

SISTEMA DE EMPAQUE EN LA SECCION DE SELLADO DE ALICO S.A

EMMANUEL HENAO CARVAJAL

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERIA
INGENIERIA MECANICA
MEDELLIN
2011

SISTEMA DE EMPAQUE EN LA SECCION DE SELLADO DE ALICO S.A

EMMANUEL HENAO CARVAJAL

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Mecánico

Asesor: SERGIO ARISTIZABAL

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERIA
INGENIERIA MECANICA
MEDELLIN

2011

CONTENIDO

INTRODUCCION	5
1. ANTECEDENTES.....	7
1.1. ESTUDIO DE TIEMPOS.....	11
2. JUSTIFICACION	14
3. DEFINICION DEL PROBLEMA.....	15
4. OBJETIVOS	16
4.1. Objetivo general	16
4.2. Objetivos específicos	16
5. ALCANCE	17
6. METODOLOGIA	18
7. DESARROLLO.....	19
7.1. DESAGREGACIÓN DE LA FUNCIÓN DE LA CALIDAD.....	19
7.2. ANALISIS FUNCIONAL	20
7.2.1. Función Principal	20
7.2.2. Estructura Funcional	21
7.3. MATRIZ MORFOLOGICA	22
7.4. ESQUEMAS O DISPOSICION DE LAS ALTERNATIVAS	22
7.5. EVALUACION POR PONDERACION.....	25
8. DISEÑO FINAL	28

8.2. NEUMÁTICA.....	31
CONCLUSIONES.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	37
ANEXOS.....	38

TABLA DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1. Parte de la maquina donde sale el producto.
- Ilustración 2. Paquete de bolsas empacadas manualmente.
- Ilustración 3. Ejemplo de material montado en una selladora.
- Ilustración 4. Apiladora de papel.
- Ilustración 5. Termoselladora TS500E de bandejas en lámina.
- Ilustración 6. Porcentaje de tiempo empacando.
- Ilustración 7. Funcion principal.
- Ilustración 8. Opción 1.
- Ilustración 9. Opción 2.
- Ilustración 10. Opción 3.
- Ilustración 11. Diseño final.
- Ilustración 12. Análisis de elementos finitos inicial de la lámina soporte.
- Ilustración 13. Convergencia del análisis de elementos finitos
- Ilustración 14. Análisis de elementos finitos final de la lámina soporte.
- Ilustración 15. Punto crítico según el análisis de elementos finitos.
- Ilustración 16. Calculo del cilindro de inclinación.
- Ilustración 17. Diagrama del circuito neumático.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tiempos de empaque	Pág. 12
Tabla 2. Satisfacción de las necesidades.....	Pág. 20
Tabla 3: Evaluación por ponderación.....	Pág. 26
Tabla 4. Convergencia del análisis de elementos finitos a la lámina soporte.....	Pág. 29

INTRODUCCION

La empresa Alico S.A. fue fundada el 10 de julio de 1981, año en el que el mercado de los empaques para el embutido de productos cárnicos en Colombia estaba dominado por corporaciones extranjeras, la empresa surge como una alternativa local no solo con las fibras y celulosas sino también con la Tripa Natural de Cerdo muy utilizada en el embutido de Chorizos. Hoy en día no sólo comercializa sino que también fábrica empaques especializados para diferentes sectores como el de alimentos, químicos, farmacéuticos e industrial, con estructuras plásticas simples y complejas cada una de ellas con una aplicación específica, permitiendo así empacar prácticamente cualquier producto (Alico).

El desarrollo de la tecnología de la industria de empaques flexibles ha posibilitado un aumento en las velocidades de operación de algunas máquinas obligando la aceleración de los procesos posteriores a estos.

Alico como empresa de empaques está en la obligación de actualizar su maquinaria para ser competitiva y mantener niveles de calidad y producción de nivel internacional.

El proyecto de empaque para el proceso de sellado nace por varias razones, la principal es la inhabilidad de los operarios para sobrellevar el ritmo de trabajo de la máquina, el flujo de las nuevas máquinas de sellado es de ciento veinte bolsas por minuto generando significativas dificultades en la manipulación del material que procesa la máquina.

Cabe anotar también que el hecho de que los operarios tengan contacto repetitivo con las bolsas, que son selladas a temperaturas considerablemente nocivas para el sistema óseo humano por el calor transferido desde los selladores a las bolsas, les puede ocasionar artritis y otros problemas de salud,

generando incluso una enfermedad de trabajo que perjudica también a la empresa (National Institute of Environmental Health Sciences).

1. ANTECEDENTES

Ilustración 1. Parte de la maquina donde sale el producto.



(Autoría propia)

Antes de implementar el proyecto los operarios realizan la operación de empacar manualmente a medida que el producto sale de la máquina, esta parte de la maquina se observa en la ilustración 1, el operario supervisa su acumulación y cuando se alcanza cierta cantidad la retira a un lado hasta acumular un paquete de 200 bolsas y así empacarlo como muestra la ilustración 2.

Ilustración 2. Paquete de bolsas empacadas manualmente.



(Autoría propia)

Se halla que el promedio de bolsas producidas en la sección de sellado es de 900.000 diarias a velocidades que varían entre 30 y 120 golpes por minuto (bolsas) aunque las maquinas más actualizadas tienen capacidad para producir hasta 200 bolsas por minuto.

Los tamaños promedio para una unidad de producto varían en ancho desde 10cm hasta 35cm y en altura desde 15cm a 45cm.

Los materiales que componen los productos varían, aunque se pueden resumir entre los siguientes

- Flexible (compuesto de capas de diferentes polímeros usualmente poliamida y polietileno)
- Polietileno
- Poliamida
- Oxishield
- Capram
- BOPP

- Poliéster
- Foil de aluminio

Todos estos materiales se presentan en láminas para formar bolsas, algunos de ellos son compuestos de varios polímeros desde su extrusión o laminados de varias capas con adhesivo.

Ilustración 3. Ejemplo de material montado en una selladora.



(Autoría propia)

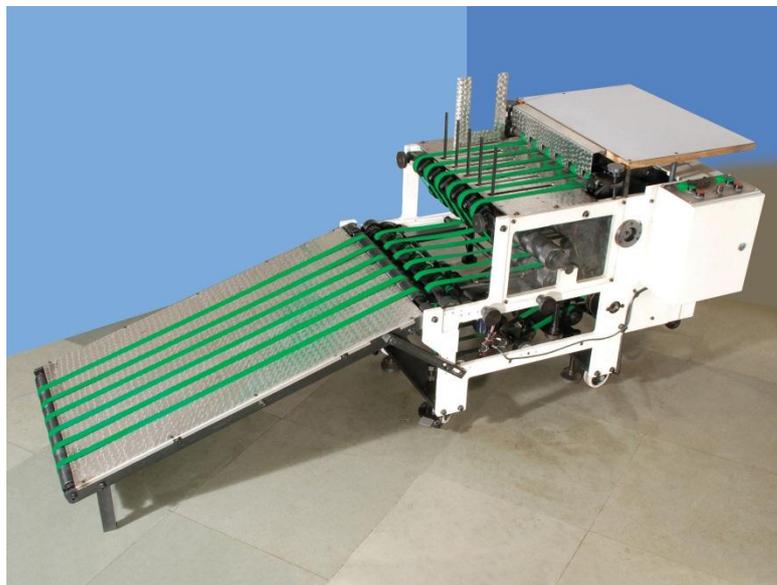
Normalmente el material que genera la sellabilidad es el polietileno, por esta razón en el flexible, que es el material de uso más frecuente, se deja como capa exterior de la bolsa la poliamida, la cual tiene contacto con los selladores de las máquinas y en general con la máquina.

El proceso de sellado maneja temperatura en el producto hasta de 230 °C, los calibres de los materiales varían entre 10 y 250 micrómetros y las bolsas tienen una masa que varía entre 2 y 50 gramos por unidad.

En el mercado de la maquinaria de empaque se encuentra una variada oferta de equipo que empaqueta productos específicos, ya sean líquidos como jabones,

salsas y granos, o sólidos como vegetales varios. La maquinaria más cercana a empacar bolsas, se encuentra entre las empacadoras y apiladoras de papel lo cual muestra la ilustración 4, por lo cual se toman como base para el diseño del sistema de empaque requerido, teniendo en cuenta el conocimiento del comportamiento del producto a empacar tanto en cantidades producidas como en su manejo físico.

Ilustración 4. Apiladora de papel.



(Tomada de <http://www.paper-machinery.com>)

También se encuentran dispositivos para empacar bandejas de alimentos como la termoselladora TS 500E que aparece en la imagen 4, la cual empaca en película stretch y puede ser considerada en el diseño debido a que el empaque de bolsas de sellado no se tiene que limitar, teniendo en cuenta que se deben mantener los productos presentables e higiénicos para los clientes externos.

Ilustración 5. Termoselladora TS500E de bandejas en lámina.



(Tomada de www.citalsa.com)

1.1. ESTUDIO DE TIEMPOS

Es necesario tener una clara idea del tiempo que se invierte para empacar en la sección de sellado de la empresa por esta razón se realiza una toma de tiempos del cual se puede extraer el tiempo promedio usado para empacar y de esta forma concebir el proyecto de la forma más adecuada posible.

En el momento de tomar los tiempos se tuvieron en cuenta las condiciones que se dan generalmente en el proceso como la constante de empacar doscientas bolsas por paquete, las velocidades de operación que pueden estar alrededor de cuarenta a setenta golpes por minuto y que normalmente las maquinas se trabajan con un solo operario.

Se debe tener en cuenta también que el tiempo de empaque tiene variables que no se pueden controlar como el material y la forma de los productos que se fabrican, los cuales pueden cambiar totalmente la forma y el tiempo de empaque que se usan antes de la implementación del proyecto. Por esta razón los tiempos se pueden observar muy cambiantes.

