

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:

Casale B., Osvaldo G.

Ho He., Ciro C.

Para optar por el título de:

Ingeniero Mecánico

Caracas, Mayo 2015

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA

Tutor Académico: Manuel Martínez

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por los Bachilleres:
Casale B., Osvaldo G.
Ho He., Ciro C.
Para optar por el título de:
Ingeniero Mecánico

Caracas, Mayo 2015



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE DISEÑO

Acta

Los abajo firmantes, Miembros del Jurado Examinador designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los Bachilleres:

Oswaldo Casale y Ciro C. Ho.

Titulado

“Diseño de un Dispositivo para el Transporte y Almacenamiento de Envases de Plástico en la Línea de Producción de una Empresa”

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el Plan de Estudios conducente al Título de Ingeniero Mecánico.

Acta se levanta en la ciudad de Caracas los 14 días del mes de mayo del año dos mil quince.


Prof. José Barriola
Jurado




Prof. Manuel Martínez
Tutor


Prof. Rafele D' Andrea
Jurado



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
DEPARTAMENTO DE DISEÑO

Caracas, 14 de mayo de 2015.

Prof. Gerardo Ramírez
Jefe de la División de Control de Estudios
Facultad de Ingeniería-UCV
Presente. -

Quienes suscriben, Miembros del Jurado Examinador designado por el Consejo de la Escuela de Ingeniería Mecánica, nos dirigimos a usted con la finalidad de informarle que hemos decidido otorgarle a los Bachilleres:

Oswaldo G. Casale B., C.I. 18.601.982
Y


Ciro C. Ho Ho., C.I. 18.537.878

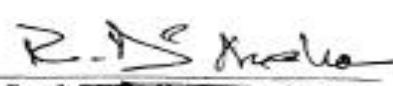
MENCIÓN TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

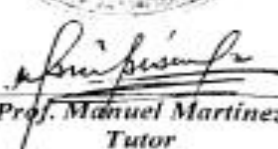
Por la excelencia demostrada en la realización del Trabajo Especial de Grado, titulado

*“Diseño de un Dispositivo para el Transporte y
Almacenamiento de Envases de Plástico en la Línea de
Producción de una Empresa”*

Sin otro particular a que hacer referencia, quedamos de usted,


Prof. José Barriola
Jurado


Prof. Rafaelle D'Andrea
Jurado


Prof. Manuel Martínez
Tutor

DEDICATORIA

A nuestra ilustre universidad por ser nuestra
segunda casa y darnos las más gratas
experiencias durante estos años.

Oswaldo Casale y Ciro Ho

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a nuestra Ilustre universidad por brindarnos las herramientas y espacios necesarios para nuestra formación. Además, al personal docente que siempre estuvo dispuesto a guiarnos.

Al personal de MANFAPLAST por el apoyo prestado para llevar a cabo la conceptualización y diseño de este proyecto, especialmente a su Presidente Poyuen Ho.

Al Profesor Manuel Martínez por haber aceptado el proyecto propuesto y prestarnos su colaboración, tutoría y tiempo invertido durante el desarrollo de este proyecto.

A los profesores José Barriola y Pedro Lecue por estar siempre al pendiente del trabajo y prestarnos toda la ayuda tanto material como de enseñanza.

A los entrevistados: Prof. Pedro Cadenas, Prof. Juan Vásquez, Prof. Juvenal Caraballo.

A nuestros familiares y amigos y compañeros de la E.I.M por su apoyo en el desarrollo de este T.E.G.

Agradecimientos Osvaldo Casale

A mi compañero, **Ciro Ho**, porque supimos apoyarnos mutuamente para llevar este trabajo adelante de forma exitosa.

A mis padres, **Salvatore Casale** y **Vincenzina Bernabei**, que con su ejemplo de constancia y trabajo fueron los que me motivaron a seguir adelante.

A mi hermana, **Estefania Casale**, porque como Ingeniero ha sido y será mi ejemplo a seguir.

A mi novia, **Andreína De Andrade**, por sus consejos y sus palabras reconfortantes en momentos difíciles

Al resto de mis familiares y amigos, quienes siempre me han apoyado y estado ahí en las buenas y malas.

A todos los lectores les dedico este trabajo, espero les sea de su agrado.

Osvaldo Casale

Agradecimientos **Ciro Ho**

A mi compañero, Osvaldo Casale, por compartir este proyecto y experiencia conmigo.

A mis padres y hermana, por su apoyo incondicional, su motivación, de acompañarme durante todo el camino.

A mi novia, Katherine De La Mano por estar conmigo en todo momento y ayudarme en todo lo que ha sido necesario.

A todos los “dude”, como Cartaun, Jorge Garcia, Eude Di Natale, Francisco Varela, Hans Parmetier, que me han ofrecido te su ayuda, sus palabras de aliento, apoyo, y ser buenos amigos en todo momento.

Ciro Ho

Casale B., Osvaldo G.

Ho He., Ciro C.

**“DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL TRANSPORTE Y
ALMACENAMIENTO DE ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA”.**

**Tutor académico: Prof. Manuel Martínez. Tesis. Caracas,
Universidad Central de Venezuela. Escuela de Ingeniería Mecánica. Año 2015,
pp. 223.**

Palabras clave: Diseño, Diseño Conceptual, Automatización, Producción, Envases,
Moldeo por inyección, Dispositivo.

RESUMEN

En el presente trabajo se aplicaron técnicas de Diseño Conceptual, a los fines de solucionar el problema de transporte y almacenaje de envases encontrado en la línea de producción de una industria de plásticos por inyección. Se planteó dar solución al mismo utilizando diversos modelos presentados por autores como Jones, Archer, French y Munari, los cuales fueron empleados para localizar y dar solución al problema detectado. Consistieron en la búsqueda de antecedentes, encuestas, mapas mentales, entrevistas y tormentas de ideas, para así llegar a una matriz de selección de criterios, combinando ideas y alcanzando un diseño de materialización definitivo. Finalmente en la ingeniería al detalle se contempló una última etapa donde se realizaron los cálculos y el diseño del dispositivo. Se decidió dividir el proceso en tres fases fundamentales, siendo estas expulsión, transporte y almacenaje, utilizando para estas últimas una rampa que canalizará los envases expulsados de la máquina, una correa que realizará el transporte y por último un sistema neumático encargado de almacenar los envases en una mesa.

INDICE

ACTA.....	iii
RESUMEN.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE GRÁFICOS Y MAPAS MENTALES.....	xiii
LISTA DE TABLAS.....	xix
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	4
1.2.1 Objetivo General de la investigación.....	4
1.2.2 Objetivos específicos de la investigación.....	4
1.3 ALCANCES.....	5
1.4 LIMITACIONES.....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....	6
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS.....	6
2.1.1 Inyección de Plástico:.....	6
2.1.2 Máquinas.....	8
2.1.3 Materiales.....	9
2.1.4 Tipos de polimeros más comunes.....	9
2.1.5 Polietileno.....	10
2.1.6 Polipropileno.....	12
2.1.7 PLC.....	13
2.1.8 Motor eléctrico.....	15
2.1.9 Cinta transportadora.....	15
2.1.10 Automatización.....	16
2.1.11 Arduino.....	18
2.1.12 Kaisen.....	18
2.1.13 Sensores.....	19
2.1.14 Diagrama de Ishikawa.....	19
2.1.15 Control de calidad.....	19
2.1.16 Cadenas.....	20
2.1.17 Correa de transmisión.....	20

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA PROPUESTA Y APLICADA.....	22
3.1. ESTRATEGÍA DE DISEÑO	25
3.2. PROPOSICIÓN DE LA NECESIDAD.....	26
3.3 CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS	28
3.4 DETERMINACIÓN DE LA NATURALEZA DEL PROBLEMA.....	30
3.5 MAPA MENTAL EN GRUPO	31
3.5.1 Resolución de problemas.....	32
3.6 PROCESO PRODUCTIVO	36
3.6.1 Balanceo de la línea de producción o ensamble.....	38
3.6.2. Manipulación de los materiales.....	38
3.7. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES ASOCIADAS.....	43
3.7.1 Antecedentes	43
3.7.2 Encuestas.....	46
3.7.3 Tormenta de ideas	56
3.8 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ASOCIADAS.....	60
3.8.1 Perspectivas de los expertos.....	62
3.8.1.1 Entrevistas.....	62
3.9 INFORMACIÓN E IDEAS RECOLECTADAS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA.....	71
3.10 OPINIONES E IDEAS RECOLECTADAS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS EN EL ÁREA.....	71
CAPÍTULO IV: SELECCIÓN DE CRITERIOS.....	74
4.1. ANÁLISIS MORFOLÓGICO.....	74
4.2. EXPLICACIÓN DE LAS IDEAS APORTADAS EN LA TORMENTA DE IDEAS. 74	
4.3 SELECCIÓN DE CRITERIOS E IDEAS OBTENIDAS A PARTIR DE LA TORMENTA DE IDEAS.....	82
4.3.1 Selección de las ideas ganadoras.....	86
4.3.2. Matriz de interacción.....	87
4.4. IDEAS COMBINADAS	90
CAPÍTULO V: GENERACIÓN DE SOLUCIONES.....	93
5.1 DISEÑO DE MATERIALIZACIÓN	93
5.1.1 Pasos del diseño de materialización.....	94
5.1.1.1 Identificar los requerimientos limitadores.....	94
5.1.1.2 Determinar las funciones y parámetros críticos.....	96
5.1.1.3 Desplegar alternativas de diseño de materialización.....	99
5.1.1.4 Evaluar las anteriores alternativas y escoger una de ellas.....	104

5.1.1.5	Materializar las restantes funciones.....	107
5.1.1.6	Completar el diseño de materialización.....	108
5.1.1.7	Incorporar las últimas modificaciones.....	108
5.1.1.8	Diseño de materialización definitivo.....	108
CAPÍTULO VI: DISEÑO DE DETALLE.....		110
6.1	FASE 1. Expulsión del envase de la máquina.....	111
6.1.1	Rampa deslizante.....	111
6.2	FASE 2. Transporte del envase.....	114
6.2.1	Correas.....	115
6.2.2	Poleas.....	117
6.2.3	Sistema de transmisión (Poleas-Correas).....	122
6.2.4	Motor.....	128
6.2.5	Variador de frecuencia.....	132
6.2.6	Soporte de pie con rodamiento “Y”.....	134
6.2.7	Eje.....	137
6.2.8	Sistema de fijación motor-eje.....	138
6.2.9	Sistema de fijación eje-soporte de pie con rodamiento “Y”.....	138
6.2.10	Sistema de fijación eje-polea.....	140
6.2.11	Estructura.....	143
6.2.12	Cálculo de los esfuerzos sobre los tornillos en la unión poleas conducidas - estructura.....	147
6.2.13	Cálculo de los esfuerzos sobre los tornillos del motor y chumacera.....	149
6.3	FASE 3. Almacenamiento.....	151
6.3.1	Electroválvula.....	152
6.3.2	Cilindro neumático.....	154
6.3.3	Varillas.....	158
6.3.4	Resortes.....	159
6.3.5	Bisagras.....	165
6.3.6	Mesa.....	166
6.3.7	Sensor infrarrojo.....	173
6.3.8	Arduino.....	176
6.3.9	Programación del sensor infrarrojo con el arduino.....	176
6.4	EVALUACIÓN DE LA SOLDADURA.....	180
6.5	MANUAL DE PERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	181
6.6	VISTA ISOMÉTRICA Y PLANOS DEL EQUIPO.....	183
CAPÍTULO VII: ANÁLISIS DE COSTO.....		194
7.1	ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE LA MÁQUINA.....	194
7.2	FACTIBILIDAD ECONÓMICA.....	197

7.3 MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA	201
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	203
Conclusiones	203
Recomendaciones	205
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	206
REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....	208
ANEXOS	211

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. METODOLOGÍA PROPUESTA Y APLICADA.....	22
FIGURA 2. METODOLOGÍA PROPUESTA POR ARCHER.....	23
FIGURA 3. PROCESO GENERAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN.....	26
FIGURA 4. LÍNEA DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAS MANFAPLAST C.A.....	27
FIGURA 5. ALMACENAJE, RECOLECCIÓN Y APILACIÓN DE ENVASES.....	27
FIGURA 6. PROCESO DE INYECCIÓN Y EXPULSIÓN DE ENVASES.....	27
FIGURA 7. RECOLECCIÓN DE ENVASES EN INDUSTRIAS MANFAPLAST C.A.....	30
FIGURA 8. DIAGRAMA DE ISHIKAWA DE LA INDUSTRIA.....	42
FIGURA 9. ALTERNATIVA PROPUESTA POR OSVALDO CASALE. EMBUDO...	100
FIGURA 10. ALTERNATIVA PROPUESTA POR CIRO HO. RAMPA.....	100
FIGURA 11. ALTERNATIVA PROPUESTA POR OSVALDO CASALE. VISTA SUPERIOR DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	101
FIGURA 12. ALTERNATIVA PROPUESTA POR OSVALDO CASALE. CINTA TRANSPORTADORA.....	101
FIGURA 13. ALTERNATIVA PROPUESTA POR CIRO HO. SISTEMA DE TRANSMISIÓN POR CORREAS.....	102
FIGURA 14. ALTERNATIVA PROPUESTA POR OSVALDO CASALE. VARILLAS DE ACERO.....	103
FIGURA 15. ALTERNATIVA PROPUESTA POR CIRO HO. CILINDRO APILADOR.....	104
FIGURA 16. IMAGEN REFERENCIAL DE LA RAMPA UTILIZADA EN EL DISPOSITIVO.....	111
FIGURA 17. VISTA FRONTAL DE LA RAMPA.....	113

FIGURA 18. CORREAS DE POLIURETANO.	117
FIGURA 19. IMAGEN REFERENCIAL DE POLEA CON ORIFICIO PARA PRISIONERO.	118
FIGURA 20. POLEAS DE POLIETILENO.	119
FIGURA 21. POLEA CON RANURA REDONDA.	120
FIGURA 22. REPRESENTACIÓN DEL RODAMIENTO 6003.	122
FIGURA 23. ESTATOR.	128
FIGURA 24. ROTOR.	129
FIGURA 25. MOTOR SEMI-ABIERTO.	131
FIGURA 26. REPRESENTACIÓN Y DIMENSIONES DEL MOTOR.	132
FIGURA 27. SOPORTE DE PIE CON RODAMIENTO Y.	136
FIGURA 28. RODAMIENTO Y CON PRISIONERO.	136
FIGURA 29. REPRESENTACIÓN Y DIMENSIONES DEL SOPORTE Y-TECH.	137
FIGURA 30. AJUSTE EN EL SISTEMA EJE SOPORTE MEDIANTE PRISIONERO.	138
FIGURA 31. AJUSTES RECOMENDADOS.	139
FIGURA 32. DIMENSIONES Y PROPIEDADES PARA EL DISEÑO DE LOS TUBOS ESTRUCTURALES.	143
FIGURA 33. IMAGEN REFERENCIAL DE LA ESTRUCTURA UTILIZADA EN EL DISPOSITIVO.	144
FIGURA 34. ZONAS DONDE SE EVALUARÁ LA ESTRUCTURA.	146
FIGURA 35. DCL DEL MOTOR.	149
FIGURA 36. IMAGEN REFERENCIAL DE LA BASE DEL MOTOR.	150
FIGURA 37. ESTRUCTURA INTERNA DE LA ELECTROVÁLVULA.	153

FIGURA 38. DIMENSIÓN TOTAL DE LA ELECTROVÁLVULA – HOJA DE DIMENSIONES (MEDIDAS EN MM).	154
FIGURA 39. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DEL CILINDRO DOBLE EFECTO.	155
FIGURA 40. ESTRUCTURA INTERNA DEL CILINDRO.	156
FIGURA 41. DIMENSIÓN TOTAL DEL CILINDRO – HOJA DE DIMENSIONES (MEDIDAS EN MM).	157
FIGURA 42. IMAGEN REFERENCIAL DEL CILINDRO UTILIZADO EN EL DISPOSITIVO.	157
FIGURA 43. IMAGEN REFERENCIAL DE LAS VARILLAS UTILIZADAS EN EL DISPOSITIVO.	158
FIGURA 44. IMAGEN AMPLIADA DE LA BISAGRA UTILIZADA EN EL DISPOSITIVO.	159
FIGURA 45. EXTREMOS DE LOS RESORTES DE EXTENSIÓN.	160
FIGURA 46. GEOMETRÍA DEL RESORTE DE EXTENSIÓN.	161
FIGURA 47. DIMENSIONES Y PROPIEDADES PARA EL DISEÑO DE TUBERÍA (SHEDULE 40).	165
FIGURA 48. BISAGRAS ARQUEADAS	166
FIGURA 49. MESA UTILIZADA EN EL DISPOSITIVO.	166
FIGURA 50. DIMENSIONES DE LAS PLETINAS.	167
FIGURA 51. A) PLETINA AMPLIDA. B) CILINDRO FIJO A LA PLETINA.	168
FIGURA 52. DIMENSIONES DE LAS PLETINAS.....	169
FIGURA 53. DIMENSIONES Y PROPIEDADES PARA EL DISEÑO DE ÁNGULOS DE ALAS IGUALES.....	170
FIGURA 54. VISTA SUPERIOR DE LA MESA.....	171
FIGURA 55. IMAGEN AMPLIADA DE LA PLETINA CON AGUJERO.....	172

FIGURA 56. IMAGEN AMPLIADA DE LAS VARILLAS SOLDADAS A LA ESTRUCTURA.....	173
FIGURA 57. SENSOR INFRARROJO (DETECTOR DE OBSTÁCULOS).....	174
FIGURA 58. DIAGRAMA DE CONEXIÓN SENSOR - ARDUINO - RELÉ.....	175
FIGURA 59. UBICACIÓN DEL SENSOR INFRARROJO-ARDUINO-ELECTROVÁLVULA.....	179

LISTA DE GRÁFICOS Y MAPAS MENTALES

GRÁFICO 1. GÉNERO DE LOS ENCUESTADOS.....	48
GRÁFICO 2. CARGO QUE DESEMPEÑAN LOS ENCUESTADOS EN LA INDUSTRIA.	48
GRÁFICO 3. EDADES DE LOS ENCUESTADOS.	49
GRÁFICO 4. PREGUNTA 1 DE LA ENCUESTA.	52
GRÁFICO 5. PREGUNTA 2 DE LA ENCUESTA.	53
GRÁFICO 6. PREGUNTA 3 DE LA ENCUESTA.	53
GRÁFICO 7. PREGUNTA 4 DE LA ENCUESTA.	54
GRÁFICO 8. PREGUNTA 5 DE LA ENCUESTA.	55
GRÁFICO 9. PREGUNTA 5.A) DE LA ENCUESTA.	55
MAPA MENTAL 1. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA.	33
MAPA MENTAL 2. INDAGACIÓN SOBRE EL DISPOSITIVO A DISEÑAR.....	34
MAPA MENTAL 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS CONTINUAS.....	35
MAPA MENTAL 4. VARIABLES ASOCIADAS AL PROBLEMA.	61

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL POLIETILENO MARCA VENELENE 2815 PEAD.....	11
TABLA 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POLIETILENO MARCA VENELENE 2811 PEAD.....	12
TABLA 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS POLIPROPILENO MARCA PROPILVEN J700.....	13
TABLA 4. SÍMBOLOS UTILIZADOS EN EL DIAGRAMA DE OPERACIONES.....	37
TABLA 5. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO: MÉTODO ACTUAL. FABRICACIÓN Y ALMACENAJE DE ENVASES EN LA INDUSTRIA.	40
TABLA 6. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA.	50
TABLA 7. DATOS DE LA TORMENTA DE IDEAS.	57
TABLA 8. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ENTREVISTAS ESTRUCTURADAS Y NO ESTRUCTURADAS.	64
TABLA 9. MATRIZ MORFOLÓGICA DE SELECCIÓN DE IDEAS GANADORAS... ..	84
TABLA 10. MATRIZ DE ITERACIÓN DE LAS IDEAS GANADORAS.....	89
TABLA 11. IDENTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS LIMITADORES.....	94
TABLA 12. FUNCIONES CRÍTICAS.	97
TABLA 13. PARÁMETROS CRÍTICOS.....	98
TABLA 14. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS LIMITADORES Y CRÍTICOS POR FASE.	105
TABLA 15. SISTEMA DE PONDERACIÓN.	105
TABLA 16. EVALUACIÓN PARÁMETROS LIMITADORES Y CRÍTICOS DE LAS ALTERNATIVAS DE LA FASE 1.	106

TABLA 17. EVALUACION PARÁMETROS LIMITADORES Y CRÍTICOS DE LAS ALTERNATIVAS DE LA FASE 2.....	106
TABLA 18. EVALUACIÓN PARÁMETROS LIMITADORES Y CRÍTICOS DE LAS ALTERNATIVAS DE LA FASE 3.....	106
TABLA 19. PASOS DEL DISEÑO DE MATERIALIZACIÓN.....	109
TABLA 20. CARACTERÍSTICAS DE LAS CORREAS REDONDAS EC80.....	124
TABLA 21. NÚMERO DE POLOS Y VELOCIDAD DE LOS MOTORES.....	129
TABLA 22. RECOMENDACIONES.....	130
TABLA 23. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES. MOTOR.....	132
TABLA 24. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES. VARIADOR DE FRECUENCIA.....	134
TABLA 25. SISTEMA AGUJERO ÚNICO EJE-SOPORTE.....	139
TABLA 26. AJUSTES RECOMENDADOS Y SUS APLICACIONES.....	141
TABLA 27. SISTEMA AGUJERO ÚNICO EJE - POLEAS MOTORAS.....	142
TABLA 28. ESPECIFICACIONES DE LA ELECTROVÁLVULA52	
TABLA 29. ESTRUCTURA INTERNA DE LA ELECTROVÁLVULA.....	153
TABLA 30. ESPECIFICACIONES DEL CILINDRO NEUMÁTICO.....	155
TABLA 31. ESTRUCTURA INTERNA DEL CILINDRO.....	156
TABLA 32. DIMENSIONAMIENTO Y PROPIEDADES DEL RESORTE DE EXTENSIÓN PARA DIFERENTES DIÁMETROS.....	163
TABLA 33. ESFUERZOS CORTENTES ADMISIBLES SOBRE SOLDADURA DE CHAFLÁN.....	180
TABLA 34. LISTA DE MATERIALES Y COSTO FASE DE EXPULSIÓN.	194
TABLA 35. LISTA DE MATERIALES Y COSTO FASE DE TRANSPORTE.....	195

TABLA 36. LISTA DE MATERIALES Y COSTO FASE DE ALMACENAMIENTO..	196
TABLA 37. DIAGRAMA DE ANÁLISIS DEL PROCESO: MÉTODO PROPUESTO. FABRICACIÓN Y ALMACENAJE DE ENVASES EN LA INDUSTRIA.....	200
TABLA 38. BENEFICIOS LOGRADOS POR EL EQUIPO EN LA MANIPULACIÓN DE LOS ENVASES.....	202

INTRODUCCION

Los envases han jugado papeles diferentes e importantes a través de la historia. Con el pasar de los años y con la evolución de la sociedad los envases han cambiado también, reflejando nuevos requisitos y características de los mismos. Los primeros envases fueron creados hace más de 1000 años, principalmente para contener bienes necesarios para la supervivencia, tales como alimentos y agua. Posteriormente la necesidad de que los envases mantuviesen su contenido en buen estado de conservación, lleva a la transformación de estos a materiales como cartón y papel, los cuales tuvieron buena aceptación por su facilidad de almacenaje, apilamiento y etiquetado (ITENE, 2014). Cuando los químicos encontraron la manera de unir pequeñas moléculas orgánicas y formar otras más grandes y pesadas, se dio paso a las resinas sintéticas conocidas comúnmente como plásticos.

El plástico es una sustancia de distintas estructuras que carecen de un punto fijo de fusión y durante un rango de temperaturas tiene propiedades de elasticidad y flexibilidad. Constituyen un material ideal para todo tipo de usos comerciales e industriales, son fundamentales para fabricar, transportar, proteger y mantener los productos, conservan y mantienen los alimentos siendo seguros e higiénicos, explotando su adaptabilidad casi sin límites. Para la elaboración de los envases se requieren grandes cantidades de plástico, siendo utilizado en más del 50% del producto, se fabrican por técnicas de moldeo las cuales consisten en dar formas y medidas deseadas a los plásticos por medio de un molde. En función de la presión tenemos diferentes tipos de moldeo: por soplado, compresión, inyección, vaciado, extrusión, calandrado y espumado.

El moldeo por inyección es la técnica más popular y el principal proceso de transformación de plástico, la cual ha venido en franco crecimiento con el pasar de los años. El proceso consiste en la fundición del material plástico haciéndolo fluir hacia un molde (Navaz, 2014), el cual tiene la geometría del material que se desea obtener. Sabiendo esto, existen actualmente generalidades de las máquinas de moldeo por inyección, ya que casi todas, en su mayoría, están formadas por los mismos elementos. Constan principalmente de tres módulos principales: la unidad de inyección o plastificación (donde se inyecta el polímero fundido), la unidad de cierre (la cual soporta el molde, lo abre y lo cierra además de

contener el sistema de expulsión de la pieza), la unidad de control (donde se establecen, monitorean y controlan todos los parámetros del proceso).

Actualmente existen diversos métodos para el transporte y almacenamiento de los envases en la industria. La manipulación y manejo de la mercancía en los almacenes se hace comúnmente a través de la mano de obra, grúas, carretillas, cintas mecánicas, chuponas mecánicas, bombonas de pulsación, ruedas giratorias, entre otras. Para realizar el almacenamiento de envases se realiza un proceso de apilado de los mismos.

En la República Bolivariana de Venezuela existen diversas fábricas de inyección de plástico, que operan con diferentes máquinas para llevar a cabo el proceso de obtención de los envases. Como es el caso de Industrias Manfaplast C.A ubicada en la zona industrial de Carrizal, Edo. Miranda, la cual es una empresa dedicada a la fabricación y venta de envases plásticos de polietileno y polipropileno de gran variedad y tamaños, con un sin número de usos tanto en la industria como el comercio. Actualmente su línea de producción es sumamente dependiente de la mano de obra al momento de que el envase sale expulsado de la máquina, donde cae a una cesta para posteriormente ser recogido y apilado por un operario, siendo un proceso arduo y falto de regularidad. Posterior a una visita a sus galpones y en reunión que se sostuvo con sus directivos, se propuso atacar esta problemática con el fin de optimizar sus procesos.

La presente tesis contempla el diseño de un dispositivo que recoja los envases luego de salir de la máquina de inyección, acto seguido los apile automáticamente en filas de veinticinco, como se realiza actualmente de manera manual. Todo esto con el fin de mejorar la producción de la industria haciendo así sus procesos más eficientes, y no ser dependiente 100% de la mano de obra actual que se torna dificultosa tomando en cuenta que las máquinas operan 24 horas del día 7 días de la semana (24/7).

CAPÍTULO I

FUNDAMENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el pasar de años, la industria se ha visto en la necesidad de optimizar todos sus procesos, aumentando la eficiencia y la productividad, con el propósito de satisfacer a la demanda existente en el mercado. Los industriales en la actualidad han visto el crecimiento del panorama mundial globalizado, lo que los obliga a ser más productivos.

En el mismo orden de ideas, con el crecimiento de la industria, se puede observar una obligación y una tendencia a que los procesos sean automatizados, logrando ejecutar eficientemente con un ritmo arduo y continuo sus procesos de manufactura.

En nuestro enfoque sobre la industria Manfaplast C.A y con la aprobación de directiva, se busca la solución al problema de cómo manejar sus envases de manera rápida y efectiva, con el mínimo retraso debido a la mano de obra existente. Por ello, se busca desarrollar en este proyecto, la optimización de la línea de producción mediante un dispositivo de transporte y almacenamiento por medio de la apilación de los envases a la salida de la máquina de inyección, logrando así proponer un aumento en la velocidad de producción de los envases.

Para complementar lo anteriormente señalado, se debe considerar que Manfaplast C.A es una industria que no puede permitirse parar su producción, por tanto, si ocurre la falta de algún operario ya vendría a ser un inconveniente para la línea productiva. Por ende, la visión de esta T.E.G es que a futuro el proceso pueda ser automatizado con la supervisión del mínimo personal posible.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General de la investigación:

Diseñar un dispositivo para automatizar el apilamiento de los envases, al momento en que son expulsados del molde de una máquina por inyección de plástico.

1.2.2 Objetivos específicos de la investigación:

- Describir las especificaciones de la máquina de inyección de plástico con la que se va a trabajar.
- Conocer el proceso de obtención de envases por inyección.
- Aplicar la metodología del diseño conceptual para la fabricación del dispositivo de apilamiento automático.
- Seleccionar los métodos de diseño adecuados que nos lleven a una solución potencialmente ejecutable.
- Analizar los métodos seleccionados para la conceptualización del diseño.
- Realizar los cálculos necesarios para la obtención del dispositivo.
- Calcular un estimado de los costos técnico-económicos del prototipo.
- Seleccionar los materiales y herramientas a utilizar para la realización del prototipo.
- Detallar los pasos y cada proceso que realiza el dispositivo de apilamiento.
- Elaborar planos.
- Elaboración de un prototipo del diseño.

1.3 ALCANCES

- Realizar los planos del equipo de transporte y almacenamiento, elaborando el despiece del mismo y evaluando la funcionabilidad de cada pieza.
- Presentar el manual de operación del equipo.
- Elaborar las hojas de proceso de fabricación.
- Presentar el análisis técnico-económico del dispositivo.

1.4 LIMITACIONES

- El prototipo de la máquina de transporte y almacenamiento se hará basándose en las especificaciones de la máquina con la que opera la industria Manfaplast C.A.
- Se desarrollará el proyecto basándose en la existencia de los materiales a disposición en el mercado nacional.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

El presente capítulo tiene como finalidad exponer conceptos y definiciones que permitan a los lectores familiarizarse con la problemática presentada por los autores, antes de comenzar a mostrar el camino recorrido para llegar al cumplimiento de los objetivos que se han propuesto en este T.E.G. Los conceptos que serán tratados a continuación si bien son conocidos por muchos de manera coloquial, se busca darle cierta formalidad.

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

2.1.1 Inyección de Plástico:

El moldeo por inyección (Mater, Moldeo por inyección, 2012) es la técnica de mayor utilización en el proceso de transformación de plásticos. La popularidad de este proceso radica en su gran versatilidad para obtener productos de diferentes geometrías, de forma rápida, con altos niveles de producción, bajo costo e impacto ambiental que otros procesos. En países como Estados Unidos, la industria del plástico ha tenido un crecimiento del 12% anual durante los últimos 30 años. El proceso consiste en la fundición del material plástico haciéndolo fluir hacia un molde, el cual tiene la geometría del material que se desea obtener. La máquina de mayor uso en la actualidad utiliza el llamado tornillo de inyección de Arquímedes, que se utiliza para plastificar y bombear el material, en el cuál se produce el fenómeno de plastificación, como consecuencia del calor generado por la fricción del material con las paredes del barril.

La primera máquina de inyección, consistía en un pistón que contenía en la cámara derivados celulósicos fundidos, fue desarrollada por el inventor estadounidense John Hyatt (1872), conocido por haber simplificado el proceso de la producción del celuloide. Sin embargo se conoce como la pionera de la inyección moderna a la empresa alemana Cellon-

Werkw (1928). El primer artículo de producción masiva en Inglaterra utilizaba máquinas de moldeo por inyección de Eckert & Ziegler (Alemania), el sistema de apertura del molde y la extracción de la pieza era realizado manualmente y los controles incluían válvulas manuales, funcionaban con aire comprimido.

Para el año 1932, aparece la primera máquina operada con sistemas eléctricos, desarrollada por la compañía Eckert & Ziegler, y ya para el año 1951 se desarrolló en Estados Unidos la primera máquina de inyección por tornillo recíprocante, el cual fue considerado como la aportación más importante en la historia de las máquinas inyectoras.

Sabiendo esto, existen actualmente generalidades de las máquinas de moldeo por inyección, ya que casi todas, en su mayoría, están formadas por los mismos elementos. Constan principalmente de tres módulos principales: la unidad de inyección o plastificación (donde se inyecta el polímero fundido), la unidad de cierre (la cual soporta el molde, lo abre y lo cierra además de contener el sistema de expulsión de la pieza), la unidad de control (donde se establecen, monitorean y controlan todos los parámetros del proceso).

Proceso de Obtención

El proceso de obtención de una pieza por inyección de plástico, sigue un parámetro operacional que es conocido en la industria como ciclo de inyección, el cual se divide fundamentalmente en seis etapas:

- La primera etapa consiste en cerrar el molde vacío, mientras se tiene lista la cantidad de material que se va a inyectar. Esta etapa consta de tres pasos: primero a altas velocidades y baja presión, para seguir con una disminución de velocidad y se mantiene baja la presión hasta que las dos partes del molde hacen contacto; por último se aplica la presión necesaria para alcanzar la fuerza de cierre ideal.
- En esta segunda etapa, el tornillo actuando como pistón inyecta el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde, todo esto sin girar. Debe realizarse a una determinada presión de inyección.

- Se realiza la aplicación de una presión de sostenimiento antes que se solidifique. Para ello al término de inyección del material, se sostiene el tornillo aplicando dicha presión, todo esto con el fin de contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento. Se mantiene hasta que la pieza comience a solidificarse.
- El material fundido en esta etapa es suministrado haciendo girar el tornillo, llevando el material hacia la parte delantera de éste. Se desarrolla una presión contra la boquilla cerrada que obliga al tornillo a retroceder, hasta que se acumula todo el material.
- Se realiza el enfriamiento y extracción de la pieza. El material se va enfriando disipando todo el calor a través del líquido refrigerante. Una vez terminado este proceso la parte móvil se abre y la pieza es extraída.
- Se produce el reinicio del ciclo.

En la República Bolivariana de Venezuela existen diversas fábricas de inyección de plástico, que operan con diferentes máquinas para llevar a cabo el proceso. El desarrollo de este proyecto se realizará en una fábrica de inyección llamada Industrias Manfaplast C.A ubicada en la zona industrial de Carrizal, Edo. Miranda, la cual es una empresa dedicada a la fabricación y venta de envases plásticos de polietileno y polipropileno de gran variedad y tamaños, con un sin número de usos tanto en la industria como el comercio.

2.1.2 Máquinas.

Las máquinas utilizadas en la fábrica para producción de sus envases son de procedencia China, marca: Chen De, modelo: CJ150M3V, es una máquina de moldeado por inyección utilizando diversos materiales termoplásticos, pudiendo producir productos de engorrosa geometría. Estas máquinas pueden operar de manera manual (la máquina es manualmente operada), semi-automática (los productos moldeados o elaborados se extraen de manera

manual mientras la máquina opera) y automática (realiza la misma función pero de forma automática la extracción del envase), a través de un control hidráulico y eléctrico.

2.1.3 Materiales.

Es de suma importancia conocer la materia prima con la que trabaja la industria de plástico. Los materiales a utilizar para la fabricación de los envases plásticos son de producción nacional (CORAMER, 2014), con el objetivo de prestar servicios de asistencia técnica relativos al uso y desarrollo de resinas plásticas, promocionar el desarrollo de aguas debajo de estas resinas a nivel país, apalancar el crecimiento del sector plástico nacional, promocionar la venta de resinas y sus productos intermedios, compuestos, subproductos, mezclas y derivados, a los fines de conseguir potenciales compradores que puedan adquirir dichos productos tanto en Venezuela como en el extranjero.

Polímero.

La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros. Los polímeros se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diversas.

Un polímero (del griego polis: muchos; meros: parte, segmento) es una sustancia cuyas moléculas son, por lo menos aproximadamente, múltiplos de unidades de peso molecular bajo. La unidad de bajo peso molecular es el monómero. Si el polímero es rigurosamente uniforme en peso molecular y estructura molecular, su grado de polimerización es indicado por un numeral griego, según el número de unidades de monómero que contiene; así, hablamos de dímeros, trímeros, tetrámero, pentámero y sucesivos. El término polímero designa una combinación de un número no especificado de unidades. De este modo, el trióximetileno, es el trímero del formaldehído, por ejemplo.

2.1.4 Tipos de polímeros más comunes.

-Polietileno.

-Polipropileno.

- Cloruro de polivinilo (por sus siglas en inglés PVC).
- Poliestireno.
- Estireno-acrilonitrilo.
- Copolímero acrilonitrilo-butadieno-estireno.

Las máquinas con las que trabaja la industria Manfaplast utilizan como materia prima Polietileno y Polipropileno.

2.1.5 Polietileno

Es químicamente el polímero más simple. Es de los plásticos más comunes debido a su bajo precio y simple fabricación (University of York, 2013), lo que genera una producción mundial de 60 millones de toneladas anuales. Según la tecnología que se emplee pueden obtenerse dos tipos:

Polietileno de Baja densidad (PEBD): dependiendo del catalizador, este polímero se fabrica de dos maneras: alta presión o baja presión. En el primer caso se emplean los llamados iniciadores de radicales libres como catalizadores de polimerización del etileno. El producto obtenido es el polietileno de baja densidad ramificado;

Cuando se polimeriza el etileno a baja presión se emplean catalizadores tipo Ziegler Natta y se usa el buteno-1 como comonomero. De esta forma es como se obtiene el propileno de baja densidad lineal, que posee características muy particulares, como poder hacer películas más delgadas y resistentes.

Polietileno de alta densidad (PEAD): cuando se polimeriza el etileno a baja presión y en presencia de catalizadores ZieglerNatta, se obtiene el polietileno de alta densidad (HDPE). La principal diferencia es la flexibilidad, debido a las numerosas ramificaciones de la cadena polimérica a diferencia de la rigidez del HDPE.

Se emplea para hacer recipientes moldeados por soplado, como las botellas y los caños plásticos (flexibles, fuertes y resistentes a la corrosión).

El polietileno en fibras muy finas en forma de red sirve para hacer cubiertas de libros y carpetas, tapices para muros, etiquetas y batas plásticas.

En la industria se utilizan dos tipos de polietileno, estos son:

Polietileno marca VENELENE 2815 PEAD.

Aplicaciones: Envases de pared delgada.

Tabla 1. Especificaciones técnicas del polietileno marca VENELENE 2815 PEAD.

PROPIEDADES	ASTM	UNIDADES	VALORES
Índice de Fluidez(190°C2.16 Kg.)	D 1238	dg/min	55
Densidad	D 792	g/cm3	0,9530
Propiedades Mecánicas			
Módulo en Flexión	D 790	MPa	650
Esfuerzo en flexión al 5% de deformación	D 790	MPa	19
Esfuerzo de fluencia en tensión	D 638	MPa	21
Deformación en fluencia	D 638	%	19
Esfuerzo de ruptura en tensión	D 638	MPa	12
Deformación hasta ruptura	D 638	%	> 200
Resistencia al impacto Gardner	D 5420	KJ/m	4
Temperatura de reblandecimiento Vicat	D 1525	°C	125
ESCR(**) (F 50 / 10% Igepal)	D 1693	Horas	< 1,0

Polietileno marca VENELENE 2811 PEAD.

Aplicación: envases pared delgada, artículos para el hogar, juguetes.

Tabla 2. Especificaciones técnicas Polietileno marca VENELENE 2811 PEAD.

PROPIEDADES	ASTM	UNIDADES	VALORES
Índice de Fluidez(190°C/2.16 Kg.)	D 1238	dg/min	30
Densidad	D 792	g/cm ³	0,9530
Propiedades Mecánicas			
Módulo en Flexión	D 790	MPa	675
Esfuerzo en flexión al 5% de deformación	D 790	MPa	19
Esfuerzo de fluencia en tensión	D 638	MPa	21
Deformación en fluencia	D 638	%	19
Esfuerzo de ruptura en tensión	D 638	MPa	13
Deformación hasta ruptura	D 638	%	> 500
Resistencia al impacto Gardner	D 5420	KJ/m	6
Temperatura de reblandecimiento Vicat	D 1525	°C	127
ESCR(**) (F 50 / 10% Igepal)	D 1693	Horas	1,0

2.1.6 Polipropileno

Es un polímero termoplástico, se obtiene de la polimerización del propileno, es parcialmente cristalino. Es utilizado en aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipos de laboratorio, entre otros.

Como el polipropileno tiene un grupo metilo (CH₃) más que el etileno en su molécula, cuando se polimeriza, las cadenas formadas dependiendo de la posición del grupo metilo pueden tomar cualquiera de las tres estructuras siguientes:

1. **Isotáctico**, cuando los grupos metilo unidos a la cadena están en un mismo lado del plano.
2. **Sindiotáctico**, cuando los metilos están distribuidos en forma alternada en la cadena.
3. **Atáctico**, cuando los metilos se distribuyen al azar.

