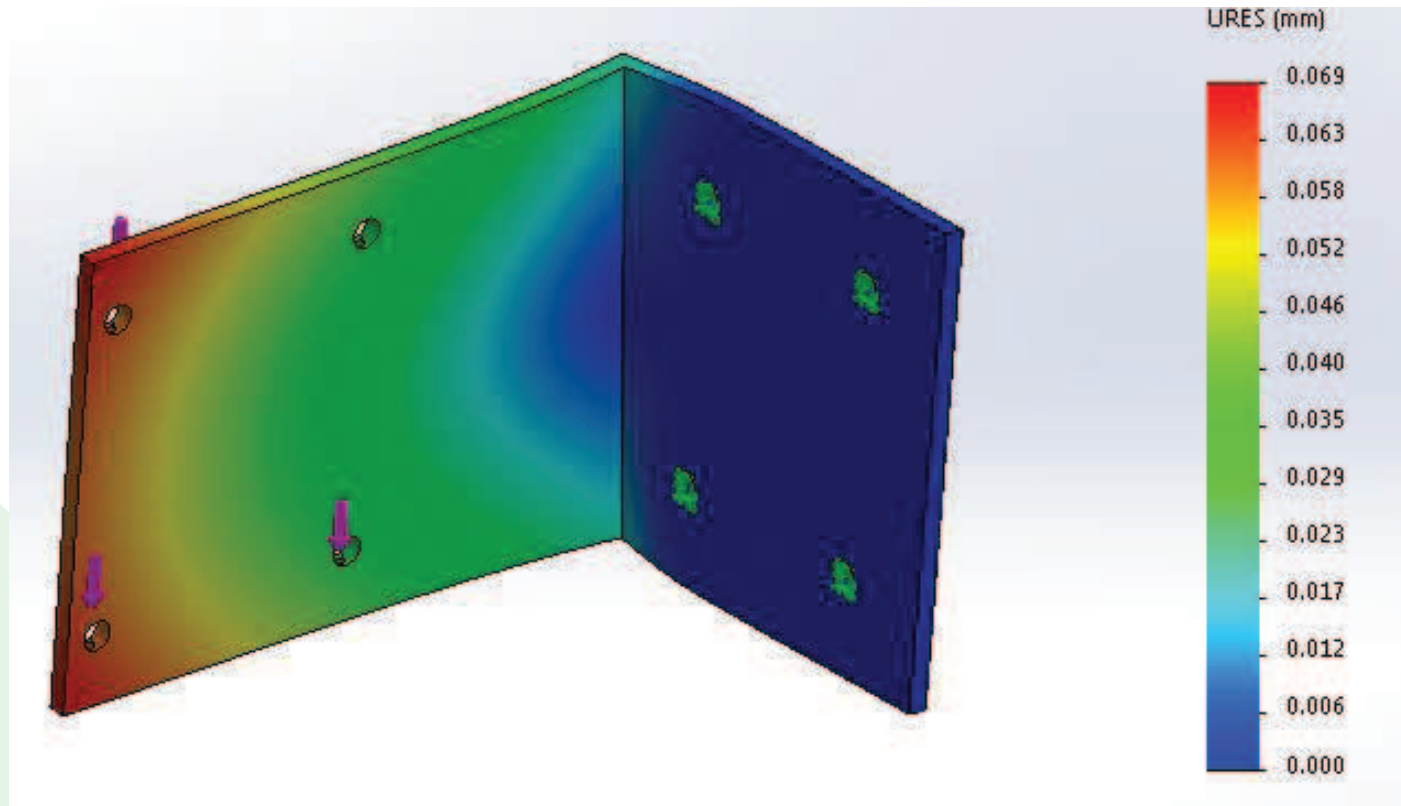


Tensión de Von Mises



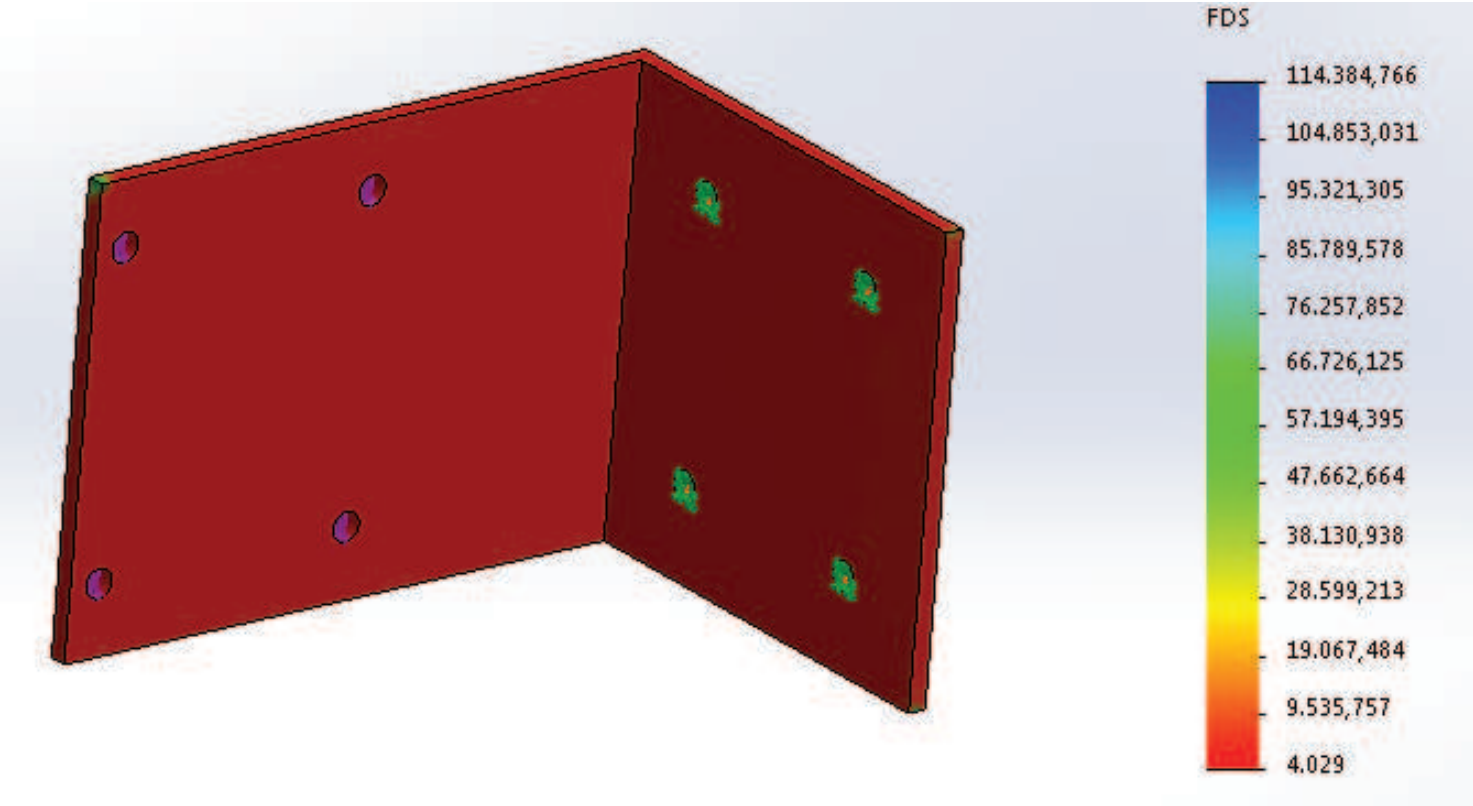


Desplazamientos





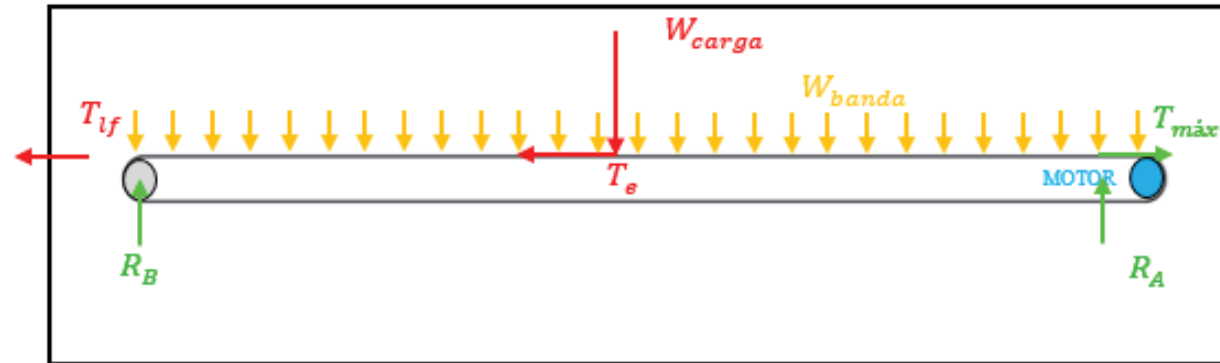
Factor de seguridad





5. Motorreductor

- requerimiento del cliente de realizar el corte de 20 papas / min,
tiempo máximo para alimentar papas por parte del operador **3 segundos**.



W_{carga} = Peso de la carga, (papas)

W_{banda} = Peso de la banda, como una carga distribuida

T_{lf} = Tensión del lado flojo

T_e = Tensión efectiva.

$T_{máx}$ = Tensión máxima aplicada al rodillo que se conecta con el motor.

$$T_e = T_x + T_y \pm T_z$$



Tensión necesaria para desplazar a la banda vacía.

$$T_x = \mu_x \times W_{banda}$$

μ_x es el coeficiente de fricción en el enrollamiento

Características mecánicas	PTFE	PE	PE	PVC
	Algofilon	APM	UHMW	Polivinilo
Coefficiente de fricción con el acero	0,1	0,32	0,3	0,42

$$\mu_x = 0.42$$

$$masa_{cinta/m^2} = 2.1 \text{ [Kg/m}^2\text{]}$$

$$W_{banda} = masa_{cinta/m} \times Ancho = 1,176 \text{ [Kg /m]}$$

$$W_{banda} = masa_{cinta/m} \times L_{total} = 4,068 \text{ [Kg]}$$

$$W_{banda} = 39,87 \text{ [N]}$$

$$T_x = 16,74 \text{ [N]}$$



Tensión necesaria para desplazar la carga en sentido horizontal.

$$T_y = \mu_y \times W_{carga}$$

$$\mu_y = 0.42$$

$$W_{carga} = 50[\text{Kg}]$$

$$T_y = 205,8 [\text{N}]$$

$$T_e = T_x + T_y$$

$$T_e = 222,54 [\text{N}]$$

Tensión necesaria para subir o bajar la carga.