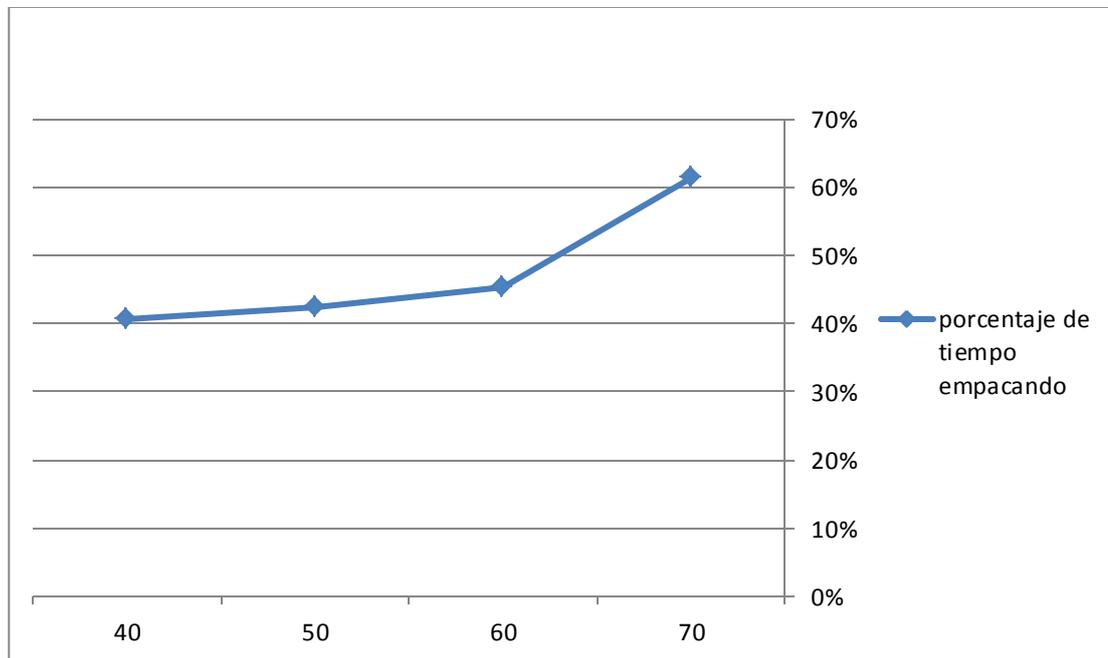
En la tabla 1. Se hallan los registros de tiempo de empaque tomados en una muestra que lejos de ser aleatoria se programó de forma que se dieran pedidos muy complejos y muy sencillos, esto se ve reflejado en los resultados.

Tabla 1. Tiempos de empaque.

muestra	velocidad [gpm]	cantidad a empacar [bolsas]	Promedio tiempo total/paquete [segundos]	Promedio tiempo de empaque [segundos]	porcentaje de tiempo empacando
1	70	200	171	105	61%
2	60	200	199	90	45%
3	50	200	240	102	43%
4	40	200	296	120	41%

En la ilustración 6 se observa la relación entre el porcentaje de tiempo total por paquete que se toma un operario empacando las bolsas y evidencia que a cierta velocidad no es posible empacar las bolsas teniendo en cuenta que trabajando maquinas a una velocidad de doscientos golpes por minuto se obtiene un paquete de bolsas cada minuto y su tiempo de empaque promedio es de 104.25 segundos lo cual no permitiría recibir el siguiente paquete causando el represamiento de la producción.

Ilustración 6. Porcentaje de tiempo empacando.



(Autoría propia)

2. JUSTIFICACION

Los principales beneficiarios de este proyecto son Alico, por su aumento en productividad y evitando la contaminación por contacto y manipulación con las manos de parte de los operarios, estos últimos de la sección de sellado, que también se ven en problemas cuando las maquinas aumentan su velocidad y sufren los efectos del calor en las manos.

Los beneficios son altamente impactantes en el proceso mencionado y en la empresa en general debido a que dicha operación se comporta como un cuello de botella limitando la productividad del sistema, con este proyecto dicha productividad aumentaría al disminuir el tiempo que usan los operarios en empacar las bolsas.

La necesidad de superar el impedimento productivo y de salud obligan a buscar alternativas a la forma de trabajar por esta razón la implementación de este proyecto se hace urgente.

3. DEFINICION DEL PROBLEMA

La empresa Alico S.A en su proceso de sellado de la división Empaques, requiere agilidad y velocidad en el proceso de empaque de bolsas (producto terminado) de forma que los operarios eviten al máximo tener contacto con el material caliente, sin embargo deben tener la posibilidad de tomar cualquier muestra de producto para supervisar la calidad.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Rediseñar el sistema de empaque para la sección de sellado en Alico S.A

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Disminuir el 75% del tiempo en mano de obra usado en empacar los productos en las maquinas selladoras.
- Disminuir totalmente el contacto directo de los operarios con el producto exceptuando el que se presenta con las muestras de calidad.
- Generar un sistema de empaque simple y económico para la sección.

5. ALCANCE

Se desarrolla el diseño adaptable a todas las selladoras automáticas de la sección de sellado, este proyecto no pretende fabricar las máquinas, al final se lograra un modelo computarizado en el sistema CAD Solidworks con el cual a futuro se pueden generar los planos y la posterior fabricación de los equipos.

Este proyecto solo interviene el proceso de empacar las bolsas después de que salen de la selladora entregándolas en un paquete o envoltura.

Se establecen límites de tamaño para las bolsas a empacar con anchos entre 10cm hasta 30cm y altura de 15cm a 45cm. Por paquetes de 200 unidades.

6. METODOLOGIA

Se usa una metodología de diseño conformada por los siguientes pasos:

- Especificaciones del proceso de empaque de bolsas obtenidas de los operarios, supervisores y jefes de proceso
- Desagregación de la función de la calidad o QFD
- Análisis funcional
 - Función principal
 - Estructura funcional
- Matriz morfológica.
- Evaluación de las alternativas por ponderación.
- Selección de alternativa a diseñar en detalle.
- Diseño en detalle del modelo

7. DESARROLLO

A continuación se desarrolla el proyecto según la metodología mencionada anteriormente la cual fue simplificada a partir de la que presentan Pahl y Beitz en su libro Engineering Design (Pahl & Beitz, 1984, pág. 160). y algunos otros autores como Ulrich y Eppinger (Ulrich & Eppinger, 2003).

7.1. DESAGREGACIÓN DE LA FUNCIÓN DE LA CALIDAD

El QFD (quality function deployment) busca reflejar las necesidades y exigencias del cliente en el diseño de las soluciones propuestas a sus problemas; para sus efectos en este proyecto se entrevistan los clientes en diferentes niveles, desde el operativo hasta el gerencial, toda esta parte del proyecto se presenta en el archivo adjunto “QFD sistema de empaque Alico.xlsx”

Se cuestionan los entrevistados sobre que sugerencias o requerimientos tienen ellos para modificar la forma de empacar en la sección de sellado lo cual refleja las necesidades observadas en la relación entre necesidades y especificaciones del QFD.

Además se agregan otras necesidades que no fueron declaradas por los clientes y se formulan a partir de la observación del proceso.

Como resultado se obtiene que las necesidades más importantes son satisfechas por las especificaciones asignadas lo cual se observa en la tabla 2. Y en el archivo adjunto mencionado. El grado de satisfacción se observa en el QFD en una escala de rojos, la intensidad del color es proporcional al grado de solución que dan las especificaciones a dicha necesidad.

Tabla 2. Satisfacción de las necesidades.

Montaje simple	336
Comodidad en el manejo	456
Operación simple	392
El sistema debe funcionar con aire comprimido y/o electricidad	225
Operar el dispositivo no debe demandar tiempo significativo en el rodaje	581
Evitar contacto de los operarios con las bolsas por salud	343
posibilidad de revisar las bolsas tomándolas con la mano	200
Las bolsas deben ser empacadas en orden	224
Reducir el tiempo de empaque	680
Evitar atrapamientos y accidentes en general	520
El sistema posibilita dedicarse mucho más a revisar la calidad	448
Fácil mantenimiento y limpieza	259
El producto debe permanecer limpio y sin riesgo de contaminación	500

7.2. ANALISIS FUNCIONAL

El análisis funcional responde a la continuación de la metodología en la cual las especificaciones del producto deben pasar a determinar la estructura funcional del sistema.

7.2.1. Función Principal

Prosiguiendo con la metodología se presenta la función principal del sistema como una caja negra a la cual ingresan información, materia y energía los cuales se transforman a través del proceso y generan productos y en ocasiones subproductos.

La caja negra que se presenta en la figura 7 presenta entrada de energía en forma de aire comprimido, electricidad y energía potencial, a su vez ingresan

materiales como empaques y productos a empacar, la información que ingresa viene de parte de la maquina selladora y del operario.

Como productos se obtiene principalmente el paquete de bolsas empacadas determinando que el sistema es un aparato pues su flujo principal es materia.

Ilustracion 7. Funcion principal.



(Autoria propia)

7.2.2. Estructura Funcional

La estructura funcional imprime las especificaciones obtenidas del QFD en una estructura en la cual se presentan los flujos de energía, materia e información determinando gran parte del aparato.

Esta estructura funcional se observa en la presentación adjunta de forma digital con nombre de archivo "Estructura funcional sistema de empaque alico.pttx" o anexo al final del documento.

La determinación de las funciones que debe cumplir el sistema son determinantes del diseño, en el diagrama que presenta este archivo adjunto se observan los actuadores con fondo azul y las funciones agrupadas en

subsistemas llamados Apilar, Dosificar, Introducir, Cerrar, Calidad y Entregar. En estas funciones principales es posible resumir el sistema.