Manfaplast trabaja con un tipo de polipropileno:

Polipropileno marca PROPILVEN J700

Aplicaciones: El grado PROPILVEN J700 es un homopolímero de polipropileno comúnmente empleado en artículos del hogar, cocinas, tapas, envases y bandejas obtenidas mediante el proceso de inyección. Igualmente es empleado en el proceso de recubrimiento por extrusión.

Características especiales: Buen balance entre procesabilidad y propiedades mecánicas.

Tabla 3. Especificaciones técnicas Polipropileno marca PROPILVEN J700

PROPIEDADES	ASTM	UNIDADES	VALORES
Índice de Fluidez(190°C2.16 Kg.)	D 1238	dg/min	30
Densidad	D 792	g/cm3	0,9530
Propiedades Mecánicas			
Módulo en Flexión	D 790	MPa	675
Esfuerzo en flexión al 5% de deformación	D 790	MPa	19
Esfuerzo de fluencia en tensión	D 638	MPa	21
Deformación en fluencia	D 638	%	19
Esfuerzo de ruptura en tensión	D 638	MPa	13
Deformación hasta ruptura	D 638	%	> 500
Resistencia al impacto Gardner	D 5420	KJ/m	6
Temperatura de reblandecimiento Vicat	D 1525	°C	127
ESCR(**) (F 50 / 10% Igepal)	D 1693	Horas	1,0

2.1.7 PLC

Un controlador lógico programable PLC (por sus siglas en inglés Programmable Logic Controller) es un dispositivo operado digitalmente, que usa una memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas

(Catarina, 2014), tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.

Los PLC's operan de manera secuencial y cíclica, es decir, una vez finalizado el recorrido completo de un programa, comienza a ejecutar su primera instrucción.

Los elementos que contiene un PLC son:

- Unidad Central de proceso.
- Módulos de entrada.
- Módulos de salida.
- Fuente de Alimentación.
- Dispositivos periféricos.
- Interfaces.

La unidad central es el “cerebro” del PLC. Este toma las decisiones relacionadas al control de la máquina o proceso. Durante su operación, la CPU (Unidad central de procesamiento) recibe entradas de diferentes dispositivos de sensado, ejecuta decisiones lógicas, basadas en un programa almacenado en la memoria, y controla los dispositivos de salida de acuerdo al resultado de la lógica programada.

Los módulos de entradas y salidas son la sección del PLC en donde sensores y actuadores son conectados y a través de los cuales el PLC monitorea y controla el proceso.

La fuente de alimentación convierte altos voltajes de corriente de línea (115V 230V CA) a bajos voltajes (5V, 15V, 24V CD) requeridos por la CPU y los módulos de entradas y salidas.

El funcionamiento del PLC es un continuo ciclo cerrado, primero el sistema operativo inicia la vigilancia de tiempo de ciclo, después la CPU escribe los valores de imagen de proceso de las salidas en los módulos de salida, a continuación lee el estado de las entradas en los módulos de entrada y actualiza la imagen de proceso de las entradas, el CPU procesa el programa del usuario en segmentos de tiempo y ejecuta las operaciones indicadas en el programa, al final de un ciclo el sistema realiza las tareas pendientes, por ejemplo carga y borrado de bloques.

Los PLC's han ganado popularidad en las industrias y probablemente continuarán predominando por algún tiempo, debido a las ventajas que ofrecen:

- Son una inversión efectiva para controlar sistemas complejos.
- .La ayuda para resolver situaciones permite programar fácilmente y reduce el tiempo de inactividad del proceso.
- Sus componentes confiables hacen posible que pueda operar por varios años sin fallas.
- Capacidad de entradas y salidas.
- Monitoreo.
- Velocidad de operación.
- Están diseñados para trabajar en condiciones severas como: vibraciones, campos magnéticos, humedad, temperaturas extremas.

2.1.8 Motor eléctrico

Los motores de corriente alterna y los motores de corriente directa se basan en el mismo principio de funcionamiento (PEER, 2013), el cual establece que si un conductor por el cual circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.

El conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por el mismo adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor. El producto de la interacción de los campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha energía es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado árbol.

2.1.9 Cinta transportadora

Una cinta transportadora es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. De esta forma se pueden trasladar de un lugar a otro con sencillez y en cortos tiempos diferentes tipos de materiales y herramientas,

sin importar tamaño ni distancias. Es considerado como uno de los transportes más eficientes en el manejo de materiales ya que permite su empleo a grandes distancias con altos rendimientos y con un bajo consumo de potencia.

Su principio de funcionamiento es el transporte del material deseado sobre una banda flexible, que puede ser de telas de algodón, nylon, o poliéster, con o sin coberturas de goma, pvc, o poliuretano; mallas de acero o plásticas, enrejadas o en láminas; etc. La misma se adapta a las necesidades y características del material a transportar. La banda se desliza sobre una cuna de rodillos, los cuales acompañan y guían la banda en todo su recorrido, tanto cargada como descargada. La trayectoria puede ser horizontal, inclinada, o una combinación de estas direcciones.

Si bien no se trata de maquinaria de gran complejidad, posee una importante cantidad de partes constitutivas, entre las que se destacan la cinta transportadora propiamente dicha, el grupo motriz, rolo motriz, rolo de cola, rolo de desvío, contrapeso, rodillo de carga, rodillo de impacto, rodillo de retorno, cargadores y tolvas, entre otros.

Las ventajas que tiene la cinta transportadora son:

- Muy utilizada en la industria.
- Permite el transporte de materiales a gran distancia.
- Se adaptan al terreno.
- Es posible la carga y la descarga en cualquier punto del trazado.
- Se puede desplazar.

Algunas de las empresas que fabrican y comercializan estos equipos son SISCOD, PHOENIX, FIMMA, entre otras. Existe una gran variedad de empresas en el mercado.

2.1.10 Automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos (www.sc.ehu.es, 2010). Como una disciplina de la ingeniería más amplia que un sistema de control, abarca la instrumentación industrial, que incluye los sensores, los transmisores de campo, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de

datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar, controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales: parte de mando y parte operativa.

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionados por las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, entre otros.

La Parte de Mando suele ser un autómatas programable (tecnología programada), aunque hasta hace muy poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómatas programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

Objetivos de la automatización:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Integrar la gestión y producción.

2.1.11 Arduino

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios (Arduino, 2014).

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega 328, Atmega 1280, ATmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa.

2.1.12 Kaizen

La metodología Kaizen es lo contrario al conformismo. Kaizen es un sistema que se basa en la mejora continua de toda la empresa y sus componentes, de manera armónica y proactiva. Surge en Japón con el fin de alcanzar a las potencias industriales del occidente, con la necesidad de mejorarse día a día (Material recogido de las clases Prof. De Andrea UCV).

Su metodología de aplicación es conocido como la MCCT: La Mejora Continua hasta la Calidad Total. Los caracteres originales para esta palabra vienen del idioma japonés, en el cual kai significa cambio o acción de enmendar y zen significa bueno o beneficioso.

La aplicación del Kaizen trae consigo resultados concretos, tanto cualitativos como cuantitativos, en un lapso de tiempo relativamente corto y costo no elevado (por lo tanto, aumenta el beneficio) apoyado en la sinergia que genera el trabajo en equipo de la estructura formada para alcanzar las metas establecidas por la dirección de la compañía.

2.1.13 Sensores

Los sensores son dispositivos capaces de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas (Material recogido de las clases Prof. Barriola UCV). Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo temperatura, intensidad luminosa, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, entre otras. Una magnitud eléctrica obtenida puede ser una resistencia eléctrica, una capacidad eléctrica, una tensión eléctrica, una corriente eléctrica.

2.1.14 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, conocido también comúnmente como diagrama de causa efecto, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez (Material recogido de las clases Prof. Jesús Soto UCV). Es una técnica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo a que ocurra. Se aplicó por primera vez en Japón por el profesor de la universidad de Tokio, Kaoru Ishikawa, para sintetizar las opiniones de los ingenieros de una fábrica, cuando discuten sus problemáticas de calidad.

2.1.15 Control de calidad

La calidad suele ser definida como el cumplimiento de los requisitos para la satisfacción de un cliente (Juran, J.M y F.M.Gryna, 1995). La definición de requisitos debe venir acompañada o realizarse para un cliente o un conjunto de estos, ya que estos pueden presentar diferentes conjuntos y niveles de requerimientos dependiendo de una misma categoría de productos y servicios. La función del control de calidad debe su existencia a una organización del servicio para conocer las especificaciones establecidas por la

ingeniería del producto, proporcionando así ciertas especificaciones que deben ser entregadas al departamento de fabricación.

2.1.16 Cadenas

Son conocidas como cadenas a un componente constituido por una serie de eslabones entrelazados entre sí. Para efectos ingenieriles destaca la cadena de transmisión la cual sirve para transmitir movimientos entre dos ejes paralelos que se encuentran alejados entre sí, las diferentes configuraciones de los elementos que la componen pueden hacer variar la función final del sistema, es decir, el sistema puede tener la finalidad de transmitir movimiento entre los ejes, servir como sistemas de elevación o como sistemas transportadores (Mott, 2006).

Estos sistemas constituyen uno de los métodos más eficientes utilizados para transmitir potencia mecánica, poseen dientes en las ruedas previendo así que la cadena resbale. Esta condición le da más capacidad de transmisión haciéndola más confiables. Con los sistemas de transmisión por cadenas se pueden obtener rendimientos elevados del orden del 98%, teniendo la capacidad de transmitir potencia a una considerable distancia entre ejes, condición que se logra por el hecho de poseer longitudes variables.

2.1.17 Correa de transmisión

Es conocida como correa de transmisión, a un tipo de transmisión mecánica que se basa en la unión de dos o más ruedas (poleas) sujetas a un movimiento de rotación, por medio de una banda o correa continua (Budynas, Richard G. y Nisbett J.Keith, 2008). En todos los casos, para que su operación resulte adecuada, los ejes de las poleas deben estar separados por una cierta distancia mínima, que depende del tipo y tamaño de la banda. Se pueden emplear para distancias grandes entre centros, que por lo general, necesitan de una polea o guía tensora para evitar ajuste en esa distancia de centros, ocurrida debido al envejecimiento o la instalación de bandas nuevas.

Existen cuatro tipos fundamentales de bandas que son comúnmente las más empleadas: banda plana, redonda, tipo V, de sincronización. Una transmisión por correa bien diseñada

transmitirá potencia durante muchos años con un mantenimiento mínimo, por ello invertir en correas de alta calidad reduce, a la larga, el coste total de la propiedad de la maquinaria.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA PROPUESTA Y APLICADA

El presente capítulo tiene como finalidad el uso de la sistematización, es decir, la organización de los pasos a través de los cuales se ejecutará la investigación. No es posible concebir la idea de investigación sin pensar de manera automática en una serie de etapas que se deben seguir, con el fin de hallar la mejor solución posible al problema planteado que es fundamentado por una necesidad.

Se presenta la siguiente metodología basándose en bibliografías referentes a los métodos, estrategias y procesos de diseño. Por ello para efectos de la realización de la T.E.G. nos basaremos en dos modelos conceptuales que serían los implementados por Jones y Archer. John Christopher Jones fue un ingeniero de la Universidad de Cambridge, sus ideas sobre la necesidad de un método han dado un lenguaje ya común en el medio de diseño (Jones, Métodos de Diseño, 1982). En particular los conceptos sobre el diseñador como “caja negra” o como “caja transparente”. Jones señaló que el diseño consistía en tres fases fundamentales las cuales utilizaremos para llegar a la solución del problema, conocidas como divergencia, transformación y convergencia.

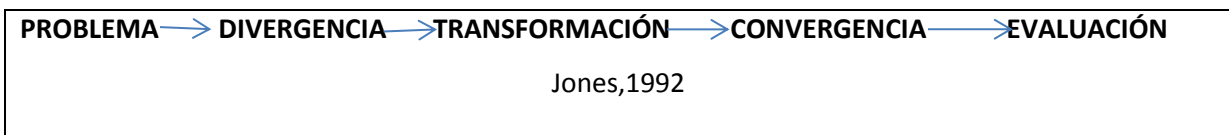


Figura 1. Metodología propuesta y aplicada.

Bruce Archer, un ingeniero mecánico británico, desarrolló un método sistemático para diseñadores (Archer), el cual sigue las características presentadas a continuación:

El proceso de diseño por lo tanto, debe contener fundamentalmente las etapas: analítica (programación y recopilación de datos), creativa (análisis, síntesis y desarrollo) y de ejecución (comunicación). Para Archer el diseño conceptual consiste en “...seleccionar los materiales correctos y darles forma para satisfacer las necesidades de función y estéticas dentro de las limitaciones de los medios de producción disponibles”.



Figura 2. Metodología propuesta por Archer.

Realizando una combinación de ambos modelos propuestos por los autores anteriormente señalados, se llegó a un método de diseño el cuál será utilizado para detectar, ubicar y dar solución al problema encontrado.

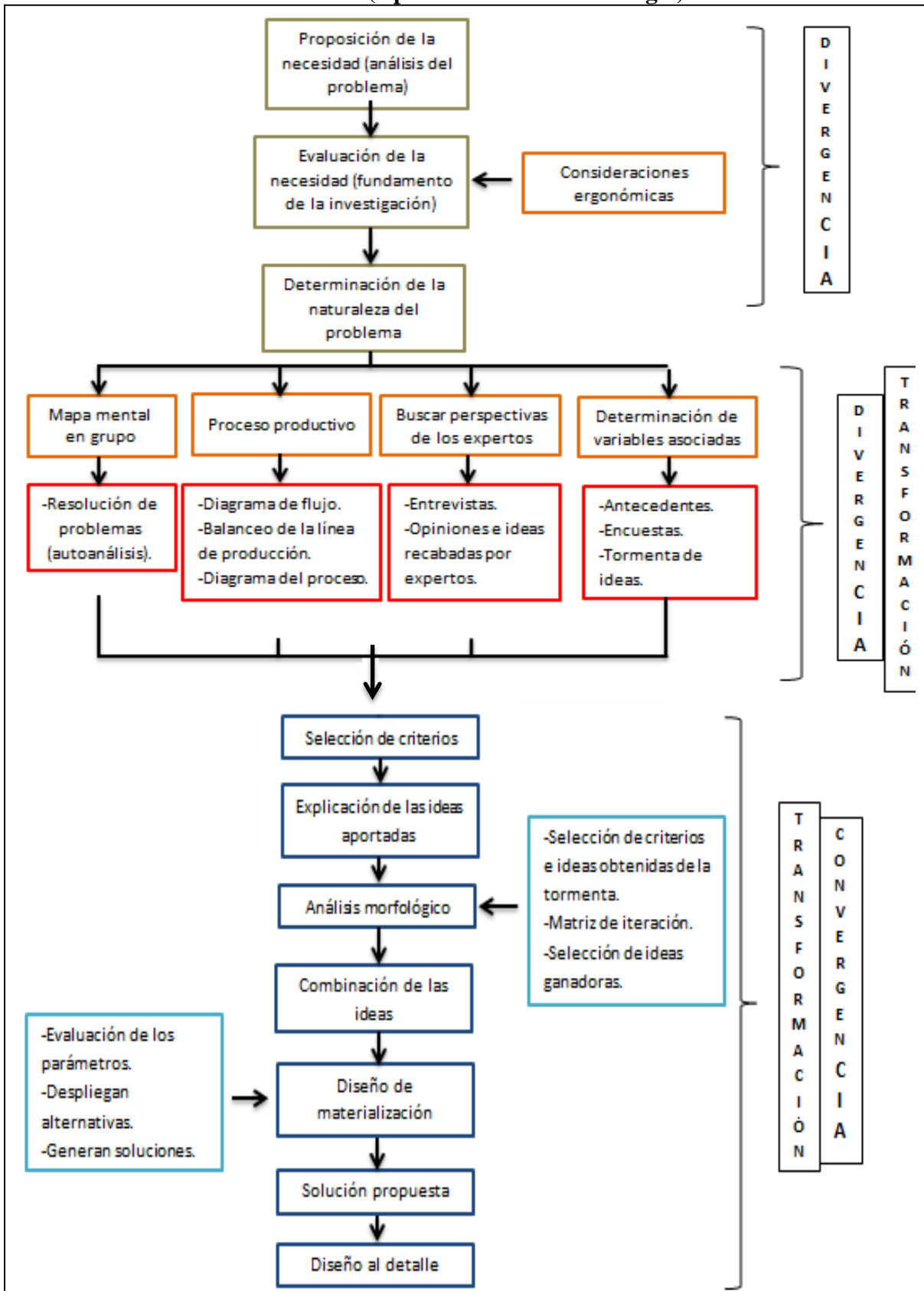
Se comenzará con una etapa inicial donde se realizará una descomposición y búsqueda de información, o de Divergencia. Se partirá de la incertidumbre que se tiene sobre las cualidades del objeto de diseño. Realizando mapas mentales, encuestas y proposición de la necesidad. Una segunda etapa de ordenamiento y jerarquización de información, o transformación: Se clasificará la información de los componentes físicos. Se jerarquizarán según criterios de diversa índole, aquí interviene la filosofía del diseño, realizando en ella tormentas de ideas y mecanismos de generación de soluciones. La tercera etapa de composición de elementos a base de información, o de convergencia: Se comenzará la aproximación formal de la estructura física, etapa de síntesis y evaluación. Es un proceso con alto grado de creatividad y estética, pero metódico y estructurado. Se realizará una

selección de criterios y una matriz de selección, llegando a una idea propuesta que permitirá el transporte y almacenamiento de los envases.

Una vez completada la fase conceptual del diseño y teniendo la solución propuesta, se procederá a realizar el estudio y el análisis del sistema mecánico, designando las variables que intervienen en la puesta en marcha del dispositivo tales como esfuerzos, deformaciones y fatiga, conociendo así el ciclo de vida que tendrá el diseño teniendo en cuenta que trabaja las 24 horas del día 7 días a la semana (24/7). Para ello nos basaremos en la literatura propia de autores como Shigley, Mott, Popov, entre otros.

Estos modelos fueron desarrollándose conjuntamente, hasta llegar al diagrama de flujo que se presenta a continuación:

3.1 ESTRATEGIA DE DISEÑO (Aplicación de la metodología).



3.2 PROPOSICIÓN DE LA NECESIDAD

Con el fin de poder dar respuesta a un problema, debemos conocer primeramente las variables que conllevan a la formación del mismo, sabiendo cómo surge y definiéndolo partiendo de una necesidad. Lo necesario en cualquier caso surge como necesidad de la razón que pretende explicar todo en función de un principio último.

Posterior a una visita realizada a Industrias Manfaplast C.A. se evaluó el proceso de producción de envases en una las máquinas de la industria. Es común encontrar en los procesos industriales que el producto final deba ser empaquetado y almacenado.

En esta industria existen líneas de producción de envases de plástico que opera de la siguiente forma:

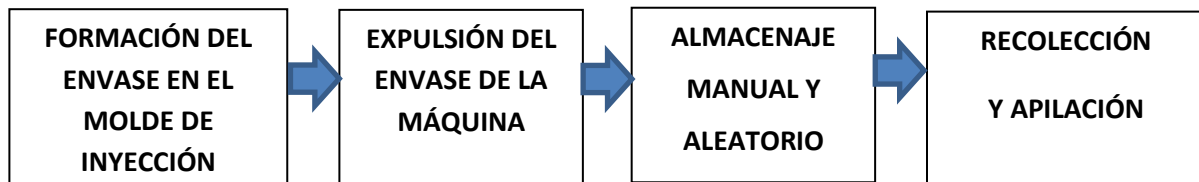


Figura 3. Proceso general de la línea de producción.

El proceso descrito en la figura 3 se lleva a cabo consecutivamente por dieciséis máquinas que trabajan sin detenerse 24/7 (Figura 4). La mano de obra existente consta de un operario por cada cuatro máquinas, el cual se encarga de recoger los envases que caen aleatoriamente a una cesta (Figura 5), luego que estos son expulsados de la máquina de inyección cada ocho (8) segundos (Figura 6). Seguidamente se procede a la recolección manual de los envases donde se dispone a apilarlos en columnas de veinticinco envases (25), proceso que falla en regularidad. Al realizar mediciones en la máquina, se vio que la salida de los envases ocurre a treinta (30) centímetros del suelo, de ahí caen a una cesta, distancia que no favorece ergonómicamente a los operarios.



Figura 4. Línea de producción Industrias Manfaplast C.A.



Figura 5. Almacenaje, recolección y apilación de envases.



Figura 6. Proceso de Inyección y expulsión de envases.

Es en la fase de transporte y almacenaje donde radica el enfoque de este Trabajo Especial de Grado. A partir de esta visita se llega a la conclusión, luego de una posterior reunión con los directivos de la industria, que existe la necesidad de solventar esta situación y darle formalidad, optimizando la línea de producción a partir de la salida de los envases de la máquina de inyección, ya que al realizarse de manera manual afecta directamente el desarrollo de las operaciones. La directiva se plantea a mediano plazo aumentar la velocidad de la línea de producción expulsando envases cada seis segundos.

3.3 CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS

A raíz de que cada día son más evidentes las consecuencias generadas a partir de un puesto de trabajo mal diseñado, afectando directamente la salud de los trabajadores y la productividad de la empresa, se ha empezado a prestar atención por parte de los empleados, empleadores, sindicatos e investigadores a lo que se conoce como ergonomía.

La ergonomía se puede definir como la ciencia que estudia al trabajador en relación con las variables que interactúan en el lugar y puesto de trabajo. En otras palabras, se busca adaptar dichas variables para evitar los distintos problemas de salud y aumentar la eficiencia. Se trata no solamente de realizar el trabajo en el menor tiempo posible aumentando la productividad, sino que se realice causando los menores efectos negativos sobre la salud.

Según el manual “Conoce tus riesgos” publicado por la Unión Sindical Obrera (USO) en Canarias, España (USO, 2006) si el puesto de trabajo no está bien diseñado el trabajador sufre trastornos de salud frecuentes como:

- Lesiones de espalda.
- Aparición de una lesión LER (Lesiones por esfuerzos repetitivos).
- Problemas de circulación en las piernas.

Aplicando esta teoría al T.E.G., como se mencionó anteriormente, en la industria los trabajadores realizan la recolección de envases manualmente en una cesta a ras de suelo, posición que no contribuye ergonómicamente a los mismos, ya que deben agacharse y permanecer cierto tiempo para realizar una columna de envases.

Con la colocación de un dispositivo automático se pretende también conseguir mejorar la calidad en los puestos de trabajo, para aquellos empleados que se encarguen de realizar la recolección de envases, logrando que puedan recolectar los mismos no solo ya apilados en columnas sino también a una cierta altura que sea adecuada para ellos.

En la figura 7 vemos como el operario mantiene una posición no recomendada pudiendo causar lesiones en los puntos 1(rodilla), 2 (hombro) y 3 (espalda) señalados en rojo.

En la información recabada del sitio web (www.ergonomia.cl, 2014), se tiene:

- << Ninguna tarea debe exigir de los trabajadores que adopten posturas forzadas, como tener todo el tiempo extendidos los brazos o estar encorvados durante mucho tiempo.
- Se deben rotar las tareas para disminuir todo lo posible el tiempo que un trabajador dedica a efectuar una tarea sumamente repetitiva, pues las tareas repetitivas exigen utilizar los mismos músculos una y otra vez y normalmente son muy aburridas.
- Hay que colocar a los trabajadores y el equipo de manera tal que los trabajadores puedan desempeñar sus tareas teniendo los antebrazos pegados al cuerpo y con las muñecas (anatomía) rectas. >>



Figura 7. Recolección de envases en Industrias Manfaplast C.A.

3.4 DETERMINACIÓN DE LA NATURALEZA DEL PROBLEMA

La naturaleza del problema viene de la mano con la necesidad que se presenta. Una vez que se tiene identificada la necesidad se aborda la aparición del problema, el cual debe llevar consigo una estructura y unas variables asociadas que permitan a los diseñadores atacar el mismo. Para lograr su resolución se dispone de una fase en la cual se supone la conclusión de un proceso más amplio que tiene como pasos previos la identificación del mismo y su modelado.

Para ello se dispuso realizar, con el fin de tener una visión más clara de las causas que llevan a la formación del problema, una serie de mapas mentales sacando todo aquello que se tiene en mente. Así mismo, se realizó el diagrama conocido como “espina de pescado”, este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa - efecto entre las diversas variables que intervienen en un proceso.

El mapa mental es la expresión del pensamiento irradiante y, por tanto, una función natural de la mente. Es una técnica gráfica que nos ofrece una llave maestra para acceder al

potencial de nuestro cerebro. Se puede aplicar a todos los aspectos de la vida, de modo que una mejoría en el aprendizaje y una mayor claridad de pensamiento pueden reforzar el trabajo del hombre (Tony Buzan, 1984). En su trabajo “El libro de Mapas Mentales” Buzan estudió una cantidad de ideas esquemáticas y creativas que nos ayudará a conocer el mecanismo de nuestro cerebro.

Utilizando un método sencillo, presenta una serie de soluciones a través de un organigrama para poder entender nuestros pensamientos de forma ordenada y concisa.

Nuestro cerebro presenta una habilidad infinita marcada por cinco funciones principales:

- Recepción: Sentidos: gusto, tacto, vista, olfato.
- Retención: Memoria retentiva.
- Análisis: Proceso de información.
- Emisión: Modo de comunicación: acto creativo pensamiento.
- Control: funciones mentales y físicas.
- Habilidades mentales como lenguaje, ritmo, número, color, lógica, imágenes y percepción espacial.

3.5 MAPA MENTAL EN GRUPO

Utilizaremos la técnica propuesta por Buzan que consiste en combinar las ideas y capacidades creativas de un grupo de individuos.

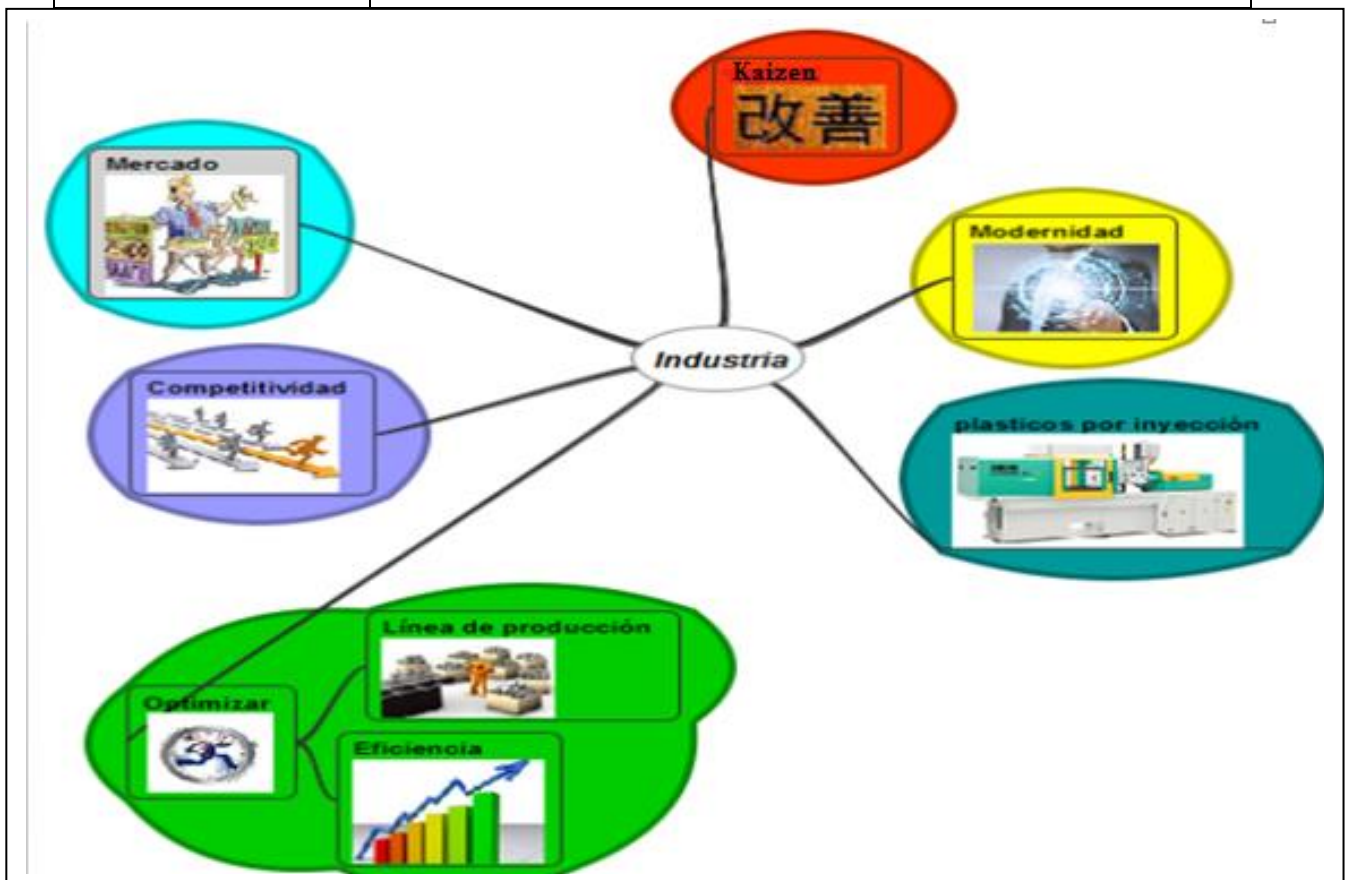
Las aplicaciones del mapa mental en grupo serán las siguientes:

- .- Creatividad conjunta.
- .- Evocación combinada.
- .- Resolución y análisis de problemas en grupo.
- .- Toma de decisiones en grupo.
- .- Administración de proyectos en grupo.
- .- Entrenamiento y educación en grupos.

3.5.1 Resolución de problemas.

Para llevar cabo la resolución de problemas a través de mapas mentales se aplica lo mismo que al realizar un autoanálisis. La diferencia existente es que la atención se presta en un rango a característica personal causante de la preocupación.

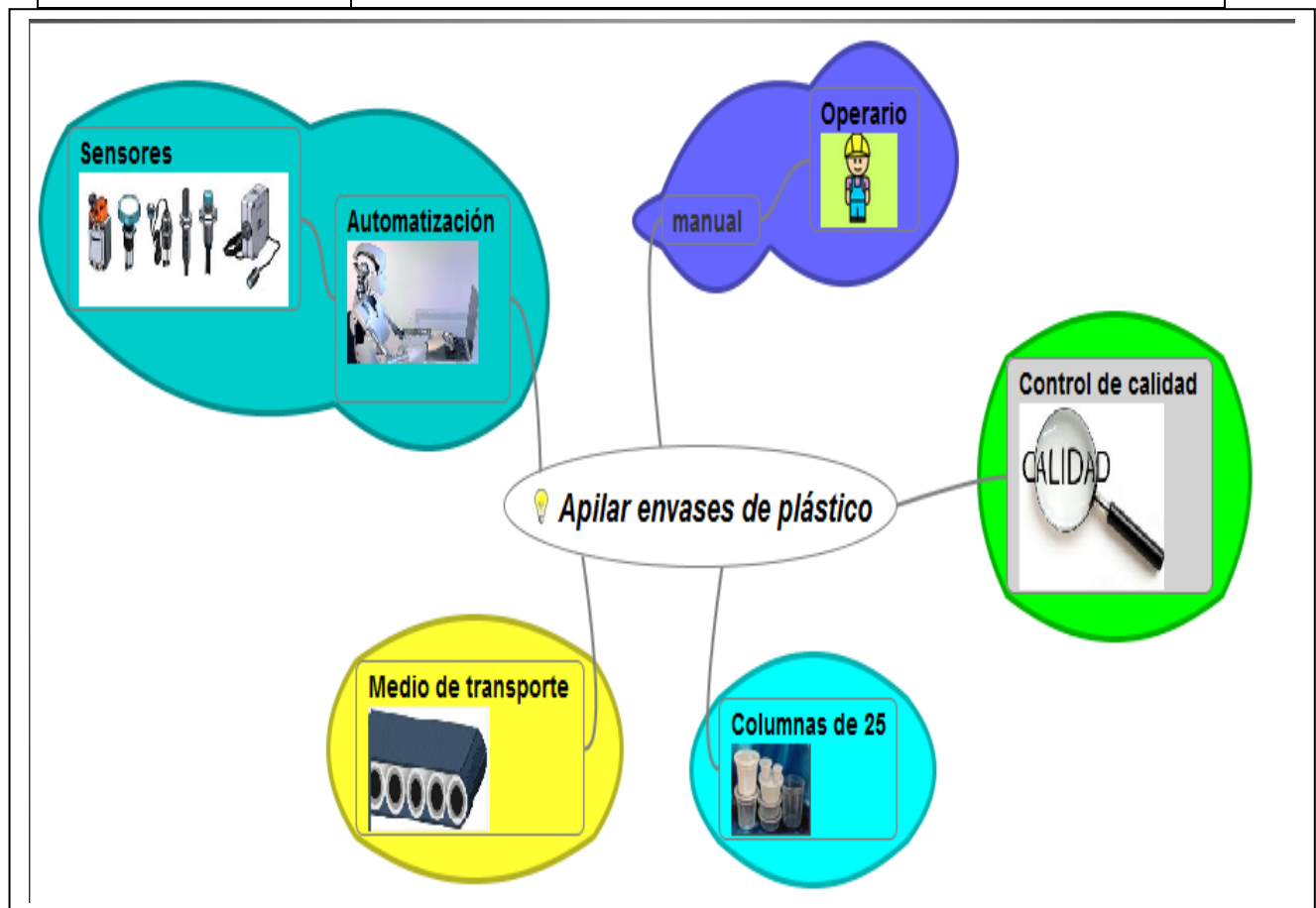
MAPA MENTAL: 1	Lugar: Casa de uno de los autores
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Osvaldo Casale ➤ Ciro Ho
OBJETIVO	En este primer mapa mental, se tiene como objetivo, presentar los diversos factores que influyen en una industria hoy día, como consecuencia del panorama mundial globalizado, y de la necesidad existente por parte del empresario de ser cada día más competitivo en su ramo.



Mapa mental 1. Factores que intervienen en la producción de la industria.

Fuente: Los autores

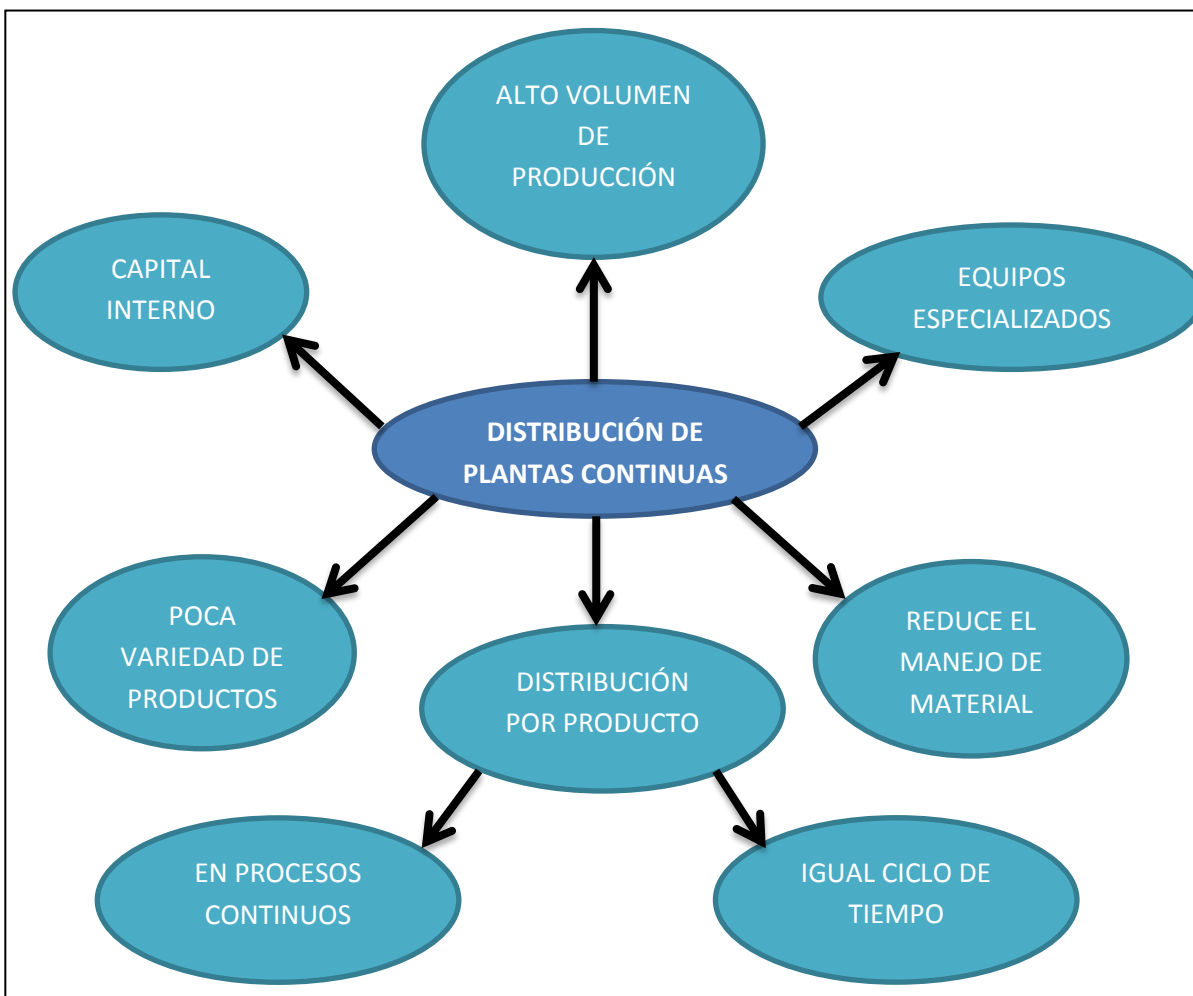
MAPA MENTAL: 2	Lugar: Casa de uno de los autores
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Osvaldo Casale ➤ Ciro Ho
OBJETIVO	En este segundo mapa mental, se tiene como objetivo, indagar sobre la problemática del dispositivo a diseñar y a lo que se pretende llegar con el diseño del mismo, desde un punto de vista general.



Mapa mental 2. Indagación sobre el dispositivo a diseñar.

Fuente: Los autores.

MAPA MENTAL: 3	Lugar: Casa de uno de los autores
PARTICIPANTES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Osvaldo Casale ➤ Ciro Ho
OBJETIVO	En este tercer mapa mental se presenta por parte de los autores la distribución existente en las plantas continuas, ya que estas se distinguen por el grado de estandarización y el volumen de producción.



Mapa mental 3. Distribución de las plantas continuas. **Fuente:** Los autores.

3.6 PROCESO PRODUCTIVO

Existen distintas herramientas utilizadas en la gerencia de procesos que suelen ser útiles al momento de examinar una línea de producción como son: Tormenta de ideas (desarrollada en capítulos siguientes), técnica nominal, diagrama de Pareto, diagrama de flujo, gráfico de corrida, gráfico de control, histograma, diagrama de causa efecto y diagrama de correlación.

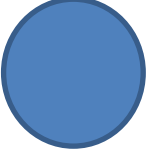




Para efectos del T.E.G. se presentará el diagrama de flujo de la Industria Manfaplast C.A. presentando el actual y el propuesto por los autores con el propósito de conocer a fondo todo lo relacionado con la línea de producción de los envases, desde que comienza su formación en la máquina hasta su empaquetado.

El diagrama de flujo también conocido como diagrama del proceso (Material clases Prof. Raffaele D' Andrea) es la representación gráfica de la sucesión de hechos o fases que se presentan al aplicar el método o procedimiento de trabajo, clasificándolo mediante símbolos según la naturaleza de cada cual.

Las actividades principales de un proceso son la operación e inspección, sin embargo se utilizan otros tres símbolos para precisar con mayor detalle; estos son transporte, espera y almacenamiento.

Los símbolos utilizados en el diagrama del proceso recabados de (ASME) se presentan en la tabla 4 a continuación:

Tabla 4. Símbolos utilizados en el diagrama de operaciones. **Fuente:** ASME.