$T_z = 0$ no necesitaremos bajar o subir nuestra carga



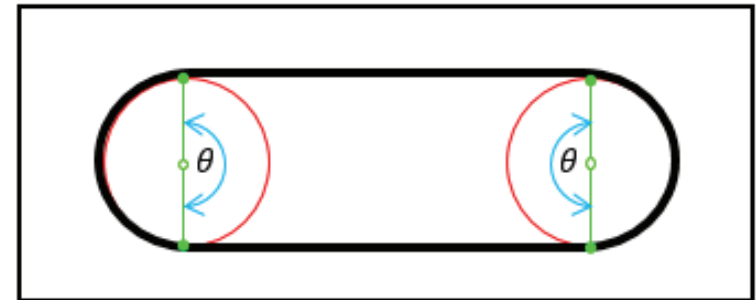
Tensión de lado flojo

$$T_{lf} = K \times T_e$$

K que es el factor de transmisión para prevenir el deslizamiento

TABLA 2 - Factor de transmisión (K) para prevenir deslizamiento

ANGULO DE CONTACTO EN LA BANDA DE TRANSMISION	TIPO DE TRANSMISION	TENSOR DE TORNILLO		TENSOR DE GRAVEDAD	
		POLEA LISA	POLEA RECUBIERTA	POLEA LISA	POLEA RECUBIERTA
150°	Recta	1.5	1	1.08	0.67
160°	Recta	1.4	0.9	0.9	0.60
170°	Recta	1.3	0.9	0.91	0.55
180°	Recta	1.2	0.8	0.84	0.50
190°	De contacto	1.1	0.7	0.77	0.45
200°	De contacto	1	0.7	0.72	0.42
210°	De contacto	1	0.7	0.67	0.38
220°	De contacto	0.9	0.6	0.62	0.35
230°	De contacto	0.9	0.6	0.58	0.32
240°	De contacto	0.8	0.6	0.54	0.30
340°	Tandem o Dual	0.5	0.4	0.29	0.143
360°	Tandem o Dual	0.5	0.4	0.26	0.125
380°	Tandem o Dual	0.5	0.3	0.23	0.108
400°	Tandem o Dual	0.5	0.3	0.21	0.095
420°	Tandem o Dual	0.4	0.3	0.19	0.084
440°	Tandem o Dual	-	-	0.17	0.074
460°	Tandem o Dual	-	-	0.15	0.064
480°	Tandem o Dual	-	-	0.14	0.056



$$T_{lf} = 267,048 \text{ [N]}$$

$$K = 1,2.$$



Tensión máxima

$$T_{m\acute{a}x} = T_e + T_{lf}$$

$$T_{m\acute{a}x} = 489,53 [N]$$



Potencia requerida

La velocidad horizontal de revisión de $8[m/s]=0,13[m/min]$

Sabiendo que el valor del radio del tambor $R=56 [mm]=0,056 [m]$

$$\omega = V/R$$

$$\omega = 22,73 [RPM]$$

Relación de reducción:

n_1 = Velocidad de entrada del reductor [RPM] = 1670 [RPM]

n_2 = Velocidad de salida del reductor [RPM] = 23 [RPM]

$$i = n_1/n_2$$

$$i = 72,6$$

Entonces el reductor que más se aproxima es de $i=70$



Potencia necesaria en el eje para mover la banda transportadora

$$Pot = T_{m\acute{a}x} \times v_p$$

$$Pot = 63.6487 \text{ [W]}$$

Torque máximo que se necesita en el eje del tambor.

$$Torque \ max = T_{max} * R_{tambor}$$

$$Torque \ max = 27,42 \text{ [N][m]}$$

Potencia del motor

$$P_1 = \frac{\text{Torque max} * n_2}{9550 * n} * fs$$

Donde:

n_2 = Velocidad de salida del reductor [RPM] = 23 [RPM]

n = Eficiencia del reductor = 0,52

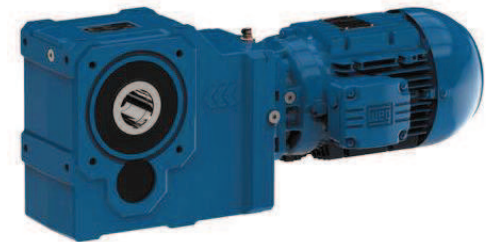
fs = factor de servicio = 1

$$P_1 = 0.126 \text{ [kW]} = 126 \text{ [W]} = 0,168 \text{ [HP]}$$

El motor comercial y disponible en el mercado es de: P_1

$$P_1 = 0,18 \text{ [kW]} = 0,25 \text{ [HP]}$$

Especificaciones Generales		
Marca	WEG	
Potencia	0.18	kW
Velocidad Entrada	1670	RPM
Voltaje	110/220	V
Amperaje	3.4/1.7	A
Cos ϕ	0.95	
Temperatura	40°C	
SF	1.15	
Reducción	i70	
Velocidad de Salida	23,86	RPM





Eficiencia del reductor



Reductores simples tornillo sin fin RS - RT

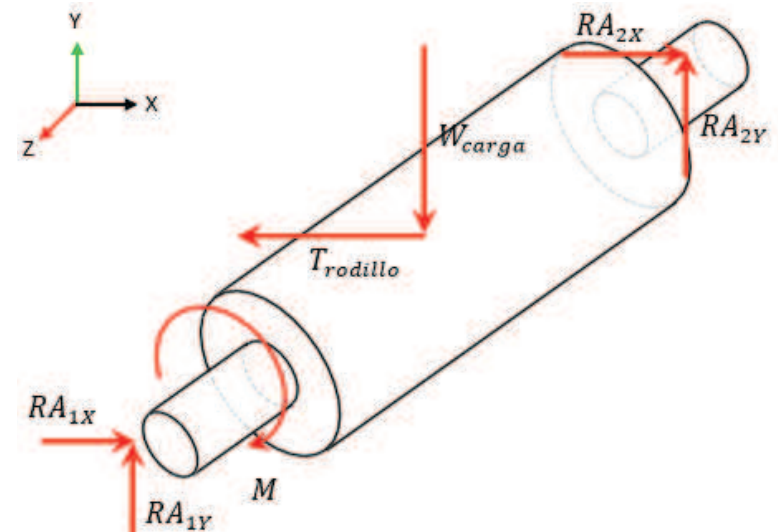
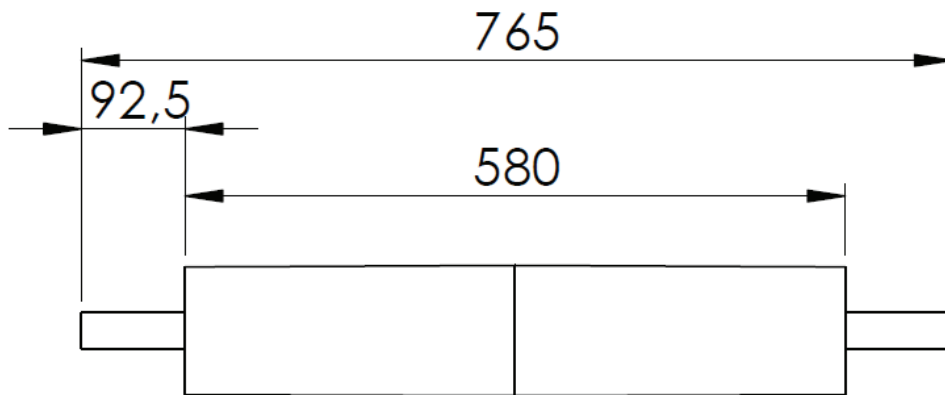
Tabla de selección

RS RT	i = rpm	5 280	7 200	10 140	15 93	20 70	28 50	40 35	49 29	56 25	70 20	80 18	100 14
RS - RT 28	kW	---	0,45	0,33	0,23	0,16	0,16	0,10	0,09	0,08	0,06	0,05	0,03
	Nm	---	18	18	18	16	20	17	17	15	12	12	8
	eff.	---	0,84	0,81	0,77	0,74	0,66	0,62	0,57	0,51	0,45	0,45	0,43
	$J_1 \times 10^{-6}$	---	6,0100	5,5500	5,3000	5,2100	5,1600	5,1300	5,1200	5,1200	5,1100	5,1100	5,1100
RS - RT 40	kW	1,5	1,1	0,81	0,55	0,38	0,37	0,25	0,21	0,18	0,14	0,12	0,09
	Nm	45	45	46	44	39	48	42	41	38	36	32	29
	eff.	0,87	0,85	0,83	0,78	0,75	0,68	0,61	0,58	0,56	0,52	0,50	0,46
	$J_1 \times 10^{-6}$	2,275	2,2130	2,0040	1,8920	1,8530	1,8280	1,8150	1,8110	1,8090	1,8060	1,8050	1,8040



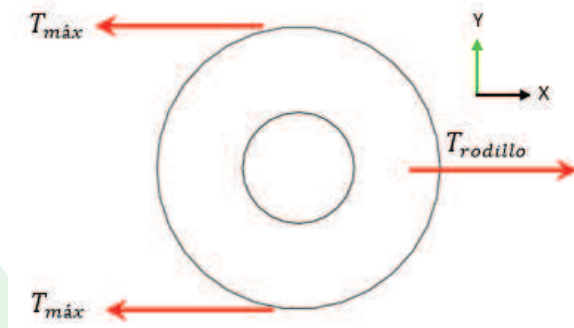
6. Tambores

- Tubo de vapor cédula 40 ASTM A53 de 4 ½",
- Eje de acero ASTM A36 de 1 ¼"
- Discos de acero AISI A36 de 8[mm] tapas.





La tensión T en el tambor sería la siguiente:



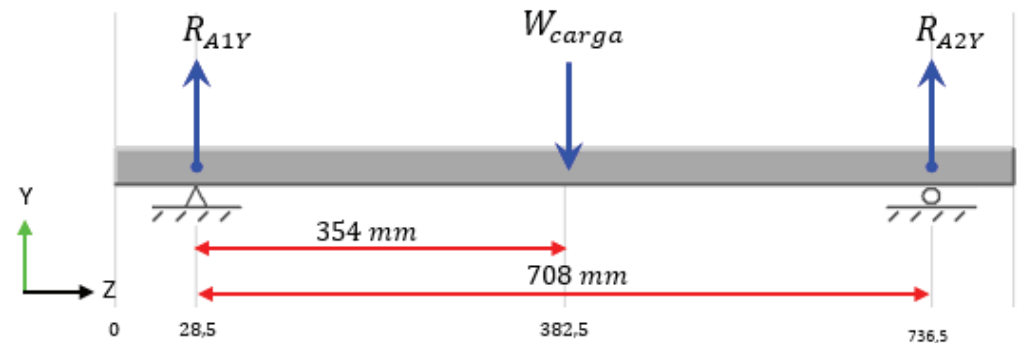
$$\Sigma F_x = 0$$

$$T_{rodillo} - 2 \times T_{m\acute{a}x} = 0$$

$$T_{rodillo} = 979,06 \text{ N}$$

Distribución de fuerzas en el plano Y-Z

$W_{carga} = 186,2 \text{ N}$, que es el peso de 12kg de papas mas el peso de 7kg del tubo de vapor que conforma el tambor



$$\Sigma M_{A1}=0$$

$$W_{carga} \times 354 \text{ mm} - R_{A2Y} \times 708 \text{ mm} = 0$$

$$R_{A2Y} = 93,1 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{A1Y} + R_{A2Y} - W_{CARGA} = 0$$

$$R_{A1Y} = 93,1 \text{ N}$$

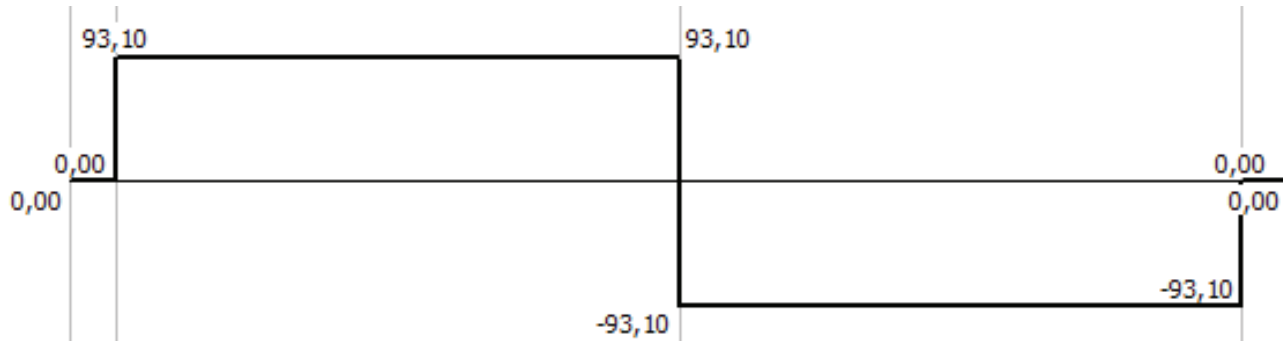
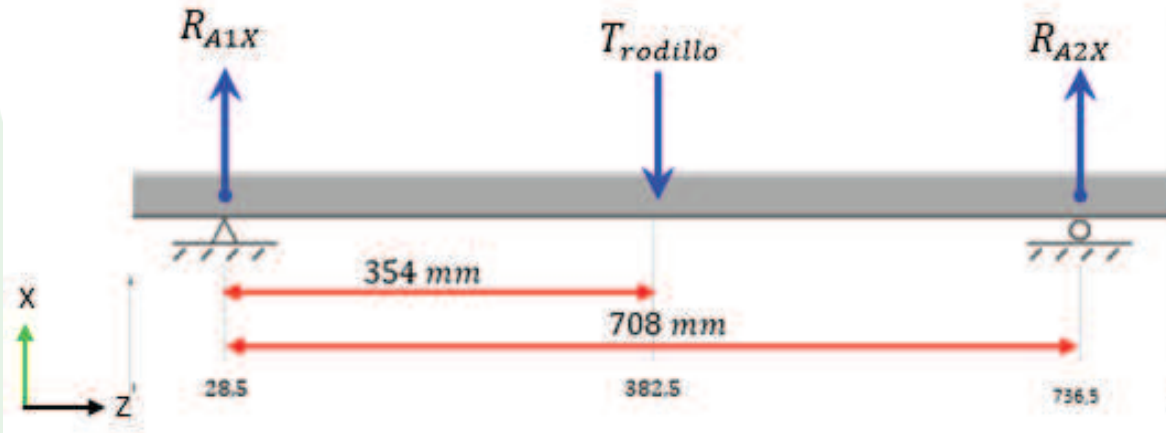