7.3. MATRIZ MORFOLOGICA

La matriz morfológica fue planteada como una lluvia de ideas para cada una de las funciones, dando diferentes soluciones que en ocasiones son muy repetitivas debido al contexto energético de la máquina o a que se usan las opciones más comunes para que el costo no se eleve.

La matriz morfológica se encuentra en el anexo digital “Matriz morfológica y evaluación Empacadora” o en los anexos al final del documento.

7.4. ESQUEMAS O DISPOSICION DE LAS ALTERNATIVAS

Esta diagramación se hace de forma general para evitar entrar en detalles en cada una de las opciones, con esto se busca determinar las principales características de cada alternativa para que sea posible la aplicación de la técnica de evaluación por ponderación y la posterior selección de la alternativa a desarrollar en detalle.

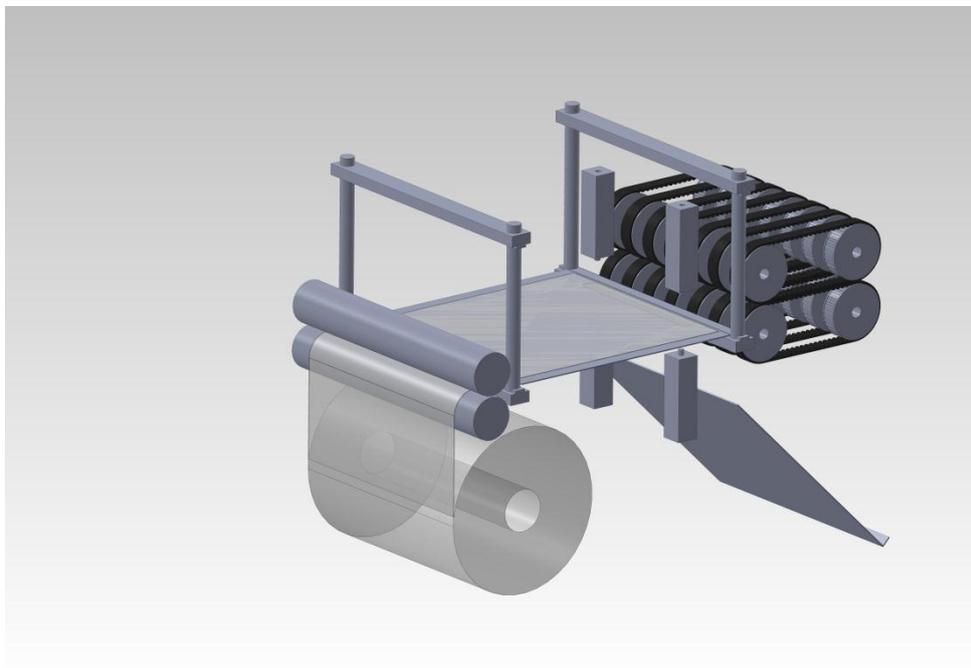
Los resultados de este proceso son tres esquemas modelados en tres dimensiones que se muestran en las figuras 8, 9 y 10.

Debido a los variables anchos y altos de los productos la mayoría de los sistemas de la empacadora deben ser escualizables.

En la Ilustración 8 se observa la primera alternativa u opción 1, esta consiste en un juego de bandas que al pisar las bolsas las impulsan hacia la bolsa de empaque que se halla abierta por cuatro actuadores, las bolsas se van

apilando en su interior y la muestra de calidad se extrae por medio de una lámina curva al final de la banda, el paquete es soportado por una lámina que se inclina debido a un actuador debajo para así entregar el paquete, el cierre del paquete se lleva a cabo por medio de selladores, esta alternativa usa electricidad como energía principal, no se descartan usos de otras energías pero en cantidades despreciables.

Ilustración 8. Opción 1.

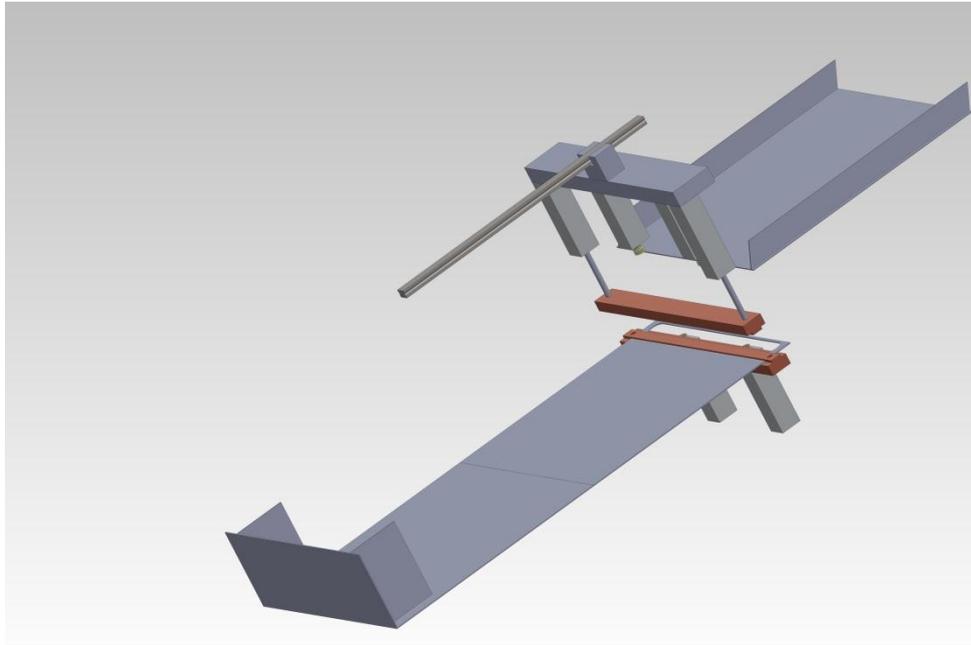


(Autoría propia)

En la ilustración 9 se ve un aparato que como el anterior apila las bolsas en el mismo empaque pero las bolsas ingresan por un tobogán que aprovecha la energía potencial por la posición elevada de los productos a empacar, el material de empaque, en forma de bolsa, es tomado de una caja y abierto de manera similar a la opción 1, la muestra de calidad debe ser tomada por el operario desde el tobogán, el cierre de la bolsa lo lleva a cabo una cuchilla de corte tipo hilo lo cual genera un pequeño retal de plástico cada 200 bolsas, al

final el aparato entrega el paquete con un mepujador y la posterior caída en una caja.

Ilustración 9. Opción 2.



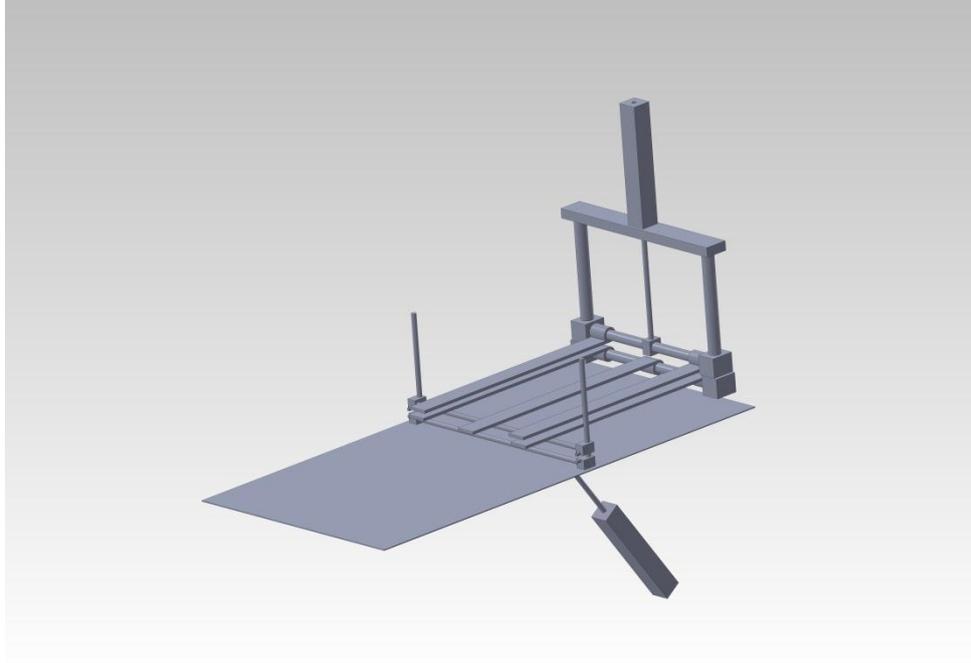
(Autoria propia)

Al observar la ilustración 10 se observa una mesa que soporta todo el sistema, este sistema se vale en gran medida de la ayuda del operario quien debe ubicar la bolsa en las ganzúas y después del empaque debe cerrar la bolsa.

Esta opción gira la mesa completa sobre un eje horizontal para aprovechar la retención que genera la gravedad al estar inclinado el sistema.

Esta es la alternativa que más tiempo consume de mano de obra para empacar.

Ilustración 10. Opción 3.



(Autoria propia)

7.5. EVALUACION POR PONDERACION

La evaluación es muy importante para el éxito en la selección de la alternativa final y radica básicamente en la generación de los criterios para calificar y en la importancia que se le dé a dichos criterios.

En este proyecto se maneja un método de evaluación por ponderados cuyos criterios están definidos por la voz del cliente expresada en el QFD además del cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto, la importancia que tengan estos criterios fue asignada según la observación del proceso y teniendo en cuenta los objetivos principales del proyecto.

En el archivo digital “Evaluación por ponderación Empacadora.xlsx” se encuentra la evaluación completa o en los anexos al final del documento.