<p>OPERACIÓN</p> 	<p>Indica las principales fases del proceso. Se dice que hay una operación cuando se modifican intencionadamente cualesquiera características físicas o químicas de un objeto, cuando éste se monta o desmonta con relación a otro objeto o se prepara una operación subsiguiente, como el transporte, inspección o el almacenamiento.</p>
<p>INSPECCIÓN</p> 	<p>La inspección es la actividad en la cual se verifica la calidad y/o cantidad de la parte que se estudia.</p>
<p>TRANSPORTE</p> 	<p>Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipos de un lugar a otro, salvo cuando el traslado forme parte de una operación o sea efectuado por los operarios en su lugar de trabajo en el curso de una operación o inspección</p>
<p>ALMACENAMIENTO</p> 	<p>Significa depósito o archivo de un objeto bajo vigilancia o con fines de referencia. Existe almacenamiento cuando el objeto es guardado contra el traslado no autorizado del mismo.</p>
<p>ESPERA</p> 	<p>Representa demora, retraso, interrupción o almacenamiento temporal. Un retraso ocurre cuando una parte no se puede procesar inmediatamente al llegar a la siguiente unidad de trabajo</p>

Una vez conocida la simbología, se procede a la composición de un diagrama de análisis del proceso que indica las diversas actividades a que da lugar un trabajo o un producto en la industria, anotando todas ellas por medio de los símbolos apropiados. El diagrama de análisis del proceso debido a su complejidad suele consignarse en una línea única y no en sub-operaciones propias de cada proceso, donde suele hacerse un diagrama para cada pieza importante.

3.6.1 Balanceo de la línea de producción o ensamble

El balanceo de la línea de producción se realiza con el objetivo de agrupar y/o subdividir las actividades para que las estaciones de trabajo tengan igual cantidad de trabajo y por tanto el mismo tiempo. Para efectos de industria, se presenta este problema generándose restricciones de tiempo “cuellos de botella” y tiempo ocioso. Para llevar a cabo el balanceo se debe conocer los tiempos de cada operación y la procedencia de las operaciones.

En el tabla 5 se presenta el diagrama de análisis del proceso actual de la industria donde se puede observar que es excesivo el uso de mano de obra. El tiempo de espera por el operario, seguido de una inspección de cada envase (control de calidad) para luego formar la columna de 25 envases y posterior traslado resulta superior a los ocho minutos por columna, tiempo que podría ser aprovechado en otras funciones.

Se manipulan los envases exageradamente ya que el operario debe agarrar cada uno e inspeccionarlo pudiendo realizarse de una manera más eficiente. Otra desventaja que debemos considerar es que al tener los envases acumulándose en la cesta sin ser recogidos en un tiempo prudencial por el operario (haciendo otras labores), genera una demora que produce que se tape el sensor óptico de la máquina (al tener una montaña de envases) parando la producción de los envases. Todo lo anteriormente se resume en un desbalanceo en la línea productiva de la industria.











3.6.2 Manipulación de los materiales

La manipulación aumenta el costo de fabricación pero no añade nada al valor del producto. Por tanto se considera eliminar la manipulación que no sea absolutamente necesaria, ya que ésta muchas veces ocupa un gran porcentaje del tiempo total invertido en un proceso. Una buena manera de estudiar la manipulación de materiales es, como se explicó anteriormente a través de diagramas de operaciones, de recorrido y de análisis del proceso.

Se presentan las siguientes consideraciones llamadas “normas” cuando de manipulación de materiales se trata, información obtenida del mismo material del Prof. D’ Andrea, entre ellas se tienen:

- Procurar tener siempre los materiales a una altura considerable para trabajar con ellos. En el caso de la industria, cuando existe la necesidad de recoger y depositar, se puede evitar la manipulación y siempre que sea posible no depositar materiales en el suelo (como se realiza actualmente).
- Mantener lo más cortas posibles las distancias que recorre el material.
- Aprovechar la gravedad de manera que se minimicen gastos, haciendo que los materiales rueden o se deslicen. Este punto resulta un poco difícil ya que los envases salen de la máquina de inyección a 35 cm del piso.
- Acarrear siempre cantidades, esperando que se llene la carretilla o en este caso la cesta para trasladar los materiales. En el caso de los envases de la industria se pretende lograr un dispositivo que ya cumpla con la función de apilar los 25 envases.
- Al momento de considerar la reducción de operarios, debe realizarse sin aumentar la manipulación que ya éstos producen.
- Mantener despejados los lugares de trabajo. Se debe valorar la fabricación de un equipo que no obstruya las demás funciones de la industria.

Tabla 5. Diagrama de análisis del proceso: método actual. Fabricación y almacenaje de envases en la Industria. **Fuente:** Los autores.

Diagrama 1 HOJA Num.1		RESUMEN								
PRODUCTO: Envases de la industria		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTO	ECONOMÍA					
ACTIVIDAD: Recolección de envases MÉTODO: Actual		Operación 	8							
		Transporte 	1							
		Espera 	1							
		Inspección 	1							
		Almacenamiento 	3							
		Distancia (mts)	11							
LUGAR: Galpón de Industria		TIEMPO (MIN.HOMBRE)	8,25							
OPERARIO: de turno		Costos: Día y noche (d/n)								
COMPUESTO POR: Osvaldo Casale ; Ciro Ho		Mano de obra promedio (d/n)	7 bs							
		Material por columna 25 env.	25 bs							
		TOTAL	32 bs							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SIMBOLO					OBSERVACIONES	
										
Almacenaje de materia prima	1	-	-							Polipropileno
Entrada del polímero a la máquina	1	-	1							Inicio del proceso
Fundición del polímero	1	-	2							Material líquido
Cierre del molde	1	-	1							Cierre con la forma del envase
Inyección del polímero fundido	1	-	1							Inyección del polímero
Enfriamiento del material en el molde	1	-	2							Solidificación del polímero
Se abre el molde (expulsión del envase)	1	-	1							El envase cae a la cesta
Almacenaje en la cesta en el suelo	1	1	1							Cesta a ras de piso
Formación de 25 envases por la máquina	25	-	200							Formación de los envases necesarios
Esperar operario	1	-	300							Un operario por cada 4 máquinas
Inspección de los envases por unidad	25	-	90							Control de calidad

Formación de una columna de 25 envases (operario)	25	-	50						Apilamiento de los envases
Traslado de la columna a la zona de empaquetado	1	10	45						Traslado de la columna por parte del operario
Colocación de la columna en el paquete	1	-	10						Se almacenan 10 columnas de 25 envases
TOTAL	-	11	704						

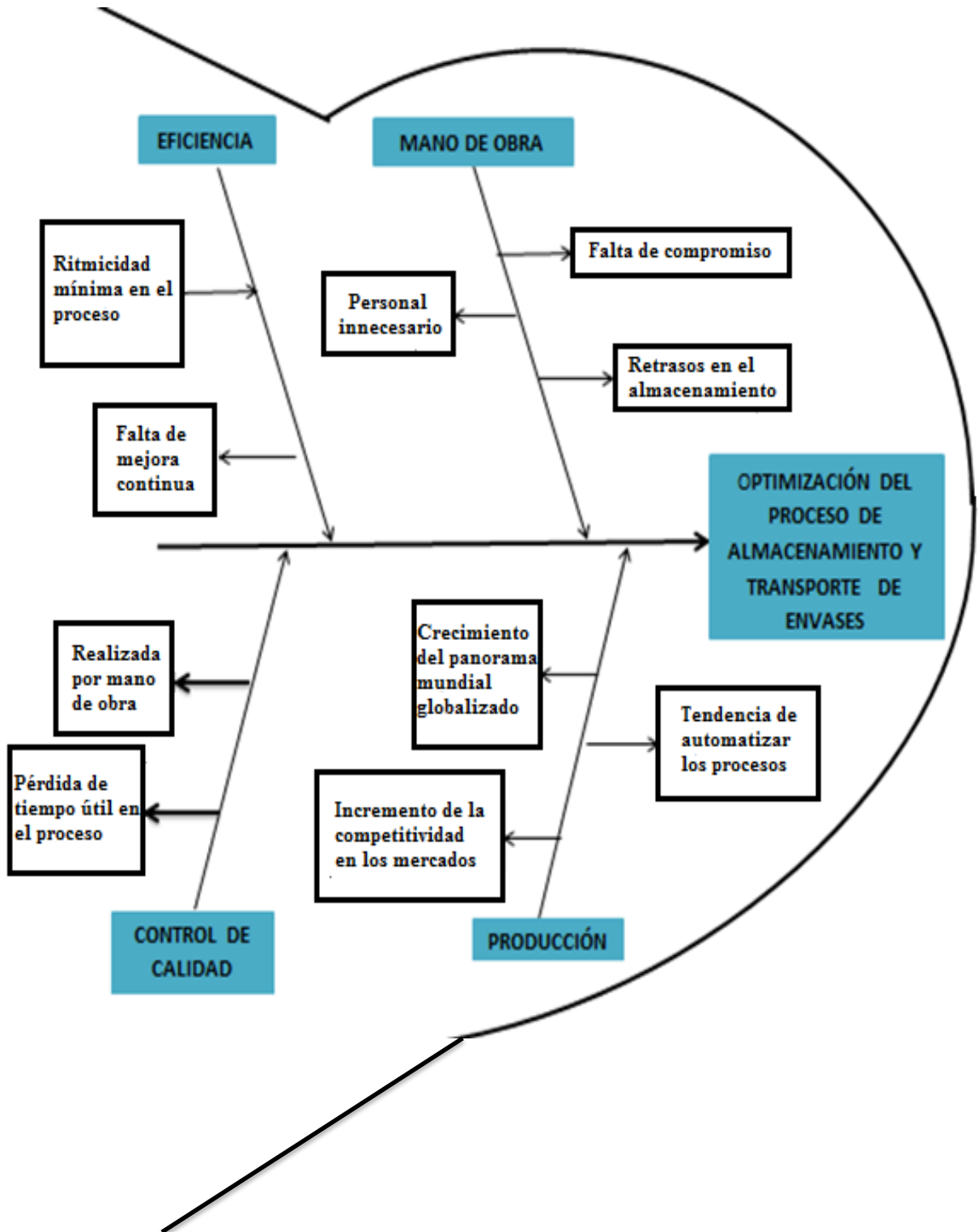


Figura 8. Diagrama de Ishikawa de la industria. Fuente: Los autores.

3.7. DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES ASOCIADAS

3.7.1 Antecedentes

La búsqueda de antecedentes (Método desarrollado en Jones, 1992, Parte II, Método 3.2. Búsqueda de la literatura) tiene como finalidad conocer todas las tecnologías, maquinarias, procesos y dispositivos que tienen relación con lo que se está investigando o desarrollando. Vivas Z., Omar E, nos presenta un trabajo especial de grado en la UCV Caracas (1990), Diseño e implementación de un Sistema Neumático para el Transporte de Viruta de Aluminio. Este trabajo contiene los cálculos así como la información necesaria para realizar un sistema neumático para el transporte de viruta de Aluminio, previo a esto se da una breve descripción del sistema poco eficiente con el que se contaba. Para culminar se da un listado de los equipos y partes con que debería contar el sistema diseñado.

De Oliveira., Armando y Velásquez., Jesús, presentan un trabajo especial de grado en la UCV Caracas (1994), Diseño de un Sistema para Transporte de Afrecho. Este trabajo especial tiene como objeto fundamental el diseñar un sistema para transportar afrecho producido por cuatro molinos de una planta procesadora de trigo, con el fin de aliviar el problema existente en el almacenamiento de afrecho. En el diseño se plantean diferentes posibilidades y se recomienda la más adecuada de acuerdo a las necesidades existentes. Se diseña un sistema de aspiración con la ayuda de una hoja de cálculo, se diseña un segundo transporte neumático bajo condiciones y premisas similares. Por último se elaboran además el funcionamiento y control para poder ser supervisado.

Contreras E., José R Y Martínez G., Jesús A, presentan un trabajo especial de grado en la UCV Caracas (2000), el estudio para la optimización del sistema de transporte de materia prima de una empresa fabricante de vidrio. Se realizó esta optimización tomando en cuenta aspectos como la cantidad de materia prima que se perdía, el funcionamiento de los equipos de transporte, inventario en los equipos, sugiriendo diversas alternativas de soluciones a los problemas de los equipos estudiados.

Castarlenas M., Leonardo, presenta su trabajo especial de grado en la UCV Caracas (2003), sobre el diseño automático de ordenamiento y empaquetado de virolas para brochas, que permite ser acoplado a la línea de producción de las mismas, con la finalidad de reducir los costos de fletado, en la empresa técnica Monte Blanco. Se empleó para el desarrollo de este proyecto la metodología planteada por Krick (1981) compuesta por cinco etapas, la primera de ellas se basó en la formulación del problema, seguido por un análisis detallado para comprender el mismo a fondo, logrando entrar en la etapa de búsqueda de soluciones donde se plantearon varias opciones posteriormente evaluadas para la toma de decisión, resultando un sistema de “ordenado-empaquetado” automático, acorde con la cadena de producción.

Gomez P., Dani F y Fava G., Sergio J, muestran en su trabajo especial de grado en la UCV Caracas (2008), el diseño, construcción y automatización de una cinta transportadora para la simulación mecánica de un proceso industrial, se desarrolló el diseño y selección de un sistema de transporte por cadena, se realizaron los cálculos y planos para su construcción. Para accionar el motor se instaló un gabinete de potencia, el control del sistema se llevó a cabo a través de un PLC acompañado por una serie de sensores de diferentes características, programados para realizar simulaciones de diferentes procesos que involucran la utilización de cintas transportadoras.

Rojas T., Ma.Alejandra y Vera R., Ramón E, presentan un trabajo especial de grado en UCV Caracas (2010), aplicación de las técnicas de diseño conceptual para el desarrollo de un bien de consumo. Se realizó bajo un criterio de innovación, teniendo como finalidad servir como guía referencial a todo aquel que se enfoque en esa clase de diseños a nivel de la ingeniería mecánica en Venezuela. La metodología desarrollada se basó en todas aquellas técnicas de Diseño Conceptual, y en la pericia de especialistas en el área de Diseño. La metodología se inició con la concepción de la necesidad o problema, hasta el diseño al detalle de un dispositivo para la obtención de jugos naturales de las principales frutas.

Pereira G., Paola S y Ruiz P., Mireya T, presentan un trabajo especial de grado en la UCV Caracas (2010), Aplicación de las técnicas de diseño conceptual para la creación de un espacio de enseñanza – aprendizaje que reúna los conocimientos teóricos con experiencias técnicas, como respuesta a las carencias que han percibido los usuarios de los laboratorios del Departamento de Diseño de la Escuela de Ingeniería Mecánica. Este espacio cumple con una serie de aspectos fundamentales que engloban: apoyo a la teoría, dominio de técnicas computacionales en el diseño y experiencias de tipo vivencial.

Da Silva G., Lisett , presentan en su trabajo especial de grado en la UCV Caracas (2011), el rediseño en el sistema de recepción, transferencia y almacenamiento de trigo, de una planta procesadora de alimentos, con el objetivo de acortar los tiempos de ejecución de los procesos realizados por este sistema, desde la fase inicial de descarga de la materia prima en la tolva de recepción, pasando por su almacenamiento en los silos principales, o en el almacén de trigo, según se requiera, y su descarga para la transferencia al proceso de pre-limpiado, hasta la llegada del mismo a los silos metálicos para su almacenamiento final dentro del sistema.

Hernández G., Ángel G, presenta un trabajo especial de grado en la UCV caracas (2012), Optimización del sistema de almacenamiento y transporte de una planta productiva de alimentos para animales, en donde por los costos generados por el concepto de almacenamiento y transporte de materia prima de forma manual dentro de la planta, crearon la necesidad de rediseñar un sistema de almacenamiento y transporte mecánico. Realizaron cálculos necesarios para la implementación de un sistema de almacenamiento de materia prima en los silos metálicos armables, luego se realizaron los cálculos necesarios para definir los sistemas de transporte de materia prima, lo cual contempló el fijar el recorrido óptimo de materia prima dentro de la planta.

Aguilar B., Marco A y Carrillo G., Emmanuel M, presentan en su trabajo especial de grado en la UCV Caracas (2013), el diseño de un dispositivo transportador de bultos de azúcar en la línea de producción de una industria azucarera. Se aplicaron técnicas de diseño conceptual a la solución del problema que consiste en deficiencias encontradas en una línea

de producción. Se planteó dar solución al problema seleccionando un modelo basado en los autores Munari, Archer, Pereira y Ruiz. La fase inicial se denominó como fase de divergencia empleando métodos como mapas mentales, encuestas, entrevistas, entre otros. Paso seguido se realizó una etapa de transferencia en la cual se captó un volumen importante de ideas y por último una etapa de convergencia donde las ideas mediante su interacción permitieron establecer relaciones. Con el uso de estas técnicas se llegó a una solución potencialmente ejecutable, para culminar con la Ingeniería al Detalle realizando cálculos, diseño, instrumento de control, etc.

Para efectos del problema que se está tratando en este T.E.G., se concluye que los trabajos realizados hasta el momento en el diseño de dispositivos que han buscado la sistematización de la metodología de diseño con el fin de optimizar procesos, presentan limitaciones referentes a la geometría de la pieza, factor decisivo en la automatización del proceso.

3.7.2 Encuestas

La encuestas (Método desarrollado en Jones, 1992, Parte II, Método 3.5, Cuestionarios, adicionalmente Método 3.6 Investigación del comportamiento del usuario) de acuerdo con la Real Academia Española, se define como una averiguación o pesquisa, un conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa, para averiguar estados de opinión o diversas cuestiones de hecho.

En el presente T.E.G. se desarrollarán dos tipos de preguntas clasificadas por su forma de respuesta página web (EntrevistasDeTrabajo.com, 2012):

❖ Preguntas abiertas

Las preguntas abiertas son las que más se utilizan en las entrevistas personales, porque suelen ser muy útiles para el entrevistador. Se formula para captar más información acerca del candidato por lo tanto se espera una respuesta amplia.

❖ Preguntas cerradas

Por lo general las preguntas cerradas son aquellas que se puede responder utilizando un "si", "no" o con respuestas muy cortas. Su mayor utilidad es la de conocer información específica como cuántos años de experiencia tenemos o el grado de nuestro conocimiento técnico. Las preguntas cerradas son más fáciles para el candidato ya que no tiene que escribir o verbalizar sus pensamientos tan sólo seleccionar la alternativa que describa de mejor manera su respuesta.

Diferencias entre preguntas cerradas y abiertas:

Abiertas		Cerradas
baja	Confiabilidad de la información	Alta
baja	Uso eficiente del tiempo	Alta
baja	Precisión de los datos	Alta
mucha	Amplitud y profundidad	Poca
difícil	Facilidad de análisis	Fácil

❖ Preguntas Semi-abiertas

Son preguntas de características intermedias entre los dos tipos anteriores, que intentan no perder nunca mucha riqueza de información a costa de perder algo de facilidad en la tabulación de las respuestas. Se le proporciona al encuestado una serie de opciones con el fin de que este escoja una respuesta o pueda expresar su opinión libremente.

- **Metodología de la encuesta aplicada**

La encuesta fue aplicada a 28 personas que desempeñan diferentes labores en la industria Manfaplast C.A, y que estuviesen ligados directa o indirectamente con la línea de producción.

- **Población o muestra**

A continuación se presenta la población y muestra de la encuesta realizada basándose en género, edades y cargo que desempeñan teniendo los siguientes resultados:

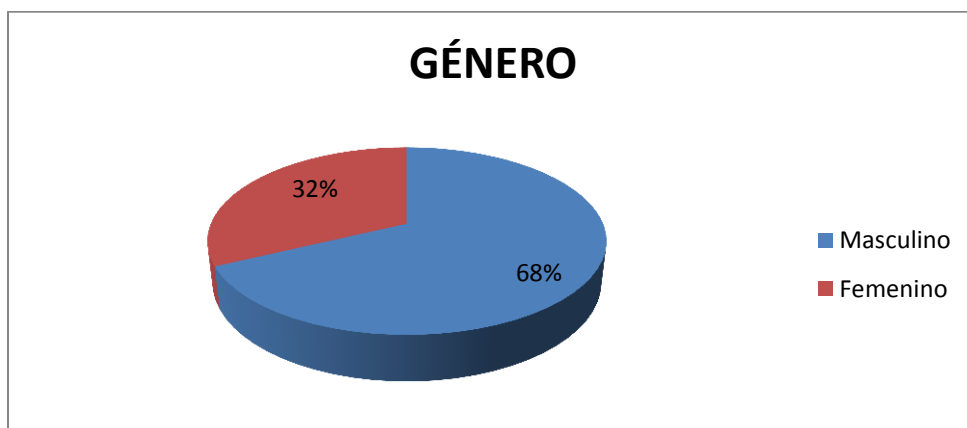


Gráfico 1. Género de los encuestados. **Fuente:** Los autores.

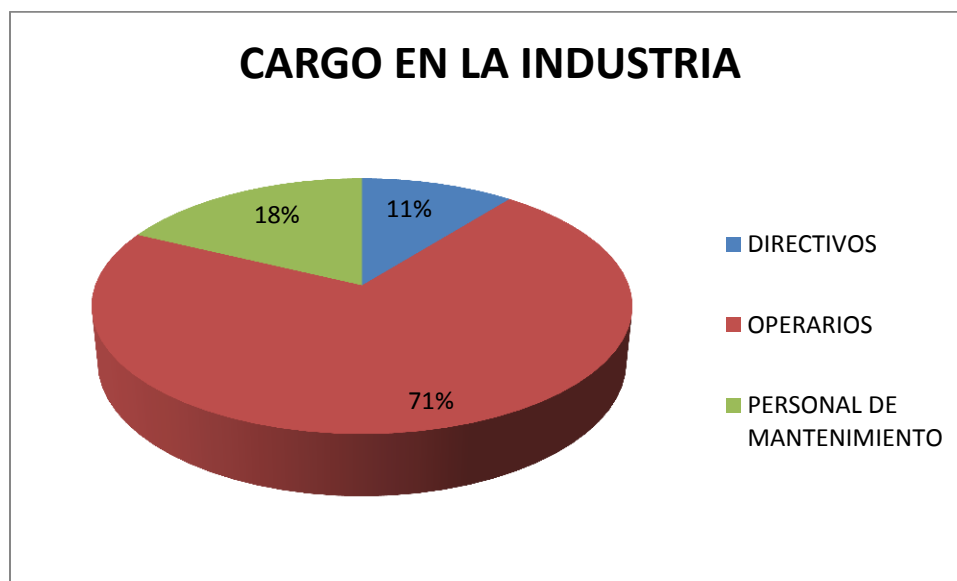


Gráfico 2. Cargo que desempeñan los encuestados en la industria. **Fuente:** Los autores.

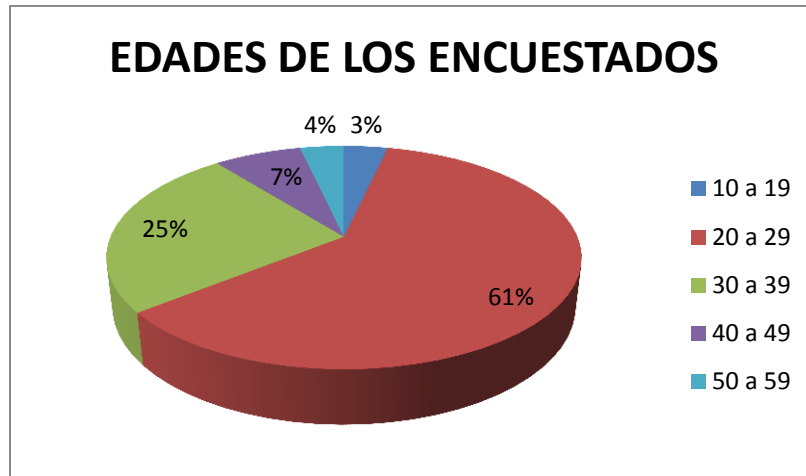


Gráfico 3. Edades de los encuestados. **Fuente:** Los autores.

- **Instrumento para la recolección de datos**

Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer información de ellos (Sabino, 1992). De este modo el instrumento sintetiza en sí toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores.

La tabla 6 representa la forma en la que se va a obtener la información mediante la encuesta. Se realizaron una serie de preguntas que llevan consigo el objetivo que se desea alcanzar.

Tabla 6. Preguntas de la encuesta. **Fuente:** Los autores.

PREGUNTA	TIPO	OBJETIVO
¿Le parece eficiente realizar la recolección y apilamiento de los envases de plástico manualmente?	CERRADA	Conocer la opinión del personal de la industria respecto a la recolección y almacenamiento de envases
¿Cómo considera que es la mejor forma de apilar los envases de plástico?	ABIERTA	Buscar la opinión e ideas del personal sobre la forma de apilar los envases
¿Considera necesario realizar el transporte y almacenamiento de los envases a través de una máquina?	CERRADA	Percibir la opinión del personal de la industria sobre la colocación de un aparato que intervenga en el en el transporte y almacenaje
¿Consideras que realizar un sistema que apile los envases de plástico te daría mejor calidad en el área de trabajo?	CERRADA	Conocer si los empleados se sentirán más a gusto y serán más eficientes colocando un sistema
¿Considera que debería haber mejoras en la línea de producción? En caso afirmativo expresar que tipo de mejora recomienda	SEMI-ABIERTA	Conocer si los empleados y su entorno consideran que debe haber mejoras en la línea de producción de la industria.

- **Formato con el cuál se realizó la encuesta:**

- 1) ¿Le parece eficiente realizar la recolección y apilamiento de los envases de plástico manualmente?

Si

No

- 2) ¿Cómo considera que es la mejor forma de apilar los envases de plástico?

- 3) ¿Considera necesario realizar el transporte y almacenamiento de los envases a través de una máquina?

Si

No

No se

- 4) ¿Considera que realizar un sistema que apile los envases de plástico le daría mejor calidad en el área de trabajo?

Si

No

No se

- 5) ¿Considera que debería haber mejoras en la línea de producción?

Si

No

No se

- 5a) En caso afirmativo expresar que tipo de mejora recomienda

- **Análisis y resultados de las encuestas.**

A continuación se presentan los resultados de las encuestas y el análisis de los mismos, luego de haber consultado al entorno que desarrolla labores en la industria.

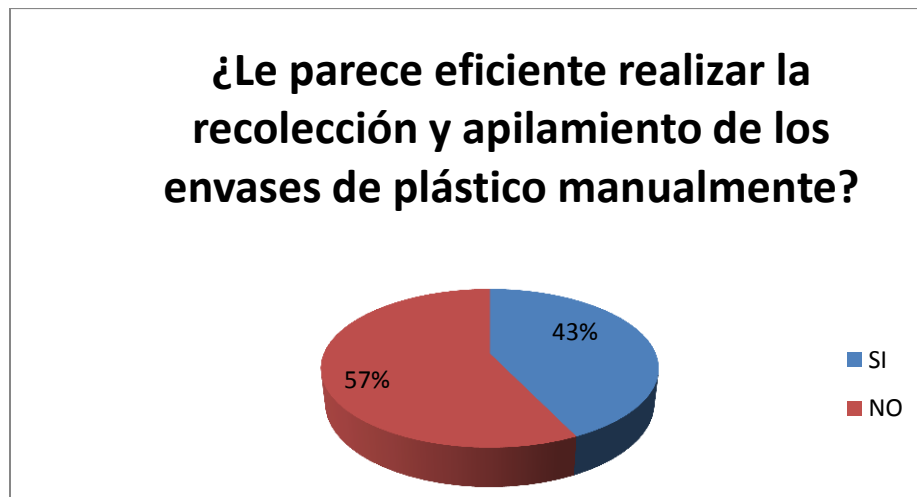


Gráfico 4. Pregunta 1 de la encuesta. **Fuente:** Los autores.

La pregunta 1 que tuvo como objetivo conocer la opinión del personal de la industria respecto a la recolección y almacenamiento de envases, arrojó como resultado que un total de 16 trabajadores no les parece eficiente la recolección de envases para un 57% de los encuestados, mientras que 12 trabajadores respondieron afirmativamente y creen que el proceso es eficaz para un 43%.

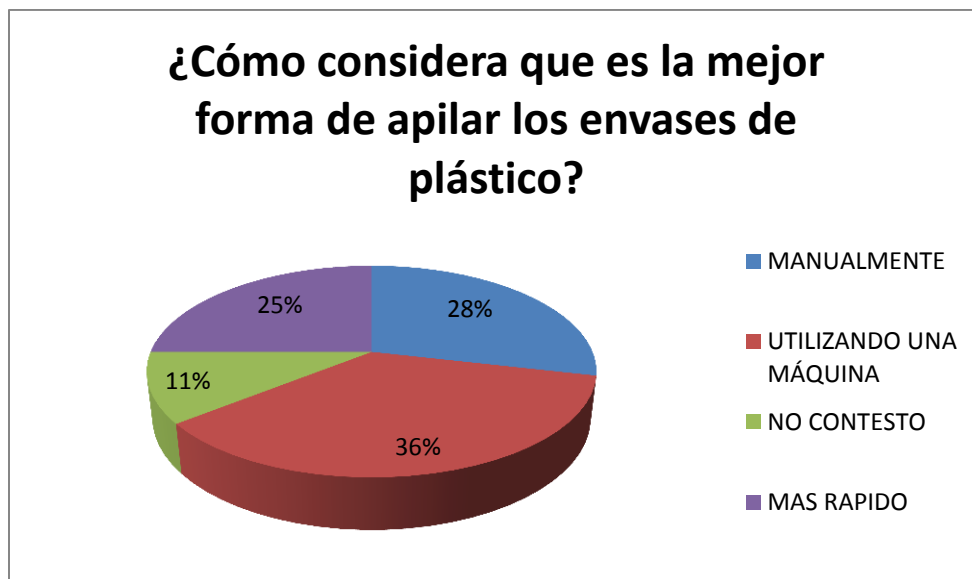


Gráfico 5. Pregunta 2 de la encuesta. **Fuente:** Los autores.

La pregunta 2 que tuvo como objetivo buscar la opinión e ideas del personal sobre la forma de apilar los envases, tuvo como resultados que 8 de ellos expresaron que manualmente era la mejor manera para un 28%, 10 trabajadores dijeron que preferían la utilización de una máquina para un 36%, 7 personas pensaron que debía ser más rápido el proceso siendo un 25%, y 3 trabajadores se abstuvieron de dar su opinión sumando el 11% restante.

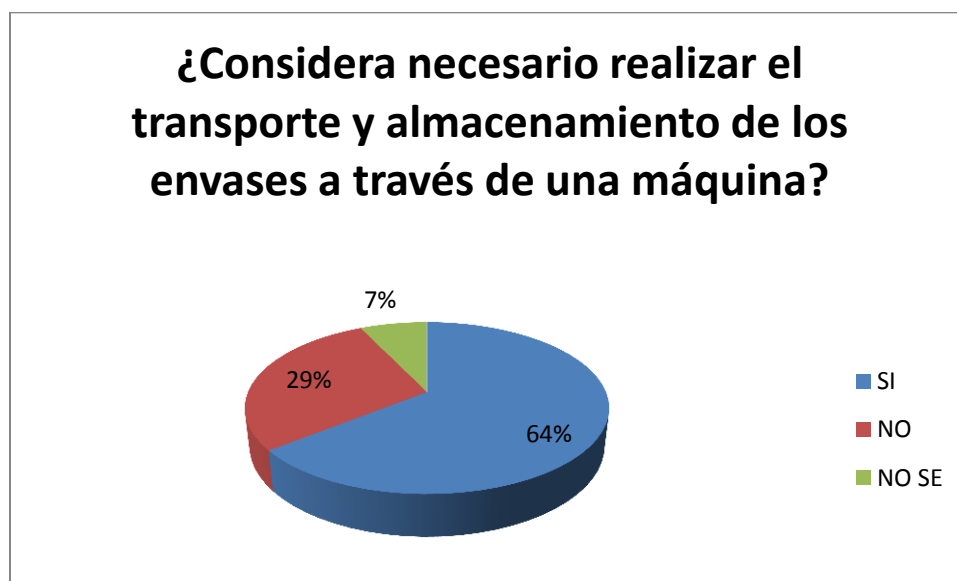


Gráfico 6. Pregunta 3 de la encuesta. **Fuente:** Los autores.

La pregunta 3 cuyo objetivo fue percibir la opinión del personal de la industria sobre la colocación de un aparato que intervenga en el en el transporte y almacenaje, tuvo una gran aceptación por parte de los trabajadores de los cuales 18 lo consideraron necesario para un 64% de los encuestados, 8 de ellos no lo consideraron una necesidad importante sumando un 29%, por último 2 de los empleados decidieron no opinar para un 7%.

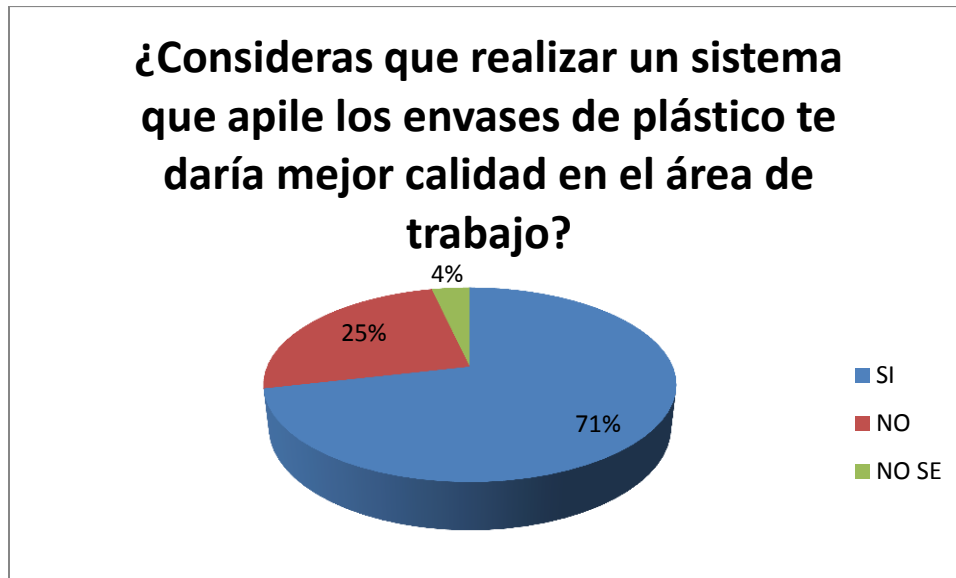


Gráfico 7. Pregunta 4 de la encuesta. **Fuente:** Los autores.

La pregunta 4 con el objetivo de conocer si los empleados se sentirán más a gusto y serán más eficientes colocando un sistema la gran mayoría mostró su aprobación en la industria, para un total de 20 trabajadores un 71%, 7 de ellos dijeron que no les daría más calidad en su área para un 25%, un solo trabajador no opino para un 4%.

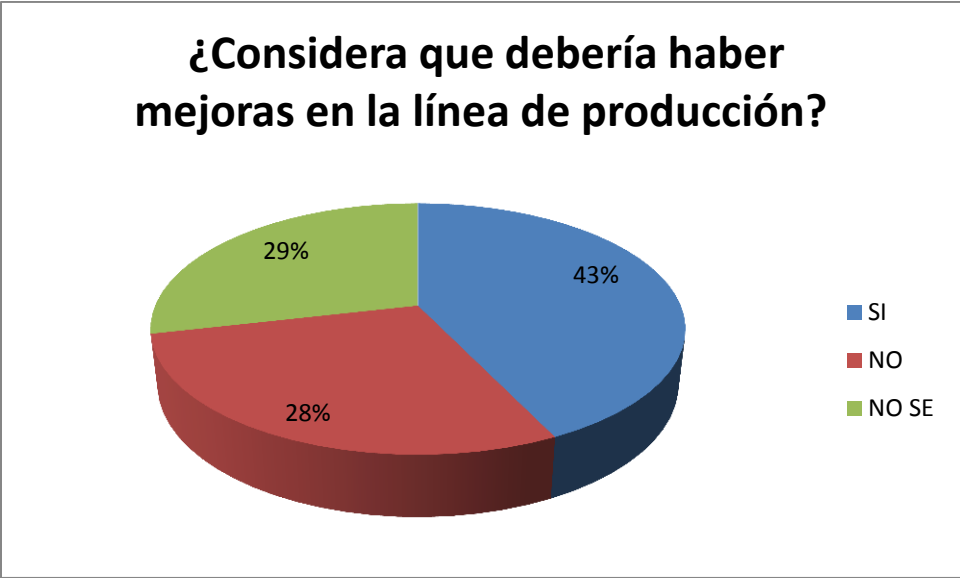


Gráfico 8. Pregunta 5 de la encuesta. **Fuente:** Los autores.

La pregunta 5 con el objetivo de conocer si los empleados y su entorno consideran que debe haber mejoras en la línea de producción de la industria, hubo resultados divididos, 12 de los trabajadores apostaron a la mejora en la línea de producción para un 43%, mientras que 8 de ellos no lo consideran así y otros 8 no opinaron para un 28.5% para cada respuesta.

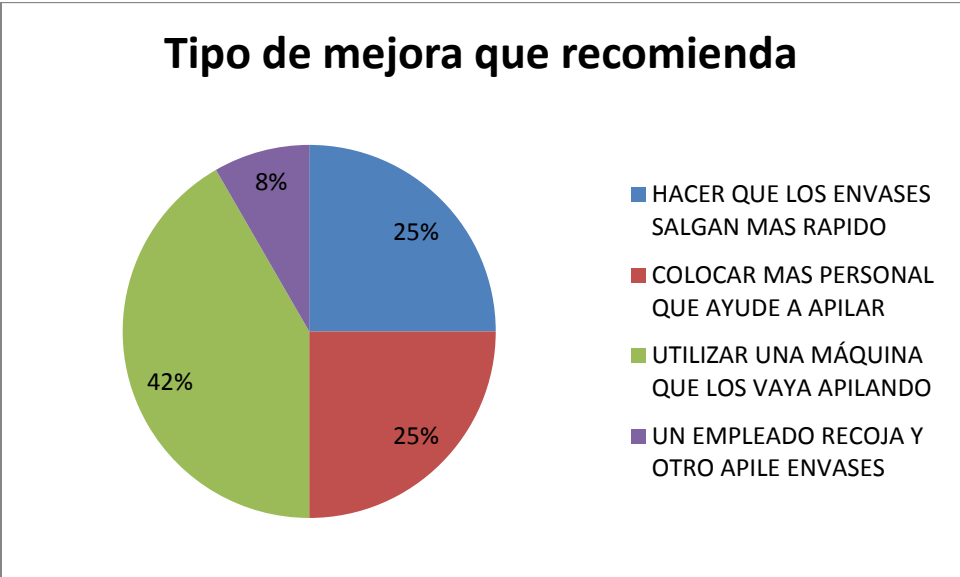


Gráfico 9. Pregunta 5.a) de la encuesta. **Fuente:** Los autores.

En esta pregunta semi-abierta, para los 12 trabajadores que recomendaron mejoras en la línea de producción se quiso saber qué tipo de mejora recomendaban, un 25% de ellos dijeron que utilizarían una máquina que los vaya apilando para un 42%, 3 dijeron que hacer más rápida la salida de los envases siendo un 25%, 3 más se inclinaron por la colocación de más personal 25% y un solo empleado opino colocar uno que recoja y otro que los apile para un 8%.

3.7.3 Tormenta de ideas

La tormenta de ideas (Método desarrollado en Jones, Parte II, Método 3.5, Cuestionarios, adicionalmente Método 3.6 Investigación del comportamiento del usuario) es una técnica de pensamiento utilizada para estimular la producción de un elevado número de ideas, por parte de un grupo, acerca de un problema y de sus soluciones o sobre un tema que requiere ideas originales.

Fue propuesta por Alex F.Osborn en 1939, cuando comenzó a utilizar un procedimiento que permitiera el surgimiento de ideas creativas.

Los principios fundamentales para la realización de una tormenta de ideas son:

- La combinación y la mejora deben ponerse en práctica: Al finalizar el tiempo pautado, veremos que podemos continuar con el ejercicio una y otra vez, generando ideas de forma indefinida.
- La cantidad es fundamental: Este ejercicio creativo se suele realizar con un grupo para obtener mejores resultados, para también beneficiarnos de manera individual.
- La libertad de pensamiento es indispensable: es importante no detenerse a pensar si la idea que nos aportan es incoherente o inadecuada.
- La crítica no está permitida: Lo importante es transmitir nuestro pensamiento principal sin censura y sin pausa.

A continuación se procedió a realizar dos tormentas de ideas desarrolladas en las instalaciones de la Escuela de Ingeniería mecánica, UCV Caracas. En ambas se procedió a explicar la metodología y la finalidad de la tormenta de ideas. Se continuó con la descripción del problema de manera gráfica y verbal, para que los presentes tuviesen una mejor interpretación del mismo, y se procedió posteriormente al inicio de la lluvia de ideas.

Tabla 7. Datos de la tormenta de ideas. **Fuente:** Los autores.