Diagrama de fuerzas en el plano Y-Z



Distribución de fuerzas en el plano X-Z



$$\Sigma M_{A1} = 0$$

$$T_{rodillo} \times 354 \text{ mm} - R_{A2X} \times 708 \text{ mm} = 0$$

$$R_{A2X} = 489,53 \text{ N}$$

$$\Sigma F_x = 0$$

$$R_{A1X} + R_{A2X} - T_{rodillo} = 0$$

$$R_{A1X} = 489,53 \text{ N}$$

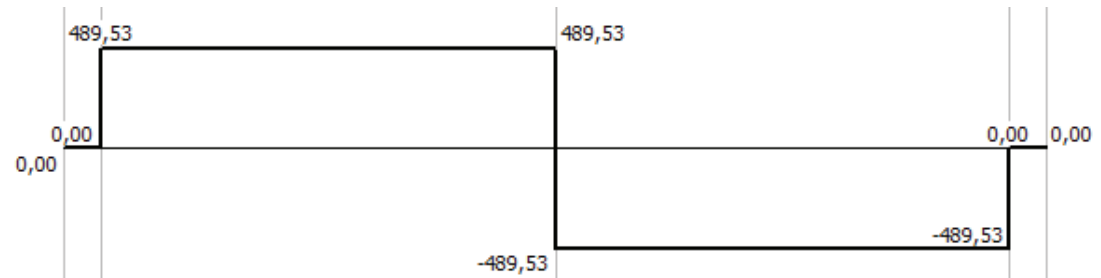
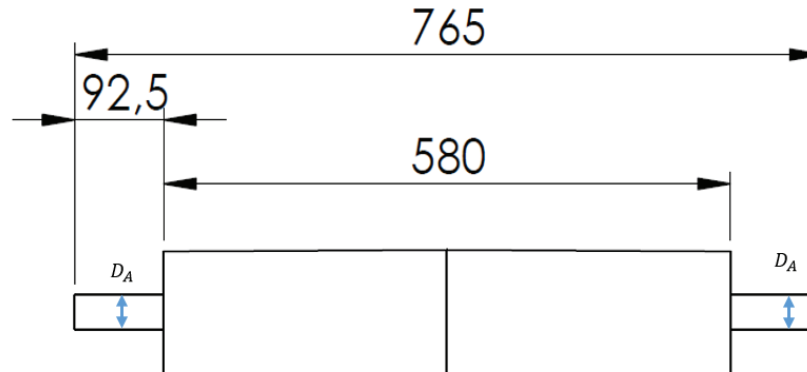


Diagrama de fuerzas en el plano X-Z



Diámetro mínimo de los apoyos del tambor:



Reacción total aplicada en los apoyos

$$R_{A1} = \sqrt{R_{A1X}^2 + R_{A1Y}^2}$$

$$R_{A1} = 498,3 \text{ N}$$

La Reacción en A_2 es igual a la reacción en A_1 debido a que se encuentran a la misma distancia de las fuerzas que intervienen en el tambor.

Momento flexionante máximo en el eje

$$M_f = R_{A1} \times L_A$$

L_A es la distancia del apoyo al punto donde se está ejerciendo la fuerza que produce el momento flexionante:

$$L_A = 765/2 \text{ mm} - 28,5 \text{ mm} = 354 \text{ mm}$$

$$M_f = 176398,2 \text{ Nmm}$$



Esfuerzo cortante máximo

$$\tau_{\text{máx}} = \frac{S_y}{2n}$$

Donde:

$\tau_{\text{máx}}$ = *Esfuerzo cortante Máximo*

S_y = *Límite de Fluencia del material*

n = *Factor de Seguridad = 2*

$S_y = 248.211 \text{ Mpa}$ Acero ASTM A36

$$\tau_{\text{máx}} = 62.0528 \text{ MPa}$$

El esfuerzo cortante máximo también

$$\tau_{\text{máx}} = \left[\left(\frac{\sigma_x}{2} \right)^2 + (\tau_{xy})^2 \right]^{1/2}$$

Ecuación 1:

Donde:

σ_x = Esfuerzo normal

τ_{xy} = Esfuerzo cortante

$$\sigma_x = \frac{32M}{\pi D^3}$$

Para figuras cilíndricas, en donde:
 M = Momento flexionante máximo
 D = Diámetro del Apoyo

$$\sigma_x = \frac{1796777,311 \text{ Nmm}}{D_A^3}$$

Ecuación 2:



El esfuerzo cortante se lo calcula de la siguiente manera:

$$\tau_{xy} = \frac{16T\sigma_{motor}}{\pi D_A^3}$$

Ecuación 3:

Para figuras cilíndricas, en donde:

T=Torque ejercido por el motor

D=Diámetro del Apoyo

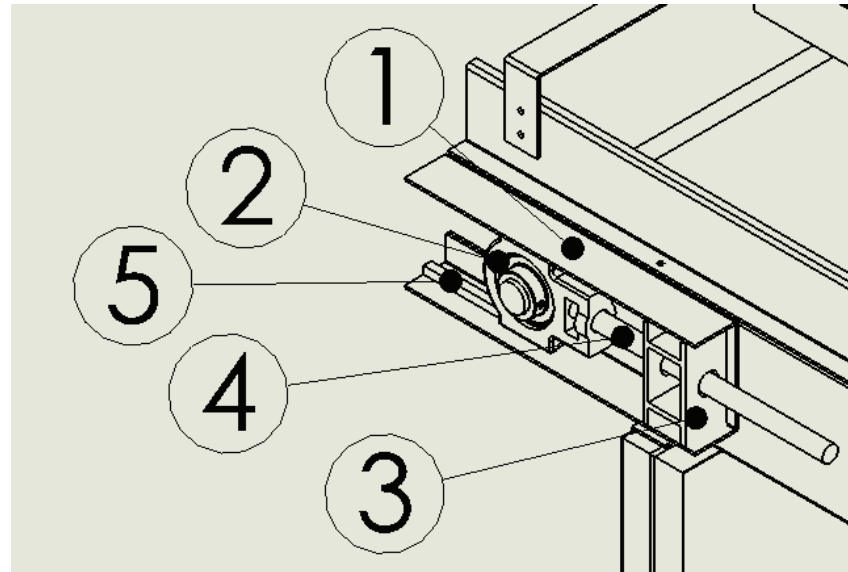
Usamos la Ecuación 2 y Ecuación 3 en la Ecuación 1:

$$62.0528 \text{ MPa} = \left[\left(\frac{1796777,311 \text{ Nmm}}{2 * D_A^3} \right)^2 + \left(\frac{139648,9 \text{ Nmm}}{D_A^3} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Da=24,46 mm

chumaceras de 31,75 [mm] de diámetro

7. Sistema de tensado

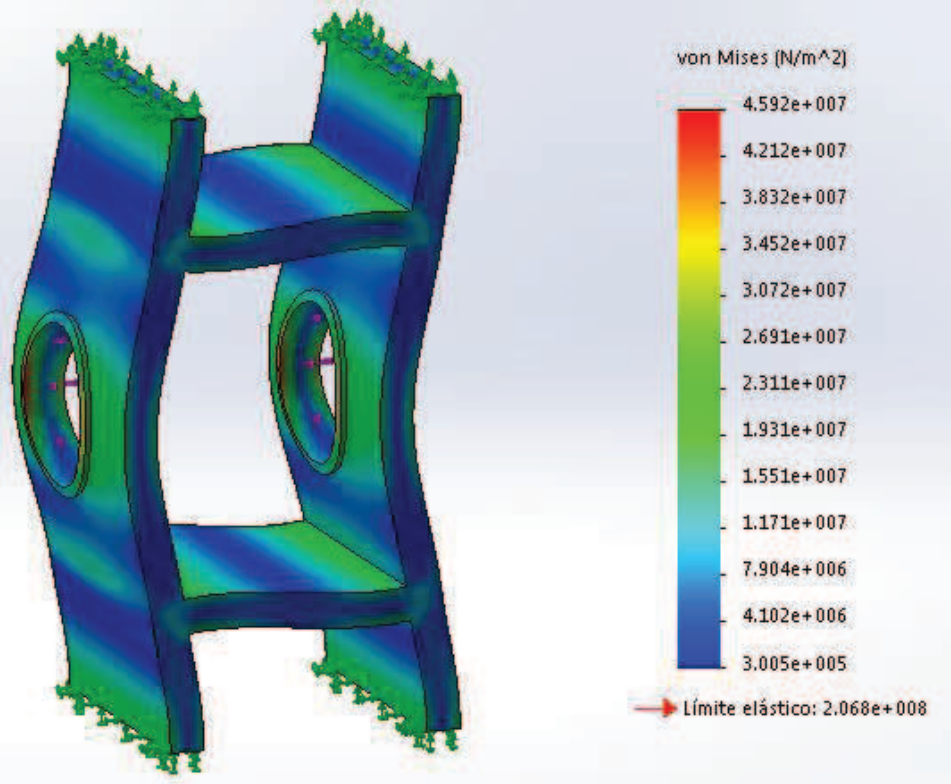


1. Placa en u, acero inoxidable AISI 304 espesor de 3 [mm].
2. Una chumacera tensora FBJ T207.
3. Una base en H, acero inoxidable AISI 304 de 6[mm].
4. Varilla roscada de acero inoxidable AISI 304 de $\frac{3}{4}$ de pulgada.
5. Varilla cuadrada de acero inoxidable AISI 304 de $\frac{3}{8}$ de pulgada.



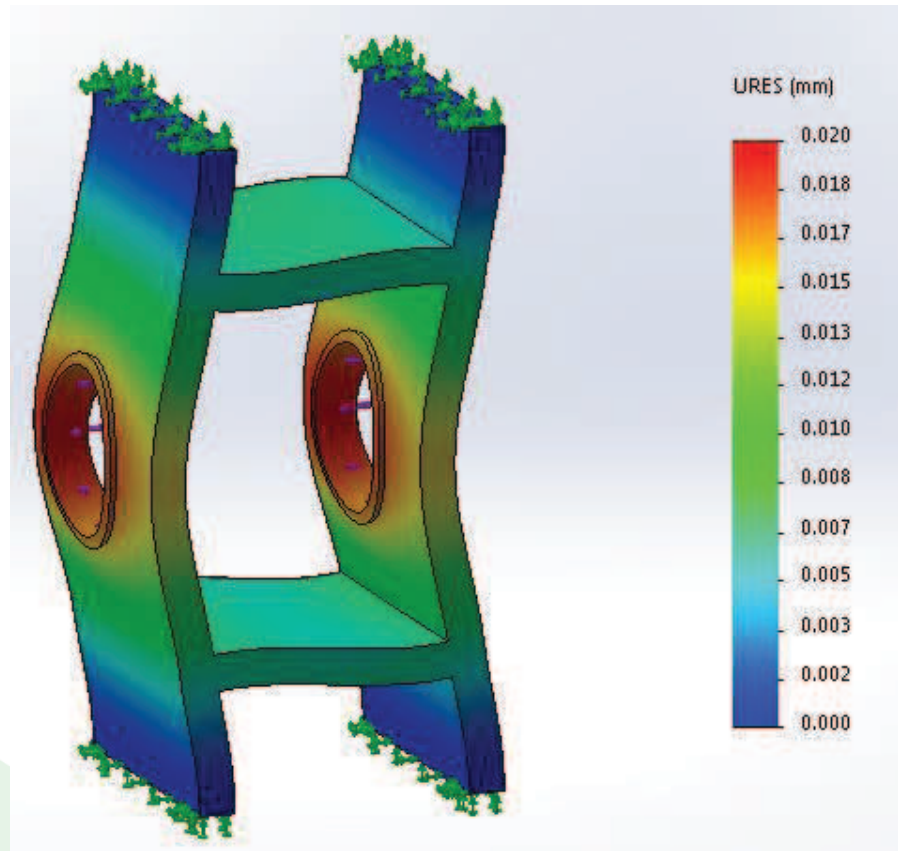
La carga máxima que va a soportar este elemento es de 979,06[N] que equivalen a la carga máxima producido por la tensión en el tambor.