Tabla 3: Evaluación por ponderación.

ARBOL DE NECESIDADES					CALIFICAION		
PRINCIPAL	SECUNDARIA	PESO	EFFECTIVA	PESO	1	2	3
COSTO	PRODUCTIVIDAD	54,0%	Facil alimentacion de material de empaque	1,0%	0,10	0,09	0,00
			Montaje simple	8,0%	0,48	0,32	0,40
			Operar el dispositivo no debe demandar tiempo significativo en el rodaje	9,0%	0,90	0,81	0,68
			El sistema se sincroniza con la selladora para empacar	5,0%	0,50	0,50	0,50
			Reducir el tiempo de empaque	19,0%	1,90	1,52	1,39
			Operación simple	7,0%	0,56	0,49	0,70
			Amplia capacidad para empear bolsas de diferentes tamaños	5,0%	0,05	0,00	0,00
	COSTO DE FABRICACION	5,0%	Ojala el precio sea menor de dos millones de pesos	5,0%	0,05	0,35	0,41
	ACCIONAMIENTO MANUAL	5,0%	Posibilidad de revisar las bolsas tomandola con la mano	2,5%	0,00	0,25	0,00
			Es posible dar la orden de empacar en cualquier momento	2,5%	0,25	0,25	0,25
	ESPACIO	5,0%	Ocupa un area del suelo minima	5,0%	0,30	0,00	0,25
	SEGURIDAD	21,0%	Evitar contacto de los operarios con las bolsas	11,0%	1,10	1,10	1,10
			Evitar atrapaminetos y accidentes en general	10,0%	0,50	0,75	0,88
	COSTO DE MANTENIMIENTO	5,0%	Bajo costo de mantenimiento	5,0%	0,00	0,48	0,40
	SACA UN EMPAQUE DE MUESTRA DE CALIDAD	5,0%	Saca un empaque de muestra de calidad	5,0%	0,50	0,00	0,50
		100,0%		100,0%	8,2	8,91	10,4
					1	2	3

En la tabla 3 se muestra como se creó el árbol de criterios definiendo que en general lo que ataca el proyecto es el costo y que este abarca los demás criterios.

El resultado final en el cual la tercera alternativa obtiene un puntaje más alto que las demás es el elegido, aunque no es el que más disminuye el tiempo de empaque si es simple en todos sus aspectos, tiene un costo de mantenimiento

muy reducido y su precio de fabricación es aproximadamente el 50% del más alto.

8. DISEÑO FINAL

El diseño final se elabora a partir de la alternativa elegida como consecuencia de la evaluación

Ilustración 11. Diseño final.

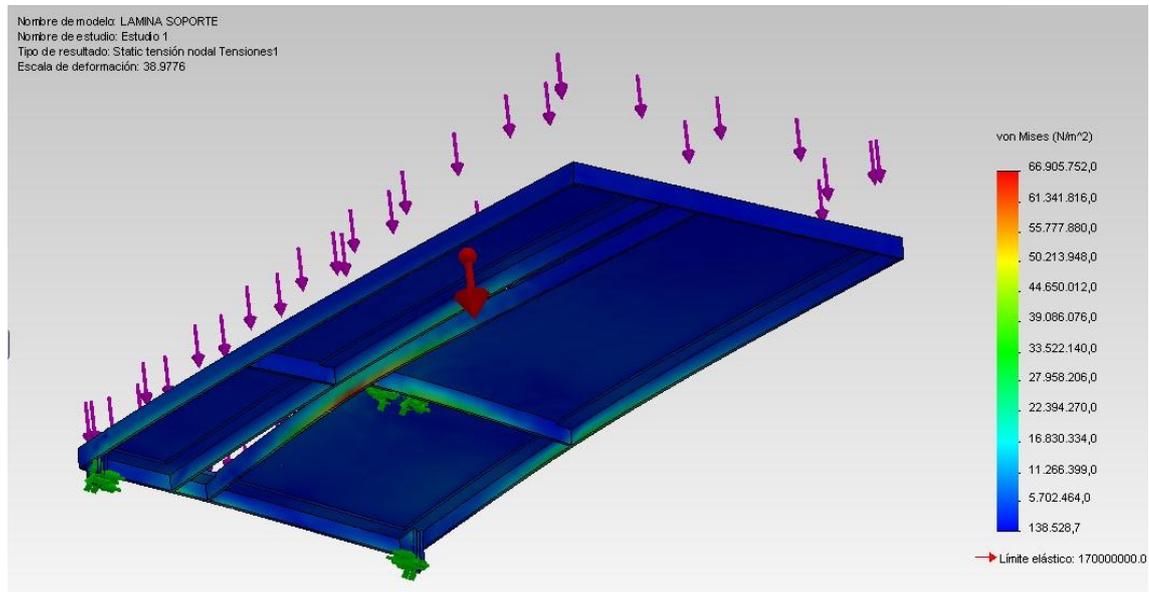


(Autoría propia)

8.1. ANALISIS DE ELEMENTOS FINITOS

Se calculan la piezas no comerciales como las tenazas y por su complejidad se realiza análisis de elementos finitos a la pieza estructural más crítica del ensamble, la lámina soporte.

Ilustración 12. Análisis de elementos finitos inicial de la lámina soporte.



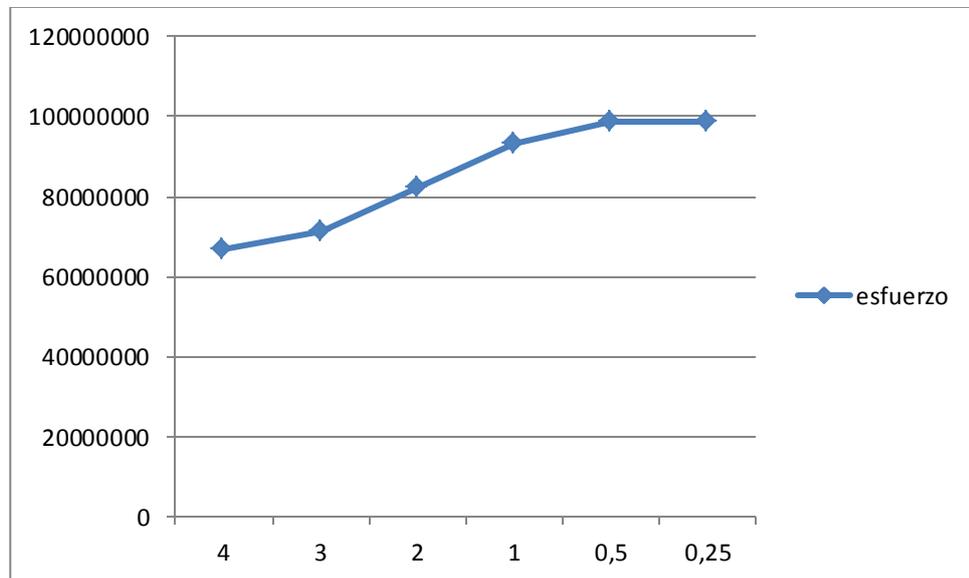
(Autoría propia)

Se realizan seis iteraciones en el análisis de la pieza para observar su convergencia a una carga distribuida sobre la superficie superior con un valor de 30 Kg. Dicha convergencia se muestra en la tabla 4 e ilustración 14, en las ilustraciones 15 y 16 están los resultados gráficos del análisis inicial y final (Universidad de Navarra, 2006).

Tabla 4. Convergencia del análisis de elementos finitos realizado a la lámina soporte.

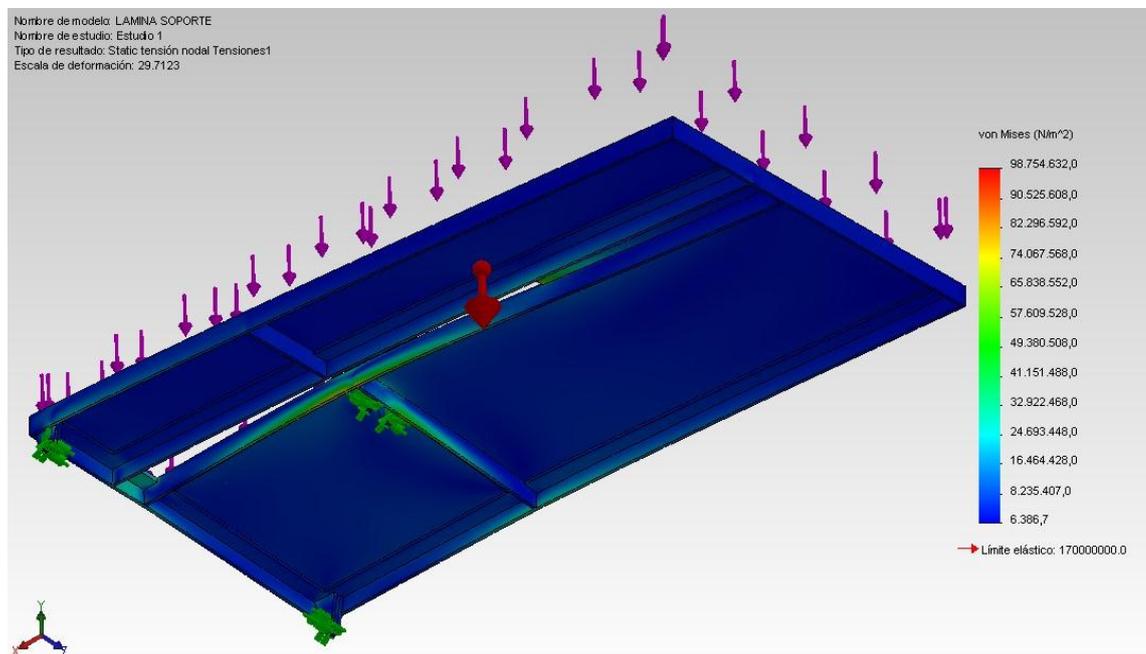
tamaño mínimo de elemento [mm]	Esfuerzo [Pa]
4	66905752
3	71552480
2	82236272
1	93391320
0,5	98754632
0,25	98754632

Ilustración 13. Convergencia del análisis de elementos finitos



(Autoría propia)

Ilustración 14. Análisis de elementos finitos final de la lámina soporte.