DATOS DE LA TORMENTA DE IDEAS	1	2
Realizado	15/08/2014	01/10/2014
Lugar	Salón 202, EIM	Salón 204, EIM
Hora de inicio	12:15 pm	8:00 am
Hora de finalización	1:00 pm	8:30 am
Ideas recopiladas	45	32

Lista de ideas que fueron generadas mediante las tormentas de ideas:

1. Que lo haga una persona.
2. Niños chinos.
3. Robot que apile.
4. Cilindro que vibre y los apile.
5. Embudo.

6. Pote cónico.
7. Cambiar la forma del envase.
8. Rampa.
9. Cada restaurante fabrique sus propios envases.
10. Vender envases individuales.
11. Vender por sacos.
12. Tubo hueco con altura de los 25 envases.
13. Cilindro hueco del diámetro de los potes.
14. Potes más densos en el fondo.
15. Rueda con los potes parados.
16. Varillas con cintas transportadoras
17. Japoneses entrenados.
18. Tambor gigante giratorio.
19. Embudo diseñado para poner en posición de los envases.
20. Motor eléctrico.
21. Limitar altura donde caen los envases a la cinta transportadora.
22. Sensores.
23. Posicionadores de los envases sobre la cinta transportadora.
24. Brazo robot.
25. Sistema de succión.
26. Carro a control remoto.
27. Ascensor horizontal.
28. Canales inclinados donde deslicen los envases.
29. Ver clases de automatización.
30. Realizar curso de inventor.
31. Cambiar envases por bolsas.
32. Niños sin padres.
33. Control remoto.
34. Fácil de usar.
35. Control lógico programable.
36. Irrompible.

37. Sistema de grúas.
38. Capacitar monos.
39. Que los envases se apilen con la boquilla hacia abajo.
40. Que se apilen con la boquilla hacia arriba.
41. Transporte con una patineta.
42. Una moto en un riel.
43. Usar poleas
44. Perros entrenados.
45. Rodillos tipo automercados.
46. Soplador de hojas.
47. Películas de ciencia ficción.
48. Elevar las maquinas.
49. Succionadores.
50. Ver videos en youtube.
51. Comprar la maquina hecha.
52. Que se pueda mojar.
53. Ascensor horizontal.
54. Que lo apile un duende.
55. Catapulta.
56. Carrucha.
57. Cadenas aéreas.
58. Un mago.
59. Un triciclo con cesta.
60. Una aplicación de celular.
61. En bolsas arrastradas.
62. Plataforma reclinable con ruedas.
63. Un trencito.
64. Moto taxi.
65. Transportar con correas.
66. Con Jesús cristo.
67. Una piscina.

68. Llamar a los vengadores.
69. Fabricar envases con ruedas.
70. Canal o cuneta a la salida molde.
71. Personalizable para cada máquina.
72. Que el dispositivo sea genérico para todas las máquinas.
73. Que traiga sus repuestos.
74. Mínimo contacto con el proceso.
75. Cambiar de trabajo de tesis.
76. Que no produzca contaminación ambiental.
77. Dispositivo sin sonido.

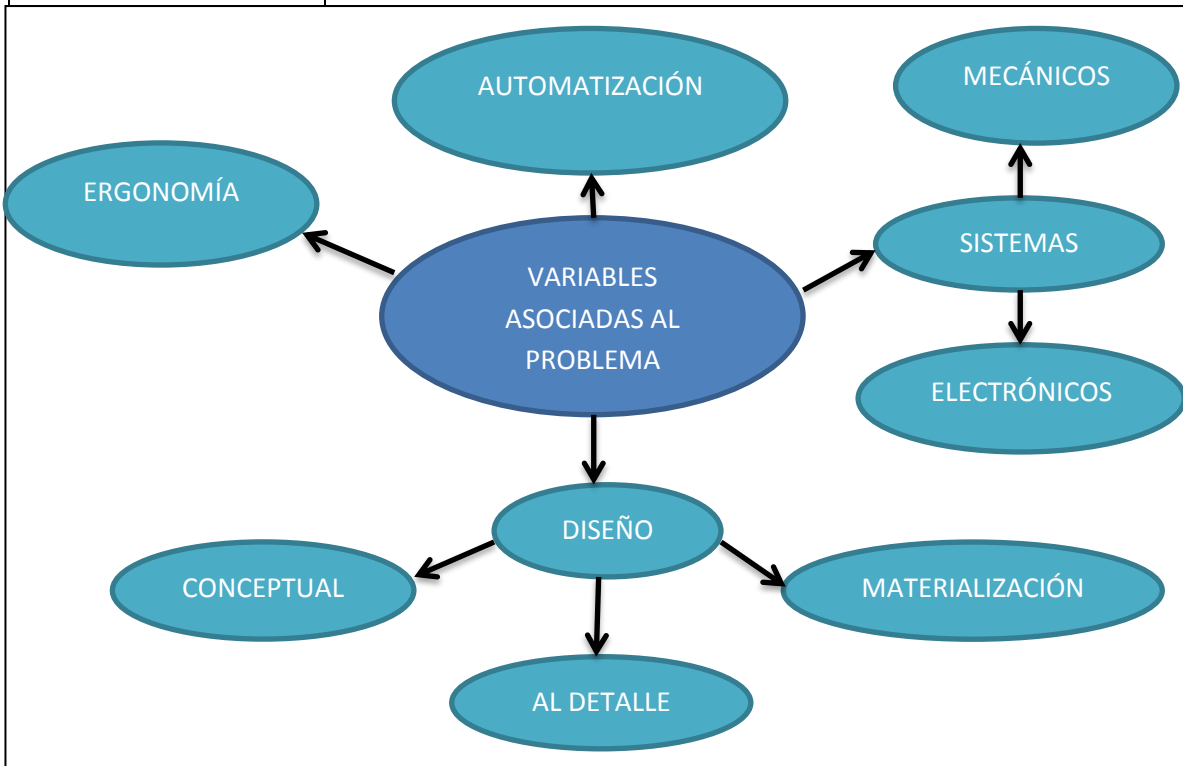
3.8 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES ASOCIADAS

Un proceso importante que los autores como diseñadores deben tomar en cuenta al momento de realizar una investigación, es tener en consideración que si bien el proceso de diseño comienza con una interpretación y una posterior detección del problema o necesidad para culminar con una construcción de la solución a esa necesidad, en este proceso intervienen muchas variables que pueden ser relacionadas con tecnología, ciencia, sistemas mecánicos, electrónicos, conocimientos de controles, automatización, fluidos, etc.

Como consecuencia de esto, y para efectos de este T.E.G es trascendental determinar adecuadamente todas las disciplinas y variables asociadas a la problemática que se presenta, y tener un enfoque general de todas ellas, de manera que puedan ser trabajadas en conjunto.

Se procedió a realizar un análisis a fondo de las variables que intervienen en el problema a resolver, donde se definieron los procesos o disciplinas que estaban asociadas con el problema.

MAPA MENTAL: 4	Lugar: EIM UCV
PARTICIPANTES	2. Osvaldo Casale 3. Ciro Ho
OBJETIVO	En este tercer mapa mental, se tuvo como objetivo principal analizar diferentes variables asociadas al problema, presentando las áreas más comunes que se relacionan con el mismo, para así poder determinarlas y de ser necesario, consultar a las personas expertas en esos conocimientos.



Mapa mental 4. Variables asociadas al problema.

Fuente: Los autores.

3.8.1 Perspectivas de los expertos

Al momento de llevar a cabo un trabajo de investigación, es de vital importancia, conocer y buscar perspectivas de personas que tengan un conocimiento respetado en el área que se está investigando. Con esto, lo que se busca, es evitar tener inconvenientes a futuro y poder aprovechar el tiempo empleado de la mejor manera posible, ya que todas las variables fueron analizadas al momento oportuno.

Es importante en la realización de una T.E.G., que los autores sean sumamente cuidadosos al determinar las áreas y disciplinas asociadas al problema. Luego de realizado y ser aclarado este último punto, se procede a la realización de entrevistas a todos aquellos profesionales empapados en el área y de conocimientos variados, que al complementarse puedan ayudar a abordar el problema, tomando en cuenta que no se contará a tiempo completo con un grupo de especialistas.

3.8.1.1 Entrevistas

Es conocido como entrevistas, a un mecanismo donde se busca obtener la información de los usuarios sobre el producto o situación de una manera abierta, la idea principal de este método es recoger y obtener aspectos de las actividades del usuario, que puedan influir en el diseño que se está desarrollando (Método 3.4, Parte II, Entrevistas a usuarios, Jones, 1992).

Se realizó una serie de entrevistas a las personas que pueden influir en el diseño, tales como: operarios, expertos en diseño conceptual, diseño de máquinas, expertos en automatización, controles lógicos programables, diseño de equipos.

Al momento de realizar las entrevistas (Amador, 2009) se debe tener presente que para que la misma tenga éxito se debe cumplir con las siguientes condiciones:

- La persona que responda debe tener la información requerida para que pueda contestar la pregunta.
- La persona entrevistada debe tener alguna motivación para responder, esta motivación comprende su disposición para dar las respuestas solicitadas como para ofrecerlas de una manera verdadera.

Como técnica de recolección de datos la entrevista tiene muchas ventajas:

Es aplicable a toda persona, siendo útil con los analfabetos, los niños o aquellas personas que tienen alguna limitación física u orgánica que le dificulte proporcionar respuestas escritas.

Entrevista Estructurada: Se caracteriza por estar rígidamente estandarizada; Se plantean idénticas preguntas y en el mismo orden a cada uno de los participantes quienes deben escoger en dos o más alternativas que se les ofrecen.

Para orientar mejor la entrevista se elabora un formulario que contenga todas las preguntas. Sin embargo, al utilizar este tipo de entrevistas el investigador tiene limitada libertad para formular preguntas independientes generadas por la interacción personal.

Entrevista No Estructurada: Es más flexible y abierta, aunque los objetivos de la investigación rigen a las preguntas; Su contenido, orden, profundidad y formulación se encuentra por entero en manos del entrevistador.

Si bien el investigador, sobre la base del problema, los objetivos y las variables elabora preguntas antes de realizar la entrevista, modifica el orden, la forma de encabezar las preguntas o su formulación para adaptarlas a las diversas situaciones y características particulares de los sujetos de estudio.

Tabla 8. Ventajas y desventajas de las entrevistas estructuradas y no estructuradas.

Fuente: Los autores.

ENTREVISTAS	VENTAJAS	DESVENTAJAS
ESTRUCTURADA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Elaboración uniforme de las preguntas. ➤ Fácil de administrar y evaluar de quienes responden. ➤ Limitada capacitación del entrevistador. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Alto costo de preparación. ➤ Un alto nivel en la estructura. ➤ Requiere habilidad del entrevistador para continuar con comentarios hacia el entrevistado.
NO ESTRUCTURADA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mayor flexibilidad por parte del entrevistador. ➤ Posibilidad del entrevistador de explotar áreas que surgen espontáneamente. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Puede utilizarse negativamente el tiempo. ➤ Puede recopilarse información extraña ➤ Análisis e interpretación de los resultados largos.

Para efectos de este T.E.G se realizó una serie de entrevistas no estructuradas a personas que Los Autores consideraron experimentados en el área siendo estos expertos en:

<ul style="list-style-type: none">▪ Diseño de máquinas.▪ Operación de las máquinas.• Automatización industrial.	<ul style="list-style-type: none">• Producción.• Diseño de equipos.
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

La población de entrevistados se basó en personajes claves en el área de la problemática a estudiar, siendo estos:

- Ho Poyuen (Presidente de Industrias Manfaplast).
- Jose Barriola (Profesor de automatización de la EIM, Jefe de automatización de Honeywell).
- Pedro Cadenas (Profesor de Diseño de máquinas EIM).
- Juan Vásquez (Profesor de Diseño de máquinas EIM).
- Juvenal Caraballo (Profesor de laboratorio del departamento de automatización EIM).

Entrevistado: Prof. José Barriola	Lugar: Empresa Honeywell, los cortijos, Caracas Venezuela
Especialidad: Automatización	Fecha: 08/08/2014

La entrevista se realizó de manera no estructurada, en la oficina del Prof. José Barriola en la empresa Honeywell donde se desempeña como jefe de automatización, el Profesor nos recibió muy abiertamente, interactuando e intercambiando ideas de forma abierta, haciendo énfasis en el control de calidad de los envases.

La entrevista comenzó con una introducción por parte de nosotros hacia el entrevistado del dispositivo que deseábamos realizar, se le explicó cómo operaba la máquina de inyección de plástico y cómo los envases caían a una cesta de forma aleatoria. Le expresamos nuestro deseo de que el dispositivo apilara los envases en filas de a veinticinco ya que así se realizaba de forma manual.

El entrevistado señaló, que la principal problemática iba a estar en el control de calidad de los envases, ya que al no ser apilados manualmente, debíamos buscar la forma de que estos lo hicieran, ya que el ser humano es considerado un sensor, que no solo ve, sino puede palpar, oler, etc, y esto no podría ser pasado por alto. Explicó que esto podría afectar directamente a la industria, ya que los clientes podrían molestarse si los envases llegasen a llegar con algún defecto constantemente, e incluso llegar a perder la clientela.

El aporte de ideas de parte del por el profesor fue sumamente útil:

No habrá necesidad de colocar un PLC (Control Lógico Programable) ya que lo que se desea realizar es un dispositivo pequeño con un máximo de diez señales a medir, además del costo. El mejor aparato a utilizar hoy día para esta aplicación consiste en un Arduino (una plataforma de hardware libre, diseñado para facilitar el uso de la electrónica), al cual se le podría colocar varios sensores.

Expresó que se pueden utilizar varios sensores, existen de inducción (no funcionaría por ser metálico, sensores mecánicos (por contacto y aquí no serviría), sensores capacitivos (podría ser), sensores fotoeléctricos, entre otros. Se podría utilizar un sensor óptico para detectar errores en el envase, de ser así, lo desechamos. Todo esto último para el control de calidad. Posteriormente habló del material que íbamos a utilizar, que sería importante, ya que el envase al ser de aplicación alimenticia no debe contaminar. Puede ser PVC expresó.

Entrevistado: Ho Poyuen	Lugar: Industrias Manfaplast C.A , Carrizal, Edo. Miranda Venezuela
Especialidad: Presidente de Industrias Manfaplast	Fecha: 07/07/2014

La entrevista se realizó de forma no estructurada, en los galpones de Industrias Manfaplast C.A ubicados en Carrizal estado Miranda. El entrevistado se desempeña como Presidente y fundador de la industria, siendo la persona que tiene más conocimiento en el área, conociendo uno a uno los procesos de inyección de plástico que manejan, así como el ciclo que realizan las máquinas. Con esta entrevista se pudo conocer más a fondo la problemática existente.

Para comenzar, el entrevistado nos dio un breve resumen de cómo funcionan las máquinas en el galpón donde nos encontrábamos, siendo un total de dieciséis colocadas en serie, nos mostró el proceso de recolección de envases para posterior almacenamiento y embalaje de los mismos.

Seguidamente, tuvimos contacto con los envases que son de diferentes onzas, teniendo la posibilidad de llevarnos algunas muestras de los mismos, para poder observar su tamaño y forma. El Sr. Ho comentó que cada máquina produce envases de diferentes onzas, por lo que para el transporte de los envases sería necesario un dispositivo de transporte que fuera de fácil calibración, para poder utilizarlo en diversos procesos.

Posteriormente expresó su interés y deseo de fabricar estos dispositivos para su línea de producción, en un futuro no muy lejano. Nos comentó que al ser una industria que trabaja 24 horas al día, 7 días de la semana, se le hace complicado conseguir personal que solo se encargue de recoger los potes y apilarlos, tarea relativamente sencilla, pero que requiere de mano de obra.

En el mismo orden de ideas, nos explicó que con este dispositivo él podría colocar un empleado por cada siete máquinas y no uno por cada cuatro máquinas como se opera actualmente, disminuyendo así horas-hombre.

El Sr. Ho comentó, que ya se tenía en mente la colocación de un dispositivo que subiera los envases a una altura más ergonómica para el apilamiento de los mismos manualmente,

mediante una cinta transportadora, así los empleados no tendrían que agacharse a 30 cm del piso.

Entrevistado: Prof. Juan Vázquez	Lugar: Sala de tesis. EIM-UCV
Especialidad: Diseño	Fecha: 07/07/2014

La entrevista se realizó en la sala de tesis de la Escuela de Ingeniería Mecánica, UCV Caracas. El formato de la entrevista fue de manera no estructurada. El entrevistado se desempeña como Profesor de Diseño de Máquinas de la escuela, con alta experiencia en el ramo. Con esta entrevista se buscó conocer su opinión sobre los parámetros más recomendados al momento de escoger cual diseño era el ideal para el desarrollo del proyecto.

La entrevista comenzó con una pequeña introducción al Profesor, haciéndole entender el funcionamiento de la máquina y como opera actualmente en la línea de producción. Seguidamente, se le comentó las ideas que se tenían hasta el momento de como se le quería dar solución al problema y nuestro deseo de poder realizar el apilamiento de los envases automáticamente.

El entrevistado sugirió la posibilidad de elevar la máquina de inyección a una altura superior (ya que actualmente se encuentra a 30 cm del suelo), donde se podría hacer más factible la colocación de otro dispositivo que realice el trabajo de automatización y así poder aprovechar la gravedad, idea que no podría ser puesta en práctica ya que la máquina tiene un peso muy elevado.

Posteriormente nos dio una serie de ideas que se presentan a continuación:

Se le comentó sobre la posibilidad de utilizar una banda transportadora o una transmisión por correa, de estas ideas el Profesor comentó que eran válidas ambas, pero que veía complicado el uso de una transmisión por correa ya que existía la posibilidad de que los envases chocaran con las poleas al momento de salir de la configuración. Como solución para esto nos recomendó leer su material del curso sobre la paradoja del abombamiento de la polea de esta manera las poleas se diseñarían de forma cóncava evitando el choque con el envase.

Expresó e hizo énfasis en que exploramos lo existente en el mercado nacional, para que tuviésemos una idea de con que materiales contábamos y con qué íbamos a trabajar, de manera que no arrancáramos un diseño que posteriormente no se pudiera materializar.

Entrevistado: Prof. Pedro Cadenas	Lugar: Departamento de Diseño EIM.
Especialidad: Diseño	Fecha: 03/11/2014

La presente entrevista al Profesor Cadenas, quien se desempeña como Jefe del departamento de diseño de la Escuela de Ingeniería Mecánica se realizó en su oficina. El formato de la entrevista fue de manera no estructurada. El entrevistado fue siempre abierto a dar su opinión. Con esta entrevista se pretendió buscar ideas referidas a la parte de transporte de los envases.

Se comenzó con la explicación previa del problema planteado en el T.E.G, explicándole la necesidad existente de automatizar la línea de producción de la industria de plástico. El profesor en un principio expresó que debíamos tener cuidado de plantear bien la necesidad, ya que al ser una tesis de diseño conceptual se debe partir de ésta.

El entrevistado contó que tenía información previa sobre nuestro trabajo, ya que al ser Jefe de departamento había sido visto por su parte en el Consejo de Escuela. Seguidamente se refirió a nuestros jurados que no forman parte del departamento de diseño, Prof. Barriola y Prof. D'Andrea, de automatización y producción respectivamente, advirtiendo que éstos quizás no se enfocarían tanto en el diseño del equipo sino más bien en el proceso productivo de envases, en el establecimiento de los tiempos de producción. Se debe establecer una ruta crítica explicando que es lo que se hace primero, segundo, paralelamente, etc.

Posteriormente se le preguntó al Profesor qué ideas tenía en cuanto al cálculo de los componentes para el transporte del dispositivo, si bien se utilizaría una cadena, cinta transportadora o correas que transmitieran potencia. Expresó que en la literatura del Shigley hay un buen capítulo dedicado a transmisión por correas y poleas pudiéndonos guiar por ahí.

El profesor comentó que por lo que veía, lo que más se iba a necesitar era desarrollar la parte cinemática, ya que quizás el torque y la potencia sea baja, debido a que los envases no pesan tanto.

Posteriormente nos dio una serie de ideas que se presentan a continuación:

Se podría aplicar una transmisión de correas redondas, son como correas tipo arco y flecha que estiran, porque realmente tal vez no se tenga tanto problema de tracción, de peso, de carga, etc. Explicó que las redondas son buenas ya que se pueden voltear y no pierden su función. No recomendó el uso de correas trapezoidales ya que no pueden forzarse a torcer y entrar en algunas zonas.

Para la selección del motor recomendó primero realizar los cálculos referentes a la tensión, radio de las poleas y torque para ver qué potencia será necesaria. Se refirió a la velocidad de salida de los envases, ya que había que evaluar si era factible o no tener la máquina prendida todo el tiempo.

Entrevistado: Prof. Juvenal Caraballo	Lugar: Laboratorio de automática
Especialidad: Automatización	Fecha: 05/11/2014

La entrevista se realizó en el laboratorio de automática de la Escuela de Ingeniería Mecánica, UCV Caracas. El formato de la entrevista fue de manera no estructurada. El entrevistado se desempeña como Profesor de laboratorio del departamento de automática, con alta experiencia en el ramo de motores. Se buscó con la presente entrevista, conocer sus ideas en la última fase del proceso donde se quiere apilar los envases automáticamente.

Comenzamos, como se viene realizando en entrevistas anteriores, con una pequeña presentación al entrevistado. En primer lugar éste manifestó que mientras se mantenga un sistema mecánico es mucho mejor para la empresa, el mantenimiento es más sencillo, mientras que el uso de un sistema eléctrico no es fácil.

Explicó que al ser un sistema de producción continua al momento de apilar no sería necesario tomar muchas decisiones, serían sencillas, el producto llega se recoge y se va a empacar. Expresó que la parte más complicada al momento de diseñar sería la parte mecánica, mientras que la eléctrica no.

Al momento de recoger los envases, suponiendo que estos ya estén en columnas de 25, el profesor dio la idea de la utilización de un tornillo sin fin, que apartara la columna ya completa y comenzar con una columna nueva.

Como se trata de un caso tan fijo, rutinario, que no varía lo más recomendable es una solución mecánica, no complicarse con un sistema eléctrico.

3.9 INFORMACIÓN E IDEAS RECOLECTADAS DE LAS ENCUESTAS REALIZADAS A TRABAJADORES DE LA INDUSTRIA

Con las primeras preguntas de la encuesta se buscó conocer opiniones de los trabajadores respecto a la necesidad que se estaba planteando, percibiendo así sus puntos de vista. En cuanto a la recolección de envases manualmente, si bien muchos de ellos no estaban del todo en desacuerdo con esta manera de realizarlo hubo una ligera cantidad que se inclinó a decir que no era lo más eficiente.

Una cantidad importante de trabajadores estuvieron de acuerdo con que debe haber mejoras en la línea de producción y fue significativa su aceptación al momento de plantearse la colocación de una máquina apiladora de envases. Se pudo percibir a través de las encuestas que para el entorno de la industria Manfaplast el problema existe.

Las principales ideas recabadas de las encuestas fueron las siguientes:

- Utilizar una máquina que los vaya apilando.
- Hacer que lo envases salgan más rápido.
- Colocar más personal que los ayude a apilar.
- Un empleado recoja y otro apile.

3.10 OPINIONES E IDEAS RECOLECTADAS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS EN EL ÁREA

Con la realización de estas entrevistas se consiguieron una gran cantidad de ideas válidas para ponerlas en práctica al momento de conceptualizar el diseño. Otro aspecto importante

que destaca, es el análisis de situaciones fundamentales que ni siquiera habían sido tomadas en consideración.

Por parte del profesor Barriola el resumen de las ideas aportadas fue el siguiente:

- No habrá necesidad de colocar un PLC recomendó el uso de un arduino.
- La utilización de materiales para el dispositivo que no contaminen el envase es fundamental.
- El control de calidad, a pesar de que el porcentaje de envases defectuosos es mínimo, debe seguir siendo realizado manualmente de manera que no afecte a la clientela de la industria al venir defectuosos de la máquina de inyección.

Por parte del Presidente Sr. Ho el resumen de las ideas aportadas fue el siguiente:

- Sugirió que el dispositivo debía ser duradero ya que las máquinas operan 24/7.
- Habló de una posible colocación de una cinta transportadora que al final no se materializó de manera que los empleados trabajaran en mejor postura.
- Con la fabricación del dispositivo colocaría un empleado por cada siete máquinas.
- Cada máquina produce envases de diferentes onzas, por ello sería de gran utilidad un dispositivo que se pudiese adaptar a cada máquina.

Por parte del profesor Vázquez el resumen de las ideas aportadas fue el siguiente:

- Elevar la máquina de inyección de manera que pueda aprovecharse la gravedad en el traslado y apilamiento de los envases.
- Si se decide utilizar una transmisión por correa recomendó su material del curso sobre la paradoja del abombamiento de la polea.
- Exploración de lo existente en el mercado nacional.

Por parte del profesor Cadenas el resumen de las ideas aportadas fue el siguiente:

- Recomendó el uso de las correas redondas.
- Explicó que lo más crítico sería la parte cinemática del proceso, si era factible o no tener el motor encendido constantemente.
- Hacer énfasis en el proceso productivo de la empresa.

Por parte del profesor Juvenal Caraballo el resumen de las ideas aportadas fue el siguiente:

- Utilización del tornillo sin fin para la fase de apilamiento de los envases.
- Colocación de un motor eléctrico, sería un motor pequeño con un reductor o variador de velocidad, aunque este último es muy costoso.
- La parte eléctrica sería poca, la utilización de un sensor, un motor, no lleva tanta complejidad.
- Como se trata de un caso tan fijo, rutinario, que no varía lo más recomendable es una solución mecánica, no complicarse con un sistema eléctrico.

CAPÍTULO IV

SELECCIÓN DE CRITERIOS

La selección de criterios es una herramienta que nos permite evaluar todos los aspectos existentes al momento de comenzar a diseñar, y así permitirnos escoger el mejor diseño que cumpla con todas las expectativas que nos proponemos a través de la matriz morfológica. Se debe realizar un proceso de depuración y organización de las ideas obtenidas, utilizando métodos y procesos que se verán a continuación.

4.1 ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Con la técnica del análisis morfológico se busca generar una gran cantidad de ideas en un período corto de tiempo, trata de descomponer un concepto en sus elementos esenciales o estructuras básicas. Así pues, en su forma más simple, el análisis morfológico no es más que la generación de ideas por medio de una matriz, que nos va a ayudar a evaluar, comparar y elegir la solución más adecuada, utilizando los criterios de selección escogidos. La matriz morfológica, conocida también como matriz de Pugh, fue inventada por Stuart Pugh como un enfoque para la selección de alternativas de concepto. Más que enumerar aspectos negativos y positivos de cada opción, una por una, presenta una matriz de las necesidades.

4.2 EXPLICACIÓN DE LAS IDEAS APORTADAS EN LA TORMENTA DE IDEAS

A continuación se procederá a explicar cada una de las ideas aportadas en las dos tormentas de ideas realizadas, para así tener una idea de lo que se refería cada una por más ambigua que parezca.

1. Que lo haga una persona: que sea una persona quien haga el trabajo manual de apilamiento.

2. Niños chinos: que todo el movimiento necesario sea realizado por niños chinos.
3. Robot que apile: un robot humano que se encargue de realizar el trabajo apilando los envases uno por uno, en columnas de 25.
4. Cilindros que vibren y los apile: colocando un mecanismo para generar vibraciones en un cilindro para que los envases caigan sin el inconveniente de ser atascado dentro de un cilindro.
5. Embudo: colocar un embudo justo luego que el envase de plástico sea expulsado del molde, para que así, el envase caiga de una manera determinada en una cinta transportadora.
6. Potes cónicos: cambiando la geometría del envase de plástico a una geometría cónica para facilitar el apilamiento de ellas.
7. Cambiar formas de envases: buscar una geometría adecuada para que los envases se apilen de forma efectiva.
8. Rampa: luego de ser apilados los envases de plásticos, hacer que se deslicen mediante una rampa y caigan en columnas apilados en una zona donde se almacenen.
9. Cada restaurante fabrique sus propios envases: evitando esta problemática, cada restaurante fabrique sus propios envases en tiempo real, fabricándolos al momento de ser utilizados.
10. Vender envases individuales: cada envase que se fabrique, sea vendido por unidad y no se verá la necesidad de ser ordenados para su venta.

11. Vender por sacos: al momento de que los envases plásticos salgan del molde, estos vaya cayendo en un saco de manera aleatoria, y llevarlos al mercado de esta manera.
12. Tubo hueco con altura de los 25 envases: tomar las medidas de la altura de 25 envases de plástico apilados, y proceder a realizar un tubo con dicha altura, para no tener que contar los envases.
13. Cilindro hueco del diámetro de los potes: el cilindro donde se va apilando los envases debe contener el diámetro adecuado para que se deslice dentro de él de manera continua.
14. Potes más densos en el fondo: agregando más material prima en el fondo del pote, hará que éste caiga siempre de una manera determinada.
15. Rueda con los potes parados: luego de ser apilado los envases, usar una rueda para el transporte de ella a su lugar de almacenamiento.
16. Varillas con cinta transportadora: mientras el envase de plástico se va transportando sobre una cinta transportadora, en esta exista una varilla que vaya guiando su traslado de un punto a otro.
17. Japoneses entrenados: capacitar personal japonés para que realice todo el trabajo manualmente.
18. Tambor gigante giratorio: un tambor que vaya girando cuando una columna esté completa, y así poder generar la siguiente columna en un espacio adecuado para este.
19. Embudo diseñado para poner la posición de los envases: diseñar un embudo donde el pote al salir de la máquina de inyección de plástico, al caer en él, esta posición el pote de manera adecuada para su apilamiento.

20. Motor eléctrico: un motor que genere los movimientos necesarios para apilar el envase.
21. Limitar altura donde caen los envases a la cinta transportadora: utilizando una cinta transportadora colocada de forma que puedan caer los envases sin que se volteen.
22. Sensores: utilización de sensores que ayuden a apilar los envases en filas de a veinticinco y cuando cuenten los veinticinco que llegue otra columna vacía.
23. Posicionadores de los envases sobre la cinta transportadora: que los envases caigan de una manera predeterminada sobre una cinta transportadora, que sirva de guía para llevarla de un punto a otro.
24. Brazo robot: Utilización de mecatrónica con un brazo robótico que tome el envase y lo apile directamente.
25. Sistema de succión: colocar un sistema de succión que absorba el envase a la salida y los vaya apilando.
26. Carro a control remoto: utilizar un carro manejado a control remoto por un operario que se encargue de hacer el trabajo de apilamiento.
27. Ascensor horizontal: colocar un ascensor a la salida de la tobera de la máquina que suba los pots a una altura que sea ergonómica.
28. Canales inclinados donde deslicen los envases: colocar unos canales donde el envase se deslice y caiga y se vaya apilando.
29. Ver clases de automatización: inscribir la asignatura de automatización dictada por el profesor José Barriola, para aprender más del tema.

30. Realizar curso de inventor: hacer cursos de inventor para poder diseñar los mecanismos necesarios para la realización del dispositivo.
31. Cambiar envases por bolsas: Hacer un cambio en la línea de producción y que ya no sean envases sino bolsas estilo ziploc donde se pueda meter la comida.
32. Niños sin padres: Colocar niños huérfanos a realizar el apilado de los envases.
33. Control remoto: utilizar un control remoto que automatice el proceso.
34. Fácil de usar: Utilizar una máquina sencilla con pocos botones para accionarla.
35. Control lógico programable: Utilizar un PLC que se encargue de hacer el trabajo de contar los envases y el control de calidad de los mismos.
36. Irrompible: Que los envases puedan ser manipulados de forma agresiva y se apilen así de manera que no se vayan a romper.
37. Sistema de grúas: colocar una grúa que recoja los potes y los suba y se deslicen por unas bandas hasta caer apilados.
38. Capacitar monos: entrenar a unos monos y colocarlos en la línea de producción, para que ellos hagan el trabajo.
39. Que los envases se apilen con la boquilla hacia abajo: cambiar la línea de producción de manera que los envases se apilen de forma diferente, es decir, con la boquilla hacia abajo.
40. Que se apilen con la boquilla hacia arriba: como se realiza actualmente en la industria.

41. Transporte con una patineta: colocar una patineta robótica a ras de piso y que el operario solo este sentado esperando que la patineta llegue con los envases apilados.
42. Una moto en un riel: usar una moto que lleve el envase de plástico mediante un canal donde será limitado su movimiento.
43. Usar poleas: un sistema de poleas con cintas que transporte el envase de plástico.
44. Perros entrenados: entrenar perros y volverlos aptos para trasladar los envases de plásticos y apilarlos, y disminuir la mano de obra en la empresa.
45. Rodillos tipo auto mercados: usar rodillos como los que existen en los auto mercados, donde se empuja el producto y este se desplaza.
46. Soplados de hojas: usar un soplador de hojas para soplar los envases y de esta manera movilizarlo a donde se requiere.
47. Películas de ciencia ficción: ver películas de ciencia ficción para generar ideas que puedan ser aplicadas al sistema que se va a diseñar.
48. Elevar máquinas: elevando las máquinas de inyección de plástico para que los envases caigan de una mayor altura donde pueda apilarse.
49. Succionadores: succionar los envases de plástico justo en el momento donde se abra el molde, antes de ser expulsados.
50. Ver videos en youtube: Ver videos que sirvan de guía.
51. Comprar la máquina hecha. Buscar alrededor del mundo si ya existe dicha máquina diseñada y comprarla.

52. Que se pueda mojar: que el dispositivo a diseñar sea resistente al agua, para el caso de un accidente.
53. Ascensor horizontal: que sea un ascensor que se mueva en dirección horizontal que transporte el envase.
54. Que lo apile un duende: buscar la existencia de duendes dispuestos a apilar envases.
55. Catapulta: al momento de ser expulsado de la máquina de inyección caigan sobre una catapulta y esta la dispare a su destino final.
56. Carrucha: construir una carrucha que traslade los envases antes de llegar al punto que los apile.
57. Cadenas aéreas: el envase se transporte colgado de una cadena que esté sostenida en el techo.
58. Un mago: un mago que haga desaparecer los envases y los apile por arte de magia.
59. Un triciclo con cesta: que los envases caigan sobre una cesta al salir de la máquina y está se lleve de un lado a otro mediante un triciclo.
60. Una aplicación de celular: generar una aplicación a los celulares los vuelva aptos para apilar los envases de plástico.
61. En bolsas arrastradas: al momento de salir los envases de la máquina de inyección, estos caigan en una bolsa y exista un sistema para arrastrarlo para llevarlo hacia un obrero que los apile.

62. Plataforma reclinable: una plataforma donde caigan los envases, éstos se muevan hasta la fase de apilación y al llegar a dicho punto la plataforma se incline y los envases caigan deslizándose.
63. Un trencito: un trencito de tipo juguete (chu-chu) que lleve su carril y cargue los envases de un lugar a otro.
64. Moto taxi: darle otras opciones de empleo a los moto taxistas.
65. Transportador con correas: usar correas como medio de transporte para los envases.
66. Con Jesucristo: que Jesús cristo haga un milagro y los envases de plásticos se apilen solos.
67. Una piscina: hacer una piscina angosta donde el envase vaya flotando por un canal hasta llegar a su destino.
68. Llamar a los vengadores: utilizar a los vengadores en todo el proceso de trasporte y apilación, con sus fuerzas y sus capacidades de trabajar en equipo.
69. Fabricar envases con ruedas: fabricar los envases que de una vez tengan ruedas y se puedan transportar por sí solos por un pasillo inclinado utilizando la gravedad.
70. Canal o cuneta a la salida del molde: colocar una canal o una cuneta que canalice los envases a la salida del molde y los coloque en una cinta o correa para ser transportados.
71. Personalizable para cada máquina: utilizar un dispositivo que se pueda personalizar para cada máquina de la fábrica.
72. Que el dispositivo sea genérico para todas las máquinas: Utilizar un dispositivo que sea único para todas las máquinas de la industria.

73. Que traiga sus repuestos: que venga con sus repuestos incluidos para realizar el cambio en caso de que falle.
74. Mínimo contacto con el proceso: un equipo que no interfiera directamente con el proceso de inyección.
75. Cambiar de trabajo de tesis: buscar otro trabajo especial de grado y no seguir con este.
76. Que no produzca contaminación ambiental: un dispositivo que no contamine el ambiente.
77. Dispositivo sin sonido: utilizar un dispositivo que no produzca sonido alguno.

4.3 SELECCIÓN DE CRITERIOS E IDEAS OBTENIDAS A PARTIR DE LA TORMENTA DE IDEAS.

Luego de realizada la tormenta de ideas en el capítulo anterior, se debe comenzar con un proceso de separación y clasificación de las ideas, las cuales deben aportar un criterio específico o solución al problema. Para ello con las 77 ideas recolectadas se realiza una matriz de selección basado en el método de Jones (Jones, 1992. Parte II Sección 3).

Los criterios escogidos para la realización de la matriz de selección son los siguientes:

- Costos: asociado al valor monetario de la inversión.
- Mantenimiento: basado en el tiempo que podrá operar el equipo tomando en cuenta que trabaja 24/7, calculando su tiempo de parada.
- Útil: un equipo que pueda ser provechoso y beneficioso para la empresa.

- Legal: el dispositivo debe operar basado en las leyes y controles del país donde va a operar.
- Lógico: cualidad y método de lo razonable, que el dispositivo vaya de la mano con las leyes de la lógica y la razón.
- Aplicable: el dispositivo debe poder aplicarse a la máquina en la cual opera la industria, de lo contrario no tendría sentido el diseño.
- Factible: se tomará en cuenta la posibilidad de realizar la idea, tomando en cuenta el tiempo de realización.
- Ensamble: este criterio se enfoca en que las partes que conforman el dispositivo, funcionen y sean compatibles con otros aparatos que sean parte del diseño.
- Durabilidad: en este criterio se considera el tiempo de vida útil del diseño sin ser reemplazado.

En la matriz morfológica se hará la evaluación de cada uno de los criterios, utilizando el siguiente sistema de ponderación.

- 0 Ningún aporte.
- 1 Aporte demasiado Bajo.
- 2 Aporte Bajo.
- 3 Aporte intermedio.
- 4 Buen aporte.
- 5 Excelente aporte.

Tabla 9. Matriz morfológica de selección de ideas ganadoras. **Fuente:** Los autores.

1	3	1	5	5	0	4	5	0	3	26
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	2	5	5	5	3	1	2	4	28
4	3	3	4	5	4	4	4	3	3	33
5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	44
6	0	5	2	5	2	5	1	5	4	29
7	1	5	0	5	1	2	1	5	4	24
8	4	4	4	5	5	5	5	5	5	42
9	0	1	0	5	0	2	0	0	0	8
10	1	5	0	5	1	4	1	1	3	21
11	4	4	1	5	1	4	1	3	3	26
12	4	5	5	5	4	5	5	5	5	43
13	4	5	5	5	5	5	5	5	5	44
14	1	2	4	5	4	2	1	4	4	27
15	3	3	3	5	3	3	4	4	4	32
16	4	4	5	5	5	4	5	5	5	42
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	3	3	5	5	5	5	4	2	3	35
19	4	5	5	5	4	5	5	5	5	43
20	3	3	5	5	5	5	5	5	3	39
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
22	3	3	5	5	5	5	5	2	3	36
23	3	4	4	5	4	4	4	2	4	34
24	1	2	5	5	4	5	3	1	3	29
25	1	2	3	5	3	2	1	1	1	19
26	1	2	2	5	2	1	1	1	2	17
27	2	2	5	5	3	3	3	4	2	29
28	5	5	4	5	5	5	4	3	5	41
29	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45
30	3	5	5	5	5	5	5	5	5	43
31	0	0	0	5	0	3	0	0	0	8
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	2	3	4	5	3	4	2	1	3	27
34	5	5	4	5	5	5	5	5	5	44
35	2	3	4	5	5	5	5	2	2	33

36	1	5	4	5	1	1	2	2	5	26
37	2	2	2	5	1	3	2	2	2	21
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	4	5	3	5	5	5	4	3	4	38
40	4	5	3	5	5	5	4	3	4	38
41	1	2	3	5	2	1	2	1	4	21
42	1	1	1	1	0	1	0	0	4	9
43	4	3	5	4	4	5	4	4	2	35
44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
45	1	1	3	4	3	1	2	1	3	19
46	1	1	2	4	1	1	2	2	2	16
47	4	2	1	4	1	1	3	1	2	19
48	1	1	1	4	1	1	1	1	3	14
49	1	1	4	4	3	1	1	1	3	19
50	5	5	4	4	4	4	4	1	4	40
51	0	0	5	5	2	3	2	4	5	26
52	0	0	0	4	0	0	0	5	4	13
53	0	0	5	4	3	1	1	0	2	21
54	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
56	0	0	1	5	1	2	2	2	0	13
57	1	1	4	4	1	1	1	0	5	18
58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
59	4	4	1	5	1	2	3	0	5	25
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
61	4	0	0	5	0	3	0	0	0	12
62	4	4	4	4	3	3	5	4	4	35
63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	3	3	5	5	5	5	5	4	4	39
66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
70	4	4	5	4	5	5	4	4	3	38
71	3	3	5	5	5	4	3	3	5	36
72	3	3	5	5	5	1	2	1	5	30

73	0	3	5	5	5	2	2	3	1	26
74	1	5	1	5	1	0	0	0	5	18
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	3	4	5	5	5	5	4	5	4	40
77	3	4	4	4	4	3	4	4	3	33

4.3.1 Selección de las ideas ganadoras

Se estableció que las ideas ganadoras, por criterio propio, serían aquellas que logren un puntaje mayor a 30

Ideas ganadoras – Total: 27.