Tensión axial y de flexión



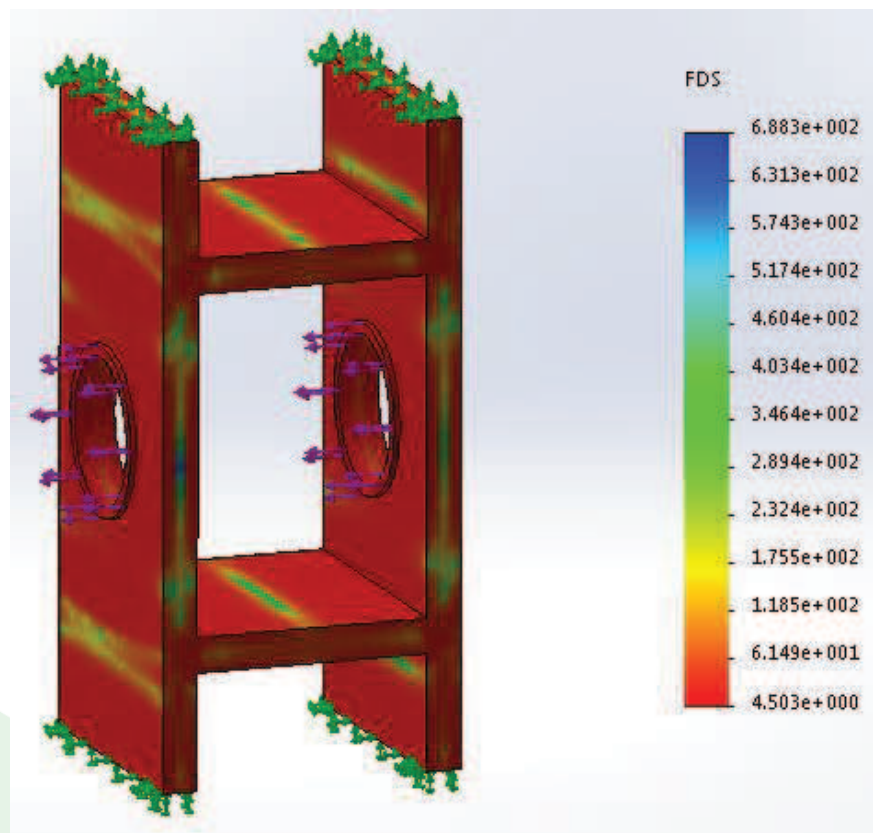


Desplazamientos



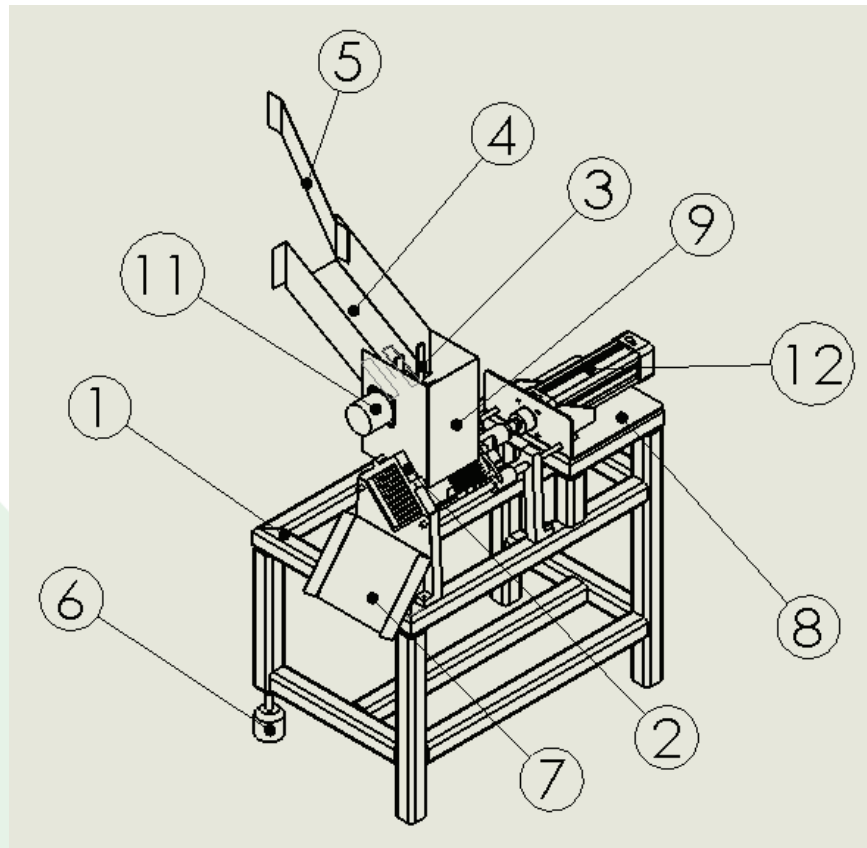


Factor de seguridad distribuida en el modelo.





Módulo III. Etapa de corte de papas

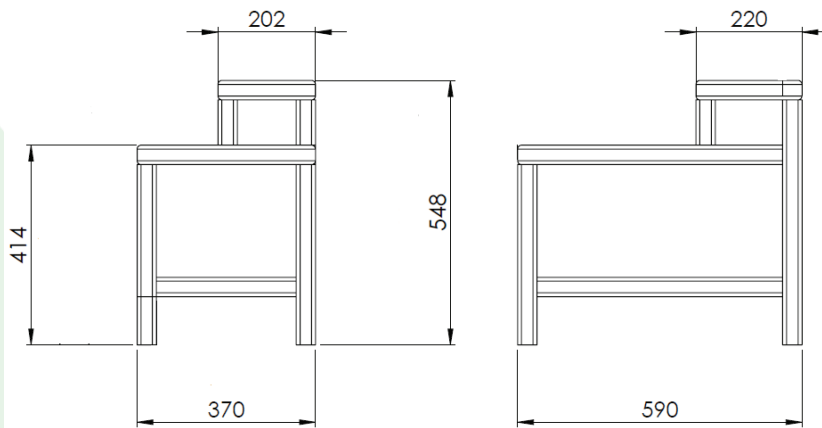


1. Estructura cortadora
2. Cortadora
3. Mecanismo carrusel
4. Canal
5. Guía banda transportadora
6. Nivelador cortadora
7. Canal de salida
8. Soporte cilindro cortadora
9. Tolva cortadora
10. Sensor
11. Motor a pasos
12. Cilindro neumático

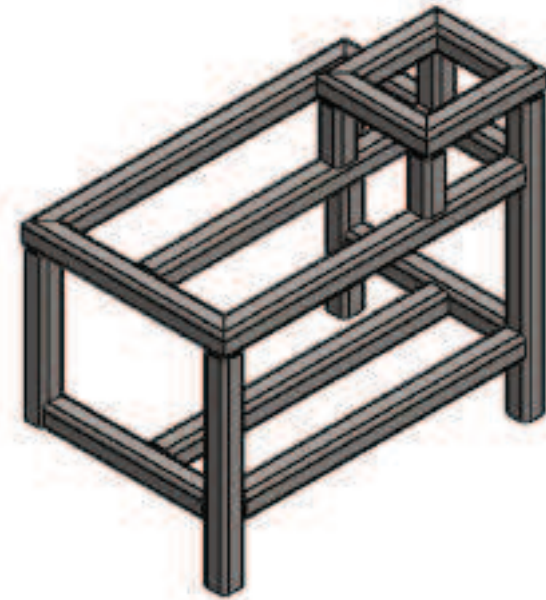


1. Estructura cortadora

- acero inoxidable
AISI 304 de 3 [mm] de espesor



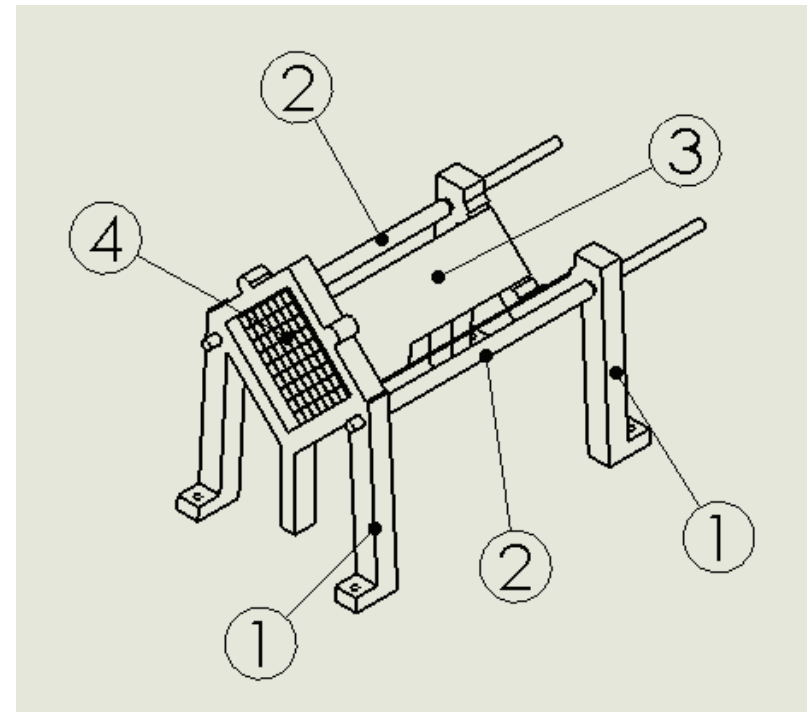
UNIDADES: mm





2. Cortadora

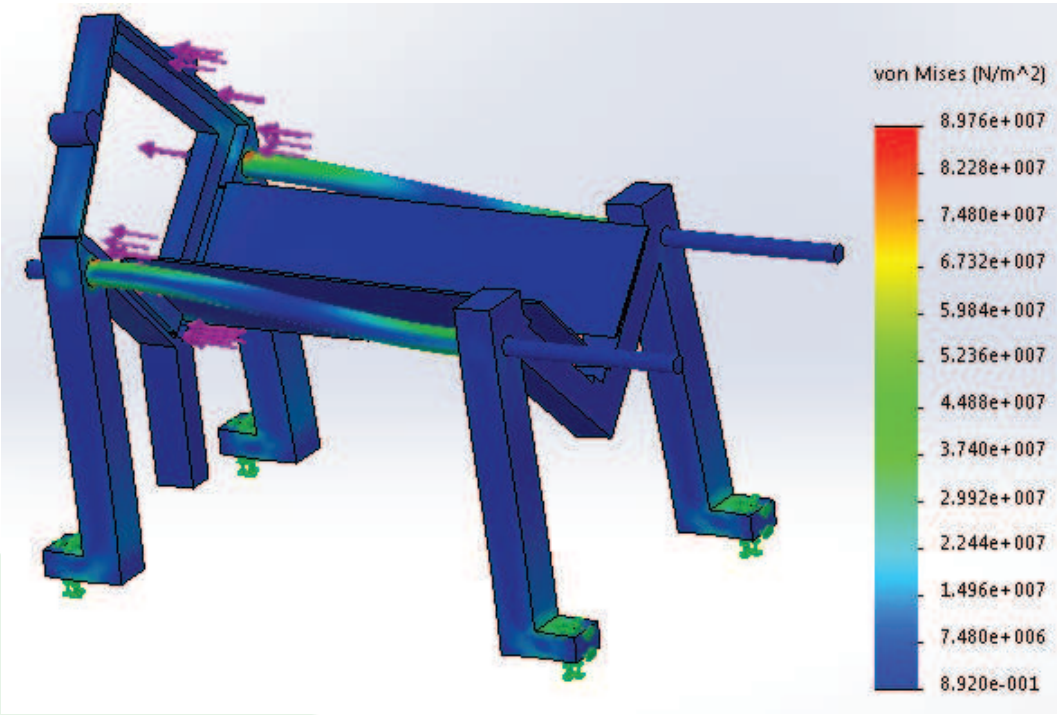
1. Estructura de la cortadora: fundición de aluminio, con un límite elástico de 145 [Mpa].
2. Ejes guía: varilla redonda de $\frac{1}{2}$ pulgada de acero inoxidable AISI 303
3. La base donde reposan las papas: acero inoxidable AISI 304 de 1[mm] de espesor.
4. Rejilla, cuchillas para realizar el corte, acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 0,5 [mm] y una separación de 9 [mm] entre cuchillas, 11[mm] x 111[mm].