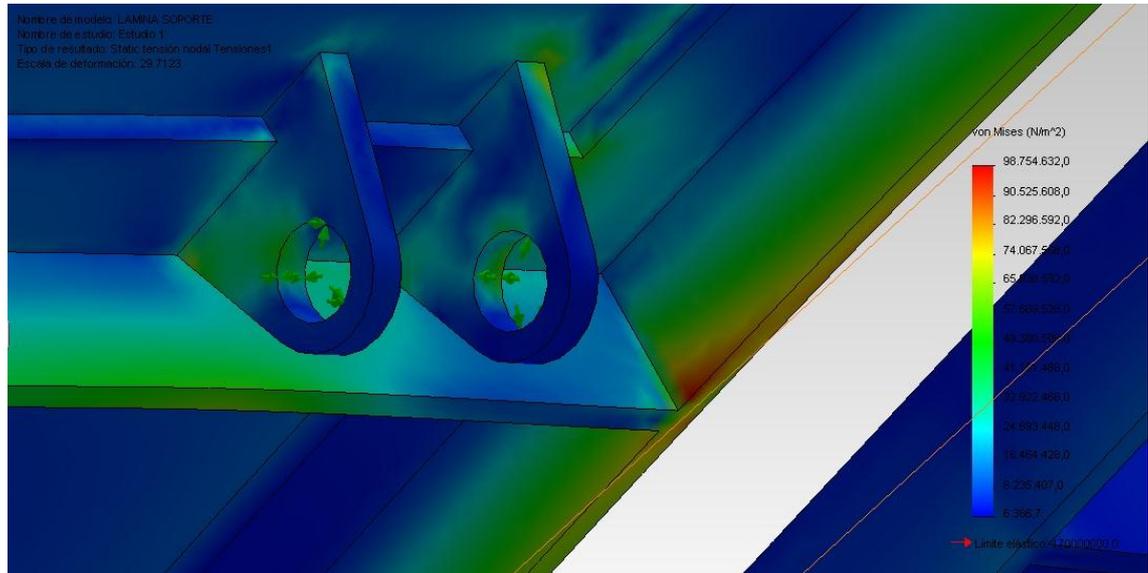


(Autoría propia)

El análisis converge a 98.7 MPa. lo cual es el 58% del límite elástico del material, que es acero inoxidable AISI 316L, en este caso el factor de

seguridad a partir del esfuerzo Von Mises arrojado por el análisis es de 1.42 (Ciclo SRL)

Ilustración 15. Punto crítico según el análisis de elementos finitos.

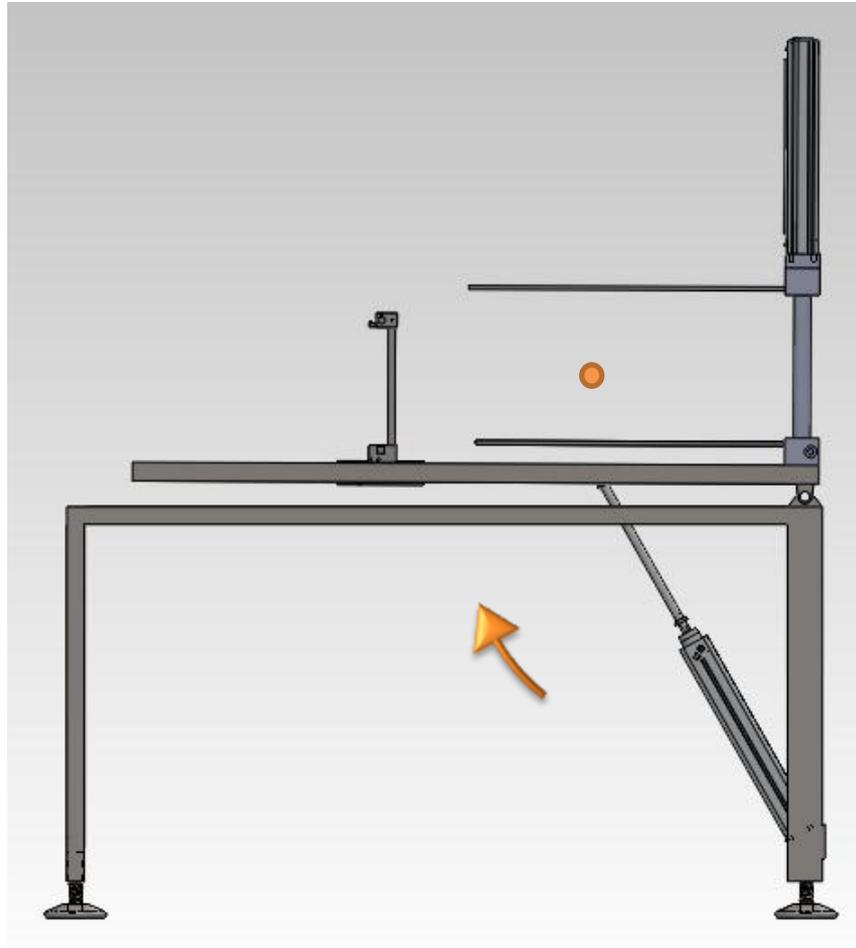


(Autoría propia)

8.2. NEUMATICA

La presión en el cilindro que maneja la inclinación de la mesa se halla a partir de dos ecuaciones teniendo en cuenta la segunda ley de Newton que relaciona la masa, la fuerza y la aceleración de un objeto que en este caso es para un cuerpo en rotación del cual, teniendo en cuenta que la rotación es de tan solo 45° , se puede asumir un movimiento lineal, también se debe tener en cuenta la geometría del objeto cuyo modelo se plantea como una barra pivotada en un extremo de la cual su centroide se encuentra aproximadamente a 30 cm del pivote se observa en la ilustración 16, todo esto con el fin de determinar una aproximación de la presión ya que esta será graduable para regular la velocidad y amortiguación al inicio y al final del recorrido del cilindro lo cual haría el modelo muy complejo para una aplicación tan sencilla.

Ilustración 16. Calculo del cilindro de inclinación.



(Autoría propia)

$$P = \frac{1}{2} * a * t^2$$
$$\Rightarrow a = \frac{2 * P}{t^2}$$

Ecuación 1.

La ecuación 1 describe la aceleración “a” debido a un cambio de posición de magnitud “P” en un tiempo “t”

$$Arc = 2 * \pi * r * \frac{\alpha}{360^\circ}$$

Ecuación 2.

En la ecuación 2 se expresa la distancia de un arco "Arc" alrededor de un eje de longitud "r" barriendo un ángulo "α".

Combinando las ecuaciones 1 y 2 obtenemos la aceleración.

$$a = \frac{4 * \pi * r * \frac{\alpha}{360^\circ}}{t^2}$$

Ecuación 3.

Teniendo en cuenta el centroide es variable debido a que sobre la mesa se mueve el carro con el paquete de bolsas, "r" se aproxima a 30 cm y "α" a 45° el tiempo se ha determinado en 3 segundos para la operación de inclinar la mesa estimando un tiempo total de empaque de 10 segundos, lo cual según la ecuación 3 resulta en una aceleración de 0,052 m/s². A esto se debe sumar la aceleración debido a la gravedad que se toma como 9.81 m/s².

Se halla la presión del cilindro en cuestión.

$$F = m * a$$

Ecuación 4.

La masa se aproxima a 24.8 Kg. de la máquina y 8 Kg. de productos, resultando en 32.8 Kg.

Usando la ecuación 4 la fuerza resultante es de 323.47 N.

$$P = \frac{F}{A}$$

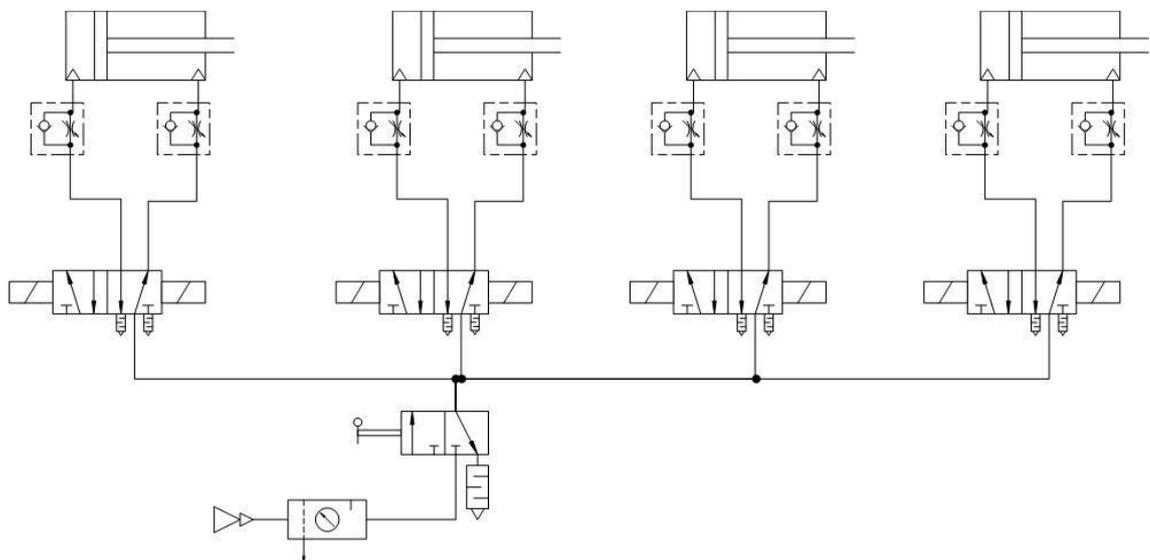
Ecuación 5.