- 1- Cilindro que vibre y los apile.
- 2- Embudo.
- 3- Rampa.
- 4- Tubo hueco con altura de los 25 envases.
- 5- Cilindro hueco con el diámetro de los potes.
- 6- Rueda con los potes parados.
- 7- Varillas con cinta transportadora.
- 8- Tambor giratorio.
- 9- Embudo diseñado para poner en posición los envases.
- 10- Motor eléctrico.
- 11- Limitar altura donde caen los envases a la cinta transportadora.
- 12- Sensores.
- 13- Posicionador de los envases a la cinta transportadora.
- 14- Canales inclinados donde se deslicen los envases.
- 15- Ver clases de automatización.
- 16- Realizar curso de inventor.
- 17- Fácil de usar.
- 18- Control lógico programable.
- 19- Que los envases se apilen boca arriba.
- 20- Que los envases se apilen boca abajo.
- 21- Usar poleas.

- 22- Ver videos en youtube.
- 23- Plataforma reclinable con ruedas.
- 24- Transportar con correas.
- 25- Personalizable para cada máquina.
- 26- Que el dispositivo sea genérico para todas las máquinas.
- 27- Que traiga sus repuestos.

4.3.2 Matriz de interacción.

Este método, según Jones (1992), permite el trabajo de una serie de soluciones seleccionadas como ganadoras, para reducir las a un número de soluciones más manejables y completas, ya que las ideas se relacionarán mediante una matriz de interacción donde se verán las conexiones que permitirán reducir el espectro de soluciones, transformando muchas ideas en pocas sin que pierda información en el proceso.

Se procedió a la realización de la matriz de iteración, utilizando las soluciones seleccionadas como ganadoras, con el fin de encontrar la relación existente entre éstas. Paso siguiente, se logra reducir un poco más el universo de ideas que se tenían en un principio.

Esquema:

- Establecer un filtro previo que permita catalogar y seleccionar de las ideas comunes a las ideas ganadoras.
- Tomar en cuenta la definición particular de los términos “elemento” y “conexión”, donde los elementos estarán constituidos por las ideas ganadoras. En la aplicabilidad de este método se debe llegar a conexiones que otros podrían alcanzar, si siguieran el mismo modelo de soluciones ganadoras y ponderación de conexiones.
- Establecer una matriz en la que los elementos puedan compararse entre sí.

- Decidir, con alguna base objetiva, la existencia o inexistencia de conexiones entre cada par de elementos.

- Generar aquellas ideas completas en las que se relacionan las ideas ganadoras.

La matriz de interacción presentada a continuación en la tabla 10 contiene las ideas seleccionadas como ganadoras, a las cuales se les hará interaccionar entre sí y se les ponderarán según el grado de relación que guarden:

Leyenda:

- 0** NINGUNA RELACIÓN
- 1** MEDIANA RELACIÓN
- 2** ALTA RELACIÓN

Tabla 10. Matriz de iteración de las ideas ganadoras. **Fuente:** Los autores.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1	-	1	0	1	2	0	0	1	2	2	0	0	0	0	1	1	2	1	2	2	1	1	0	1	1	0	0	
2	1	-	2	1	2	0	0	0	2	0	1	0	1	1	0	2	2	0	2	2	0	1	1	2	1	2	0	
3	0	2	-	1	1	0	0	1	2	0	1	2	1	2	0	2	2	0	1	1	2	1	0	2	0	1	0	
4	1	1	1	-	2	0	1	2	1	0	0	0	1	1	0	1	2	0	1	1	1	0	1	2	2	0	0	
5	2	2	1	2	-	1	1	2	1	0	2	0	1	1	0	1	2	0	1	1	1	0	0	1	1	2	0	
6	0	0	0	0	1	-	1	0	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	2	1	0	0	
7	0	0	0	1	1	1	-	1	1	1	2	2	2	2	0	2	2	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	
8	1	0	1	2	2	0	1	-	1	2	0	2	0	1	1	2	1	2	1	1	0	1	0	1	2	2	1	
9	2	2	2	1	1	1	1	1	-	0	0	0	2	0	0	0	2	0	1	1	0	1	1	2	0	0	0	
10	2	0	0	0	0	1	1	2	0	-	0	2	1	0	1	1	1	2	0	0	2	1	0	2	0	1	0	
11	0	1	1	0	2	0	2	0	0	0	-	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	
12	0	0	2	0	0	2	2	2	0	2	0	-	2	1	2	0	1	2	2	2	1	1	0	2	0	1	0	
13	0	1	1	1	1	0	2	0	2	1	2	2	-	2	0	1	2	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	
14	0	1	2	1	1	0	2	1	0	0	1	1	2	-	0	1	1	0	2	2	2	0	0	2	0	2	0	
15	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	-	0	1	2	0	0	1	0	1	2	0	0	0	
16	1	2	2	1	1	0	2	2	0	1	0	0	1	1	0	-	1	0	0	0	2	1	0	1	0	0	0	
17	2	2	2	2	2	0	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	-	0	1	1	1	0	2	2	0	0	0	
18	1	0	0	0	0	1	0	2	0	2	0	2	0	0	2	0	0	-	2	2	0	1	2	2	2	0	0	
19	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	2	0	0	1	2	-	0	0	0	0	1	0	0	0	
20	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	2	0	0	1	2	0	-	0	0	0	1	0	0	0	
21	1	0	2	1	1	0	1	0	0	2	0	1	0	2	1	2	1	0	0	0	-	1	0	2	0	0	0	
22		1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	-	0	0	0	0	0	
23	0	1	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	-	0	0	0	0	
24	1	2	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	2	0	0	-	0	0	0	
25	1	1	0	2	1	1	0	2	0	0	2	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	-	0	
26	0	2	1	0	2	0	1	2	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
27	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-

4.4 IDEAS COMBINADAS

En este punto se busca, a través de la matriz de iteración, combinar las diferentes ideas que fueron escogidas como ganadoras, con el fin de lograr una serie de soluciones completas y combinadas que estén enfocadas en el dispositivo a realizar.

A continuación se presentan los planteamientos a los que se llegó luego de realizada la matriz de iteración, realizando una serie de comparaciones entre las ideas ganadoras y contemplando cuál de las relaciones existentes entre ellas será la más apropiada para la conceptualización del dispositivo.

1. La visión general que hemos podido desarrollar a través de las ideas aportadas, se fundamenta en realizar un dispositivo que reciba los potes a la caída del molde, caigan a cierta altura, y procedan a ser transportados a otro punto donde se vayan apilando para su posterior almacenamiento.
2. El uso de un embudo, rampa, cilindro con el diámetro de los potes y posicionador de los envases a la cinta o correa transportadora, son algunas de las ideas aportadas para el inicio del dispositivo que se desea diseñar, este punto sería a la salida del molde, tomando en cuenta la altura de la máquina y el espacio disponible entre ellas.
3. Se plantea la idea de la colocación de un dispositivo que vibre y apile los potes. Esta idea no resulta muy beneficiosa, ya que tomando en cuenta que las máquinas trabajan 24/7, el costo, mantenimiento y diseño sería algo poco viable para la industria.
4. La colocación de una rueda con los potes parados para el transporte de los envases luego que caen del molde, sería poco factible, ya que se tienen otras ideas como la colocación de una cinta o correa transportadora que sería más beneficiosa. Tomando en cuenta el ciclo que se desea realizar, si se coloca una rueda a la salida del embudo, ésta transportaría los envases y tendría que devolverse a buscar el siguiente, mientras que la cinta transportadora o la utilización de correas le daría continuidad al ciclo que se pretende que realice el dispositivo.

5. Motor eléctrico. Esta idea es de sumo interés ya que se relaciona con casi todos los elementos del dispositivo, puesto que generará el movimiento del mismo. Un motor eléctrico contemplaría la colocación de un reductor de velocidad, que pueda trabajar a una velocidad adecuada y esté en sincronización con la máquina (que produce potes cada 8 segundos).
6. La colocación de las varillas y los posicionadores en el caso de utilizar una cinta transportadora. Estas ideas ganadoras son de utilidad para lograr la estabilidad que requiere el envase durante el traslado, de manera que estos no se volteen y lleguen al punto en la posición deseada.
7. Limitar altura donde caen los potes. Este aporte es de suma utilidad ya que en combinación con el posicionador se logra que el envase caiga parado y no comience a trasladarse hasta que no consiga una posición estable.
8. Tambor giratorio. Esta idea se utilizaría al momento de apilar los envases provenientes de la cinta o correa transportadora, su problemática se presenta en el alto costo de su fabricación.
9. Canales inclinados donde se deslicen los envases. Esta idea ganadora es bien vista desde el punto donde el envase sale de la cinta transportadora o en el caso de usar correas, de manera que aquel se deslice y caiga en un tubo hueco con la altura de los 25 envases. Estas ideas combinadas podrían generar una solución factible.
10. Ideas ganadoras como utilización de sensores, ver clases de automatización y cursos de inventor, siempre son de gran ayuda a la hora de automatizar un proceso. La colocación de sensores nos permitirá medir parámetros como control de calidad de los envases, su conteo, saber su posición actual en el dispositivo en el punto donde se vayan a colocar.
11. Es una buena opción combinar las correas con las poleas para el transporte del envase de plástico, colocando dos correas en paralelo moviéndose a la misma velocidad y el envase iría encajado entre ellas, aprovechando la fricción entre ambos.
12. Ver videos en Youtube está relacionado con la generación de ideas, y la búsqueda de diseños ya existentes para ser aplicados en el dispositivo que se va a realizar,

como sistemas de poleas, cintas transportadoras, sistemas de transportes de envases de plásticos por correas, etc.

13. Existe una relación directa entre que la máquina sea personalizable, limitar altura donde caen los envases a la cinta o correa transportadora, utilización de correas y el tubo hueco con la altura de los 25 envases, ya que existe en producción distintos tamaños de envases. Con esto se lograría calibrar el dispositivo para los distintos tamaños y no será necesario construir otro dispositivo para otros tamaños.

CAPÍTULO V

GENERACIÓN DE SOLUCIONES

El presente capítulo tiene como finalidad la generación de soluciones y los métodos utilizados por los autores para la conceptualización de la misma, partiendo de lo desarrollado anteriormente en los capítulos previos.

Es importante en esta fase que los autores se encuentren divorciados de cualquier solución específica, estando aún abiertos a opciones y evaluando todo el camino recorrido hasta el momento. Se tomarán en cuenta todos los aspectos que se han tratado hasta ahora como son mapas mentales, encuestas, entrevistas y generación de ideas por medio de la tormenta, con el fin de llegar al diseño de materialización preliminar que será visto a lo largo del capítulo.

5.1 DISEÑO DE MATERIALIZACIÓN

El diseño de materialización (Riba, 2002) es la etapa del proceso de diseño en la cual, partiendo de un concepto, y por medio de conocimientos y criterios técnicos y económicos, se determinan las formas y dimensiones de las diferentes piezas y componentes y, a la vez, se articulan de manera que aseguren todas las funciones.

Lo más difícil de la materialización de una idea, es comenzar con la realización de los primeros bocetos de lo que se tiene como diseñador en la cabeza. Incluye algunas de las actividades más tradicionales de la ingeniería de diseño: esbozar la disposición general, simular su comportamiento, calcular y dimensionar elementos, ensayar y validar soluciones.

Actualmente las nuevas concepciones de diseño ponen énfasis en el ciclo de vida de los productos (más allá de la función) y en la posibilidad de un desarrollo más amplio (la visión de lanzarlo al mercado obteniendo financiamiento, planificación de fabricación y comercialización del producto), estos aspectos tradicionales también deben ser tomados en consideración.

5.1.1 Pasos del diseño de materialización

A continuación se presentan una serie de pasos basados en la propuesta de G. Pahl y W.Beitz (Pahl-Beitz, 1988) , que permiten conducir la etapa de diseño de materialización.

5.1.1.1 Identificar los requerimientos limitadores

La dirección de las empresas suele imponer ciertas limitaciones dimensionales, constructivas, de materiales o de procesos de fabricación en el inicio de determinados proyectos. Se propone identificar aquellos requerimientos de la especificación que dan lugar a “trabas” en el diseño de materialización en la tabla 11, siendo estos:

- a) Prestaciones exigidas (velocidades, fuerzas, tiempos, cadencias).
- b) Dimensiones exteriores (disponibilidad de espacio).
- c) Exigencias ergonómicas.
- d) Incidencias ambientales (evitar ruidos, contaminaciones y otros impactos).
- e) Tecnologías disponibles y capacidades de producción.
- f) Requerimientos de mantenimiento.
- g) Limitaciones de coste.

Tabla 11. Identificación de los parámetros limitadores. **Fuente:** Los autores.

Parámetros limitadores	
Prestaciones exigidas	La empresa propone de la mano con la automatización de la industria, aumentar la velocidad de la línea de producción disminuyendo el tiempo de formación de los envases de 8 a 6 segundos respectivamente. Así la máquina de inyección bajará los tiempos requeridos para la formación de una columna de 25 envases, de 200 segundos a 150 segundos respectivamente.

Dimensiones exteriores	La disponibilidad de espacio en la industria que consta de dieciséis máquinas es de un metro y ochenta centímetros de diferencia entre cada una, el dispositivo no generará problemas de espacio al ser colocado, caso contrario que si debe considerarse es la poca altura con la que se cuenta a la salida de los envases de la máquina.
Exigencias ergonómicas	Se plantea la colocación de un dispositivo que permita a los operarios recoger las columnas de veinticinco envases a una cierta altura, contribuyendo así a una mejora ergonómica para los empleados de la industria.
Incidencias ambientales	No se contempla el uso de un dispositivo de gran impacto ambiental.
Tecnologías disponibles y capacidades de producción	Los autores pretenden ser cuidadosos al momento de la selección de un dispositivo que pueda ser construido y que pueda ser ensamblado con materiales disponibles en el mercado nacional.
Requerimientos de mantenimiento	Al momento de seleccionar el dispositivo se debe considerar la limitante existente en que el mismo debe operar las 24 horas del día, sin considerar un día de parada. Por ende el mantenimiento debe ser mínimo y en dado caso poder realizársele mientras se esté operando.
Limitaciones de coste	La fabricación del dispositivo cuenta con el total apoyo económico por parte de Industrias Manfaplast C.A.

5.1.1.2 Determinar las funciones y parámetros críticos

Un primer esbozo de diseño de materialización pone en evidencia la existencia de funciones determinadas (proveniente directamente de las funciones técnicas incluidas en la solución conceptual) y determinados parámetros de tipo cualitativo o cuantitativo que son críticos en la resolución del problema, estableciendo compromisos en el diseño. Dado que estas funciones y parámetros críticos suelen ser importantes, se considera estudiarlos conjuntamente para obtener una solución global en el dispositivo de transporte y apilamiento.


Las funciones críticas (tabla 12), junto a los requerimientos limitadores de la especificación, se traducen en condiciones críticas (tanto cuantitativas como cualitativas) entre los parámetros críticos (tabla 13) en base a los que se establecen los compromisos de diseño y se elaboran las diferentes soluciones alternativas.

El diseño del dispositivo de transporte y apilamiento automático consta de tres fases críticas como se ha mencionado anteriormente (expulsión del envase de la máquina, transporte del envase y almacenamiento en columnas de a veinticinco) que se deben considerar y trabajar por separado al momento de concretar la conceptualización del diseño, si bien se consideraran por separado no debe obviarse la idea de que los mismos deben poderse ensamblar para poder trabajar paralelamente en conjunto.

Tabla 12. Funciones críticas. **Fuente:** Los autores.

FUNCIONES CRÍTICAS	
Colocación del envase en posición para ser transportado.	Tomando en cuenta que en un principio los envases caen a una cesta de forma aleatoria, por ende se debe seleccionar un dispositivo que canalice la caída del envase al medio donde será transportado.
Transporte del envase.	El dispositivo seleccionado para esta fase debe garantizar el transporte del envase de manera que éste no se voltee ni ocurra la pérdida del mismo durante el traslado.
Apilamiento de los envases.	Se debe seleccionar un mecanismo que asegure el apilamiento en columnas de 25 envases para mantener los lineamientos establecidos en la línea de producción de la industria. Además de un artefacto electrónico que realice el conteo de los mismos y los aparte para la formación de una nueva columna.

Tabla 13. Parámetros críticos. **Fuente:** Los autores.

PARÁMETROS CRÍTICOS			
<p>CARACTERÍSTICAS DEL ENVASE A TRANSPORTAR</p> 	Material	Polietileno	
	Propiedades	Índice de fluidez (55 dg/min)	
		Densidad: 0.9530 g/cm ³	
		Módulo en flexión: 650 MPa.	
		Esfuerzo en flexión al 5% de deformación: 19 MPa.	
		Esfuerzo de fluencia en tensión: 21 MPa.	
		Deformación en fluencia: 19 %.	
		Esfuerzo de ruptura en tensión: 12 MPa.	
		Deformación hasta ruptura: superior al 200 %.	
		Resistencia al impacto Gardner: 4 KJ/m	
	Temperatura de reblandecimiento Vicat: 125 °C.		
	Masa	32 gr	
	Diámetro mayor	11.5 cm	
Diámetro inferior	8.5 cm		
Altura	13 cm		
Volumen	32 onzas (0,9463 cm ³)		
VELOCIDAD	Relacionar la velocidad de transporte del envase en el dispositivo de transporte y apilamiento con la velocidad de producción que se seleccionará en la máquina de inyección.		

5.1.1.3 Desplegar alternativas de diseño de materialización

Una vez identificados los requerimientos limitadores y determinados las funciones críticas y los parámetros críticos, corresponde desplegar una o más soluciones de diseño de materialización preliminar. Es decir, determinar principales disposiciones, formas y dimensiones, así como materiales que intervienen en las funciones críticas.

El resultado debe responder de forma global a las funciones principales del producto y cumplir con los requerimientos limitadores. En este paso se debe decidir, seleccionar y situar de forma esquemática los componentes del mercado que se incorporan al producto.

Las alternativas presentadas a continuación serán basadas en todas las ideas recabadas previamente por parte de los autores. Se considerará en primer lugar la fase de generación de las mismas por medio de la tormenta de ideas, pasando por las entrevistas, mapas mentales, encuestas, así como los parámetros limitadores y críticos descritos anteriormente.

La solución global del equipo a diseñar se hará basándose en alternativas propuestas por los autores, dividiendo el proceso en tres fases mencionadas anteriormente y que se presentan a continuación:

FASE 1. Expulsión del envase de la máquina (Colocación del envase en posición para ser transportado)

Alternativa propuesta por Osvaldo Casale.

Se propone la colocación de un embudo cuya función es recibir el envase inmediatamente al salir del molde de inyección de la máquina, con esto lo que se quiere lograr es que el envase caiga de forma uniforme a la fase de traslado.

Su parámetro de diseño fue sumamente sencillo. Propone utilizar una entrada en forma de tobera con un largo y diámetro inicial de 15 cm suficiente para que el envase tomara posición sin voltearse. Paso siguiente, con un diámetro final de 12 cm será el punto donde el envase comenzará a deslizarse figura 9. La longitud total del embudo será de 125 cm. Todas estas medidas considerando las características físicas del envase descritas anteriormente.

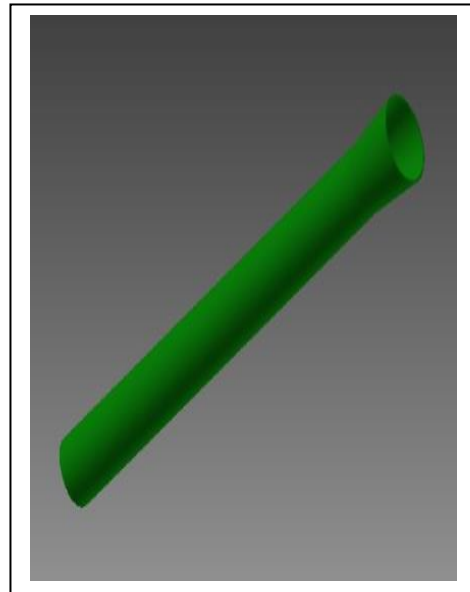
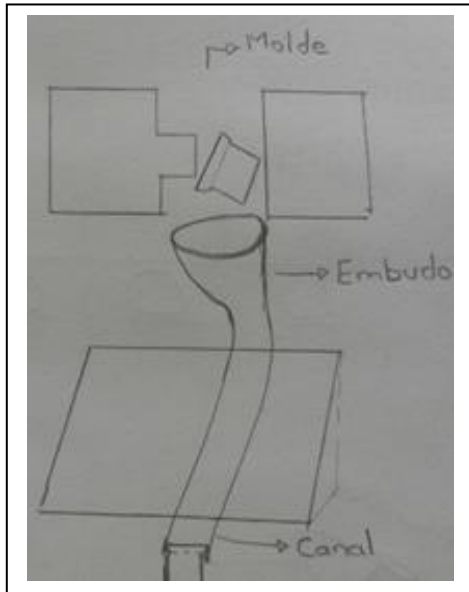


Figura 9. Alternativa propuesta por Osvaldo Casale. Embudo.

Alternativa propuesta por Ciro Ho.

Se propone la colocación de una rampa en forma de “U” a la salida de la máquina de inyección (figura 10), su función será recibir el envase apenas salga y canalizarlo de manera que este encaje al siguiente dispositivo de la fase de transporte. La principal ventaja de la utilización de este elemento radica, como veremos posteriormente en la alternativa de transporte, en que no habrá necesidad que el envase caiga en ninguna posición específica.

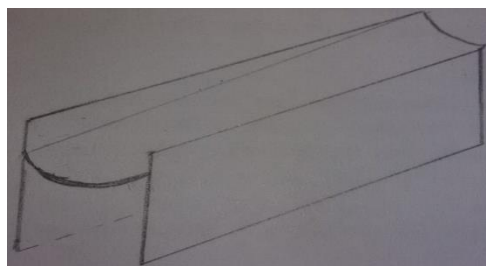


Figura 10. Alternativa propuesta por Ciro Ho. Rampa.

FASE 2. Transporte del envase

.Alternativa propuesta por Osvaldo Casale.

Propone la utilización de una cinta transportadora. Se pretende realizarla utilizando una banda de un material con un coeficiente de fricción alto para que el envase no resbale, además que posea una especie de ranura del diámetro menor del envase para poder posicionar el envase a la salida del canal (figura 11). Todo esto motivado a lograr que el envase no voltee o resbale por la cinta, que tendrá cierta inclinación. Se colocaría un motor eléctrico para su funcionamiento

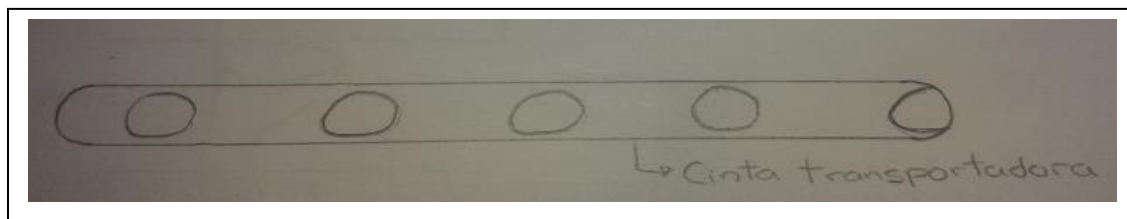


Figura 11. Alternativa propuesta por Osvaldo Casale. Vista superior de la cinta transportadora.

Se debe hacer selección de un ángulo de inclinación para la cinta transportadora como se ve en la figura 12, de manera que el envase alcance cierta altura y pueda cumplir con los requerimientos de la fase de almacenamiento en columnas de veinticinco.

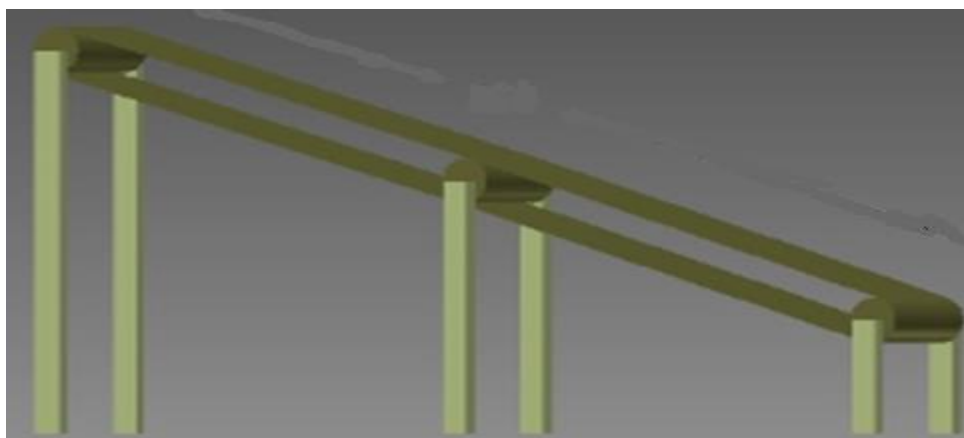


Figura 12. Alternativa propuesta por Osvaldo Casale. Cinta transportadora.

Alternativa propuesta por Ciro Ho.

Propone por su parte, el uso de una correa que transporte el envase. Esta idea generada también de la “tormenta” sería muy útil ya que se dispondría de dos correas que trabajen paralelamente a través de unas poleas que transmitan la fuerza impulsada por un motor eléctrico. El envase iría encajado entre las dos correas para realizar su traslado a la siguiente fase de almacenamiento.

Se utilizarían ocho poleas en total, dos conductoras (solidaria a un eje movido por un motor) y seis conducidas (acopladas a un eje muerto) como se representa en la figura 13. Este dispositivo de igual forma que la cinta transportadora de alternativa anterior, debe tener una cierta inclinación que permita elevar el envase de modo que puedan ser apilados en columnas de veinticinco durante la fase de almacenamiento.

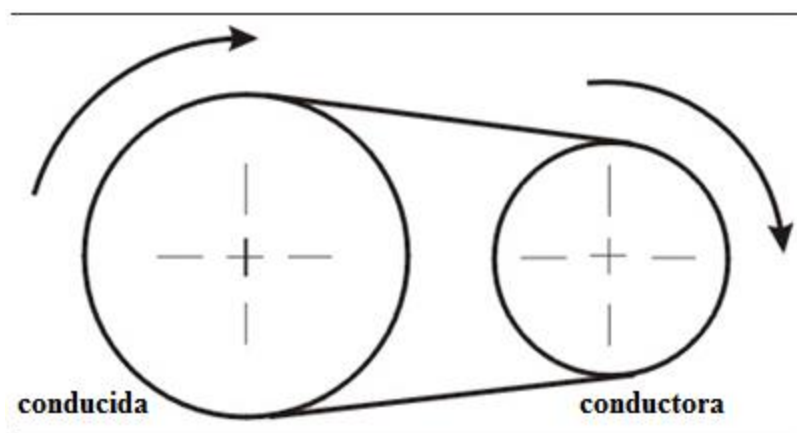


Figura 13. Alternativa propuesta por Ciro Ho. Sistema de transmisión por correas.

FASE 3. Almacenamiento (Apilamiento de envases en columnas de veinticinco).

Alternativa propuesta por Osvaldo Casale.

Propone realizar el almacenamiento de los envases luego de la salida de la fase de transporte utilizando varillas de tubo delgado donde los envases empiecen a apilarse y sirva de soporte a los mismos (figura 14). Su colocación sería en forma de vertical y el material a

utilizar sería en un principio de acero, ya que se puede conseguir fácilmente en el mercado nacional y es soldable sin dificultad.

La idea de utilizar las varillas de aluminio sería de gran utilidad, ya que los envases quedarán a la vista y permitirá la colocación de un sensor que cuente los envases y realice la expulsión luego de contada la columna de veinticinco.



Figura 14. Alternativa propuesta por Osvaldo Casale. Varillas de acero.

Alternativa propuesta por Ciro Ho.

Desarrollar un cilindro apilador con las medidas del envase, tomando en cuenta alto, ancho, diámetro mayor y menor del mismo.

La función del cilindro apilador es como su nombre lo indica, apilar los envases en columnas de a veinticinco unidades cuya distancia total es de 53 cm al completarse una columna. El material a utilizar en un principio sería PVC, tomando en consideración que es de bajo costo y de fácil obtención en el mercado nacional

Su pretende realizar su fabricación basándose en que, si se quiere que el envase caiga de forma derecha al salir de la fase de traslado (cinta o correa), éste pegará de una superficie semicircular de 13 cm, con un radio de seis 6 cm y se deslizará a través del cilindro de 53 cm e igual radio hasta completar columnas de veinticinco envases como se observa en figura 15. Paso seguido el operador los recoge ya apilados y procede a completar el almacenamiento.

Se debe colocar un sensor que cuente los envases a medida que se van apilando y al llegar a los veinticinco expulse esa columna, de manera que se comience de nuevo con el proceso con una columna nueva.

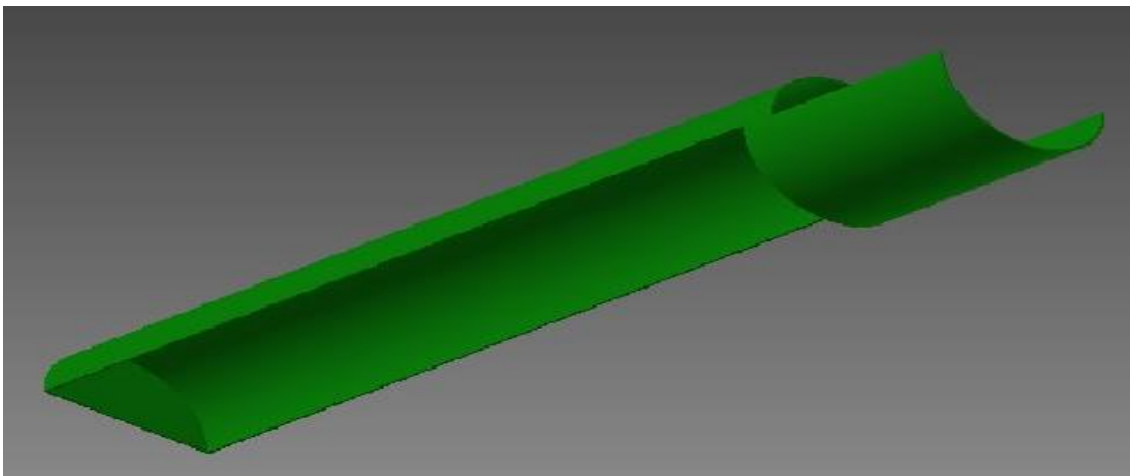


Figura 15. Alternativa propuesta por Ciro Ho. Cilindro apilador.

5.1.1.4 Evaluar las anteriores alternativas y escoger una de ellas

Este paso consiste en evaluar las alternativas de diseño preliminar por medio de evaluación. El resultado es la elección de un diseño de materialización preliminar definido por medio de dibujos y esquemas con las disposiciones de elementos, formas y dimensiones.

Evaluación de los parámetros limitadores y críticos por fase

La tabla 14 muestra la leyenda para evaluar dichos parámetros ya mencionados anteriormente.

Tabla 14. Evaluación de los parámetros limitadores y críticos por fase.

Fuente. Los autores.

Leyenda	
CRÍTICOS	LIMITADORES
A. Prestaciones exigidas. B. Dimensiones exteriores. C. Exigencias ergonómicas. D. Incidencias ambientales. E. Tecnologías disponibles y capacidades de producción. F. Requerimientos de mantenimiento. G. Costo.	H. Características del envase. I. Velocidad.

Sistema de ponderación

Se presenta el siguiente sistema de ponderación en la tabla 15 para contemplar cuál de las alternativas presentadas por los autores cumple con los parámetros establecidos anteriormente a modo de comparación entre ambas propuestas.

Tabla 15. Sistema de ponderación. **Fuente.** Los autores.

CUMPLE	✓
NO CUMPLE	■

- **Fase 1:** se presenta la tabla 15 con los parámetros limitadores y críticos fase 1.

Tabla 16. Evaluación parámetros limitadores y críticos de las alternativas de la fase 1.

ALTERNATIVA	PARÁMETROS LIMITADORES							PARAMETROS CRÍTICOS	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Embudo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	■	■
Rampa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

- **Fase 2:** se presenta la tabla 16 con los parámetros limitadores y críticos fase 2.

Tabla 17. Evaluación parámetros limitadores y críticos de las alternativas de la fase 2.

ALTERNATIVA	PARÁMETROS LIMITADORES							PARAMETROS CRÍTICOS	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Cinta transportadora	✓	✓	✓	✓	✓	■	■	■	✓
Correa	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

- **Fase 3:** se presenta la tabla 17 con los parámetros limitadores y críticos fase.

Tabla 18. Evaluación parámetros limitadores y críticos de las alternativas de la fase 3.

ALTERNATIVA	PARÁMETROS LIMITADORES							PARAMETROS CRÍTICOS	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Cilindro apilador	✓	✓	✓	✓	■	✓	✓	✓	✓
Varillas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

5.1.1.5 Materializar las restantes funciones

Solución propuesta

La presente investigación permitió a los autores seleccionar una solución potencialmente ejecutable que se adecuara a los diferentes parámetros exigidos por la empresa y que sea viable su ejecución.

Para la primera fase de expulsión del envase de la máquina los autores dispusieron la colocación de una rampa que recibiera el envase y que canalizara la caída de éste a la siguiente fase, se descarta el embudo por consideraciones de velocidad y características del envase ya que si se pretende la utilización de este dispositivo para diferentes tamaños generaría una limitante en cuanto al diámetro del mismo.

En la segunda fase de transporte se dispuso la colocación de las correas por encima de la cinta transportadora, motivado a razones de mantenimiento, coste y características del envase. Con este sistema se asegura que el envase viaje encajado colocando las dos correas en paralelo y ocho poleas (dos conductoras y seis conducidas) evitando que el envase resbale y caiga, acoplado a éstas un motor eléctrico que haga girar el sistema.

En la tercera y última fase se colocarán las varillas en vez de un cilindro. La principal razón es la dificultad para la colocación de un sensor que detecte los envases y expulse la columna en el caso de colocar un cilindro, ya que este sería cerrado. Con las varillas se pretende que el envase sea siempre visible y luego de formada la columna puedan caer a una mesa donde los operarios los recojan ya apilados y a una altura ergonómica para ellos.

Con la utilización de sensor se contará el paso de los envases y dará la señal a un Arduino encargado de leer la entrada y actualizar la salida, con el fin de formar una nueva columna. Aprovechando que la industria cuenta con entrada de aire se colocará una electroválvula y un cilindro pistón, se explicará su funcionamiento en los apartados siguientes.

5.1.1.6 Completar el diseño de materialización.

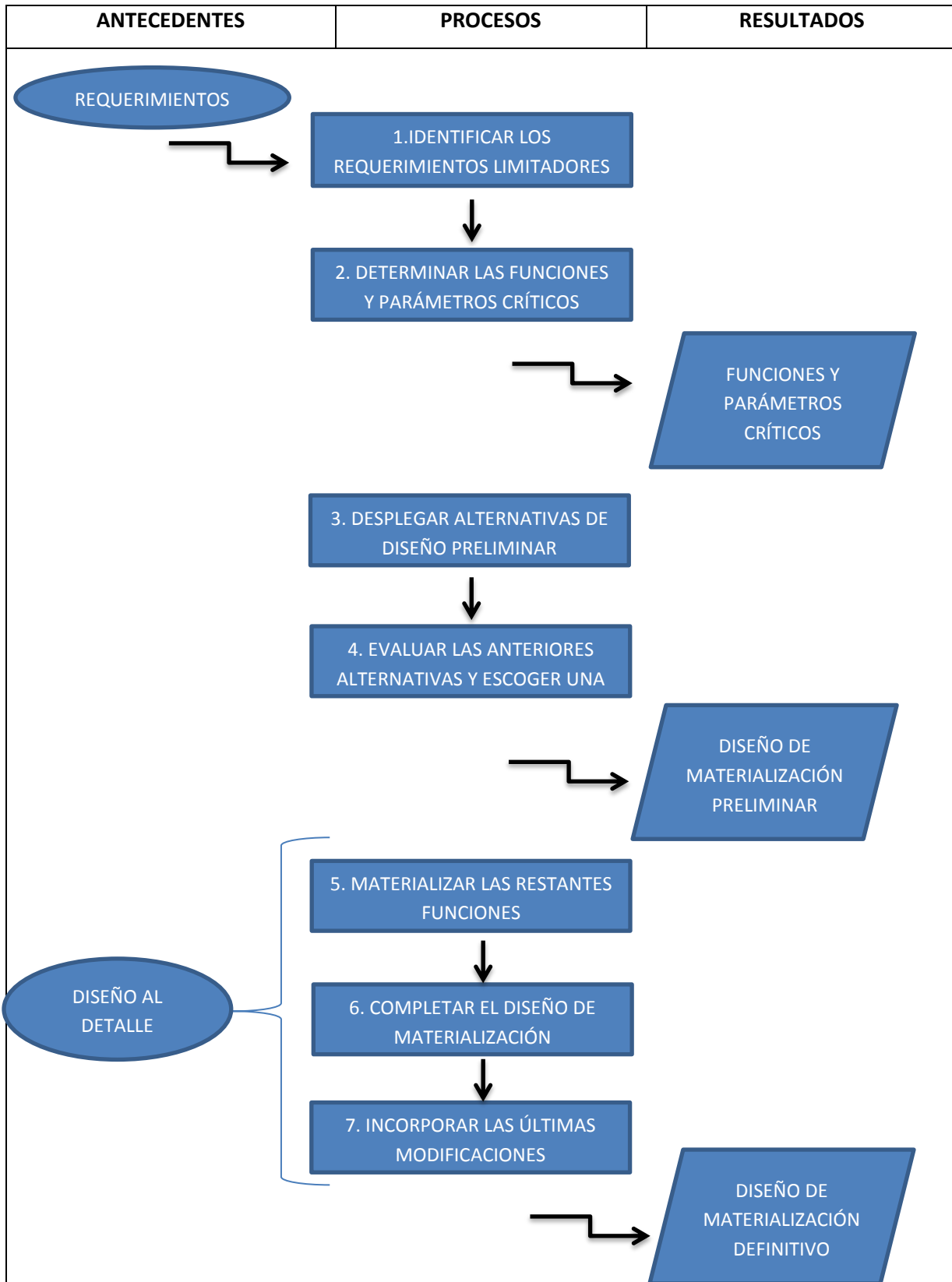
5.1.1.7 Incorporar las últimas modificaciones.

Éste último paso de diseño consiste en incorporar las modificaciones originadas en etapas anteriores en los planos de conjunto y, muy especialmente, las que son consecuencia del ensayo y de la evaluación.

5.1.1.8 Diseño de materialización definitivo

Solución completa del diseño de materialización validada por los autores.

Tabla 19. Pasos del diseño de materialización.



CAPÍTULO VI

DISEÑO DE DETALLE

En el presente capítulo se muestra el desarrollo de la solución escogida por los autores con el fin de completar una medida potencialmente ejecutable para la industria. Se incorporarán los pasos 5, 6, 7 del diseño de materialización visto anteriormente que consisten en materializar las restantes funciones, completar el diseño e incorporar las últimas modificaciones al equipo con el fin de encontrar el diseño de materialización definitivo.

El diseño de detalle se relaciona directamente con el diseño de subsistemas que completan el dispositivo final. Todos estos elementos que ya han sido definidos en la parte de conceptualización pueden ir variando de acuerdo a las alternativas que se presenten, éstas referidas al tipo de material a utilizar, proceso de fabricación, ensamble de los elementos que conforman las fases del dispositivo, aspectos tecnológicos, entre otros.

Se consideraran los siguientes aspectos al momento de realizar el diseño de detalle:

- Se realizará el diseño apoyándose en totalidad en la fase previa que llevó a la conceptualización del mismo.
- El ensamble del dispositivo se realizará considerando las restricciones que conlleva la cohesión de cada una de las fases presentes en el mismo.
- Se considerará la reducción de componentes con el fin de minimizar los costos de fabricación del dispositivo.
- Se diseñará el dispositivo pensando en la fabricación e instalación a futuro en la industria.

CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS:

6.1 FASE 1. Expulsión del envase de la máquina

La fase de expulsión del envase de la máquina constará de un dispositivo.

6.1.1 Rampa deslizante

Se utilizó como referencia las dimensiones de la tobera por donde salen los envases respecto al piso. Los envases, como ya se mencionó en capítulos previos, salen a 35 cm del piso y el largo de la tobera es de 65 cm. Se utilizaron láminas remachadas de manera que los envases no vayan a caer al suelo y se canalicen al sistema de correas y poleas como se observa en la figura 16.

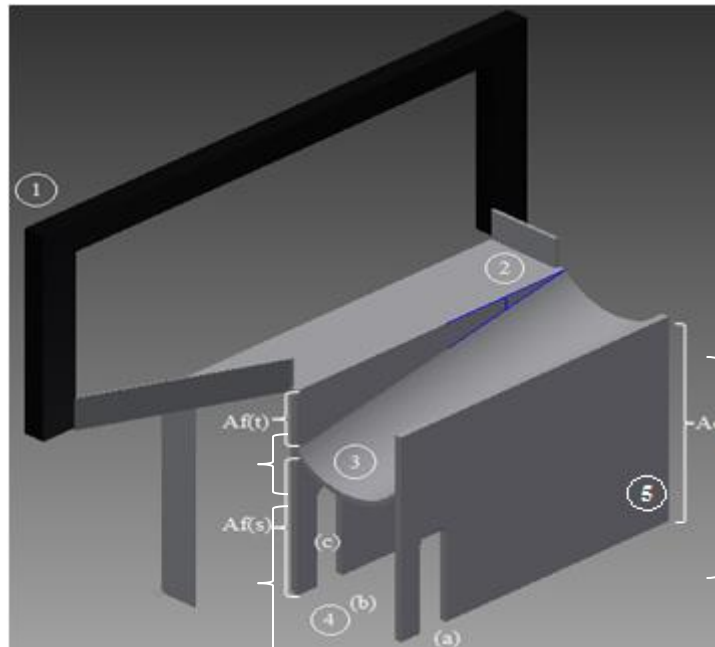


Figura 16. Imagen referencial de la rampa utilizada en el dispositivo.

Fuente. Los autores.

- 1) En este punto se tiene la salida de la tobera, donde ya el envase viene cayendo por gravedad y con una inclinación ya propia de la máquina que favorece al dispositivo.
- 2) Se dispuso la colocación de una lámina hierro negro norma ASTM A569/A-36 de 5 milímetros de espesor soldada sobre ángulos de alas iguales a 35 mm del piso (cuyas características se verán más adelante), de unos 100 mm de ancho por 415 mm de largo para lograr separar la rampa de la máquina de inyección. Con esto lo que se buscó era tener el espacio suficiente para colocar el soporte de pie (c) donde girará el eje del motor que será explicado en la fase de transporte.
- 3) Se necesitó que la rampa tuviese cierta inclinación y a la vez que diese el suficiente espacio físico para colocar las dos poleas conductoras por debajo, de manera que los envases se encajen en las correas al salir de la misma. Se soldó a dos láminas de hierro negro de 10 mm de espesor que servirán como apoyo (punto 5). Para ello se utilizaron las siguientes dimensiones y unos cálculos sencillos:

Altura inicial de la rampa (respecto al suelo) $A_o = 350$ mm.

Altura final de la rampa (respecto al suelo) $A_f(s) = 240$ mm.

Altura final de la rampa (respecto a la tobera) $A_f(t) = 100$ mm.

Ángulo de inclinación (respecto a la salida de la máquina) $\alpha = 13,55^\circ$

Ancho de la rampa Ancho = 150 mm.

Longitud de la rampa (por trigonometría simple)

$$\text{sen } \alpha = \frac{A_f(t)}{L} = \frac{100}{L}$$

$$L = 427 \text{ mm.}$$

Radio de arco de la rampa $R = 93.75$ mm.

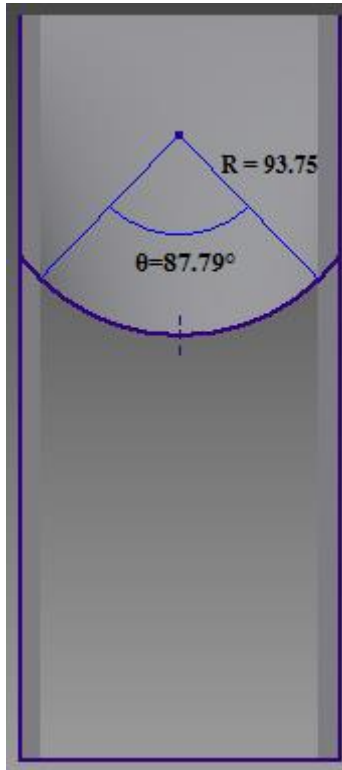


Figura 17. Vista frontal de la rampa. **Fuente.** Los autores

Teniendo el radio y el ángulo de la rampa dados por la herramienta de dibujo asistido Inventor 2014 (figura 17) podemos calcular la longitud de arco de la siguiente forma:

$$L = \theta * R$$

Se procede a realizar la conversión pertinente de grados a radianes

$$\theta * \frac{\pi}{180} = 87.79 * \frac{\pi}{180} = 1.53 \text{ rad}$$

La longitud de arco será entonces

$$L (\text{arco}) = 1.53 \text{ rad} * 93.75 \text{ mm} = 143.43 \text{ mm.}$$

- 4) En esta zona se colocaron los dispositivos encargados de transmitir el movimiento en la fase de transporte, estos son: motor (a), poleas conductoras y eje (b) y un soporte de pie (c).

- 5) Este punto corresponde a la lámina de hierro negro norma ASTM A569/A-36 de 10 mm de espesor, se utilizó un proceso de fresado para la apertura de las dos ranuras, unos 40 mm de ancho por 170 mm de altura, para que pudiera pasar el eje, y las poleas conductoras.

6.2 FASE 2. Transporte del envase

La fase de transporte consiste en los siguientes dispositivos con su sistema de sujeción:

- CORREAS.
- POLEAS.
- SISTEMA DE TRANSMISIÓN (POLEAS-CORREAS).
- MOTOR.
- VARIADOR DE FRECUENCIA.
- EJE.
- SISTEMA DE FIJACIÓN MOTOR-EJE.
- SOPORTES DE PIE CON RODAMIENTO “Y”.
- SISTEMA DE FIJACIÓN EJE- SOPORTE DE PIE CON RODAMIENTO “Y”.
- SISTEMA DE FIJACIÓN EJE-POLEA.
- ESTRUCTURA.
- CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS SOBRE LOS TORNILLOS EN LA UNIÓN POLEAS CONDUCCIDAS- ESTRUCTURA.
- CÁLCULO DE LOS ESFUERZOS SOBRE TORNILLOS DEL MOTOR Y CHUMACERA.

6.2.1 Correas

Material: Poliuretano termoplástico

Los poliuretanos se dividen en dos grupos definidos por su estructura química y diferenciados por el comportamiento que presentan ante la temperatura, éstos pueden ser: Poliuretanos termoestables y termoplásticos. El poliuretano termoplástico (TPU) es una de las variedades existentes dentro de los poliuretanos (Mangonon, 2001). Es un polímero elastomérico lineal y, por ello, termoplástico. No requiere vulcanización para su procesado, se presenta en la industria en adhesivos selladores de alto rendimiento, calzado, juntas, componentes automotrices, entre otros.

Generalidades

El Poliuretano es un Elastómero que posee muy buena resistencia mecánica, a la abrasión, y a los impactos por deformaciones. Además posee una excelente resistencia a los agentes corrosivos, a la cristalización a bajas temperaturas y su gran tolerancia a elevadas presiones de carga, son los factores que determinan la utilización en variados usos en mantenimiento industrial.

El uso de este tipo de correas reúne en sí una excelente combinación de propiedades entre ellas físicas, mecánicas y químicas, y se le pueden conseguir en dos tipos de acabados: liso y rugoso que sería el indicado para transportar los envases.

En Venezuela no se fábrica este tipo de correas, pero existen diversas empresas importadoras y distribuidoras de las mismas que nos han brindado información sobre su uso, entre ellas: Distribuidora Cardo, Ematro C.A, Extremutus de Venezuela, Inversiones Alveri C.A, Inversiones múltiples Coniplak 208, H y N Empaquetadoras e importaciones S.A.C, entre otras.

Características

Las correas de poliuretano (figura 18) poseen peculiaridades aplicables para el dispositivo a diseñar, información recogida del catálogo de Eagle, estas características son:

- No necesitan mantenimiento de ninguna clase.
- Su vida es prácticamente ilimitada dada su resistencia al desgaste y al medio ambiente, en los que se encuentran agentes tales como: agua, aceites, solventes, polvo, grasas, oxígeno, ozono, abrasión.
- El rango de temperatura de servicio varía de 20 °C a 80 °C.
- Su alta elasticidad le permite actuar como elemento de seguridad contra sobrecargas, vibraciones, choques, formas complicadas y espacios reducidos.
- No produce corrosión.
- De fácil limpieza.
- Por su vida útil y por la preservación que brinda a los elementos de arrastre o rozamiento, el costo comparativo es inferior.
- De bajo peso específico.
- Buena resistencia al desgaste.
- Excelente resistencia química.
- Es atóxico, insípido e inodoro pudiendo utilizarse en contactos con alimentos.
- Su estabilidad dimensional no es afectada por la absorción de humedad ya que no es higroscópico como los demás termoplásticos.
- Son livianas.
- Resistente al choque.
- Disponible en superficie lisa y rugosa.
- De alta fricción.
- La mayoría son aprobados de por la Calidad Alimentaria de la referencia estándar nacional para la base de datos de nutrientes (por sus siglas en ingles USDA) / Administración de alimentos y drogas (por sus siglas en ingles FDA).



Figura 18. Correas de poliuretano. **Fuente.** (Eagle, 2014)

El diámetro de la correa será de 10 mm y será adquirida del distribuidor Eagle.

6.2.2 Poleas

Poleas conductoras

Las poleas conductoras serán las ajustadas al eje que tenemos que mover. Como se expresó anteriormente en el apartado de diseño de materialización, para llevar a cabo el movimiento de transmisión de fuerzas que permitan el traslado de los envases a través de las correas, será necesaria la utilización de dos poleas conductoras solidarias al eje, estas poleas serán de ranura redonda extensibles con orificio roscado para tornillo prisionero.

Material: Las poleas seleccionadas como conductoras serán de material aluminio, motivado a que posee características aplicables a los requerimientos del dispositivo, así como el ensamblaje del mismo.

Generalidades:

El mecanizado del aluminio y sus aleaciones en máquinas de herramientas por arranque de viruta, es en general, fácil y rápido. Es un material blando (escala de Mohs: 2-3-4) y maleable, en estado puro tiene un límite de resistencia en tracción de 160-200 N/mm² (160-200) MPa, baja densidad 2700 Kg/m³ y alta resistencia a la corrosión.

Características:

- 1 Es un material blando (escala de Mohs: 2-3-4).
- 2 En estado puro tiene un límite de resistencia en tracción de 160-200 N/mm² (160-200) MPa.
- 3 Baja densidad 2700 Kg/m³ y alta resistencia a la corrosión.
- 4 Bajo punto de fusión (660 °C).

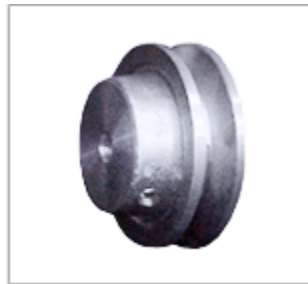


Figura 19. Imagen referencial de polea con orificio para prisionero.

Fuente. Los autores.

Poleas conducidas

Se colocaron seis de ellas a lo largo del trayecto del envase, dos de ellas en paralelo al final del sistema y cuatro de ellas se colocarán con el fin de evitar la catenaria que se forma en las correas producto de los dos metros de distancia entre ejes de las poleas principales. La catenaria corresponde a la curva que se va formando en el trayecto producto del campo gravitatorio uniforme.

Material: Polietileno. Su fabricación se realizará a través del fabricante de poleas Poliuretano Maracaibo.

Generalidades:

El peso molecular más alto y el proceso de fabricación específico para este material, permiten obtener un tipo polietileno con superior resistencia al desgaste y a la abrasión. El Polietileno extra ha demostrado poder soportar aplicaciones exigentes en rozamiento y desgaste en todo tipo de sectores industriales. Sus aplicaciones son variadas, entre ellas la fabricación de bujes y poleas.

Características:

Las poleas de polietileno poseen características aplicables al diseño y uso diario del equipo como son:

- 1 Sobresaliente resistencia a la abrasión.
- 2 Antiadherente.
- 3 Bajo coeficiente de roce.
- 4 Resistencia química.
- 5 Resistencia al impacto.
- 6 Aprobado para estar en contacto con los alimentos.



Figura 20. Poleas de polietileno. **Fuente.** (Eagle, 2014).

Cálculos del dispositivo:

Las correas redondas comúnmente se ejecutan con ranuras redondas como se representa en la figura 21, siendo lo recomendado en el catálogo de Eagle para este tipo de poleas como se presenta a continuación

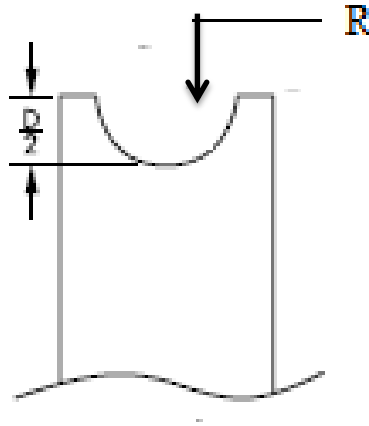


Figura 21: Polea con ranura redonda. **Fuente:** Catálogo Eagle.

Diámetro de la correa redonda $D = 10 \text{ mm}$.

Poleas conductoras (motora)

Medidas de las poleas:

$$\text{Profundidad mínima } \frac{D}{2} = 5 \text{ mm.}$$

$$\text{Radio} = \frac{D}{2} + 8 \text{ mm } R = 13 \text{ mm.}$$

$$D_p = \text{diámetro exterior de las poleas motoras (2)} = 100 \text{ mm.}$$

$$D_{im} = \text{Diámetro interior de las polea motora} = 20 \text{ mm.}$$

$$\text{Ancho } p_m = \text{Ancho de las poleas motoras} = 12 \text{ mm.}$$

$$MP = \text{medida del prisionero} = M6 \times 1 \text{ mm}$$

Poleas conducidas

Medidas de la polea:

$$\text{Profundidad mínima } \frac{D}{2} = 5 \text{ mm.}$$

$$\text{Radio} = \frac{D}{2} + 8 \text{ mm } R = 13 \text{ mm.}$$

$$D_{pc} = \text{diámetro exterior de las poleas conducidas (6)} = 100 \text{ mm.}$$

$$D_{ic} = \text{Diámetro interior de la poleas conducidas} = 10 \text{ mm.}$$

$$\text{Ancho pm} = \text{Ancho de las poleas conducidas} = 12 \text{ mm.}$$

Las poleas vienen equipadas con un rodamiento rígido de bolas de una hilera designación 6003 entregadas por el fabricante Poliuretanos Maracaibo, el cual está sobredimensionado para la solicitud de esfuerzos y velocidades del dispositivo que se verán más adelante. Sumado a esto, el fabricante incluye un centralizador y retenedor para asegurar la sujeción de los rodamientos a las poleas.

Características técnicas del rodamiento 6003. Fuente: SKF.

DIMENSIONES (mm)	d	17		
	D	35		
	Capacidades de carga(kN)	Estática	Co	3.25
		Dinámica	C	6.37
	Carga Límite de fatiga(kN)	Pu	0.137	
Velocidad límite	28000 rpm			

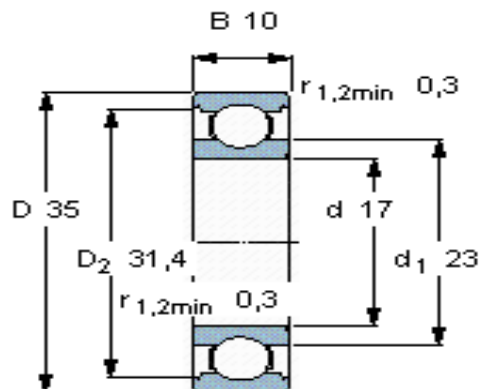


Figura 22. Representación del rodamiento 6003. **Fuente.** SKF.

6.2.3 Sistema de transmisión (Poleas-Correas).

Tanto las dimensiones del sistema de transmisión como sus cálculos se realizará utilizando el catálogo del fabricante de correas (Eagle, 2014) , distribuidores a nivel mundial con una amplia gama de productos.

Los cálculos necesarios para la elaboración del sistema de transmisión fundamentados en el catálogo del fabricante son los siguientes:

La correa seleccionada del catálogo será el modelo Eagle 80 EC, la cual es una correa redonda no reforzada y cuyas características se observan en la tabla 20.

Para el cálculo de la tensión efectiva existen tres tipos de cálculos a realizar dados por el fabricante:

- a. Para transporte horizontal.
- b. Para transporte horizontal con cama deslizante.
- c. Subida o bajada de transporte con cama deslizante.

Para efectos del T.E.G se selecciona el modo de subida o bajada de transporte con cama deslizante ya que los envases se desplazarán en subida con un ángulo aproximado de 45°.

La tensión se calcula:

$$T_e = \frac{W_t}{c} * \left(H_t + \mu * \sqrt{c^2 + H_t^2} \right) + B_{wt}$$

Siendo:

T_e = tensión efectiva.

W_t = peso total sobre la correa.


C = distancia entre los centros.

B_{wt} = peso de la correa/ unidad de long x C .

H_t = altura de la inclinación.

μ = Coeficiente de fricción.

Tabla 20. Características de las correas redondas EC80. Fuente. **EAGLE.**

Eagle 80 EC		HARDNESS		COEFFICIENT OF FRICTION				TEMPERATURE RANGE							
DESCRIPTION Round, Non-Reinforced		80A		Stainless Steel .80				-22°F to +150°F							
		FDA COMPLIANT Yes		Steel .70				-30°C to +66°C							
				UHMW .55											
Cross Section	Part Number	Dimensions Ø (in) (mm)		Minimum Pulley Ø (in) (mm)		Working Load @ Percent Tension								Wt/ft (lbs)	Wt/m (kg)
						4%		6%		8%		10%			
(lbs)	(N)	(lbs)	(N)	(lbs)	(N)	(lbs)	(N)	(lbs)	(N)	(lbs)	(N)	(lbs)	(N)		
2mm	4928000	2	51	0.55	14	0.1	0.7	0.2	1.0	0.3	1.4	0.4	1.7	0.002	0.004
3mm	4928001	3	76	0.83	21	0.4	1.7	0.6	2.5	0.8	3.5	1.0	4.3	0.005	0.008
4mm	4928002	4	102	1.10	28	0.6	2.8	0.9	4.2	1.3	5.6	1.5	6.7	0.009	0.014
5mm	4928003	5	127	1.38	35	0.9	4.2	1.4	6.3	1.9	8.4	2.4	10.6	0.015	0.022
6mm	4928004	6	152	1.65	42	1.3	5.9	2.1	9.1	2.8	12.3	3.4	15.2	0.021	0.032
6.3mm	4928005	¼	160	1.74	44	1.5	6.6	2.3	10.2	3.1	13.7	3.8	17.0	0.023	0.035
8mm	4928006	8	203	2.20	56	2.4	10.5	3.6	16.2	4.8	21.5	6.1	26.9	0.038	0.056
9.5mm	4928007	¾	241	2.62	67	3.4	15.0	5.2	23.2	7.0	31.0	8.7	38.7	0.053	0.079
10mm	4928008	10	254	2.76	70	3.7	16.4	5.8	25.6	7.7	34.1	9.6	42.6	0.059	0.088

$$W_t = 0,032kg$$

$$c = 2 m$$

$$B_{wt} = 0,088 \frac{kg}{m} * 2 m$$

$$B_{wt} = 0,176kg$$

$$H_t = 1,4 m$$

$$\mu = 0,7$$

$$T_e = \frac{0,032kg}{2m} * \left(1,4m + 0,7 * \sqrt{(2m)^2 + (1,4m)^2} \right) + 0,176kg$$

$$T_e = 0,2257 \text{ kg}$$

Determinando la tensión de apriete

$$T_1 = T_e * 2$$

$$T_1 = 0,2257 \text{ kg} * 2$$

$$T_1 = 0,4514 \text{ kg} * 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$T_1 = 4,514 \text{ N}$$

Apreciamos según la tabla 20 que la tensión necesaria es mucho menor que para un 4% de elongación, por lo cual la correa está sobredimensionada un 360% para el equipo a fabricar.

Potencia necesaria

$$\text{Potencia} = \text{Torque} * \text{Velocidad angular}$$

El diámetro mínimo de poleas redondas recomendado por el fabricante para correas de 10 mm es 70 mm

$$d = 0,070 \text{ m}$$

F es la fuerza normal por el coeficiente de roce del poliuretano con la polea

$$F = 0,32 \text{ N} * 0,7$$

$$F = 0.224 \text{ N}$$

$$T = F * \frac{d}{2}$$

$$T = 0,224 * \frac{0,1}{2}$$

$$T = 0,0112 \text{ N.m}$$

Para obtener la velocidad angular se considera:

$$v = \frac{\pi * n * d}{12}$$

La velocidad que deseamos para el transporte del envase es de $v = 0,1 \frac{m}{s} = 19,685 \frac{pies}{min}$

Ahora despejando n:

$$n = \frac{v * 12}{\pi * d}$$

$$n = \frac{19.685 \frac{pies}{min} * 12}{\pi * 3,937 \text{ pulg}}$$

$$n = 19,09 \text{ rpm}$$

$$potencia_{operacion} = T * n$$

$$potencia_{operacion} = 0,0112 \text{ N.m} * 19,09$$

$$potencia_{operacion} = 0,2139 \text{ vatios}$$

$$potencia_{operacion} = 0,0002864 \text{ hp}$$

La potencia permisible, con la que puede trabajar una correa redonda de poliuretano sin romperse (ver tabla 17-2: Propiedades de algunos materiales de las bandas planas y redondas. Shigley 8va. edi) es:

$$potencia_{permisible} = \frac{F_a * v}{33000}$$

$$potencia_{permisible} = \frac{18,6\left(\frac{lb_f}{pulg}\right) * 600\left(\frac{pies}{min}\right)}{33000}$$

$$potencia_{permisible} = 0,33818 \text{ hp}$$

Y la $potencia_{permisible} > potencia_{operacion}$

Por lo tanto la correa no sufrirá daños y servirá perfectamente para la aplicación.

Para dimensionar la longitud de la correa se tiene:

$$L = 2C + \frac{\pi}{2}(D + d) + \frac{(D + d)^2}{4C}$$

Donde:

L = longitud de la correa

C = distancia entre el centro de las poleas = 2000 mm.

D = diámetro de la polea motora = 100 mm.

d = diámetro de la polea conducida = 100 mm.

$$L = 2(2) + \frac{\pi}{2}(0,1 + 0,1) + \frac{(0,1 + 0,1)^2}{4(2)}$$

$$L = 4,3191 \text{ m}$$

A partir de esta longitud se seleccionó un ángulo de 40° de inclinación para las correas con el fin de llevar los envases a una altura adecuada.

6.2.4 Motor

La principal función de un motor eléctrico es convertir la electricidad en energía mecánica que sea apta para mover los accionamientos utilizados en los equipos (PEER, 2013). El funcionamiento de un motor se logra como consecuencia de la circulación de una corriente eléctrica en el embobinado de cobre de la parte fija denominada estator, generando un campo magnético que interactúa con el de la parte móvil conocida como rotor. Se produce el movimiento de giro utilizando polos magnéticos.

La potencia entregada por el motor está definida por un torque que es a la fuerza por distancia capaz de ejercer en cada giro y la velocidad que es la cantidad de veces que gira el motor por minuto.

Un motor está conformado principalmente por:

- Estator: En este se encuentran los polos magnéticos y el embobinado de alambre.



Figura 23. Estator. Fuente. (PEER, 2013).

- Rotor: Elemento que gira a gran velocidad. Su velocidad de rotación es inversamente proporcional al número de polos magnéticos.



Figura 24. Rotor. Fuente. (PEER, 2013).

- Entrehierro: Espacio entre el rotor y estator.
- Carcaza: Parte externa del motor donde se encuentran aletas para su enfriamiento.

Al momento de realizar la selección del motor que transmitiera la potencia al sistema de correas se utilizó el manual del programa de eficiencia energética (PEER, 2013) tomando en cuenta los siguientes aspectos teóricos:

La velocidad de giro del motor viene determinada por el número de polos del mismo como se indica en la Tabla 21, cuantos más polos se le coloque la velocidad de giro del campo magnético será menor, incrementando el torque o par que necesita entregar el motor.

Tabla 21. Número de polos y velocidad de los motores.

No. de polos	2	4	6	8	10	12
Velocidad en rpm	3.600	1.800	1.200	900	720	600

Fuente. (BUN-CA, 2008).

El dispositivo requiere de valores de torque, potencia y velocidad excesivamente pequeños, ya que la aplicación no demanda estas necesidades

$$T = 0,0112 \text{ N.m}$$

$$potencia_{operacion} = 0,0002864 \text{ hp}$$

$$n = 19,09 \text{ rpm}$$

La tabla 22 presenta algunas recomendaciones para la selección y operación óptima de un motor eléctrico, se tomaron las siguientes:

- Se utilizará un motor de menos de 1 HP ya que la potencia a utilizar es mínima.
- Como las velocidades de giro del motor deben ser iguales a las del equipo acoplado (entre 20 y 30 rpm aproximadamente), sería complicado conseguir un motor para esta aplicación. Por lo tanto se hará uso de un variador frecuencia que se verá más adelante.
- La instalación eléctrica de la industria cuenta con conexión monofásica, bifásica y trifásica.
- La frecuencia del motor se variará haciendo uso del controlador de frecuencia.

Tabla 22. Recomendaciones. **Fuente.** (BUN-CA, 2008)

Recomendación	Acción
1	Observar que el motor sea de alta eficiencia, de acuerdo con los siguientes parámetros: Para motores de menos de 1 HP: mínimo 80%. Para motores de 1 HP a 5 HP: mínimo 83%. Para motores mayores a 5 HP: mínimo 88%.
2	La velocidad de giro del motor debe ser compatible con las revoluciones por minuto del equipo acoplado. Las velocidades de referencia en rpm son 3.600, 1.800, 1.200, 900 y 720.
3	El motor debe trabajar al 75% de la potencia del equipo acoplado.
4	Si la instalación eléctrica de la empresa lo permite, preferir motores trifásicos.
5	Verificar que el voltaje y la frecuencia de conexión del motor sean iguales al que recibe la empresa.
6	Si se cobra el factor de potencia, instalar un banco de capacitores.
7	Programar horarios de operación en actividades que lo permitan, como el bombeo de agua.

El motor fue adquirido en una empresa del mercado venezolano Varimotor C.A., dedicados a la comercialización de motores, controles, motoredutores, variadores de frecuencia, entre otros.

Se seleccionó un motor eléctrico de tipo monofásico ODP norma NEMA, de tipo semi-abierto a prueba de goteo ODP, IP 23, Tipo 1RF3. Figura 25.

Aplicaciones:

Son motores para uso general en aplicaciones en sitios en donde no hay una red trifásica y no se requiere de grandes potencias (Varimotors, 2014). Tiene un alto par de arranque y baja corriente de arranque, para aplicaciones que requieran arranques con carga por ejemplo: Compresores de aire, ventiladores radiales, reductores de velocidad, máquinas herramientas, etc.

Características:

Operación en 115 V, o 230 V.

Diámetro del eje 5/8 de pulgada, altura al centro del eje 90 mm.

Ejecución IMB 3 (estandar).

Aislamiento Clase F, Tipo de servicio S1.

Rodamientos de bola con doble sello.



Figura 25. Motor semi-abierto. **Fuente.** (Varimotors, 2014).

Tabla 23. Especificaciones Técnicas Generales. Motor **Fuente.** (Varimotors, 2014).

HP	RPM	Frame	FS	115.v.	230.v.	Peso	Codigo
0.50	3450	56/90	1.60	7.8	3.9	9.1	MS1.2.0005.1
	1680	56/90	1.25	7.6	3.8	9.4	MS1.4.0005.1

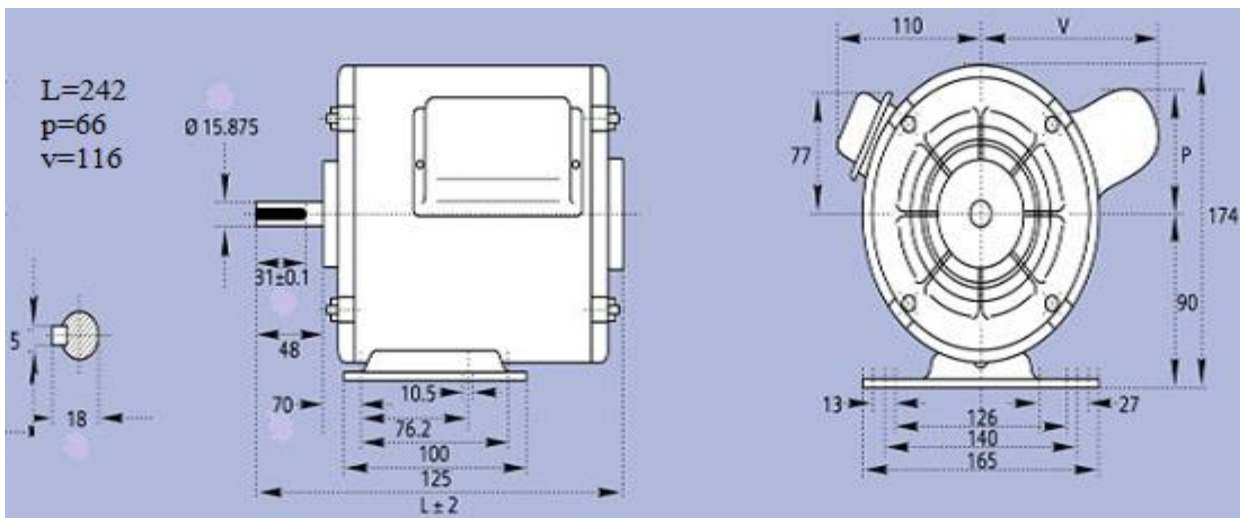


Figura 26. Representación y dimensiones del motor. **Fuente.** Varimotors.

6.2.5 Variador de frecuencia

El variador de frecuencia también conocido comúnmente como variador de velocidad, drivers, inversores, etc., se utiliza con el fin de cambiar y variar las velocidades nominales del motor, información recabada del Manual Técnico de Motores Eléctricos (PEER, 2013). La principal ventaja del Convertidor de frecuencia variable (CFV) es la posibilidad de disminuir los consumos de energía eléctrica en algunos procesos que controla, dando como resultado la disminución de los costos de operación.

El CFV ha llegado a ser uno de los controles más utilizados en los últimos años, especialmente para el motor de inducción tipo jaula de ardilla, ya que es el único

control que suministra potencia, permite la variación de la velocidad en el motor sin ningún accesorio extra entre el motor y la carga, siendo además una excelente protección del mismo.

El suministro de voltaje de un CFV puede realizarse a frecuencias que van desde 0 a 120 Hz, por tanto la variación del motor va a cambiar en la misma proporción que la frecuencia. De igual forma se conoce que el voltaje es variable a la misma proporción de la frecuencia y el par que entrega el motor ésta determinado por esta relación. Para producir el par nominal a diferentes velocidades será necesario entonces modificar el voltaje suministrado conforme se modifica la frecuencia. El CFV mantendrá esa relación Voltios/Hertz suministrada por el motor automáticamente.

Aplicación de los convertidores de frecuencia:

- Aplicación por tipo de cargas constantes y variables.
- Ahorro de energía con convertidores de frecuencia variable en cargas de par variables y en cargas de par constante.
- Aplicación de la ley cúbica en el caso de sistemas de impulsión de fluidos líquidos y gaseosos.

Ventajas de la aplicación del convertidor de frecuencia al dispositivo de transporte y apilamiento:

- Proporciona un arranque lento y suave al equipo.
- Tiempos de aceleración y desaceleración ajustables en el caso de que se quiera ajustar para la salida de los envases de la máquina.
- Proporciona mayor precisión y control en el traslado de los envases.
- Tiene un diseño compacto y requiere la utilización de poco espacio en la industria.
- Se puede controlar remotamente.
- Presenta una automatización sencilla puede manejarse a computadora o sistema de control.

- Reducirá el desgaste en el sistema mecánico del dispositivo a diseñar.
- Con un CFV se incrementa la productividad y se reducen los costos de producción en la industria.

Se seleccionó un variador de frecuencia Monofásico 200-240 VAC, 1 a 62 Hz, intensidad de sobrecarga de 150% por un tiempo de 60 segundos, la potencia de 0,5 Hp igual a la del motor, tomando en cuenta que debe ser igual o mayor.

Tabla 24. Especificaciones Técnicas Generales. Variador de Frecuencia.

Fuente. (Varimotors, 2014).

Codigo	HP 220v.	Fusibles entrada	Amperios a plena carga entrada	Amperios RMS,100% De salida	Resisten- cia de frenado
SKA 12000037	0.50	10 A.	5.8	2.2	68 ohms

6.2.6 Soporte de pie con rodamiento “Y”

Se dispuso la colocación de un cojinete de rodadura con el fin de soportar y hacer girar el eje acoplado al motor. Con este elemento mecánico se reducirá la fricción en el eje antes determinado, facilitando su apoyo y su desplazamiento.

Se consultó el catálogo interactivo de ingeniería (SKF, Catálogo Interactivo de Ingeniería, 2014) siendo este un proveedor de tecnología dedicado a productos como unidades, rodamientos, obturaciones, mecatrónica, soportes para rodamientos, cojinetes lisos, servicios y sistemas de lubricación.

En el catálogo se tienen 3 tipos de unidades de rodamientos para hacer girar determinados ejes: rodamientos de bolas, rodamientos de rodillos y soportes dobles. Para el soporte del eje en el equipo de transporte y apilamiento se seleccionó un rodamiento de bolas específicamente del tipo Y.

Los rodamientos “Y” de SKF, son básicamente rodamientos rígidos de bolas fabricados de diferentes series y tamaños, y se suministran con un aro interior estándar, o con un aro interior prolongado a uno o a ambos lados.

Los distintos rodamientos Y se diferencian en el método de fijación del rodamiento en el eje, siendo los más habituales:

- Prisioneros.
- Anillo de fijación excéntrico.
- Manguito de fijación.
- Ajuste de interferencia.

Soportes con rodamientos “Y”

Los soportes con rodamientos “Y” son unidades listas para montar, engrasadas y obturadas que permiten la compensación de la desalineación inicial, ideales para la fase de transporte del dispositivo. Están disponibles como:

- Soportes de pie con rodamiento “Y”.
- Soportes de brida con rodamiento “Y”.
- Soportes tensores con rodamiento “Y”.

Estos tipos de soportes ofrecen soluciones económicas principalmente en los sectores de maquinaria agrícola, de construcción, transportadores, entre otros.

Se utilizó en el dispositivo a diseñar un soporte de pie con rodamiento “Y”, Y-TECH (prisionero), el cual utiliza una unidad de rodamiento: SYK20TF, soporte: SYK20, rodamiento del tipo: YAR 204-2F.

Las siguientes figuras son representaciones de los rodamientos, soportes y métodos de sujeción escogidos.



Figura 27. Soporte de pie con rodamiento “Y”. Fuente. SKF.

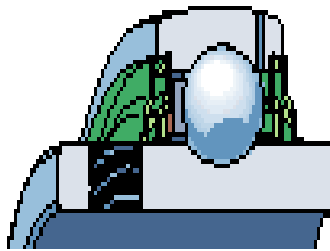


Figura 28. Rodamiento “Y” con prisionero. Fuente. SKF.

Características técnicas del soporte Y-TECH, prisionero. Fuente: SKF.

DIMENSIONES (mm)	d	20	Capacidades de carga (kN)	Dinámica	C	12,7
	A	32		Estática	Co	6,55
	H	64	Velocidad límite*	8500 rpm		
	H1	33.33				
	L	126	Masa (Kg)	0,24		

*Esta velocidad corresponde a un eje de tolerancia h6 para velocidades más altas, para efectos del dispositivo se manejan velocidades bajas colocando otra tolerancia.

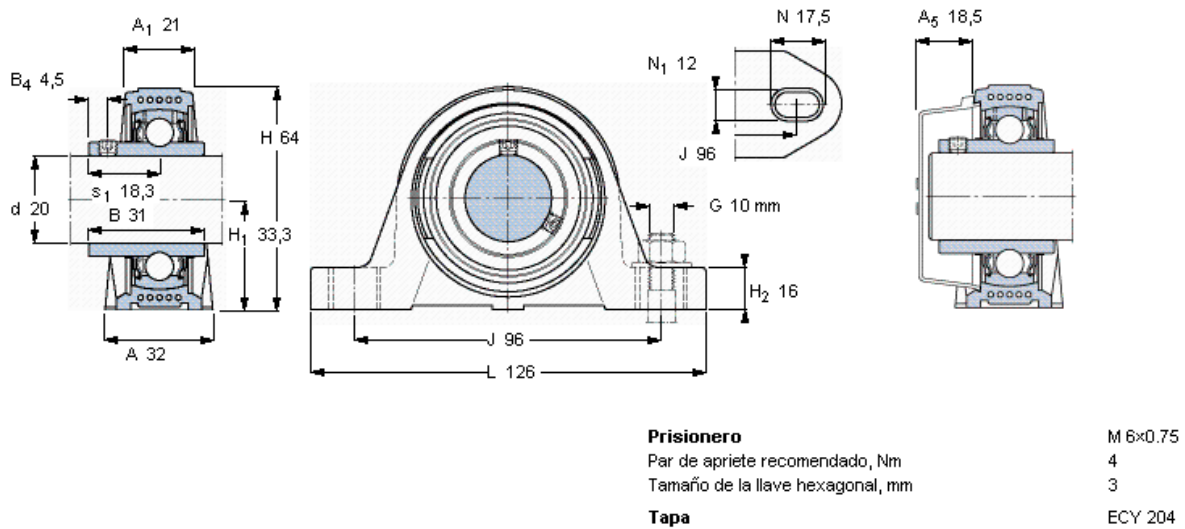


Figura 29. Representación y dimensiones del soporte Y-TECH. **Fuente.** SKF.

6.2.7 Eje

Las poleas, soporte con rodamiento y motor deben ir acoplados a un eje que los haga girar solidario. El material será un Acero 1020, el cual presenta una alta tenacidad combinado con ductilidad y resistencia, recomendado para aplicaciones que no estén muy esforzadas. Responde bien a tratamientos térmicos como laminado en frío y cementación.

Propiedades mecánicas:

- Dureza 111 HB.
- Esfuerzo de fluencia $S_y = 205 \text{ MPa}$ (29700 psi).
- Esfuerzo máximo $S_u = 380 \text{ MPa}$ (55100 psi).
- Elongación 25%.
- Módulo de elasticidad 205 GPa (29700 ksi).

Presenta un bajo contenido de carbono entre 0.18 – 0.23% y de manganeso entre 0.30-0.60%. Fue adquirido a través del fabricante de ejes NOPATRA, S.A. Su longitud es de 250 mm con un diámetro de 20 mm.

6.2.8 Sistema de fijación motor-eje

Para unir el motor al eje se hizo uso de un acoplamiento rígido de manguito donde los ejes se unen a través de una pieza cilíndrica hueca.

6.2.9 Sistema de fijación eje-soporte de pie con rodamiento Y

El sistema de fijación como se vio en el apartado anterior se realizará a través del prisionero del soporte de medida M 6X0.75 se recomienda un par de apriete de 4 Nw con una llave hexagonal de 3 mm.



Figura 30. Ajuste en el sistema eje soporte mediante prisionero. **Fuente.** SKF.

Tolerancias del eje

Bajo condiciones de funcionamiento normales, los asientos del eje para rodamiento Y con prisioneros deben estar mecanizados con una tolerancia de h8, ya que el equipo manejará velocidades bajas y cargas ligeras, como se ve en la figura 31.

Ajustes recomendados


Condiciones de funcionamiento	Tolerancia
Rodamientos Y con prisioneros o un anillo de fijación excéntrico	
Cargas normales y/o altas velocidades ($P \geq 0,06 C$) h6	
Cargas ligeras ($P < 0,06 C$)	h7
Cargas ligeras y bajas velocidades ($P < 0,035 C$)	h8
Disposiciones de rodamientos sencillas y cargas muy ligeras ($P < 0,02 C$)	h9 - h11

Figura 31. Ajustes recomendados. **Fuente.** SKF.