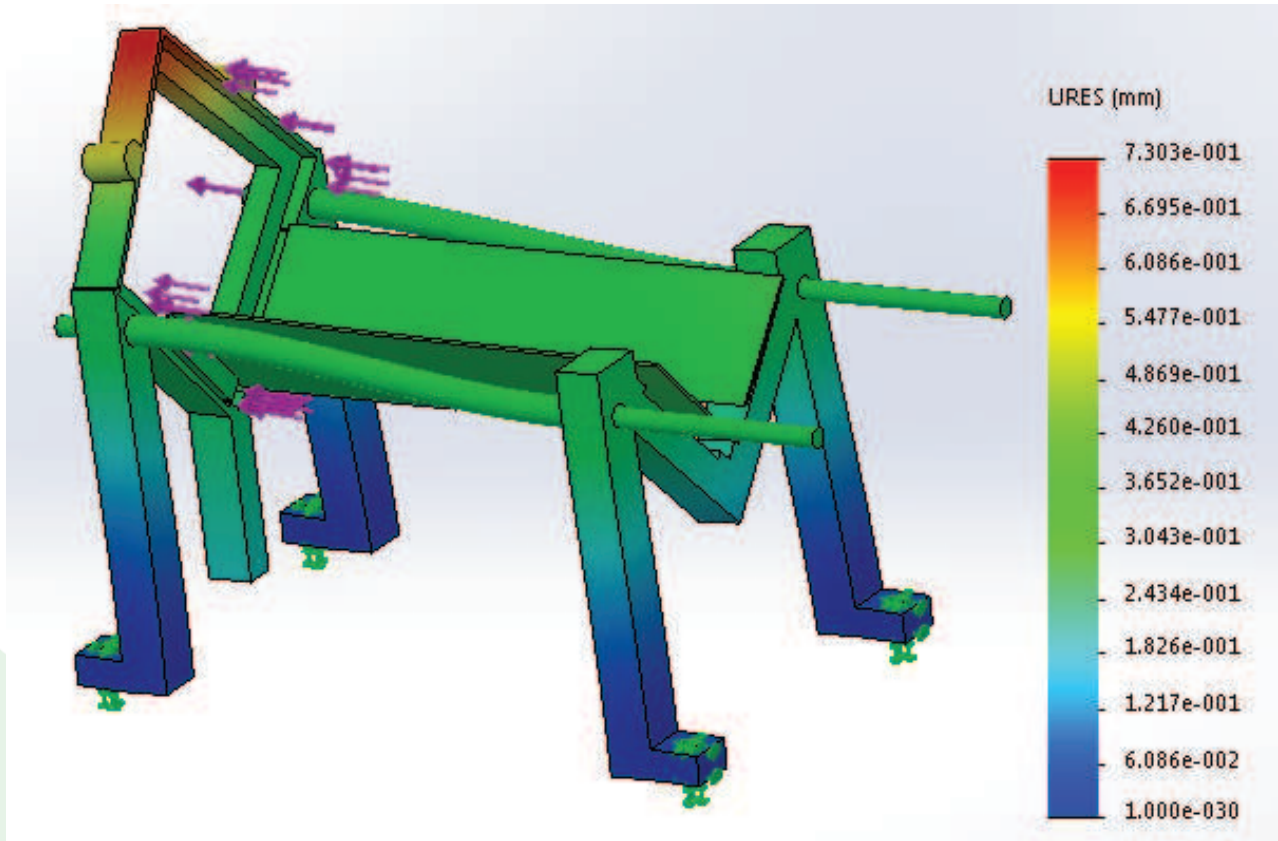
La fuerza máxima del cilindro de corte que equivale a 900 [N]

Tensión de Von Mises



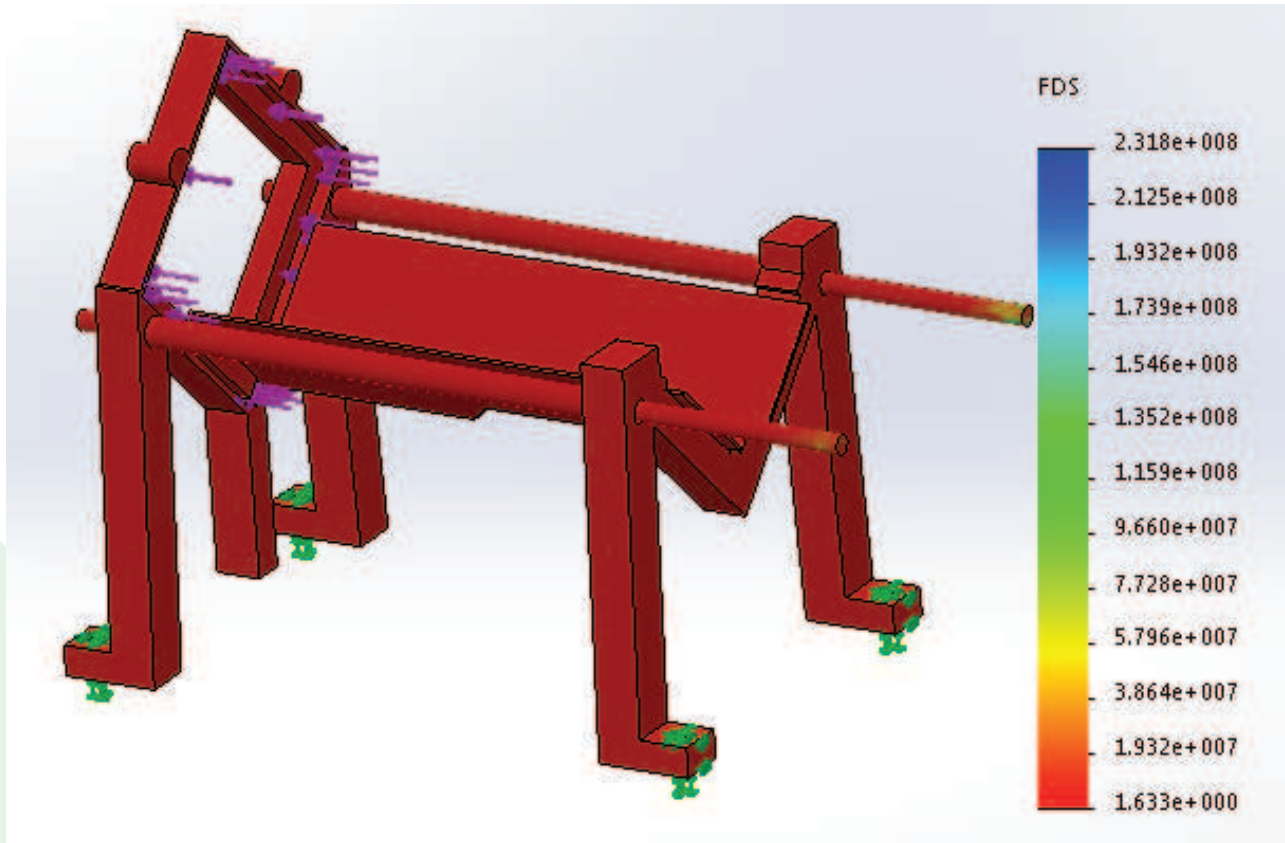


Desplazamientos



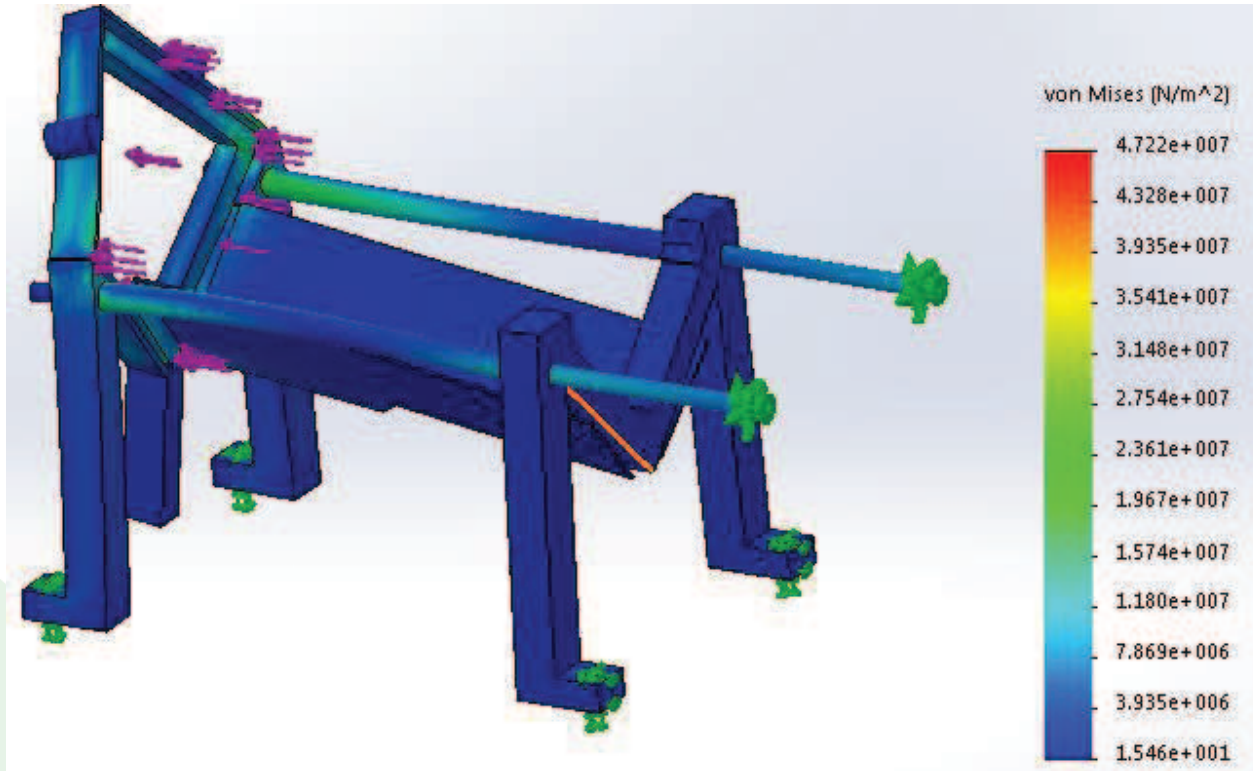


Factor de seguridad distribuida en el modelo.