Teniendo en cuenta que el embolo del actuador es de 32 mm. determinando el área "A" se obtiene la presión "P" debida a la fuerza "F" según la ecuación 5. resultando en una presión de 100550 Pa. que equivalen a 1.01 Bar. teniendo en cuenta que la presión manejada en la red de aire de alico es de aproximadamente 8 Bar. se aprecia gran factibilidad en el resultado.

EL tiempo gastado en empaquetar implica dejar de producir 33 bolsas por minuto reduciendo la producción a 167 bolsas por cada minuto de funcionamiento debido a la imposibilidad del diseño de empaquetar en paralelo al corte de la máquina.

El circuito neumático se diseña para los cuatro actuadores que posee la solución, este se muestra en la ilustración 17.

Ilustración 17. Diagrama del circuito neumático.



(Autoría propia)

El circuito neumático se diseña con una unidad de mantenimiento, válvula de despresurización que funciona como seguridad y cuatro válvulas de tres vías y

dos posiciones, en la entrada y salida de cada actuador se ubican reguladores de caudal para controlar la velocidad de los actuadores.

CONCLUSIONES

No necesariamente el sistema que más tiempo ahorra es el indicado para el proceso.

De acuerdo a lo desarrollado la disminución del tiempo de empaque puede ser del orden del 80%.

El aparato debe ser montado dentro de un cajón para evitar atrapamientos con la mesa.

Se espera que las selladoras aumenten el ritmo de trabajo hasta 167 golpes por minuto lo cual es un 39% más arriba del límite actual que es 120 golpes por minuto.

Los operarios no tendrán que estar en contacto directo con las bolsas mejorando las buenas prácticas de manufactura y evitando deteriorar la salud de sus manos.

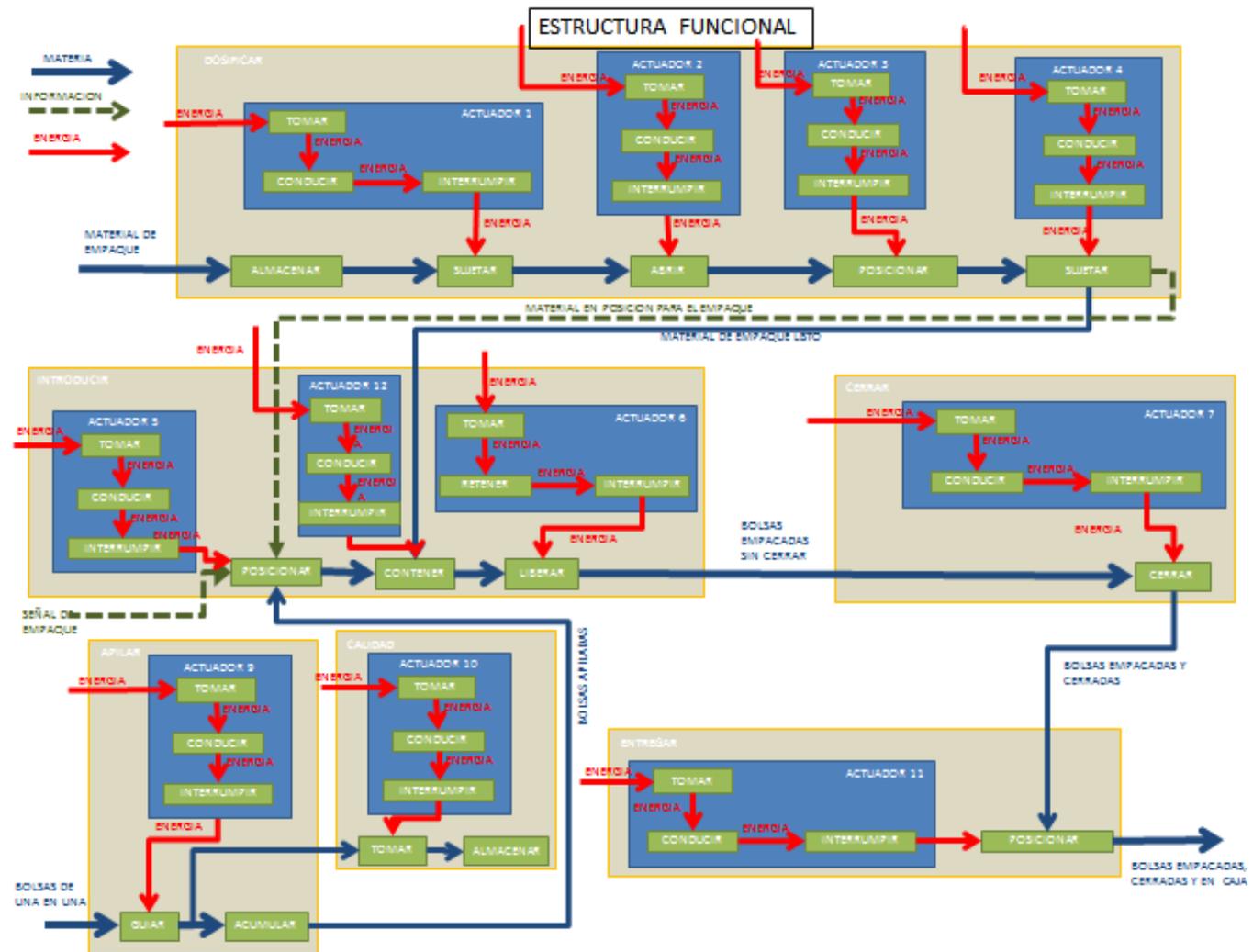
Se selecciona la alternativa más económica de tan solo el 87% del costo esperado por el cliente.

La opción a diseñar en detalle es la más simple en funcionamiento y operatividad con trece partes en movimiento y cinco partes operables.

BIBLIOGRAFÍA

- Cyclo SRL. (s.f.). <http://www.cyclosrl.com.ar/>. Recuperado el 8 de 11 de 2011, de http://www.cyclosrl.com.ar/03infdat_01.htm
- Alico. (s.f.). *Alico S.A.* Recuperado el 30 de julio de 2011, de www.alico-sa.com
- National Institute of Environmental Health Sciences. (s.f.).
<http://www.niehs.nih.gov>. Recuperado el 11 de 11 de 2011, de
<http://www.niehs.nih.gov/health/topics/atoz/enfermedades/index.cfm>
- Pahl, G., & Beitz, W. (1984). *Engineering Design*. Londres: Design Council.
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2003). *Product Design and Development*. Boston: McGraw - Hill.
- Universidad de Navarra. (26 de 07 de 2006). Método de los Elementos Finitos para Análisis Estructural. Pamplona, Navarra, España.

ANEXOS



COSTEO DE LAS ALTERNATIVAS CON PRECIOS APROXIMADOS (COP)

OPCION 1				OPCION 2				OPCION 3			
CANTIDAD	CONCEPTO	PRECIO	TOTAL	CANTIDAD	CONCEPTO	PRECIO	TOTAL	CANTIDAD	CONCEPTO	PRECIO	TOTAL
6	SERVO	500000	3000000	7	CILINDRO	400000	2800000	3	CILINDRO	400000	1200000
2	MOTOR	100000	200000	5	LAMINA	40000	200000	1	LAMINA	40000	40000
2	LAMINA	40000	80000	1	RIEL	200000	200000	1	RIEL	700000	700000
2	LAMINA ESPECIAL	200000	400000	1	JUEGO SELLADOR	100000	100000	1	JUEGO CORTE HILO	100000	100000
1	CHASIS	300000	300000	4	VENTOSAS	40000	160000	4	TENAZAS	50000	200000
2	RODILLO CAUCHO	300000	600000	1	ELECTRONICA	500000	500000	2	ESTRUCTURA	150000	300000
6	BANDAS	60000	360000	1	ESTRUCTURA	90000	90000	1	CHASIS	200000	200000
1	ELECTRONICA	500000	500000	1	CHASIS	250000	250000	1	ELECTRONICA	400000	400000
12	PIÑONES	50000	600000				0				0
2	JUEGO SELLADOR	100000	200000				0				0
			6240000				4300000				3140000