Cálculos de ajuste en el sistema eje-soporte:

Para realizar los cálculos del ajuste entre el eje y el soporte de pie con rodamiento Y se utilizaron la tablas de tolerancia del manual (ISO, 2013), partiendo del sistema de ajustes agujero único (el eje es más chico que el agujero) en el cual se toma como referencia la pieza hembra (soporte). Como se explicó anteriormente el ajuste se logrará por variación de la ubicación de la tolerancia de la pieza macho (eje).

Tabla 25. Sistema agujero único eje-soportes. **Fuente.** Tolerancias – Normas ISO.

DIÁMETROS NOMINALES mm	AGUJERO H8  No pasa - pasa	EJES				
		NO PASA		PASA		
		h 8	h 9	f 8	e 9	d 10
1 a 3	+ 0,014* 0,000	0,000 - 0,014*	0,000 - 0,025*	- 0,007 - 0,021*	- 0,014 - 0,039*	- 0,020 - 0,060*
Más de 3 a 6	+ 0,018* 0,000	0,000 - 0,018*	0,000 - 0,030*	- 0,010 - 0,028*	- 0,020 - 0,050*	- 0,030 - 0,078*
Más de 6 a 10	+ 0,022* 0,000	0,000 - 0,022*	0,000 - 0,036*	- 0,013 - 0,035*	- 0,025 - 0,061*	- 0,040 - 0,098*
Más de 10 a 18	+ 0,027* 0,000	0,000 - 0,027*	0,000 - 0,043*	- 0,016 - 0,043*	- 0,032 - 0,075*	- 0,050 - 0,120*
Más de 18 a 30	+ 0,033* 0,000	0,000 - 0,033*	0,000 - 0,052*	- 0,020 - 0,053*	- 0,040 - 0,092*	- 0,065 - 0,149*

El diámetro nominal es de 20 mm teniendo entonces un sistema 20H8h8.

Para el eje:

$$\text{Medida máxima} = 20 - 0 = 20 \text{ mm.}$$

$$\text{Medida mínima} = 20 - 0,033 = 19,967 \text{ mm.}$$

Para el agujero:

$$\text{Medida máxima} = 20 + 0.033 = 20,033 \text{ mm.}$$

$$\text{Medida mínima} = 20 - 0 = 20 \text{ mm.}$$

$$\text{Apriete max} = \text{eje max} - \text{agujero min} = 20 - 0 = 20 \text{ mm.}$$

$$\text{Apriete min} = \text{eje min} - \text{agujero max} = 19,967 - 20,033 = -0,066.$$

$$\text{Juego max} = \text{agujero max} - \text{eje min} = 20,033 - 19,967 = 0,066 \text{ mm.}$$

$$\text{Juego min} = \text{Agujero min} - \text{eje max} = 20 - 20 = 0.$$

Se observa que el eje, o pieza macho, queda más chico que el agujero, por lo tanto en el sistema eje-soporte se presentará un ajuste con un pequeño juego.

6.2.10 Sistema de fijación eje-polea

El sistema de fijación se realizará a través de un prisionero de igual forma que en el sistema soporte-eje.

Ajustes recomendados:

La norma ISO pone en disposición una amplísima gama de ajustes, necesarios para cumplir cualquier aplicación, en el manual (ISO, 2013) se presentan los ajustes preferentes o recomendados recogidos de la norma DIN, proporcionando una mejor visión del ajuste.

En la tabla 26 vemos el ajuste recomendado para el sistema de ejes poleas motoras del dispositivo de apilamiento dependiendo del tipo, montaje y aplicación.

Tabla 26. Ajustes recomendados y sus aplicaciones. **Fuente.** ISO.

TIPO	AGUJERO BASE		CLASE	Características	Aplicaciones	EJE BASE		TIPO
	Agujero	Eje				Eje	Agujero	
FINO	H7	s6/r6	Prensado	Montaje a presión. No necesita seguro de giro	Casquillos y coronas de bronce, acoplamientos en extremos de ejes	h6	S7/R7	FINO
	H7	n6	Forzado Duro	Montaje difícil. Necesita seguro de giro	Casquillos de bronce, manguitos en cubos, collares, calados sobre ejes	h6	N7	
	H7	k6	Forzado Medio	Montaje a martillo. Necesita seguro de giro y deslizamiento	Rodamientos, discos de levas, poleas y volantes, manivelas	h6	K7	
	H7	j6	Forzado Ligero	Montaje a mano	Piezas de Maquinas herramientas y otras desmontables con frecuencias	h6	J7	
	H7	h6	Deslizante		Engranajes, piezas importantes de maquina herramienta.	h6	H7	
	H7	g6	Giratorio	Juego Pequeño	Embolos, bridas y anillos	h6	G7	
	H7	f7	Holgado	Juego Mediano	Cojinetes de bielas, ruedas dentadas, cajas de cambio.	h6	F8	
MEDIO	H8	h9	Deslizante		Poleas fijas, manivelas y acoplamiento deslizantes sobre eje	h9	H9	MEDIO
	H8	e8	Giratorio	Juego Mediano	Piezas de Motores, bombas, ventiladores	h9	E9	
	H8	d9	Holgado	Juego Amplio	Soportes de ejes, poleas locas	h9	D10	
BASTO	H11	h11	Deslizante		Piezas de maquinas agricolas	h11	H11	BASTO
	H11	d9	Giratorio	Juego Mediano	Eje de movimiento longitudinal, aros, palancas y manivelas desmontables	h11	D10	
	H11	e11	Holgado	Juego Amplio	Cojinetes de maquinas domesticas, pasadores de ejes.	h11	E11	
	H11	e11	Muy Holgado		Piezas de locomotoras, cojinetes ejes de freno.	h11	A11	

Se seleccionó un ajuste fino considerando un montaje forzado ligero y para aplicaciones de poleas desmontables en el caso de querer variar el diámetro de los envases. Para efectos de nuestro dispositivo se tiene una fijación a través de un prisionero M 6X0.75 por ello la escogencia de este ajuste.

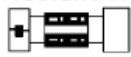
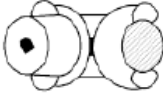
Cálculos de ajuste en el sistema eje-poleas motoras:

Al igual que en el apartado anterior se utilizan las tablas ISO partiendo del sistema de ajustes agujero único (el eje es más chico que el agujero) y tomamos como referencia a la pieza hembra (poleas) con tolerancia j6.

El diámetro nominal es de 20 mm teniendo entonces un sistema 20H7j6.

Tabla 27. Sistema Agujero único eje-poleas motoras.

Fuente. Tolerancias – Normas ISO.

DIÁMETROS NOMINALES mm	AGUJERO H7  No pasa - pasa	EJES  NO PASA PASA					
		j 6	h 6	g 6	f 7	e 8	d 9
1 a 3	+ 0,009* 0,000	+ 0,006 - 0,001*	+ 0,000 - 0,007*	- 0,003 - 0,010*	- 0,007 - 0,015*	- 0,014 - 0,028*	- 0,020 - 0,045*
Más de 3 a 6	+ 0,012* 0,000	+ 0,007 - 0,001*	0,000 - 0,008*	- 0,004 - 0,012*	- 0,010 - 0,022*	- 0,020 - 0,038*	- 0,030 - 0,060*
Más de 6 a 10	+ 0,015* 0,000	+ 0,007 - 0,002*	0,000 - 0,009*	- 0,005 - 0,014*	- 0,013 - 0,028*	- 0,025 - 0,047*	0,040 - 0,076*
Más de 10 a 18	+ 0,018* 0,000	+ 0,008 - 0,003*	0,000 - 0,011*	- 0,006 - 0,017*	- 0,016 - 0,034*	- 0,032 - 0,059*	- 0,050 - 0,093*

Para el eje:

$$\text{Medida máxima} = 20 + 0,008 = 20,008 \text{ mm.}$$

$$\text{Medida mínima} = 20 - 0,003 = 19,997 \text{ mm.}$$

Para el agujero:

$$\text{Medida máxima} = 20 + 0,018 = 20,018 \text{ mm.}$$

$$\text{Medida mínima} = 20 - 0 = 20 \text{ mm.}$$

Se tienen 3 clases de ajustes: Apriete, juego e incierto.

$$\text{Apriete max} = \text{eje max} - \text{agujero min} = 20,008 - 20 = 0,008 \text{ mm.}$$

$$\text{Apriete min} = \text{eje min} - \text{agujero max} = 19,997 - 20,018 \text{ mm} = -0,021 \text{ mm.}$$

$$\text{Juego max} = \text{agujero max} - \text{eje min} = 20,018 - 19,997 = 0,021 \text{ mm.}$$

$$\text{Juego min} = \text{Agujero min} - \text{eje max} = 20 - 20,008 = -0,008 \text{ mm.}$$

Se observa que el eje, o pieza macho, queda más chico que el agujero, por lo tanto en el sistema eje-polea se presentará un ajuste con un pequeño juego, que será ideal para el montaje de las poleas sobre el eje y a su vez no afectará el desempeño de éstas, que estarán en funcionamiento las 24 horas del día.

6.2.11 Estructura

La estructura base de la máquina donde irán las correas y poleas para el transporte de los envases, se realizó utilizando tubos estructurales rectangulares ASTM A500 Grado C soldados entre sí, con resistencia al esfuerzo de 3,515 kgf/cm². Son obtenidos a partir de flejes cortados de bobinas laminadas en caliente. Las dimensiones y propiedades para el diseño se encuentran reflejadas en las tablas extraídas del catálogo de productos siderúrgicos de la empresa venezolana MAPLOCA, más específicamente en el recuadro rojo de la figura 32.

Diámetro Nominal	Dimensiones		Sección	Peso	Propiedades Estáticas					
	H x B	e			R	A	I _x	S _x	r _x	I _y
mm	mm	mm	cm ²	kgf/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
80 x 40	2,25	2,25	5,07	3,98	41,30	10,30	2,86	14,00	7,01	1,66

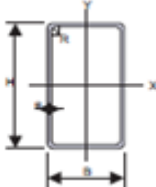


Figura 32. Dimensiones y propiedades para el diseño de los tubos estructurales.

Fuente. Catálogo MAPLOCA.

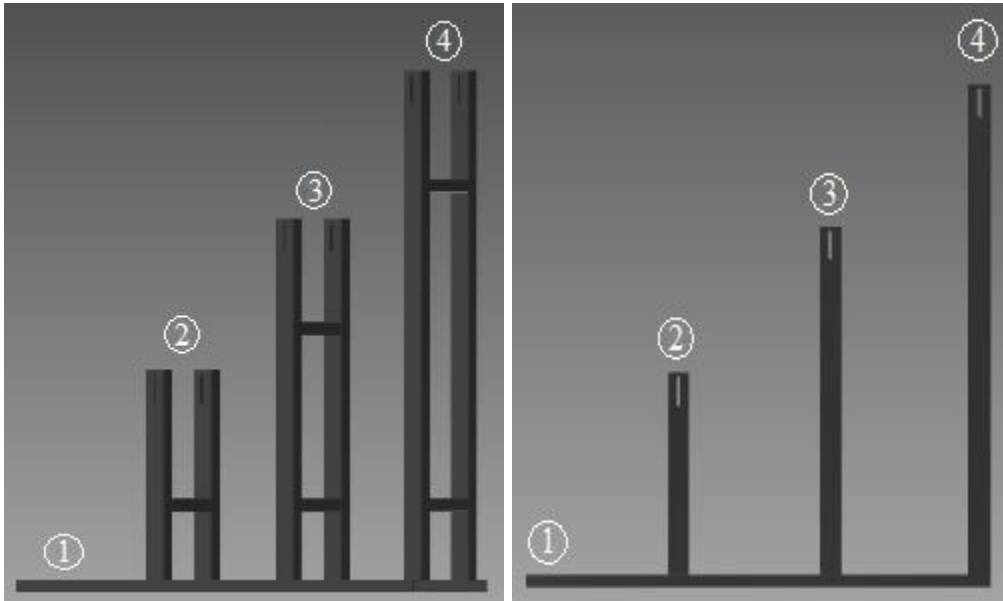


Figura 33. Imagen referencial de la estructura utilizada en el dispositivo.

Vista isométrica y lateral.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

Los números indicados en la figura 33 corresponden a lo siguiente:

- 1) Base de la estructura de 1700 mm de longitud colocando dos tubos estructurales en paralelo que será el soporte de los puntos 2, 3 y 4 respectivamente.
- 2) Dos tubos estructurales colocados de manera vertical y en paralelo, cortados con disco abrasivo para una altura de 650 mm de la base. Se soldó otro tubo colocado transversalmente de 170 mm para unirlos.
- 3) Dos tubos colocados a 570 mm y de la misma forma que en el punto 2, cortados con disco abrasivo para una altura de 1120 mm de la base. En este caso se soldaron dos tubos transversales de la misma medida para unirlos. Se abrieron 2 ranuras para poleas al igual que en el punto 2.
- 4) Dos tubos colocados a 1130 mm del punto 2 de la misma forma explicada anteriormente, cortados con disco abrasivo para una altura de 1580 mm de la base. Se soldaron igualmente dos tubos transversales de 170 mm y con el taladro las 2 ranuras correspondientes para las poleas.

En la vista lateral se observan las ranuras de 60 mm abiertas con taladro utilizando una mecha 3/16 (punto 2,3, 4), cuya finalidad fue lograr el ángulo de inclinación

recomendado al momento del montaje de las correas y poleas, se colocaron tornillos pasantes para su sujeción.

Cálculo de los esfuerzos en la estructura

En el cálculo de la estructura se utilizó el programa de elementos finitos SAP 2000, que presenta un interfaz gráfico 3D orientado a objetos. El programa está preparado para realizar de forma integrada la modelación, análisis y dimensionamiento de los más amplios problemas de ingeniería de estructuras.

Para evaluar la estructura del equipo se consideró todo el sistema, tomando en cuenta los tubos estructurales, poleas, correas y ejes. Se colocó una fuerza distribuida uniformemente a lo largo de las correas, tomando en cuenta la tensión de apriete necesaria (calculada anteriormente), de la siguiente forma:

- Peso de las poleas es de 0,095 Kgf, con 4 poleas por cada correa da un total de 0,38 Kgf que al dividirlo entre la longitud total (2,2 metros) se obtiene un valor por unidad de metro de 0,1727 Kgf (valor ingresado en el programa).
- Peso de la correa por metro es de 0,090 Kgf, al multiplicarlo por dos da 0,18 Kgf por unidad de metro (valor ingresado al programa) considerando que la correa pasa por arriba y por debajo.
- Peso de los envases por unidad es de 0,032 Kgf, sobrestimando el cálculo se supuso que la correa estaría llena totalmente de envases dando una totalidad de 18 envases y una masa de 0,576 Kgf, al dividirlo entre dos distribuyendo entre las dos correas donde van apoyados los envases da un total de 0,288 Kgf y ahora dando por unidad de metro 0,130 Kgf (valor ingresado al programa).

Ahora realizando la suma de los pesos por unidad de metro tenemos:

Peso	Kgf
Poleas	0,1707
Correas	0,18
Envases	0,130
Total	0,4836

Para efectos de un cálculo más conservador se colocó un factor de seguridad de 2 quedando:

$$P_{considerado} = 0,4836 \text{ Kgf} * fs \approx 1 \text{ Kgf}$$

Se procede a evaluar la estructura dividiéndola en 4 partes como se observa en la figura 34.

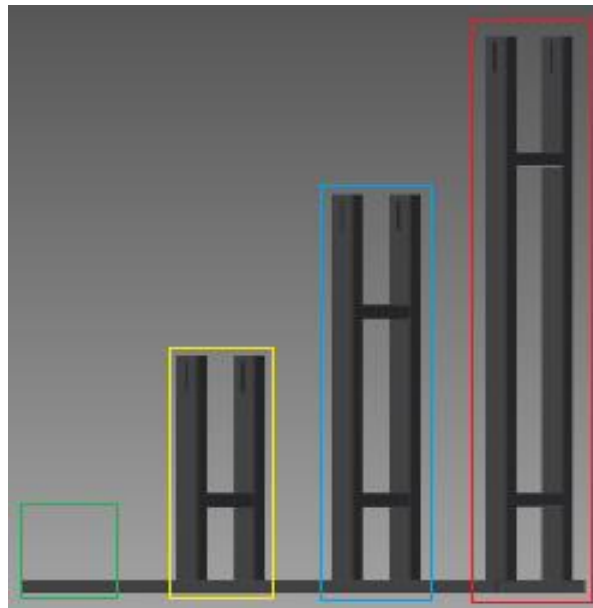


Figura 34. Zonas donde se evaluará la estructura.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

Los parámetros a determinar fueron:

P = Carga axial.

$V2$ y $V3$ = Fuerzas cortantes en ambas direcciones (x,y).

T = Torque.

$M2$ y $M3$ = Momentos flexionantes en ambas direcciones (x,y)

ElemStation = Representa el inicio, medio y final de cada punto.

Los resultados que arrojó el programa se pueden observar en los anexos 1, 2, 3, 4 para las diferentes zonas de la estructura.

Las tablas que se presentaran en los anexos muestran los puntos donde se evaluó cada zona de la estructura (verde, amarillo, azul, rojo) por separado. Cada punto $C1, C2, C3, \dots, Cn$ se evaluará tres veces (inicio, en el medio y al final), mientras que los puntos $V11, V12, V13, V14$, se evaluarán en dos partes. La zona marcada en verde corresponde al eje del motor donde van colocadas las dos poleas conductoras y la chumacera, evaluadas en los puntos $V15, V16, V17$ de igual forma en dos partes.

En el anexo 5 se observan las resistencias a esfuerzos de tracción (P), compresión (T), momento (M) y cortes (V) en el eje mayor y menor que presenta el tubo estructural para los diferentes puntos mencionados en el párrafo anterior. Se concluye en definitiva que existe un sobredimensionamiento presente en la estructura y que es 100% segura, ya que los valores dieron muy por encima de la solicitud de esfuerzos a la cual iba a ser sometida.

6.2.12 Cálculo de los esfuerzos sobre los tornillos en la unión poleas conducidas - estructura.

El propósito de un tornillo es sujetar dos o más partes. La carga de sujeción estira o alarga el tornillo haciendo girar la tuerca casi hasta su límite elástico, con el fin de que la tuerca no se afloje y permanezca con la fuerza de precarga o sujeción.

El dispositivo contará, como ya se expresó anteriormente, de seis poleas conducidas las cuales se fijaran a la estructura de la máquina, esta fijación se realizará a través de tornillos.

Por recomendación del fabricante de las poleas se utilizarán tornillos grado 5 con un tamaño 3/8, diámetro mayor 0,375 pulgadas, dimensiones dadas para roscas estándar americanas. Para comprobar que estos tornillos realmente cumplan con la disposición de esfuerzo del dispositivo se realizarán los siguientes cálculos:

Carga de apriete: La carga de apriete o de sujeción es aquella fuerza que debemos aplicar entre la estructura y la polea para asegurar que el tornillo resista la carga.

Par torsional de apriete: La carga de sujeción se logrará ejerciendo un par torsional de apriete sobre la tuerca o sobre la cabeza del tornillo siendo:

$$T = K * P * D$$

Donde:

T= torque, lb-pulg.

D= diámetro exterior nominal de las roscas, pulgadas.

P= Carga de sujeción, lb.

K= Constante que depende de la lubricación presente = 0,20 (Para roscas limpias y secas).

Teniendo una tensión de apriete de $T_1 = 4,514 \text{ N} = 1,01 \text{ lbf}$ calculada previamente y para un tornillo de acero SAE grado 5 recomendado por el fabricante, con resistencia de prueba 85000 psi de la tabla 18-1 (Mott, 2006) tenemos:

σ_a = esfuerzo admisible al 75% de su resistencia de prueba.

$$\sigma_a = 0.75(85000 \text{ psi}) = 63750 \text{ psi}$$

El área de esfuerzo de tensión será:

$$A_t = \frac{\text{carga}}{\sigma_a} = \frac{1,01 \text{ lbf}}{63750 \text{ lbf/pulg}^2} = 0,0000158 \text{ pulg}^2$$

En la tabla 18-4 (Mott, 2006) vemos que para un tornillo rosca gruesa UNC de diámetro mayor de 3/8 pulgada, el área de esfuerzo de tensión A_t es de 0.0775 pulg², por lo tanto el

uso de éste tornillo recomendado por el fabricante estaría sobredimensionado para el área de esfuerzo de tensión necesaria en el dispositivo.

El par torsional de apriete recomendado será:

$$T = K * D * P = 0,20 * 0,375 \text{ pulg} * 1,01 \text{ lbf} = 0,075 \text{ lbf} * \text{ pulg} = 0,337 \text{ N} * \text{ m}$$

6.2.13 Cálculo de los esfuerzos sobre los tornillos del motor y chumacera

Motor:

Siendo $P = 9 \text{ kg}$ el peso del motor asumida como una carga puntual

$$P = 9 \text{ Kg} * 10 \text{ m/s}^2 = 90 \text{ N.}$$

$$T = 0,0112 \text{ N} * \text{ m.}$$

$d = 200 \text{ mm.}$

F1 y F2 tornillos de fijación.

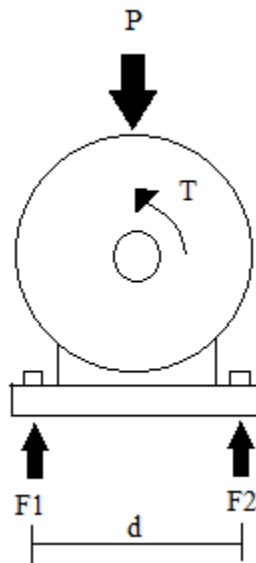


Figura 35. DCL del motor. **Fuente.** Los autores.

Sumatorias de fuerzas en Y:

$$\Sigma Fy = -P + F1 + F2 = 0 \quad (1)$$

Sumatoria de momentos en F2:

$$\Sigma MF_2 = T - F1 * d + P * d/2 = 0 \quad (2)$$

Sustituyendo (2) en (1)

$$F2 = 45 \text{ N.}$$

$$F1 = 45 \text{ N.}$$

Vemos que el torque por ser muy pequeño no afecta considerablemente las fuerzas axiales que deben resistir los tornillos, predominando el peso del motor. Por tanto no se consideran los cálculos referentes a la carga sobre los tornillos, resistencia de prueba y el esfuerzo admisible.

A partir de la tabla 18-4 (Mott, 2006), se seleccionó el tornillo UNC 1/4-20 para la fijación del tornillo y chumacera respectivamente.

El motor irá apoyado a una base fabricada con ángulos de alas iguales de medidas 50x50x4 mm (especificado en apartados siguientes) cortadas para una longitud de 65 mm con disco de corte. Se soldaron a una lámina de hierro negro de 5 mm de espesor norma ASTM A569/A-36 a la cual se le hicieron 4 agujeros con taladro de mecha 3/8 para la colocación de los tornillos como se observa en la figura. 36.

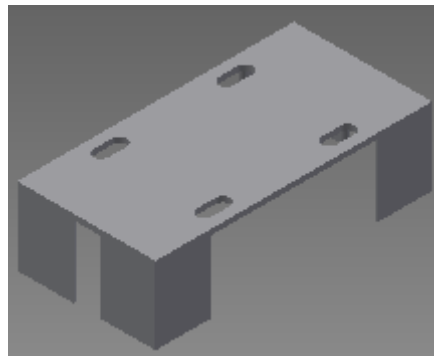


Figura 36. Imagen referencial de la base del motor. **Fuente.** Los autores.

6.3 FASE 3. Almacenamiento

La fase de almacenamiento en el equipo constará de ocho dispositivos los cuales se expondrán igual que en la fase de transporte para posterior ensamble, estos son:

- ELECTROVÁLVULA.
- CILINDRO NEUMÁTICO.
- VARILLAS.
- RESORTES.
- MESA.
- SENSOR INFRARROJO.
- ARDUINO.
- PROGRAMACIÓN DEL SENSOR INFRARROJO CON EL ARDUINO.

Aprovechando que la industria cuenta con entrada de aire se colocará una electroválvula y un pistón, se explicará su funcionamiento en los apartados siguientes.

Una vez cumplida la fase de transporte y teniendo los 25 envases apilados, se requerirá desplazar la columna de envases con el propósito de darle continuidad al proceso y formar una nueva columna. Para llevar a cabo esta función se decidió la colocación un sensor infrarrojo que detecte el paso de los envases, éste a su vez le envíe la señal al Arduino encargado de leer la entrada y actualizar la salida realizando el conteo de los mismos, completado el conteo active el relé permitiendo la apertura de la electroválvula, dejando pasar el aire al pistón que empujará la columna de envases hacia una mesa de almacenamiento.

6.3.1 Electroválvula

Una electroválvula es una válvula electromecánica diseñada para realizar el control del paso de un fluido por un conducto. Consta de dos partes, el solenoide y la válvula. El solenoide es el encargado de convertir la energía eléctrica producto del magnetismo en energía mecánica para controlar la válvula. La válvula es un elemento de regulación, control de la presión y caudal de aire comprimido, para el dispositivo utilizaremos una de tipo neumática. En la neumática se emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía para mover y hacer funcionar mecanismos, como es el caso de los envases.

La electroválvula irá conectada a un cilindro neumático, el cual se encargará de desplazar los envases al momento que esta se active. Se adquirió en el mercado nacional siendo una electroválvula modelo 4V110-410 correspondiente a un tamaño M5 y 1/8”, conexión 4V110-06 para 1/8 pulgada, adicionalmente viene equipada con una bobina 110 VAC (datos suministrados por el fabricante FLUITEC) con las siguientes características:

Tabla 28. Especificaciones de la electroválvula. **Fuente.** FLUITEC.

Modelo	4V-110
Posición y forma	Dos posiciones
Medio de trabajo	Aire
Patrón de movimiento	Por guía inferior
Presión de trabajo	0,15 a 0,8 Mpa
Resistencia a la presión máxima	1,2 MPa
Temperatura de funcionamiento	5 a 50 °C
Rango de tensión	±10%
Consumo de energía	AC: 4,5 VA
Aislamiento y protección de clase	Clase F IP65
Entrada eléctrica	Conector
Mayor frecuencia de la acción	5 ciclos por segundo
Tiempo de respuesta	0,05 segundos

Tabla 29. Estructura interna de la electroválvula. **Fuente.** FLUITEC.

N°	Designación	N°	Designación
1	Conector	10	Tornillo
2	Tuerca	11	Resorte
3	Bobina	12	Sello
4	Activo	13	O-ring
5	Parte de acero	14	Carrete
6	Pistón	15	O-ring
7	Cuerpo	16	Resorte
8	Wearing	17	Perno
9	Tapa		

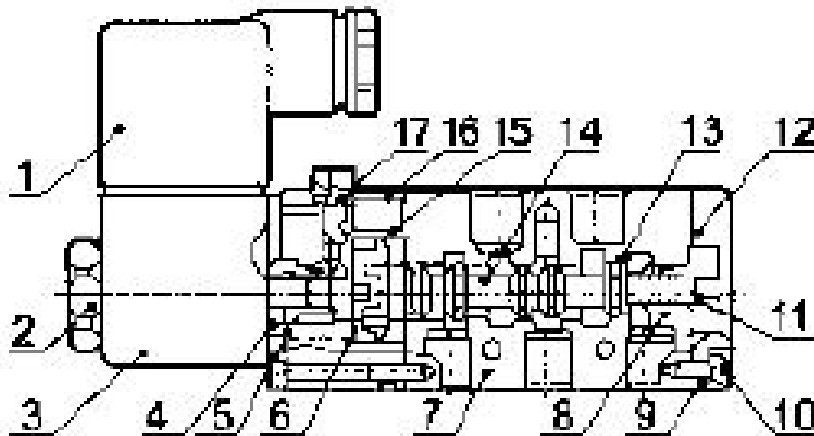
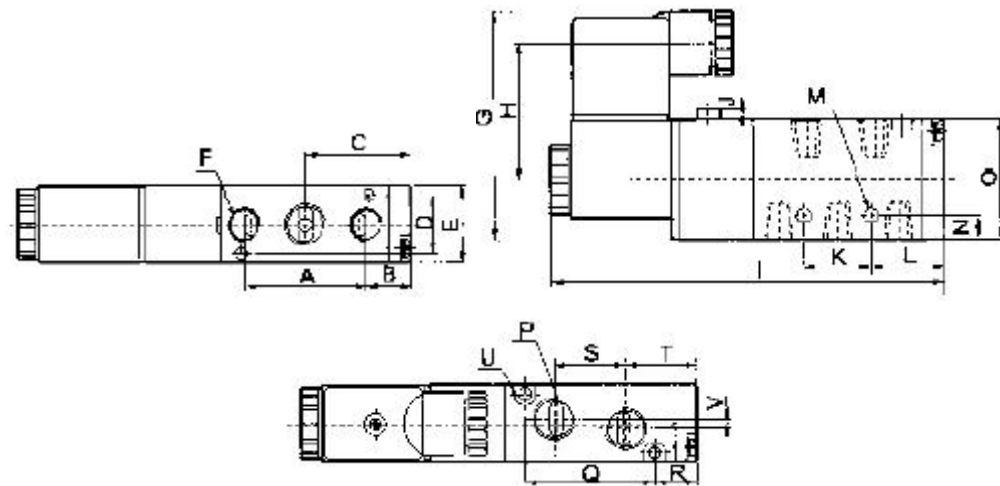


Figura 37. Estructura Interna de la electroválvula.

Fuente. Catálogo FLUIDTEC.



Modelo	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
4V110-06	28	14	28	13	18	5-G1/8"	53,5	32,5	98	2,5	14
	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
	21	2φ3,3	4	27	2φ3,3	30	13	14	21	2	3

Figura 38. Dimensión total de la electroválvula – Hoja de dimensiones (medidas en mm).

Fuente. Catálogo FLUIDTEC.

6.3.2 Cilindro neumático

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética. Están configurados por un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón, el cual, al introducir un determinado caudal de aire comprimido, se expande dentro de la cámara provocando un desplazamiento lineal. Al acoplar un vástago el mecanismo será capaz de empujar algún elemento o simplemente sujetarlo, siendo la fuerza de empuje proporcional a la presión de aire y al área del émbolo o pistón.

Partiendo de este principio, para el diseño y construcción de la máquina se seleccionó un cilindro neumático de doble efecto, que será el encargado de realizar la fuerza de empuje de los envases como se explicó anteriormente. Los cilindros de doble efecto son capaces de producir trabajo útil en dos sentidos, ya que disponen de una fuerza activa tanto en avance como en retroceso. Son empleados en aplicaciones donde se requiere que el pistón retorne al punto inicial y donde la carrera de éstos suele ser más larga, con esto logramos que los

envases apilados se desplacen lo suficiente dejando el espacio para formar una nueva columna, tomando en consideración el diámetro del envase de 11,5 cm.

En la figura 39 se representa un solo vástago, cuya relación de superficies (pistón – vástago) es de 2:1 utilizado para trabajo en un sentido. Información recabada por el fabricante FLUIDTEC.

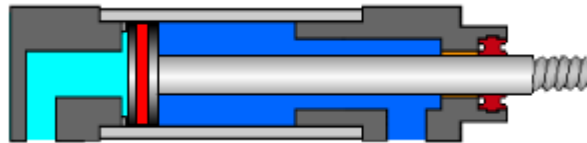


Figura 39. Principio de funcionamiento del cilindro doble efecto.

Fuente. Catálogo FLUIDTEC.

Se seleccionó por medio del fabricante, un cilindro doble efecto 40X175 mm serie SI (estándar doble acción) con las siguientes características:

Diámetro interior del cilindro(mm)	Diámetro externo del vástago del pistón(mm)	Carrera	Patrón de movimiento	Área de compresión (cm ²)	Presión de aire (kgf/cm ²)
					1...9
40	16	175	Press side	12,56	12,56..113,04
			Pull Side	10,55	10,55..94,5

Tabla 30. Especificaciones del cilindro neumático. **Fuente.** FLUITEC.

Calibre (mm)	40
Patrón de movimiento	Doble efecto
Medio de trabajo	Aire
Presión de trabajo	0,1 a 0.9 Mpa
Resistencia a la presión	1.35 Mpa
Rango de temperatura de funcionamiento	-5 a 70°C
Rango de velocidad de funcionamiento	50 a 800 mm/s
Tamaño del puerto	G1/8"

Tabla 31. Estructura interna del cilindro. **Fuente.** FLUITEC.

N°	Designación	N°	Designación
1	Tuerca de la varilla del pistón	10	Pistón
2	Vástago del pistón	11	Anillo de desgaste
3	Sello de la portada	12	Imán (opcional)
4	O-ring	13	O-ring pistón
5	Cojinete	14	O-ring-pared de la tubería
6	Portada	15	Amortiguación
7	O ring de amortiguación	16	Tornillo hexagonal
8	O-ring-vástago del pistón	17	Punto de Retorno
9	Barril		

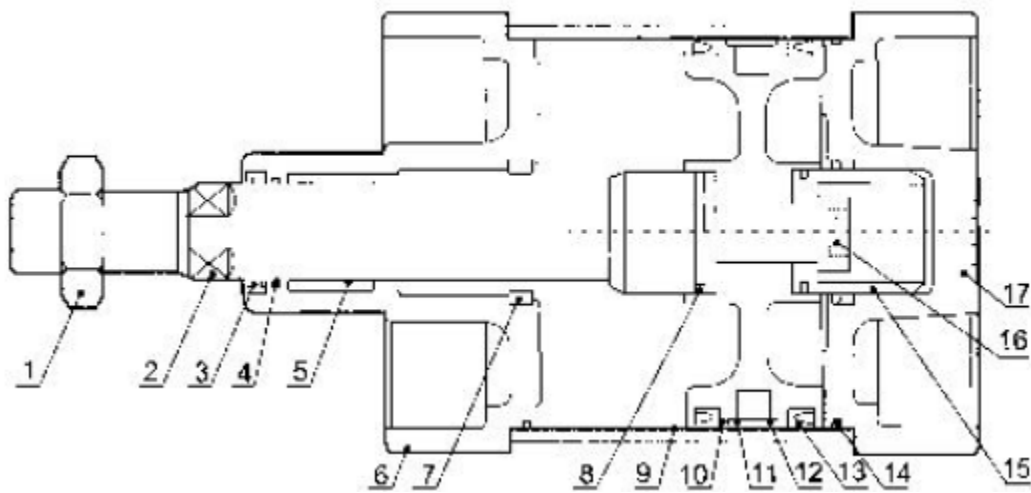
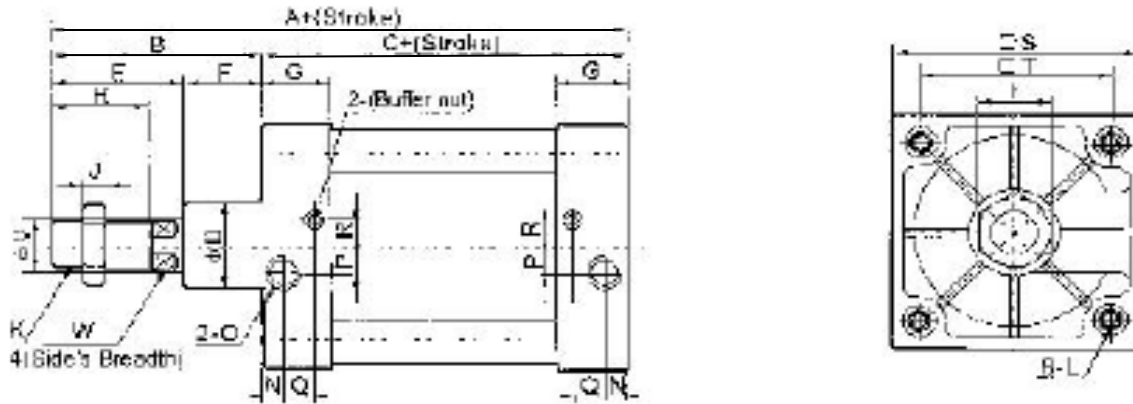


Figura 40. Estructura Interna del cilindro.

Fuente. Catálogo FLUIDTEC.



CALIBRE	A	A1	A2	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	159	213	207	54	105	35	32	18	29	24	19	7
40	K	L	N	0	P	Q	R	S	T	V	W	Z
	M12X125	M6	16	G1/4"	6	8,5	9	53	38	16	13	21

Figura 41. Dimensión total del cilindro – Hoja de dimensiones (medidas en mm).

*Stroke (Carrera del vástago).

Fuente. Catálogo FLUIDTEC.

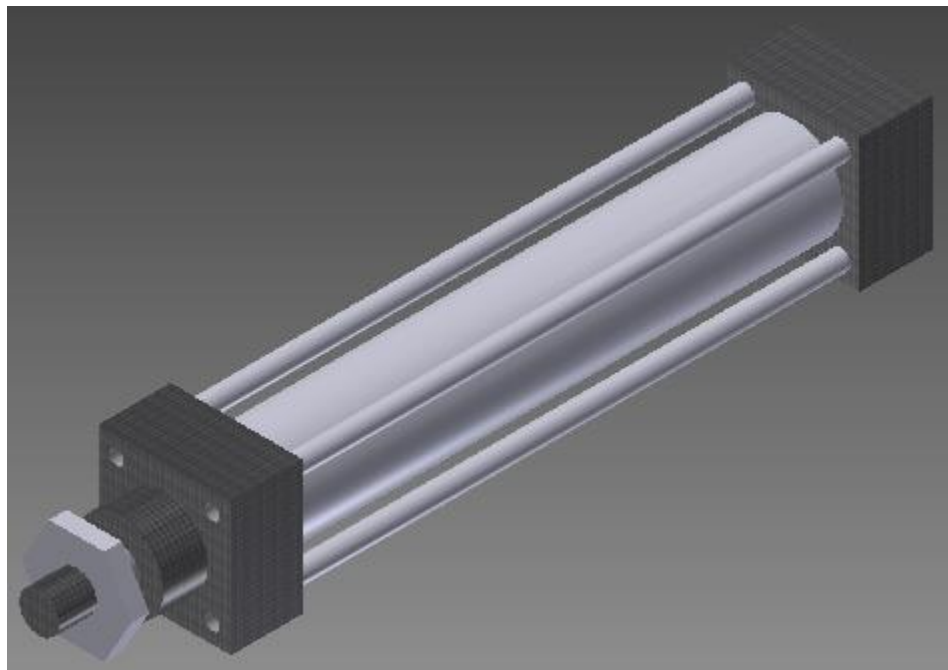


Figura 42. Imagen referencial del cilindro utilizado en el dispositivo.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

6.3.3 Varillas

Se colocaron 6 varillas de acero 1020 de 10 mm de diámetro cortadas a medida con un disco de corte y soldadas a la mesa que se verá posteriormente. Su función ya mencionada, es la de canalizar la caída de los envases y será donde en definitiva se forme la columna apilada. Se colocaron dos bisagras que permiten la apertura de dos de las varillas para posterior salida de los envases cuando se active el pistón, adicional a esto por debajo de la mesa se colocaron dos resortes para que las varillas lleguen a su posición original, teniendo lo siguiente en la figura 43.

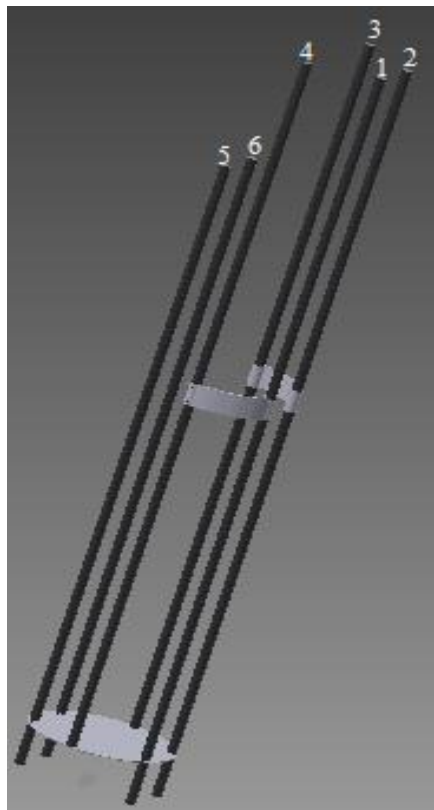


Figura 43. Imagen referencial de las varillas utilizadas en el dispositivo.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

- Dos varillas (1 y 2) de longitud 850 milímetros, 800 milímetros hasta la mesa y 50 milímetros por debajo de la misma en estas varillas se colocaron dos bisagras a 400 milímetros de la mesa, uniendo el número 1 con la 4 y la

varilla número 2 con la 3 como se observa en la figura 44. La bisagra irá fija a 1 y 2 y será más holgada (juego) con las varillas 3 y 4 mediante apoyos.