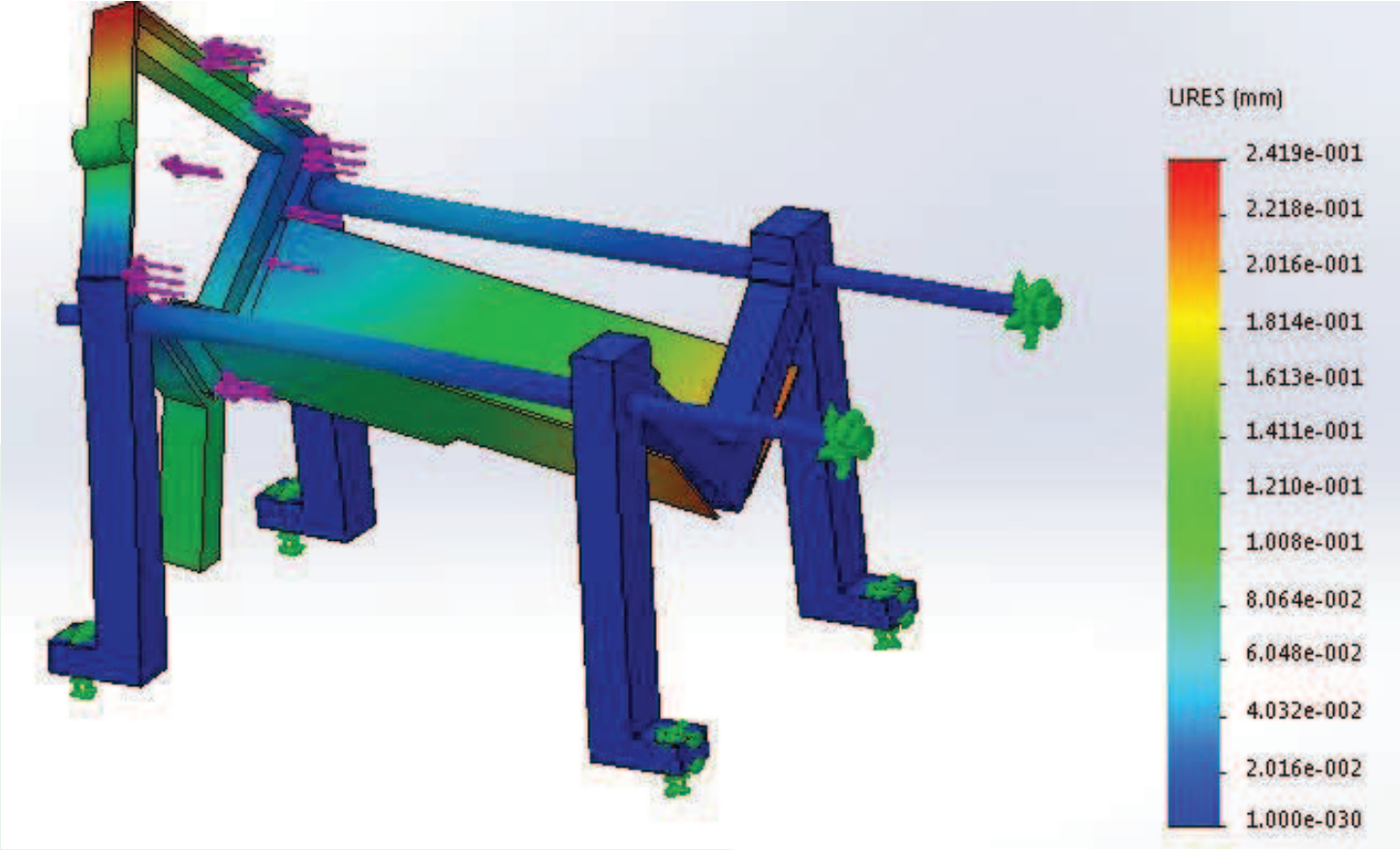


Tensión de Von Mises – con soportes



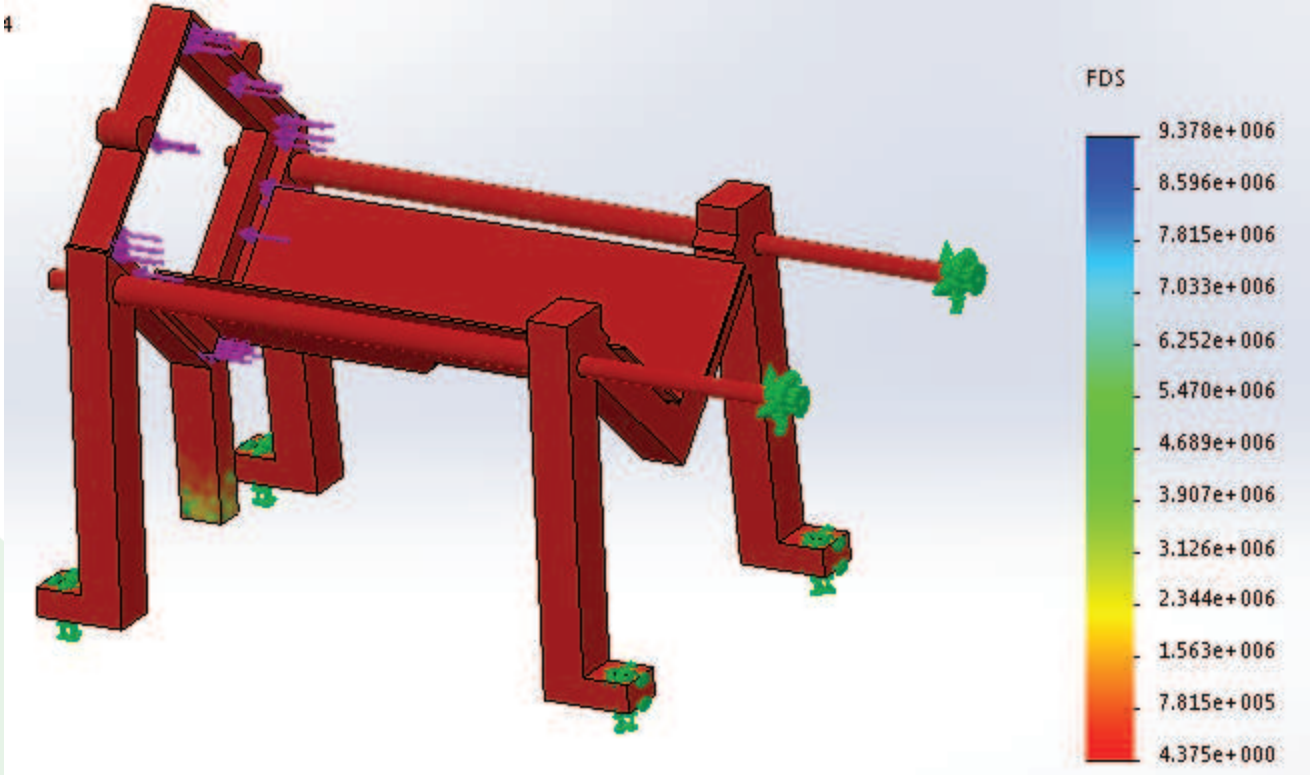


Desplazamientos - con soportes





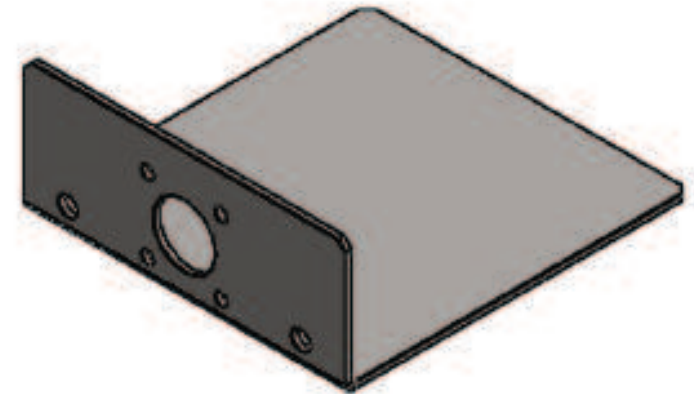
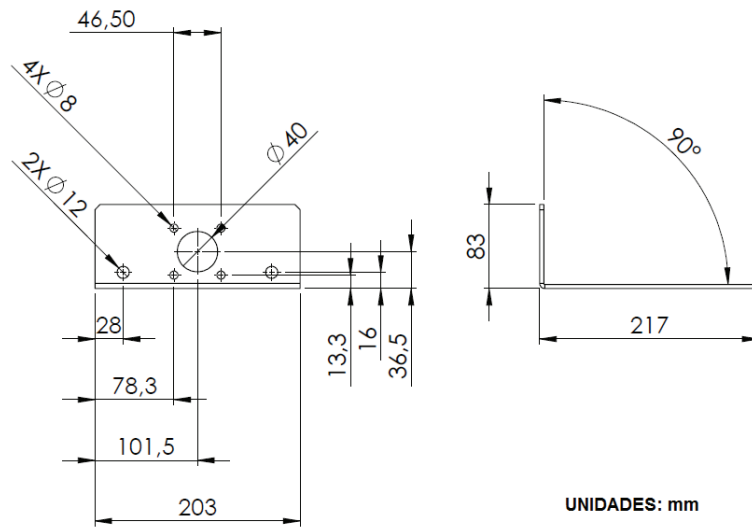
Factor de seguridad – con soportes





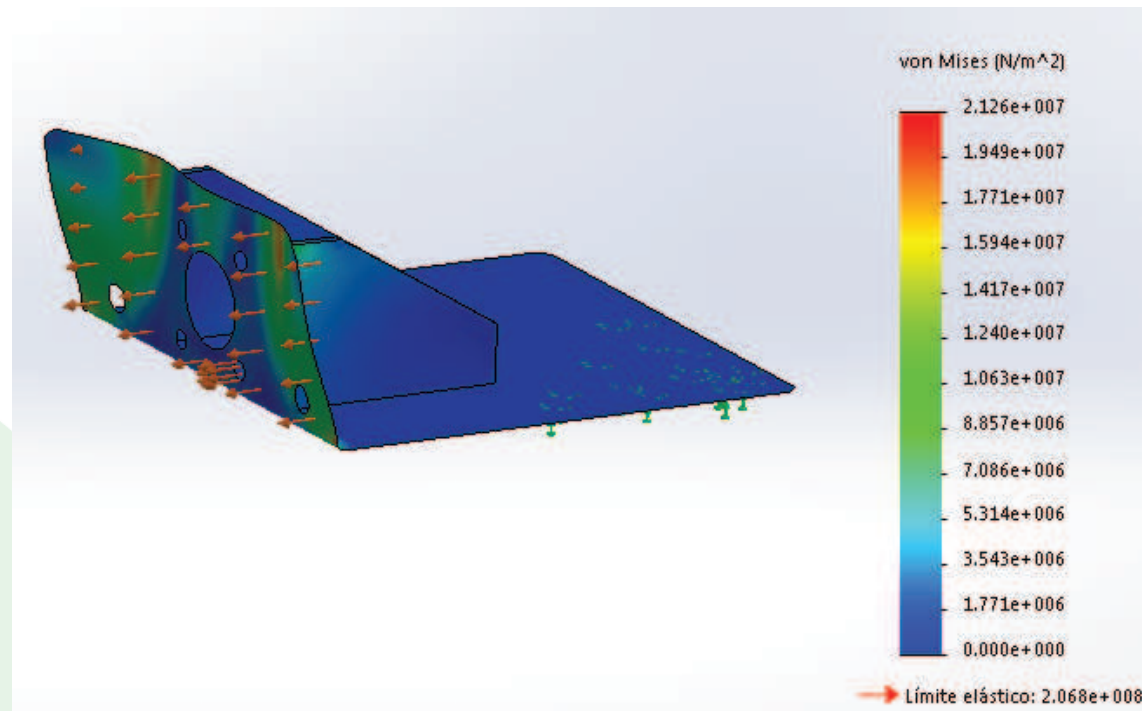
3. Soporte cilindro cortadora

Estará fabricado de acero inoxidable AISI 304 de espesor 4 [mm].