ARBOL DE NECESIDADES				UNIDAD DE MEDIDA	ESCALAS DE CALIFICACION												OPCION			CALIFICACION			
PRINCIPAL	SECUNDARIA	PESO	EFFECTIVA		PESO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	1	2	3	
COSTO	PRODUCTIVIDAD	54%	Fácil alimentación de material de empaque	1%	SEGUNDOS/PAQUETE	8,0	7,4	6,8	6,2	5,6	5,0	4,4	3,8	3,2	2,6	2,0	10	9	0	0,10	0,09	0,00	
			Montaje simple	8%	PASOS	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	6	4	5	0,48	0,32	0,40	
			Operar el dispositivo no debe demandar tiempo significativo en el rodaje	9%	PORCENTAJE DE TIEMPO	62	56	50	44	38	32	26	20	14	8	2	10	9	8	0,90	0,81	0,68	
			El sistema se sincroniza con la selladora para empacar	5%	CUMPLE?	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0,50	0,50	0,50	
			Reducir el tiempo de empaque	19%	REDUCCION DEL TIEMPO DE EMPAQUE	50,0	54,5	59,0	63,5	68,0	72,5	77,0	81,5	86,0	90,5	95,0	10	8	7	1,90	1,52	1,39	
			Operación simple	7%	NUMERO DE PARTES OPERABLES	25	23	21	19	17	15	13	11	9	7	5	8	7	10	0,56	0,49	0,70	
			Amplia capacidad para empacar bolsas de diferentes tamaños	5%	AREA DE BOLSAS CM	2000	2040	2080	2120	2160	2200	2240	2280	2320	2360	2400	1	0	0	0,05	0,00	0,00	
	COSTO DE FABRICACION	5%	Ojala el precio sea menor de dos millones de pesos	5%	MILLONES DE PESOS	5,0	4,6	4,2	3,8	3,4	3,0	2,6	2,2	1,8	1,4	1,0	1	7	8	0,05	0,35	0,41	
	ACCIONAMIENTO MANUAL	5%	Posibilidad de revisar las bolsas tomándolas con la mano	3%	CUMPLE?	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	0	10	0	0,00	0,25	0,00	
			Es posible dar la orden de empacar en cualquier momento	3%	CUMPLE?	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	10	0,25	0,25	0,25	
	ESPACIO	5%	Ocupa un área del suelo mínima	5%	CENTIMETROS CUADRADOS	7000	6600	6200	5800	5400	5000	4600	4200	3800	3400	3000	6	0	5	0,30	0,00	0,25	
	SEGURIDAD	21%	Evitar contacto de los operarios con las bolsas	11%	BOLSAS MANIPULADAS/HORA	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	0	10	10	10	1,10	1,10	1,10	
			Evitar atrapamientos y accidentes en general	10%	PARTES CON POSIBLE ATRAPAMIENTO	10	9,2	8,4	7,6	6,8	6	5,2	4,4	3,6	2,8	2	5	8	9	0,50	0,75	0,88	
COSTO DE MANTENIMIENTO	5%	Bajo costo de mantenimiento	5%	PIEZAS EN MOVIMIENTO	45	41	37	33	29	25	21	17	13	9	5	0	10	8	0,00	0,48	0,40		
SACA UN EMPAQUE DE MUESTRA DE CALIDAD	5%	Saca un empaque de muestra de calidad	5%	CUMPLE?	0	0	0	0	0	0	10	10	10	10	10	10	10	0,50	0,00	0,50			
		100%			100%													CALIFICACION FINAL			8,2	8,9	10,4
																		OPCIONES			1	2	3

MATRIZ MORFOLOGICA (DISPONIBLE COMPLETA SOLO EN LA VERSION DIGITAL DEL PROYECTO)

OPCION 1											
FUNCION		PORTADOR		FUNCION		PORTADOR		FUNCION		PORTADOR	
DOSIFICAR				ACTUADOR 4				ACTUADOR 9			
ALMACENAR	bobina	TOMAR	toma corriente	TOMAR	gravedad	TOMAR	toma corriente	TOMAR	gravedad	TOMAR	toma corriente
SUJETAR	rodillos pisadores	CONducIR	cable conductor electrico	CONducIR	gravedad	CONducIR	cable conductor electrico	CONducIR	gravedad	CONducIR	cable conductor electrico
ABRIR	actuador pegajoso	INTERRUMPIR	switch	INTERRUMPIR	gravedad	INTERRUMPIR	control electronico	INTERRUMPIR	gravedad	INTERRUMPIR	switch
POSICIONAR	rodillos pisadores	CONVERTIR	servo	CONVERTIR	gravedad	CONVERTIR	motor	CONVERTIR	gravedad	CONVERTIR	servo
SUJETAR	pisadores	POSICIONAR		ACTUADOR 5				CALIDAD		ENTREGAR	
ACTUADOR 1		POSICIONAR	bandas pisadoras	TOMAR	toma corriente	TOMAR	bandeja retractil	TOMAR	bandeja retractil	TRANSPORTAR	lamina inclinable
TOMAR	toma corriente	RETENER	gravedad	CONducIR	cable conductor electrico	ALMACENAR	superficie	ALMACENAR	superficie	ACTUADOR 11	
CONducIR	cable conductor electrico	LIBERAR	energia cinetica	INTERRUMPIR	control electronico	ACTUADOR 10		TOMAR	toma corriente	TOMAR	toma corriente
INTERRUMPIR	control electronico	ACTUADOR 6		CONVERTIR	motor	TOMAR	toma corriente	CONducIR	cable conductor electrico	CONducIR	cable conductor electrico
CONVERTIR	motor	TOMAR	toma corriente	CONVERTIR	motor	INTERRUMPIR	switch	INTERRUMPIR	switch	INTERRUMPIR	switch
ACTUADOR 2		CONducIR	cable conductor electrico	ACTUADOR 7		CONVERTIR	servo	CERRAR		CONVERTIR	servo
TOMAR	toma corriente	INTERRUMPIR	switch	TOMAR	toma corriente	CERRAR		SUJETAR	pinzas	SUJETAR	pinzas
CONducIR	cable conductor electrico	CONVERTIR	servo	CONducIR	cable conductor electrico	CERRAR	corte tipo hilo	CERRAR	corte tipo hilo	ACTUADOR 7	
INTERRUMPIR	switch	ACTUADOR 3		INTERRUMPIR	switch	ACTUADOR 7		ACTUADOR 7		TOMAR	toma corriente
CONVERTIR	servo	TOMAR	toma corriente	CONVERTIR	servo	TOMAR	toma corriente	TOMAR	toma corriente	CONducIR	cable conductor electrico
ACTUADOR 3		CONducIR	cable conductor electrico	APILAR		CONducIR	cable conductor electrico	CONducIR	cable conductor electrico	INTERRUMPIR	switch
TOMAR	toma corriente	INTERRUMPIR	switch	GUIAR	laminas guia	INTERRUMPIR	switch	INTERRUMPIR	switch	CONVERTIR	servo
CONducIR	cable conductor electrico	CONVERTIR	motor	ACUMULAR	directamente en la bolsa	CONVERTIR	servo	CONVERTIR	servo		
INTERRUMPIR	switch										
CONVERTIR	motor										

OPCION 2

FUNCION		PORTADOR		FUNCION		PORTADOR		FUNCION		PORTADOR		FUNCION		PORTADOR	
		DOSIFICAR				ACTUADOR 4				ACTUADOR 9				ACTUADOR 8	
ALMACENAR		bandeja de lados escualizables		TOMAR		acople rapido		TOMAR		gravedad		TOMAR		acople rapido	
SUJETAR		ventosas		CONducIR		manguera		CONducIR		gravedad		CONducIR		manguera	
ABRIR		ventosas		INTERRUMPIR		electro valvula		INTERRUMPIR		gravedad		INTERRUMPIR		electro valvula	
POSICIONAR		arreglo neumatico		CONVERTIR		piston neumatico		CONVERTIR		gravedad		CONVERTIR		piston neumatico	
SUJETAR		ventosas				POSICIONAR				CALIDAD				ENTREGAR	
		ACTUADOR 1		POSICIONAR		guia		TOMAR		manual		TRANSPORTAR		empujador y caida libre	
TOMAR		acople rapido		RETENER		gravedad		ALMACENAR		N/A				ACTUADOR 11	
CONducIR		manguera		LIBERAR		energia cinetica				ACTUADOR 10		TOMAR		acople rapido	
INTERRUMPIR		electro valvula				ACTUADOR 5		TOMAR		manual		CONducIR		manguera	
CONVERTIR		piston neumatico		TOMAR		gravedad		CONducIR		manual		INTERRUMPIR		electro valvula	
		ACTUADOR 2		CONducIR		gravedad		INTERRUMPIR		manual		CONVERTIR		piston neumatico	
TOMAR		acople rapido		INTERRUMPIR		gravedad		CONVERTIR		manual				CERRAR	
CONducIR		manguera		CONVERTIR		gravedad				SUJETAR				pisador	
INTERRUMPIR		electro valvula				ACTUADOR 6		TOMAR		gravedad		CERRAR		sellador	
CONVERTIR		piston neumatico		TOMAR		gravedad		CONducIR		gravedad				ACTUADOR 7	
		ACTUADOR 3		CONducIR		gravedad		INTERRUMPIR		gravedad		TOMAR		acople rapido	
TOMAR		acople rapido		INTERRUMPIR		gravedad		CONVERTIR		gravedad		CONducIR		manguera	
CONducIR		manguera		CONVERTIR		gravedad				APILAR		INTERRUMPIR		electro valvula	
INTERRUMPIR		electro valvula				GUIAR				tobogan escualizable		CONVERTIR		piston neumatico	
CONVERTIR		piston neumatico		ACUMULAR		directamente en la bolsa									