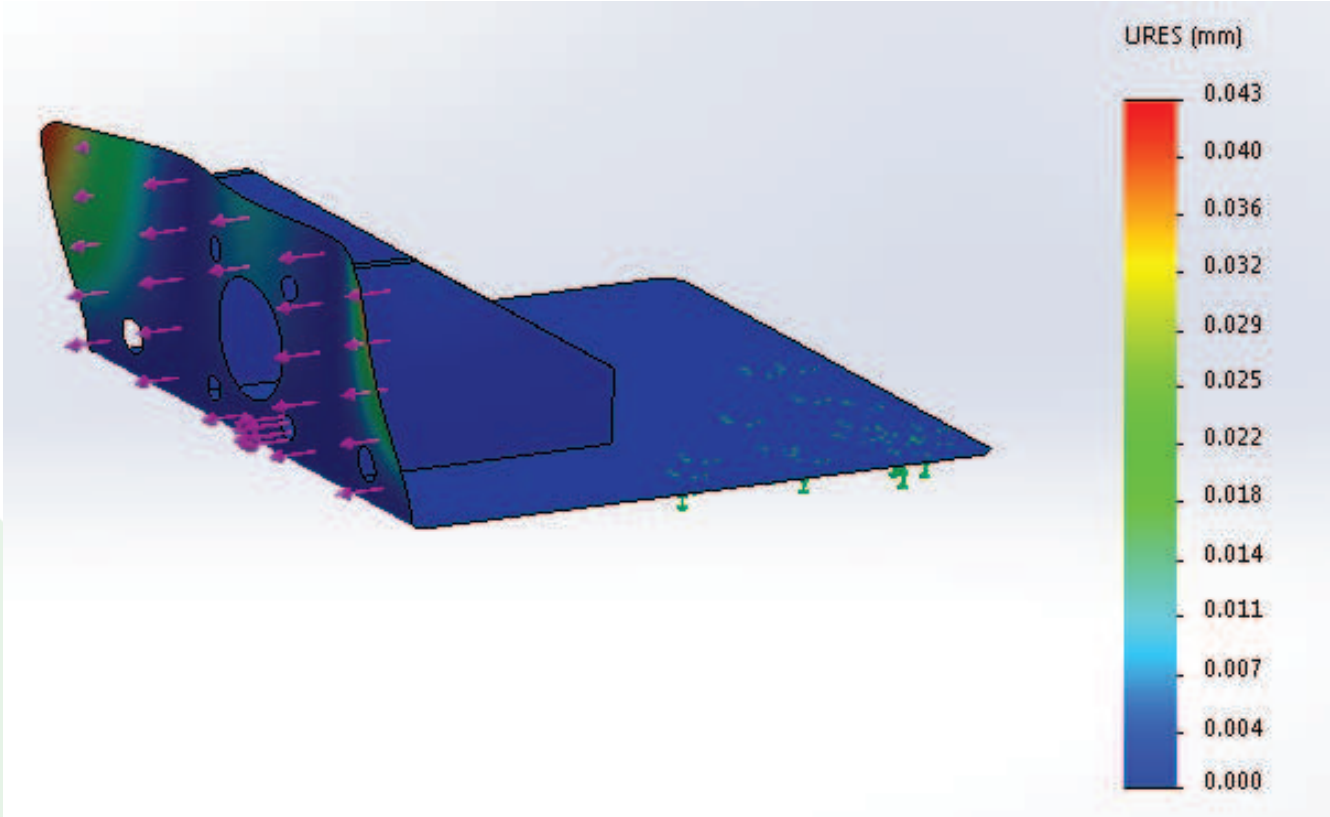
La carga máxima que va a soportar el soporte del cilindro para cortar papas es de 900 [N] que equivalen a la fuerza que ejerce el cilindro para realizar el corte.

Tensión axial y de flexión (Von Mises)



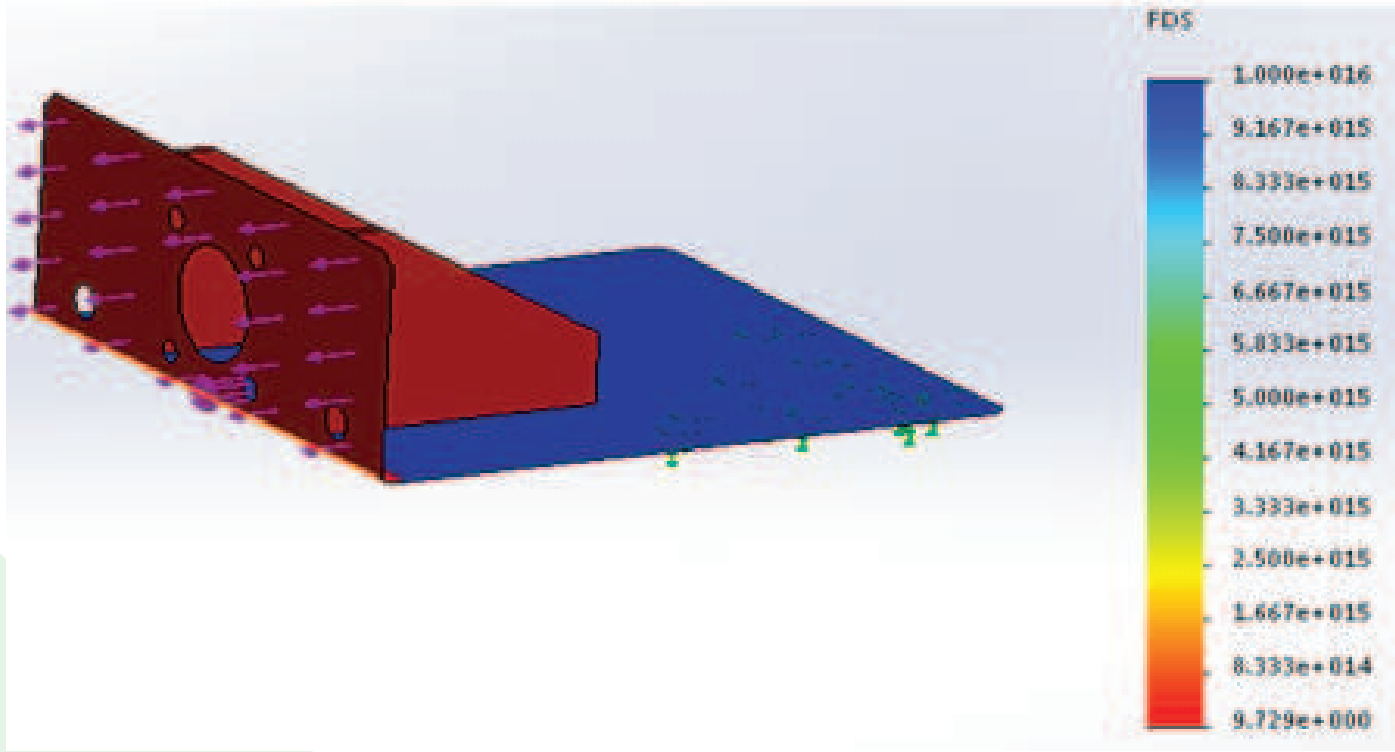


Desplazamientos





Factor de seguridad



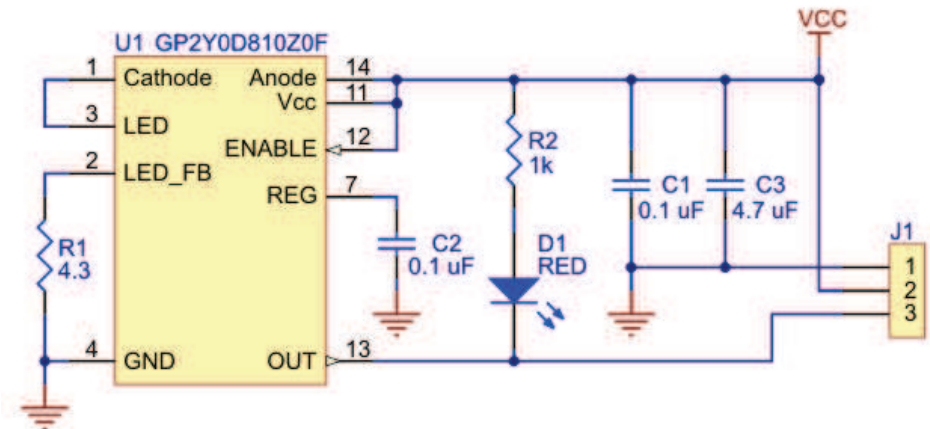


4. Sensor

- Sensor infrarrojo
- Rango de detección de 2 [cm] a 10 [cm]

Especificaciones Generales

Voltaje	2,7-6,2	V
Consumo medio	5	mA
Rango de Medición	2-10	cm
Constante periodo de actualización de estado	2,56	ms



4. Motor a pasos

Datos:

m = masa de la papa de mayor masa = 0,435[Kg]

d = distancia al centro de masa = 0,04 [m]

$$F = m * g$$

$$F = 4,263 \text{ [N]}$$

$$T' = F * d$$

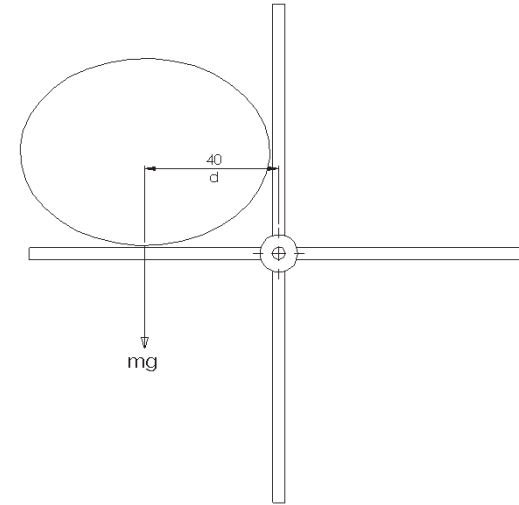
$$T' = 0,17 \text{ [Nm]}$$

$$T' = 1,73 \text{ [Kg-cm]}$$

Factor de seguridad recomendado n=2.

$$T = T' * 2$$

$$T = 3,46 \text{ [Kg-cm]}$$



Especificaciones Generales		
Marca	ASTROSYN	
Modelo	23LM-C004-68	
Voltaje	6	V/fase
Amperaje	1.2	A/fase
Grados/paso	1.8	
Par	5.5	kg cm





5. Cilindro neumático



Resultado de pruebas de corte de papas

UNITECH,

Cilindro elegido $F = 900 \text{ N}$, corte de papas



Mindman

Especificaciones Generales		
Diámetro	50	mm
Carrera	150	mm
Medio	Aire	
Rango Presión	0,5-0,9	Mpa

Nº Cilindro	Diámetro [mm]	Presión [bar]	Masa [gramos]	Longitud total Lt [mm]	Resultado longitud de corte Lc [mm]	Foto
1	25	6	282	90	10	
2	32	6	193	75	25	
3	40	6	318	115	70	
4	50	6	262	95	95	
5	50	6	288	110	110	

6. Electroválvulas

5/2 (5 vías 2 posiciones) que contiene una bobina de 110V

Especificaciones Generales		
Modelo	3V310-10	
Fluido	Aire	
Tipo	5/2	
Lubricación	No requerida	
Voltaje	110	V
Tiempo Activación	0,05 y menos	seg
Frecuencia Max	5	ciclos/seg



Airtac

Módulo IV. Etapa de potencia y control

Motor Peladora

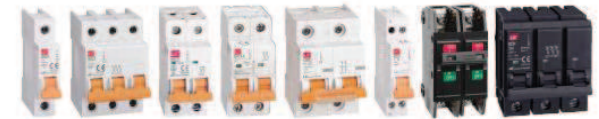
Potencia	½ HP – 0,375 KW
Corriente Nominal	10,2 A

Motor Banda Transportadora

Potencia	¼ HP – 0,185 KW
Corriente Nominal	3,4

Interruptor termo magnético principal

$$I_t = I_{mp} (1,25) + I_{mb} [A]$$



Entonces el interruptor termo magnético comercial será de 20 [A].