OPCION 3

FUNCION	PORTADOR	FUNCION	PORTADOR	FUNCION	PORTADOR	FUNCION	PORTADOR
DOSIFICAR		ACTUADOR 4		ACTUADOR 9		ACTUADOR 8	
ALMACENAR	caja	TOMAR	manual	TOMAR	gravedad	TOMAR	gravedad
SUJETAR	manual	CONDUCIR	manual	CONDUCIR	gravedad	CONDUCIR	gravedad
ABRIR	manual	INTERRUMPIR	manual	INTERRUMPIR	gravedad	INTERRUMPIR	gravedad
POSICIONAR	manual	CONVERTIR	manual	CONVERTIR	gravedad	CONVERTIR	manual
SUJETAR	ganzuas	POSICIONAR		CALIDAD		ENTREGAR	
ACTUADOR 1		POSICIONAR	tenazas y giro	TOMAR	ventosas	TRANSPORTAR	gravedad
TOMAR	manual	RETENER	gravedad	ALMACENAR	superficie	ACTUADOR 11	
CONDUCIR	manual	LIBERAR	tenazas y gravedad	ACTUADOR 10		TOMAR	acople rapido
INTERRUMPIR	manual	ACTUADOR 5		TOMAR	acople rapido	CONDUCIR	manguera
CONVERTIR	manual	TOMAR	acople rapido	CONDUCIR	manguera	INTERRUMPIR	electrovalvula
ACTUADOR 2		CONDUCIR	manguera	INTERRUMPIR	electrovalvula	CONVERTIR	piston neumatico
TOMAR	manual	INTERRUMPIR	electrovalvula	CONVERTIR	piston	CERRAR	
CONDUCIR	manual	CONVERTIR	piston y gravedad	ACTUADOR 6		SUJETAR	lamina con agujeros de succion
INTERRUMPIR	manual	ACTUADOR 3		TOMAR	acople rapido	CERRAR	manual
CONVERTIR	manual	TOMAR	acople rapido	ACTUADOR 7		ACTUADOR 7	
ACTUADOR 3		CONDUCIR	manguera	TOMAR	acople rapido	CONDUCIR	manguera
TOMAR	manual	INTERRUMPIR	electrovalvula	CONDUCIR	manguera	INTERRUMPIR	electrovalvula
CONDUCIR	manual	CONVERTIR	pisto neumatico y gravedad	INTERRUMPIR	electrovalvula	CONVERTIR	piston neumatico
INTERRUMPIR	manual	APILAR		CONVERTIR	piston neumatico		
CONVERTIR	manual	GUIAR	laminas tope escualizables				
		ACUMULAR	tenazas				

RELACION ENTRE NECESIDADES Y ESPECIFICACIONES

	Importancia	Especificación																				satisfacción de la necesidad										
		Pocos pasos para montaje	Altura de operación	Peso máximo manipulable	Posibilidad de ver las dos caras de la bolsa antes de la cuchilla de corte	Botón de pausa para el empaque cada cierta distancia	El sistema se alimenta de aire comprimido y electricidad	el sistema separa una muestra para revisar la calidad	Alineación de la bolsas	Guardas donde halla riesgo de atrapamiento	Materiales anticorrosivos	El sistema recibe la señal de empaque de selladora u operario	Partes en contacto con el producto no lo maltratan	Dosificador de bolsas para empaque	Sensor para evitar atrapamientos	Entrega el paquete en el mismo punto	Amplia capacidad para contener el material de empaque	Retenedor para mantener las bolsas en el empaque mientras se introducen	El sistema cierra las bolsas	alarma de fallo	El sistema se sincroniza con la selladora para empacar	Fácil mantenimiento y limpieza	El producto debe permanecer limpio y sin riesgo de contaminación	Bajo costo de mantenimiento	Suelta el producto en una caja	Fácil alimentación de material de empaque	Amplia capacidad para empacar bolsas de diferentes tamaños					
Montaje simple	7	8	8	10	0	3	7	-3	-3	-2	0	0	0	-1	0	0	5	-2	-2	8	5	0	0	0	4	5	-2	336				
Comodidad en el manejo	6	8	9	10	0	6	4	0	0	-2	0	8	0	0	0	5	6	3	5	0	7	0	0	0	2	5	0	456				
Debe ser posible ver las dos caras de la bolsa para revisarlas	8	0	0	0	10	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	128				
Operación simple	7	8	5	9	0	-1	3	-2	-2	0	0	3	0	-1	-2	4	7	0	-3	7	7	4	0	0	5	5	0	392				
Ojala el precio sea menor de dos millones de pesos	4	0	0	0	0	-5	0	-2	0	0	-3	-2	0	-1	-2	0	-2	-2	-3	-3	-2	0	0	0	0	0	0	108				
El sistema debe funcionar con aire comprimido y/o electricidad	9	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	7	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225				
Operar el dispositivo no debe demandar tiempo significativo en el rodaje	7	6	0	3	0	8	0	9	0	0	0	8	0	10	0	7	8	0	5	3	9	3	0	0	0	4	0	581				
Evitar contacto de los operarios con las bolsas por salud	7	0	0	0	5	0	0	8	0	4	0	0	0	4	0	5	3	3	3	0	5	0	9	0	0	0	0	343				
posibilidad de revisar las bolsas tomándolas con la mano	8	0	8	0	0	9	0	7	0	4	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	200				
Las bolsas deben ser empacadas en orden	7	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	7	0	0	7	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	224				
Reducir el tiempo de empaque	10	4	0	5	0	0	0	5	0	0	0	8	0	10	0	7	5	6	8	0	7	0	0	0	3	0	0	680				
Evitar atrapamientos y accidentes en general	8	0	0	8	3	6	-5	8	0	10	0	0	5	8	10	0	0	2	3	4	0	3	0	0	0	0	0	520				
El sistema posibilita dedicarse mucho más a revisar la calidad	8	3	0	0	3	5	0	9	0	0	0	6	0	8	0	0	4	2	7	0	7	0	0	0	2	0	448					
La acometida de presión es de ocho bares	10	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80				
La acometida de electricidad es de 240 V	10	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80				
Ocupa un área del suelo de mínima	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-20				
No se corroe	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	3	0	0	0	200				
saca un empaque de muestra de calidad	6	-2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48				
Arma paquetes de 200 +/-5 bolsas	10	0	0	0	0	-3	0	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-50				
No maltrata el producto	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	2	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	80				
sella o tapa la bolsa de empaque	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	8	0	0	0	0	108				
Es posible dar la orden de empacar en cualquier momento	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	5	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65				
El sistema se sincroniza con la selladora para empacar	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	7	0	0	0	0	0	3	10	0	0	0	0	0	0	210				
Fácil mantenimiento y limpieza	7	5	7	5	0	7	4	-3	0	-2	4	0	0	-2	0	0	0	-2	-2	0	0	10	6	0	0	0	0	259				
El producto debe permanecer limpio y sin riesgo de contaminación	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	3	3	2	0	5	5	0	0	5	10	0	7	0	0	500				
Bajo costo de mantenimiento	6	-2	0	4	0	-2	-2	-2	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	-2	-1	0	0	2	0	10	7	0	0	66				
Suelta el producto en una caja	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98				
Fácil alimentación de material de empaque	6	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	9	0	-3	0	0	0	0	0	0	10	-1	210				
EL sistema posibilita empacar varios tamaños	9	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-2	0	-2	-2	2	-3	0	0	0	0	0	0	-2	-99					
	Unidades	pasos	cm	Kg	N/A	m	V- Bar	N/A	mm	N/A	N/A	N/A	Kg	bolsas/min	N/A	cm	paquetes empacados sin intervención	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A					
	Valor	8	80- 100	<=10	si	<=2	220- 8	si	<=3	si	si	si	<=2	>=4	si	<10	>=100	si	si	si	si	si	si	si	si	si	\$	10000/mensuales	si	50	ancho cm y alto cm	10 -35 y 15 -45
calificación especificación		41	48	54	21	42	37	42	5	4	21	58	22	55	19	45	41	26	27	22	53	31	41		13	28	29		-4			

QFD

CORRELACIONES ENTRE ESPECIFICACIONES

	Pocos pasos para montaje	Altura de operación	Peso máximo manipulable	Posibilidad de ver las dos caras de la bolsa antes de la cuchilla de corte	Botón de pausa para el empaque cada cierta distancia	El sistema se alimenta de aire comprimido y electricidad	el sistema separa una muestra para revisar la calidad	Alineación de la bolsas	Guardas donde halla riesgo de atrapamiento	Materiales anticorrosivos	El sistema recibe la señal de empaque de selladora u operario	Partes en contacto con el producto no lo maltratan	Dosificador de bolsas para empaque	Sensor para evitar atrapamientos	Entrega el paquete en el mismo punto	Amplia capacidad para contener el material de empaque	Retenedor para mantener las bolsas en el empaque mientras se introducen	El sistema cierra las bolsas	sensor falta de material de empaque	Alarma de fallo	Es posible dar la orden de empacar en cualquier momento	El sistema se sincroniza con la selladora para empacar	Fácil mantenimiento y limpieza	El producto debe permanecer limpio y sin riesgo de contaminación	Bajo costo de mantenimiento	Suelta el producto en una caja	Fácil alimentación de material de empaque	Amplia capacidad para empacar bolsas de diferentes tamaños	
Pocos pasos para montaje																													
Altura de operación	1																												
Peso máximo manipulable	1	0																											
Posibilidad de ver las dos caras de la bolsa antes de la cuchilla de corte	0	0	0																										
Botón de pausa para el empaque cada cierta distancia	0	0	0	0																									
El sistema se alimenta de aire comprimido y electricidad	0	0	0	0	0																								
el sistema separa una muestra para revisar la calidad	0	0	0	0	0	0																							
Alineación de la bolsas	0	0	0	0	0	0	0																						
Guardas donde halla riesgo de atrapamiento	0	0	0	0	0	0	0	0																					
Materiales anticorrosivos	0	0	0	0	0	0	0	0	0																				
El sistema recibe la señal de empaque de selladora u operario	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																			
Partes en contacto con el producto no lo maltratan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																		
Dosificador de bolsas para empaque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																	
Sensor para evitar atrapamientos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																
Entrega el paquete en el mismo punto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
Amplia capacidad para contener el material de empaque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0														
Retenedor para mantener las bolsas en el empaque mientras se introducen	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0													
El sistema cierra las bolsas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0												
sensor falta de material de empaque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0											
Alarma de fallo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1									
Es posible dar la orden de empacar en cualquier momento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
El sistema se sincroniza con la selladora para empacar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1							
Fácil mantenimiento y limpieza	0	0	1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
El producto debe permanecer limpio y sin riesgo de contaminación	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
Bajo costo de mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0			
Suelta el producto en una caja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
Fácil alimentación de material de empaque	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amplia capacidad para empacar bolsas de diferentes tamaños	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0