Contadores

$$I_c = I_n * 1,44 \text{ [A]}$$

$$I_{mp} = 3,4 * 1,44 = 4,89 \text{ [A]}$$

$$I_{mb} = 10,2 * 1,44 = 14,68 \text{ [A]}$$

Especificaciones Generales

Número de Polos	3
Voltaje	120 V
Frecuencia	50/60 Hz
Amperaje	18 A

Especificaciones Generales

Número de Polos	3
Voltaje	120 V
Frecuencia	50/60 Hz
Amperaje	9 A



Relé térmico

para motores menores a 1HP.

$$I_{rt} = I_n * 1,25 [A]$$

$$I_{mp} = 3,4 * 1,25 = 4,25 [A]$$

$$I_{mb} = 10,2 * 1,25 = 12,75 [A]$$

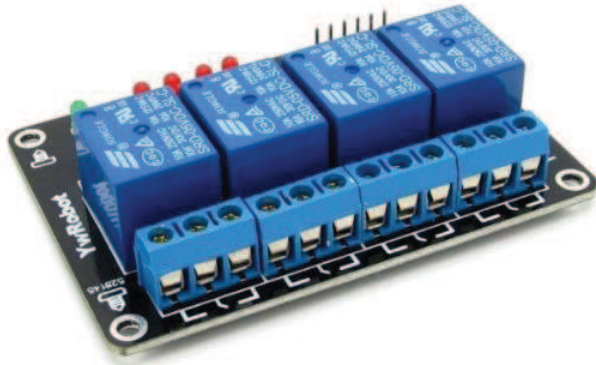
Especificaciones Generales		
Número de Polos	3	
Voltaje	120	V
Frecuencia	50/60	Hz
Rango Amperaje	9-13	A

Especificaciones Generales		
Número de Polos	3	
Voltaje	120	V
Frecuencia	50/60	Hz
Rango Amperaje	4 - 6	A





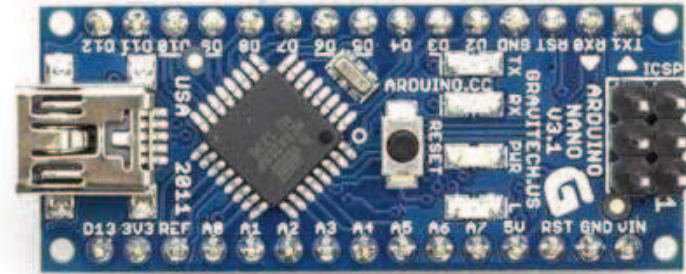
Módulo de relés



Especificaciones Generales

Voltaje	5	V
Corriente máx. en contactos	10	A
Número de Relés	4	

Controlador Arduino

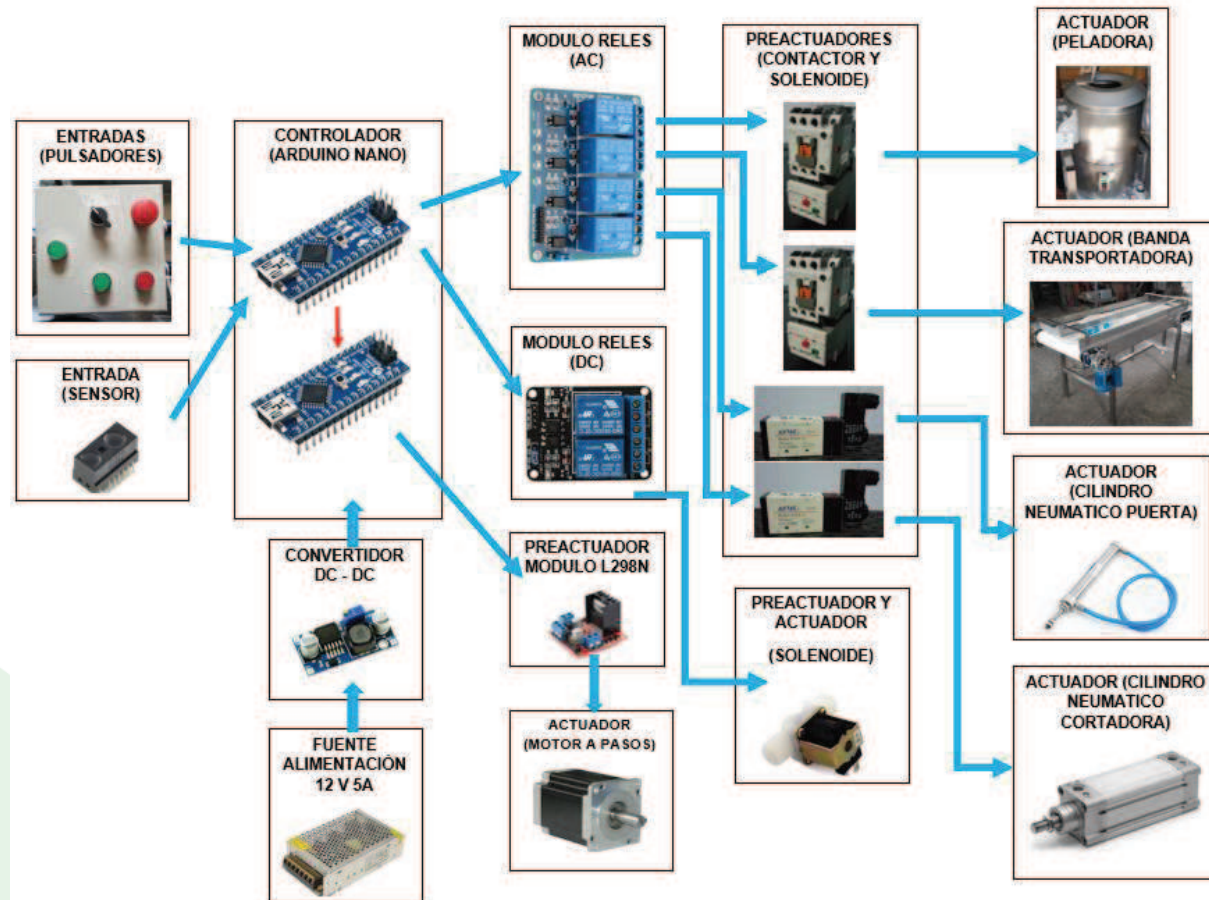


Especificaciones Generales

Microcontrolador	Atmel ATmega168 o ATmega328	
Voltaje de Operación	5	V
Voltaje de Entrada (recomendado)	7-12	V
Voltaje de Entrada (límite)	6-20	
Digital I/O Pines	14 (6 salidas PWM)	
Pines de entrada analógico	8	
Corriente I/O DC por pin	40	mA
Memoria Flash	16 (ATmega168) 32 (ATmega328)	KB
SRAM	1 (ATmega168) 2 (ATmega328)	KB
EEPROM	512 (ATmega168) 1024 (ATmega328)	bytes
Velocidad Reloj	16	MHz
Peso	5	g



Implementación etapa de potencia y control





Implementación etapa de potencia

Designación Diagrama de Fuerza	Elemento	Función
Q1	Breaker	Protección contra cortocircuito
KM1	Contactador	Activa/desactiva motor peladora
RT1	Relé Térmico	Protección contra sobrecarga motor peladora
M1	Motor Peladora	Mover disco de la peladora
KM2	Contactador	Activa/desactiva motor banda
RT2	Relé Térmico	Protección contra sobrecarga motor banda
M2	Motor banda transportadora	Mover tambor banda transportadora



Implementación etapa de control

Designación Diagrama de Control	Elemento	Función
S1	Paro de Emergencia	Cortar el suministro de energía en caso de emergencia
RT1	Contactos NC/NO relé térmico	Corta suministro de energía en caso de sobrecarga del motor de la máquina peladora. Activa Luz piloto H1 en caso de sobrecarga
RT2	Contactos NC/NO relé térmico	Corta suministro de energía en caso de sobrecarga del motor de la banda transportadora Activa Luz piloto H2 en caso de sobrecarga
G1	Fuente 110VAC/12VDC 5A	Alimentación para 2 convertidores DC-DC, 2 arduinos nano, 2 módulo de relés, 1 módulo L288N, 1 motor a pasos, electroválvula (agua).
U1	Convertidor 12VDC/5VDC	Alimentación para 2 arduinos, 2 módulos de relés, sensor
U2	Convertidor 12VDC/8VDC	Alimentación módulo L288N y motor a pasos
S2	Pulsador PELADO	Envía señales al arduino nano 1 para ejecutar las instrucciones para el proceso de pelado
S3	Pulsador BANDA T.	Envía señales al arduino uno para ejecutar las instrucciones para el proceso de transporte y corte
S4	Selector	Permite selección entre el modo manual y modo semi-automático
S5	Pulsador REARME	Corta cualquier proceso que se este ejecutando
ARDUINO NANO1	Microcontrolador	Ejecutar las instrucciones grabadas según el estado de los pulsadores, selector y sensor



MÓDULO DE RELÉS (4) Módulo de 4 relés		
G3	Alimentación 110 VAC	
KM1 (bobina)	Contacto	K1 Activa/desactiva contactor de la máquina peladora
KM2 (bobina)	Contacto	K2 Activa/desactiva contactor de la banda transportadora
Y1	Bobina electroválvula	K3 Activa/desactiva bobina electroválvula (puerta)
Y2	Bobina electroválvula	K4 Activa/desactiva bobina electroválvula (cofte)
MÓDULO DE RELÉS (1)	Módulo de 1 relé	Alimentación para las bobinas en AC del módulo de 4 relés
G1	Fuente 110VAC/12VDC	Activa/desactiva bobina contactor motor máquina peladora
Y3	Bobina electroválvula	Activa/desactiva bobina contactor motor banda transportadora
ARQUINO MAINO 2	Microcontrolador	Activa/desactiva electroválvula (cofte)
MÓDULO L288N	Driver L288N	K1 Activa/desactiva bobina en DC electroválvula (agua)
M3	Motor a pasos	Alimentación electroválvula (agua)
H1	Luz piloto (verde)	Activa/ desactiva electroválvula (agua)
H2	Luz piloto (rojo)	Enviar señales al módulo L288N
H3	Luz piloto (rojo)	Controlar Motor a pasos
KM1 (contacto)	Contacto abierto	Colocar la papa en la cortadora
KM2 (contacto)	Contacto abierto	Indicar cuadro de potencia está energizado
H4	Luz piloto (verde)	Indicar falla térmica motor peladora
H5	Luz piloto (verde)	Indicar falla térmica motor banda transportadora
Sensor	Sensor Infrarrojo	Activa/desactiva luz piloto H4
		Activa/desactiva luz piloto H5
		Indicar que el motor de la peladora está en marcha
		Indicar que el motor de la banda está en marcha
		Detección la presencia de papa en el canal



PRUEBAS Y RESULTADOS

Pruebas etapa de pelado

- Existe una fuga de agua por la puerta de la peladora.
- Además la descarga de papas peladas obstruyen la salida ya que se acumulan en el canal de la peladora.
- La corrección del problema de fuga fue realizar ranuras en el canal para que se drene el agua con residuos de cascara de papas,
- Para el problema de obstrucción de papas se procedió a elevar la peladora 8 cm y dar una inclinación del canal.



Pruebas de control de calidad realizado en el módulo II

Prueba	Número papas peladas	Papas con residuos cascara y ojos	Papas cortadas por exceso de medida	Papas en mal estado
1	41	18	1	2
2	38	16	2	1
3	37	11	2	0
4	36	19	3	1
5	41	18	0	1



Conclusiones

- Se diseñó e implementó exitosamente un sistema automatizado para realizar el proceso de pelado y corte de papas para la empresa Los Hot Dogs El Portón Real. En un principio el corte tenía una producción de 13 papas/min, actualmente el sistema permite una producción de 20 papas/min lo que significa un aumento en la producción del 53,84%.
- La utilización del método de criterios ponderados facilitó la selección técnica de elementos en la parte mecánica como en el parte eléctrica-electrónica.



- Se instaló una botonera que nos permite obtener un funcionamiento en modo manual y modo semi-automático del sistema. En el modo manual el proceso de pelado es controlado visualmente por un operador que por medio de pulsos realiza las distintas etapas, mientras que en el modo semi-automático el proceso de pelado se realiza por etapas temporizadas determinadas por pruebas, el tiempo de pelado total apropiado fue de 60 segundos.
- Mediante pruebas realizadas se determinó que las dimensiones totales de la banda transportadora no son las adecuadas ya que se podría diseñar una más compacta que cumpla con las mismas prestaciones.
- Se tuvo inconvenientes al utilizar componentes que producen interferencias electromagnéticas (ruido) como motores y solenoides, que fueron solventadas al utilizar capacitores de desacoplo y capacitores supresores.
- Con la adaptación del sistema de aspersion de agua en el proceso de pelado, se logró reducir el consumo de agua potable en un 27%, ya que inicialmente el consumo de agua era de 30 litros/pelado, actualmente se consume alrededor de 22 litros/pelado.



Recomendaciones

- Colocar capacitores de desacoplo de 10 μF lo más cerca posible a las entradas del Arduino Nano o en caso de utilización de otros micro- controladores. En caso de utilización de controladores más robustos como PLC cuentan con las debidas protecciones.
- Separar la etapa de potencia de la etapa de control de ser posible en dos gabinetes debido a la influencia electromagnética que producen los componentes que poseen bobinas como motores y solenoides que provocan estados no deseados en las entradas al micro-controlador.
- Se puede mejorar la precisión de detección de papas si se emplea un sensor más robusto el cual no se lo escogió en el desarrollo del proyecto debió a su elevado costo.
- Implementar una interfaz hombre-máquina HMI para realizar una configuración de tiempos para el proceso de pelado y registros de producción.