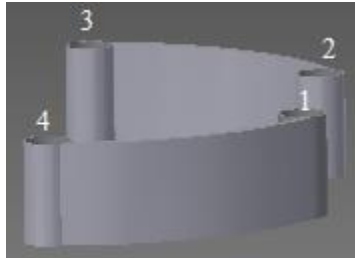


Figura 44. Imagen ampliada de la bisagra utilizada en el dispositivo.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

- Dos varillas (3 y 4) de 800 milímetros soldadas a la lámina de la mesa, sirviendo de pivote para la apertura de las varillas 1 y 2 como se mencionó anteriormente.
- Dos varillas (5 y 6) de 700 milímetros de largo soldadas a la mesa, serán 650 milímetros hasta la mesa y 50 milímetros por debajo de la misma donde irán dos resortes. Un resorte irá de la varilla 1 a la 5 y otro de la varilla 2 a la 6.

6.3.4 Resortes

Con el propósito de que las varillas 1 y 2 vistas anteriormente regresaran a su posición inicial y formar una nueva columna (luego de que el pistón empujará los envases), se dispuso la colocación de dos resortes. Un resorte es un elemento flexible que ejerce una fuerza o un par torsional y, al mismo tiempo, almacena energía. Se utilizó dos resortes helicoidales de extensión ya que soportan cargas de tensión, requiriendo algunos medios para transferir carga desde los extremos en los soportes hasta el cuerpo del resorte.

Cálculos del dispositivo

Para seleccionar los resortes a colocar en el dispositivo, se parte de los datos dados por el fabricante del cilindro neumático y se tomó como guía el procedimiento indicado por el libro Shigley, capítulo 10, en su 8va edición. La transferencia de la carga se realiza a través de un gancho en los extremos del resorte como se muestra en la figura 45, por ello la flexión y la torsión debe incluirse en el análisis.

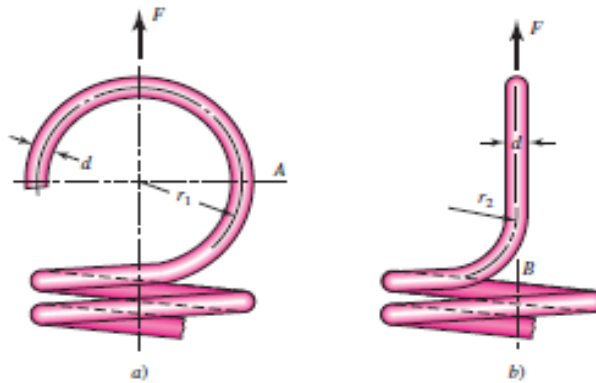


Figura 45. Extremos de los resortes de extensión. a) El esfuerzo en A se debe a la combinación de la fuerza axial y del momento flexionante.
b) Vista lateral, el esfuerzo en B en su mayor parte es por torsión.

Fuente. Shigley.

Tomando en cuenta el rango de presión de trabajo del cilindro mostrado anteriormente, y consultando con el fabricante se tiene que para una presión de 0,1 MPa = 14,50 Psi el pistón tendrá una fuerza de 104,27 N = 23,44 Lbf ; mientras que para una presión máxima de 0,9 MPa = 130,53 Psi el pistón proveerá 939 N = 211 Lbf. La deflexión máxima que sufrirá el resorte por el movimiento limitado de las varillas al momento de abrir y cerrar es de $y = 0,63$ pulgadas = 0,016 m. Partiendo de esto se tiene la relación carga-deflexión:

$$F = F_i + ky$$

Donde F es la carga axial que debe soportar el resorte, F_i es la carga inicial tomada como nula para efecto de los cálculos (considerando un resorte enrollado apretado) y k es la relación entre la fuerza ejercida por el resorte y su deformación conocida como constante de elasticidad. Despejando k de la expresión se obtiene lo siguiente:

$$k = \frac{F}{y}$$

Si se considera el espacio físico de la mesa, que veremos en apartados siguientes, es para un máximo de 10 columnas. Partiendo de esto, si cada columna pesa alrededor de 1 kg el pistón tendrá que empujar un máximo de 10 kg simultáneos, teniendo que imprimir una fuerza de 100 N. Por tanto, partiendo de que el cilindro trabaja entre 104 N y 939 N tomaremos como dato de referencia para el dimensionamiento de nuestro resorte, una fuerza de 120 N suficiente para cumplir su función dividida en 2 resortes.

$$k = \frac{60 \text{ N}}{0,016 \text{ m}} = 3750 \frac{\text{N}}{\text{m}}$$

Para poder cumplir los parámetros de carga y deflexión en los resortes del dispositivo, necesitaremos un resorte que nos proporcione una constante elástica cercana a este valor.

Partiendo de las ecuaciones encontradas en el Shigley y de la figura 46, para la determinación de parámetros físicos de un resorte se tiene:

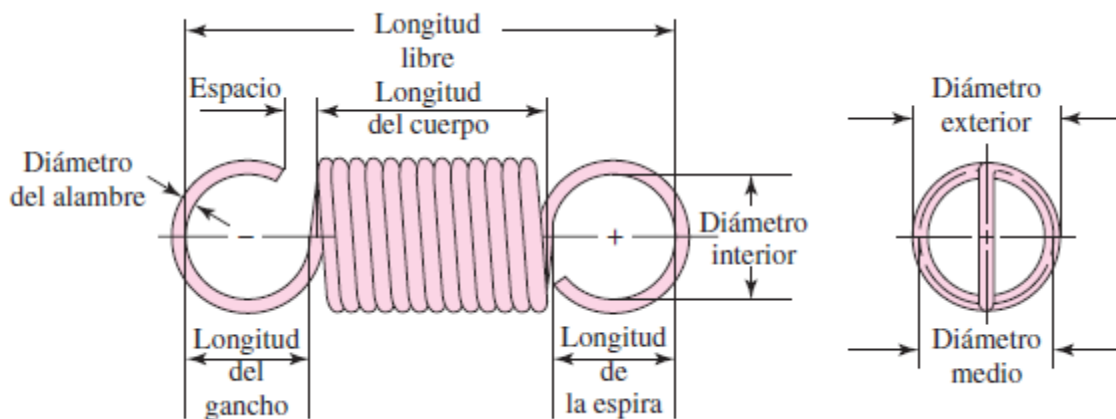


Figura 46. Geometría del resorte de extensión.

Fuente. Shigley.

$$D = DE - d$$

Donde:

$D =$ Diámetro medio.

$DE =$ Diámetro externo = diámetro de la varilla + diámetro del alambre

$d =$ diámetro del alambre

$$\text{Índice del resorte} = C = \frac{D}{d}$$

El número de vueltas N_b en el cuerpo para una longitud libre

$L_o =$ distancia entre centros de las varillas + 2 veces radio del gancho

$$L_o = 118 \text{ mm} + 2 * 5 \text{ mm} = 128 \text{ mm}$$

$$N_b = \frac{L_o - (2C - 1)d}{d}$$

Para un resorte de acero al alto carbono alambre estirado duro 0.60-0.70 C se tienen módulos de elasticidad al cortante (G) y a la tensión (E) de 79,3 y 197,2 GPa (ver tabla 10-5, Shigley). Sabiendo esto se calcula el número de vueltas efectivas, siendo:

$$N_a = N_b + \frac{G}{E}$$

La constante elástica del resorte viene dada por la expresión

$$k = \frac{(d)^4 * G}{8D^3 * N_a}$$

La siguiente tabla 32 muestra las diferentes dimensiones y propiedades de los resortes de acero alto carbono para diferentes diámetros de alambre en el mercado.

Tabla 32. Dimensionamiento y propiedades del resorte de extensión para diferentes diámetros. **Fuente.** Los autores.

d (mm)	D (mm)	C	Nb	Na	k N/m
1	11	11	107	107,4	69,34
2	12	6	53	53,4	1718,77
3	13	4,33	35	35,4	10323,68

Se tomó para efecto de los cálculos un resorte de diámetro de alambre de 2 mm por ser el más cercano a los valores de constante elástica requerida y considerando que no estamos tomando en cuenta la precarga inicial que disminuiría el valor de esa constante.

Para un resorte helicoidal de extensión de 2 mm de diámetro de alambre estirado duro tenemos una resistencia última a la tracción

De la siguiente tabla 10-4 del Shigley se obtienen los valores de A y m

Material	ASTM núm.	Exponente m	Diámetro, pulg	A, kpsi · pulg^m	Diámetro, mm	A, MPa · mm^m	Costo relativo del alambre
Alambre de piano*	A228	0.145	0.004-0.256	201	0.10-6.5	2 211	2.6
Alambre T y R en acetil [†]	A229	0.187	0.020-0.500	147	0.5-12.7	1 855	1.3
Alambre estirado duro [‡]	A227	0.190	0.028-0.500	140	0.7-12.7	1 783	1.0
Alambre al cromo vanadio [§]	A232	0.168	0.032-0.437	169	0.8-11.1	2 005	3.1
Alambre al cromo silicio	A401	0.108	0.063-0.375	202	1.6-9.5	1 974	4.0
Alambre Inoxidable 302*	A313	0.146	0.013-0.10	169	0.3-2.5	1 867	7.6-11
		0.263	0.10-0.20	128	2.5-5	2 065	
		0.478	0.20-0.40	90	5-10	2 911	
Alambre de bronce fosforado**	B159	0	0.004-0.022	145	0.1-0.6	1 000	8.0
		0.028	0.022-0.075	121	0.6-2	913	
		0.064	0.075-0.30	110	2-7.5	932	

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} = \frac{1783 \text{ MPa}}{2^{0,190}} = 1563 \text{ Mpa}$$

El esfuerzo a la torsión en el cuerpo principal

$$S_{sy} = 0,45 * S_{ut} = 0,45 * 1563 \text{ Mpa} = 703,35 \text{ Mpa}$$

Factor de concentración de esfuerzo de la curvatura

$$(K)B = \frac{4C + 2}{4C - 3} = \frac{4(6) + 2}{4(6) - 3} = 1,234$$

El esfuerzo cortante para la carga aplicada de 60 N

$$\tau_{max} = \frac{8 (K)B F_{max} D}{\pi d^3} = \frac{8 * 1,234 * 60N * 0,012 m}{\pi * (0,002)^3 m} = 282,81 \text{ Mpa}$$

Teniendo entonces un factor de seguridad

$$n = \frac{S_{sy}}{\tau_{max}} = \frac{703,35 \text{ Mpa}}{282,81 \text{ Mpa}} = 2,5 \text{ (No falla)}$$

Vemos que para la carga aplicada el resorte no fallará por torsión en el cuerpo.

En el caso de la flexión del gancho en el extremo A de la figura 45 se tiene:

$$r1 = \text{radio de la varilla} + \text{radio del alambre} = (5 + 1) \text{ mm} = 6 \text{ mm}$$

$$C1 = \frac{2r1}{d} = \frac{2 * 6 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = 6$$

Factor de concentración de esfuerzo flexionante de la curvatura

$$(K)A = \frac{4C1^2 - C1 - 1}{4C1(C1 - 1)} = \frac{4(6)^2 - 6 - 1}{4 * 6(6 - 1)} = 1,14$$

El esfuerzo de tensión máximo en A debido a la flexión y a la carga axial

$$\sigma_a = F_{max} \left[(K)A \frac{16D}{\pi d^3} + \frac{4}{\pi d^2} \right] = 60N \left[1,14 \frac{16 * 0,012m}{\pi * (0,002)^3 m} + \frac{4}{\pi(0,002)^2 m} \right]$$

$$\sigma_a = 514 \text{ Mpa}$$

La resistencia a la fluencia

$$S_y = 0,75 S_{ut} = 0,75 * 1563 = 1172,25 \text{ Mpa}$$

El factor de seguridad de la flexión del gancho en el extremo A

$$n = \frac{S_y}{\sigma_a} = \frac{1172,25 \text{ Mpa}}{514 \text{ MPa}} = 2,2 \quad (\text{No falla})$$

Vemos que para la carga aplicada el resorte no fallará por flexión en el extremo A.

6.3.5 Bisagras

Las bisagras se fabricaron utilizando dos pletinas de medidas 3,175 mm de espesor por 25,4 mm de ancho cortadas con un disco de corte a una longitud de 8 mm con las mismas características que veremos en la mesa, se soldaron cada una a dos tubos de acero estándar Schedule 40 ASTM 120/A53 cortados a una longitud de 25 mm con las dimensiones y propiedades (necesarias para que se logre el juego necesario con las varillas) que se observan en el recuadro rojo de la figura 47.

Diámetro Nominal NPS	Diámetro externo (mm) (plg)	Espesor Pared (mm) (lb/ft)	Peso Nominal del tubo liso		Peso adicional anillo-roscado kgf	Presión de Prueba kgf/cm2			Rosca (hilos/plg)
			Negro (kgf/m) (lb/ft)	Galvanizado (kgf/m) (lb/ft)		A53 GRADO A	A53 GRADO B	A120	
			1/8	10,300		1,730	0,37	0,40	
	0,405	0,068	0,24	0,26	0,066	700	700	700	
1/4	13,700	2,240	0,63	0,67	0,036	49	49	49	18
	0,540	0,088	0,42	0,45	0,079	700	700	700	
3/8	17,100	2,310	0,84	0,89	0,040	49	49	49	18
	0,675	0,091	0,57	0,61	0,088	700	700	700	

Figura 47. Dimensiones y propiedades para el diseño de tubería (Shedule 40).

Fuente. Catálogo MAPLOCA.

Las pletinas se arquearon utilizando una prensa, de manera tal que no interfirieran con el paso de los envases y dejando una distancia de 63 mm entre punta y punta (línea azul de la figura 48).

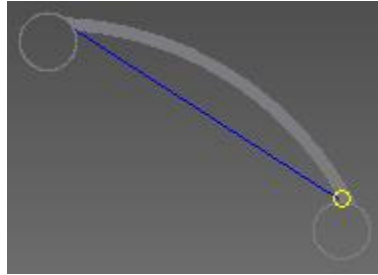


Figura 48. Bisagras arqueadas.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

6.3.6 Mesa

La mesa basa su función fundamental en que los operarios recojan las columnas de envases a una altura ergonómicamente apropiada y que tengan suficiente tiempo para realizar dicha labor empleándolo en otras actividades. Para su estructura de utilizaron ángulos de alas iguales, láminas de hierro negro y pletinas, todos estos soldados entre sí, como se muestra en la siguiente figura 49.

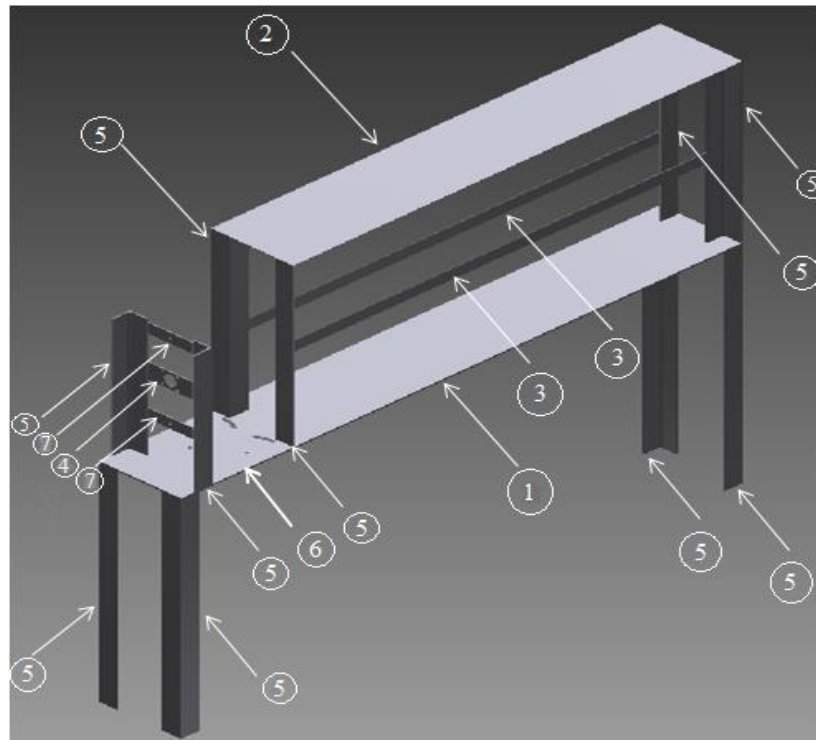


Figura 49. Mesa utilizada en el dispositivo.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

Los números indicados en la figura 49 corresponden a lo siguiente:

- 1) La mesa consta de una lámina de hierro negro norma ASTM A569/A-36 de 5 milímetros de espesor, donde las columnas de envases, ya apiladas, se irán agrupando a medida que el cilindro las vaya empujando. Adicionalmente, es en la lámina donde se soldarán las varillas vistas anteriormente, donde comenzará el proceso de apilado. Se colocó a 700 mm del suelo para que los operarios puedan trabajar con comodidad.
- 2) Lámina del mismo material que servirá de techo en la zona donde se almacenarán temporalmente los envases. Su función fundamental es limitar la entrada de la columna con el fin de que cuando el pistón empuje, éstas no se volteen y se mantengan de forma vertical. Se colocó soldada a 630 mm de la lámina 1.
- 3) Pletinas de acero de sección rectangular y superficie lisa de 3,175 mm de espesor x 31,75 mm de ancho, obtenidas a partir de palanquillas laminadas en caliente. Al igual que en la estructura de la máquina las dimensiones y propiedades para el diseño están reflejadas en el catálogo de MAPLOCA, recuadro rojo figura 50.

Propiedades mecánicas y requerimientos de tracción

Tensión cedente mínima = 2500 kgf/cm² (245,16 MPa)

Tensión mínima de agotamiento = 3700 Kgf/cm² (362,84 MPa).

Alargamiento en 50,8 mm = 25%.

Denominación Espesor X Ancho Pulg.	Dimensiones Espesor Ancho mm	Longitud m	Peso Teórico por Pieza kgf	Peso Teórico kgf/m	Nº Piezas por Atado	Peso Teórico por Atado kgf
1/8 X 1/2	3.175 x 12.70	6	1,896	0,316	480	910
5/8	15,88	6	2,370	0,395	390	924
3/4	19,05	6	2,844	0,474	340	967
1	25,40	6	3,789	0,632	280	1,061
1 1/4	31,75	6	4,756	0,793	200	951

Figura 50. Dimensiones de las pletinas.

Fuente. Catálogo MAPLOCA.

- 4) Pletina de acero con las mismas características antes mencionadas de 3,175 mm de espesor x 50,80 mm de ancho, su función será la de sostener el cilindro tomando en cuenta sus dimensiones vistas anteriormente. Para ello se perforó la pletina utilizando un taladro mecha 3/16", dejando los 4 agujeros de diámetro 8 mm a una distancia de 38 mm con suficiente holgura para colocar los tornillos M6 x 1 mm dados por el fabricante. En el centro se realizó otro agujero de 35 mm de diámetro con el taladro utilizando mecha de 3/8", permitiendo que sobresalga el vástago que empujará los envases, como se puede detallar en la figura 51 ampliada.

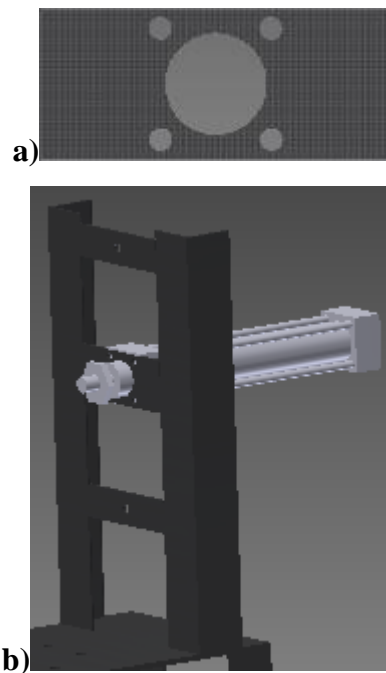


Figura 51. a) Pletina ampliada. b) Cilindro fijado a la pletina.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

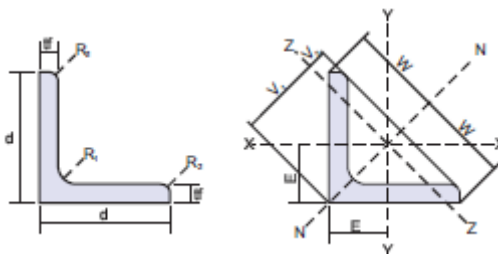
Denominación Espesor X Ancho Pulg.	Dimensiones Espesor Ancho mm	Longitud m	Peso Teórico por Pieza kgf	Peso Teórico kgf/m	N° Piezas por Atado	Peso Teórico por Atado kgf
1/8 X 1/2	3,175 x 12,70	6	1,896	0,316	480	910
5/8	15,88	6	2,370	0,395	390	924
3/4	19,05	6	2,844	0,474	340	967
1	25,40	6	3,789	0,632	280	1.061
1 1/4	31,75	6	4,756	0,793	200	951
1 1/2	36,10	6	5,694	0,949	160	911
2	50,80	6	7,596	1,266	130	987

Figura 52. Dimensiones de las pletinas.

Fuente. Catálogo MAPLOCA.

- 5) Para la estructura base de la mesa, cilindro y del techo de la zona de almacenamiento, se eligieron ángulos de alas iguales de medidas 50x50x4 mm con altura de 700 mm del suelo a la mesa, de 630 mm de la mesa al techo, y 400 mm para la base del cilindro. Las caras de las alas son perpendiculares y la unión entre sus caras inferiores es redondeada.

Estos elementos tienen una gran utilidad para el equipo a diseñar ya que tienen la misma inercia en los dos ejes, de tal forma que pueden ser fijados por un lado mientras que la otra aleta aporta resistencia transversal. Las dimensiones y propiedades para el diseño se encuentran reflejadas en las tablas extraídas del catálogo de la empresa antes mencionada, recuadro rojo figura 53.



Designación	Dimensiones mm				Distancia de los ejes cm				Área cm ²	Peso kg/m	Propiedades Estáticas en Relación a los Ejes									Superficie m ² /m
	d	tf	R ₁	R ₂	Y	W	V ₁	V ₂			X-X	Y-Y	N-N		Z-Z					
Ld x d x tf mm x mm x mm											I _x cm ⁴	S _x cm ³	r _x cm	I _n cm ⁴	r _n cm	I _z cm ⁴	S _z cm ³	r _z cm		
L20x20x3	20	3	3.5	2.0	0.60	1.41	0.85	0.70	1.12	0.88	0.39	0.28	0.59	0.62	0.74	0.15	0.18	0.4	0.077	
x4	4	3.5	2.0	0.64	1.41	0.90	0.71	1.45	1.14	0.48	0.35	0.58	0.77	0.73	0.19	0.21	0.36	0.077		
L25x25x3	25	3	3.5	2.0	0.73	1.77	1.03	0.87	1.42	1.12	0.79	0.45	0.75	1.27	0.95	0.31	0.30	0.47	0.097	
x4	4	3.5	2.0	0.76	1.77	1.08	0.89	1.85	1.45	1.01	0.58	0.74	1.61	0.93	0.40	0.37	0.47	0.097		
L30x30x3	30	3	5.0	2.5	0.84	2.12	1.18	1.04	1.74	1.36	1.41	0.65	0.90	2.24	1.14	0.57	0.48	0.57	0.116	
x5	30	5	5.0	2.5	0.92	2.12	1.30	1.07	2.78	2.18	2.16	1.04	0.88	3.41	1.11	0.91	0.70	0.57	0.116	
L35x35x4	35	4	5.0	2.5	1.00	2.47	1.41	1.24	2.67	2.10	2.96	1.18	1.05	4.68	1.33	1.24	0.88	0.68	0.136	
x6	35	6	5.0	2.5	1.08	2.47	1.53	1.27	3.87	3.04	4.14	1.71	1.04	6.50	1.30	1.77	1.16	0.68	0.136	
L40x40x4	40	4	6.0	3.0	1.12	2.83	1.58	1.40	3.08	2.42	4.48	1.56	1.21	7.09	1.52	1.86	1.18	0.78	1155.00	
x6	40	6	6.0	3.0	1.20	2.83	1.70	1.43	4.48	3.52	6.33	2.26	1.19	9.98	1.49	2.67	1.57	0.77	0.155	
L50x50x4	50	4	7.0	3.5	1.36	3.54	1.92	1.75	3.89	3.06	8.97	2.46	1.52	14.20	1.91	3.73	1.94	0.98	0.194	

Figura 53. Dimensiones y propiedades para el diseño de ángulos de alas iguales.

Fuente. Catálogo MAPLOCA.

- 6) En esta zona de la mesa se colocaron las 6 varillas donde se formarán las columnas de los envases como se vio anteriormente. Se abrieron 4 huecos de 10 mm con taladro utilizando mecha de 3/8" donde se colocaron soldadas las varillas (3-4) y (5-6) de la figura 43. Para colocar las varillas 1 y 2 se realizó un proceso de fresado a la lámina de hierro negro, con el propósito de dejar la distancia necesaria permitiendo que las varillas abran y cierren como se observa en la figura 54.

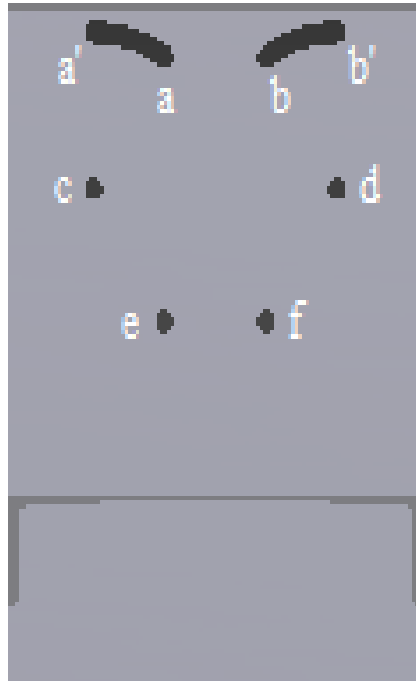


Figura 54. Vista superior de la mesa.

(a-b) Punto inicial de la varillas 1 y 2.

(a'-b') Punto final de las varillas 1 y 2.

(c-d) y (e-f) Puntos donde se encuentran las varillas (3-4) y (5-6) soldadas a la mesa.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

- 7) Se instalaron dos pletinas soldadas a los ángulos con las mismas características que las del punto 3, abriendo un agujero de 10 mm con el taladro mecha 3/8" en el centro de cada una para situar los dos apoyos de la pletina fija al cilindro de 450 mm de largo, encargada de empujar la columna de envases como se observa en la figura 55.

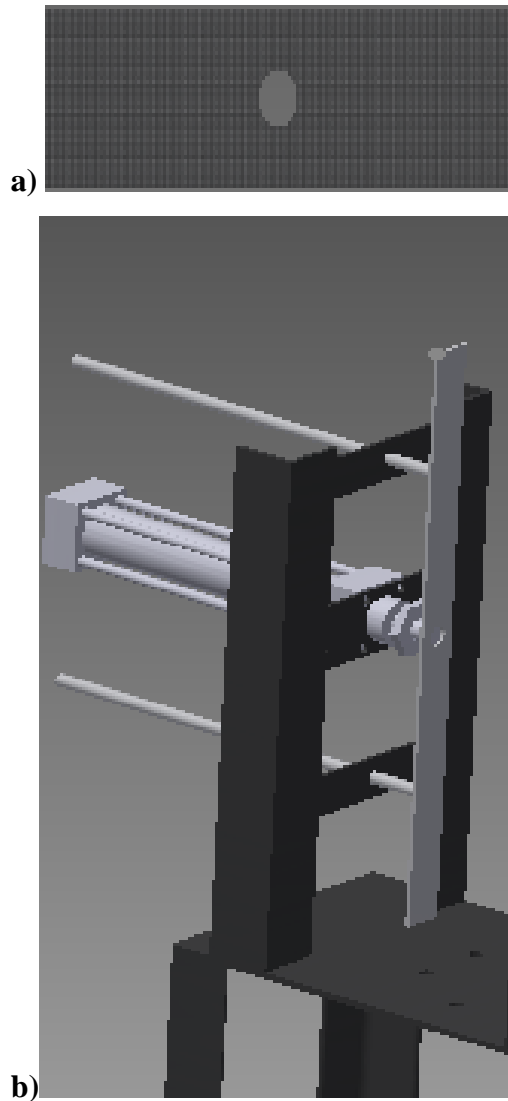


Figura 55. a) Imagen ampliada de la pletina con agujero.

b) Pletina unida al cilindro y apoyada.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

Adicionalmente se soldaron dos varillas de acero 1020 de 5 mm de diámetro a la estructura, cuya función es lograr que el envase caiga en posición dentro de las varillas de apilación vistas anteriormente. El ángulo de inclinación sería de 70° marcado en azul en la figura 56.

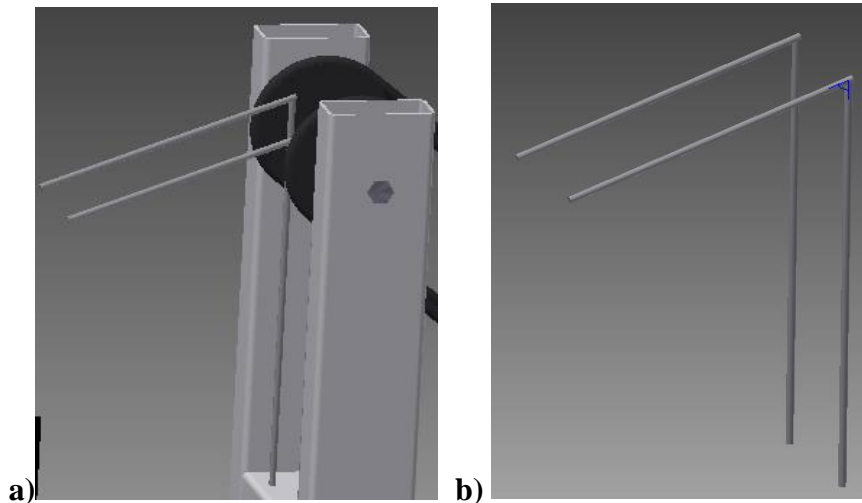


Figura 56. a) Imagen ampliada de las varillas soldadas a la estructura.

b) Ángulo 70° marcado en azul.

Fuente. Obtenido por los autores a través del programa de diseño asistido Inventor.

6.3.7 Sensor infrarrojo

El sensor infrarrojo es un dispositivo electrónico capaz de medir la radiación electromagnética infrarroja de los cuerpos en su campo (Circuitos Electrónicos, 2014). Todos los cuerpos al reflejar una cierta cantidad de radiación que resulta invisible al ojo humano; sin embargo para este tipo de aparatos que se encuentran en el rango del espectro justo por debajo de la luz visible es posible su detección.

El dispositivo (figura 57) será el encargado de realizar el conteo de los envases y cuenta con las siguientes características:

- Compuesto básicamente por un LED que emite pulsos de luz infrarroja, siguiendo un patrón determinado que permite al dispositivo conocer la función a realizar.
- 3 pines de conexión:
 - VCC: Voltaje de alimentación de 3.3V – 5V.
 - GND: Ground (tierra).
 - OUT: Salida digital 0-1.

- Distancia de operación desde 2 cm hasta 5 cm.
- Dimensiones de 3.1 x 1.5 cm.
- Detección de ángulo hasta 35°.



Figura 57. Sensor Infrarrojo (detector de obstaculos)

Fuente. (Circuitos Electrónicos, 2014).

La conexión del sensor infrarrojo con el Arduino para posteriormente energizar el Relé que utiliza el voltaje a 5V y a 110V activando la electroválvula, se realizará a través de una tabla Protoboard, y se representa en el siguiente diagrama:

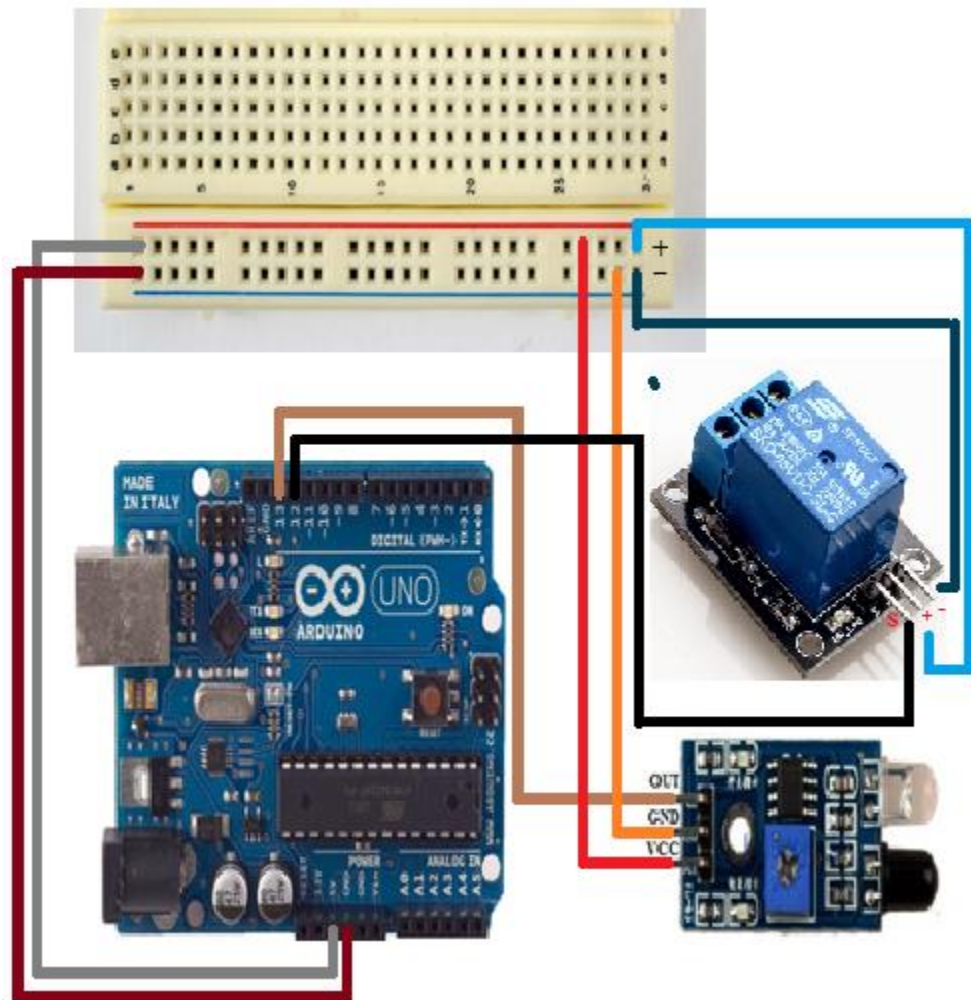


Figura 58. Diagrama de conexión sensor-arduino-relé.

Fuente. Los autores

6.3.8 Arduino

El Arduino, cuya función es recibir la señal de conteo de los envases del sensor y enviar la señal a la electroválvula una vez completados los 25, será modelo UNO R3 con las siguientes características:

- Microcontrolador ATmega328.
- Tensión de entrada 7-12V.
- 14 I/O Pines digitales (6 salidas PWM).
- 6 entradas analógicas A0...A5.
- 32K de memoria Flash
- Velocidad del Reloj 16 Mhz.

6.3.9 Programación del sensor infrarrojo con el arduino

Para realizar la programación del sensor y que realizará el conteo se descargó el programa de la página web de arduino (Arduino, 2014). Seguidamente se utilizó la librería de arduino diseñada para el uso del sensor infrarrojo (Editronikx, 2014) la cual contiene la estructura general del programa, que consiste en lo siguiente:

- **Infrarrojo.h (definición de las variables).**

```
#ifndef infrarrojo_h  
#define infrarrojo_h
```

```
//DEFINICIÓN DE LA CLASE QUE CONTIENE ATRIBUTOS O VARIABLES
```

```
class infrarrojo {
```

```
public:
```

```
Infrarrojo (int pin); //DEFINICIÓN DEL CONSTRUCTOR CON SUS  
VARIABLES
```

```
long lectura (int lec); //DEFINICIÓN DEL CONSTRUCTOR CON SUS
VARIABLES
private:
int _pin;
};
#endif
```

- **Infrarrojo.Cpp (librería principal).**

```
//ETAPA DE DEFINICIÓN DE ENTRADAS Y SALIDAS ESTILO SETUP
Infrarrojo::infrarrojo(int pin)
{
pinMode (pin,INPUT); Configuración del pin de lectura
_pin = pin;
}
long infrarrojo::lectura (int lec) //LA FUNCIÓN REGRESA A UN VALOR TIPO
LONG
{
    If (digitalRead(_pin)==HIGH) //DETECTA SI EL PIN ESTADO ALTO O
BAJO
    {
        lec = 1;
        return lec //RETORNA CON EL VALOR DE UNO
    }
else
    {
        lec = 0;
        return lec;}
}
```

Una vez completada la librería que permite manipular el sensor infrarrojo se procede a crear el programa del dispositivo cuya función será entregar una salida digital 0 cuando el sensor se encuentre en el estado HIGH.

- **Programa de conteo de envases (lectura del estado lógico 0 o 1 del sensor).**

```
#include <infrarrojo.h>
```

```
infrarrojo estado(13);//DEFINICION DEL PIN DEL ARDUINO A USAR
```

```
int VALOR;//VARIABLE QUE RECIBE EL DATO
```

```
int relé =12;//REDEFINICION DE PIN DE ARDUINO PARA EL RELÉ
```

```
int relé_estado;//VARIABLE
```

```
int relé_estado_previo;
```

```
int contador;
```

```
//CONFIGURACION DE SETUP
```

```
void setup() {
```

```
pinMode (relé,OUTPUT);// VARIABLE DE SALIDA AL RELÉ
```

```
Serial.begin(9600); //VELOCIDAD
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
relé_estado = estado.lectura(VALOR); //RELÉ QUE RECOJE EL ESTADO DEL  
SENSOR
```

```
if (relé_estado_previo == 1)//ETAPA DE COMPARACION PARA ACTIVAR UN  
RELÉ SEGUN EL ESTADO DEL SENSOR
```

```
{
```

```
if (relé_estado == 0)
```

```
{
```

```
contador++;
```

```

if (contador == 25)
{
  contador = 0;
  digitalWrite (relé,HIGH);
  delay (15000);
  digitalWrite (relé,LOW);
  }
}
delay(100); // GENERA UN TIEMPO PARA LEER Y MANDAR SEÑAL

```

El sensor infrarrojo con el Arduino y la electroválvula, irán ubicados en una caja acrílica que se colocará encima del techo de la mesa de apilamiento. A medida que vayan pasando los envases entre las varillas, el sensor irá realizando el conteo y dando la señal al Arduino.

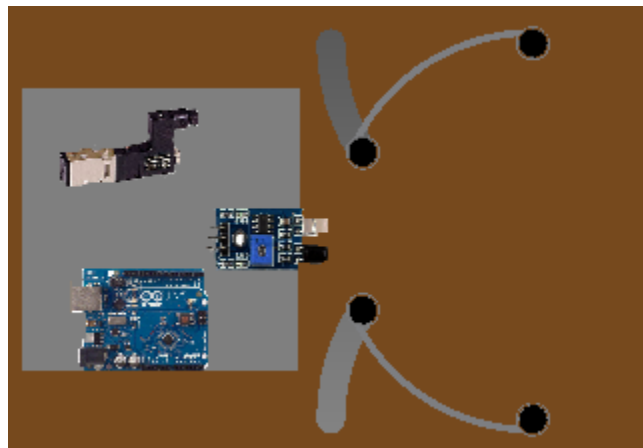


Figura 59. Ubicación del sensor infrarrojo-arduino-electroválvula.

Fuente. Los autores.

6.4 EVALUACIÓN DE LA SOLDADURA

El dispositivo de apilamiento está compuesto en su mayoría por uniones soldadas. Si la unión se hace correctamente y con el metal de aporte adecuado será más resistente que el metal original. Al realizar el análisis previo de la estructura, que será la más solicitada a esfuerzos, se ha determinado que los elementos a unir no sufrirán grandes cargas de tipo tracción, compresión, torsión y flexión como se puede notar en los anexos 1, 2, 3, 4 respectivamente; sin embargo, se debe prestar atención en que los materiales que se van a unir no se vean afectados por el calor del proceso de soldadura.

Entonces, se utilizó una soldadura sencilla por electrodo metálico revestido, tomando en cuenta que es aplicable a una amplia gama de metales, posiciones de soldadura y adecuada para aplicaciones en exteriores. Se tomó en consideración de igual forma que la máquina no requería contar con un perfecto acabado superficial.

El tipo de soldadura que se requirió para la estructura y la mesa fue de tipo chaflán y filete. La tabla 33 nos presenta el esfuerzo cortante admisible para el cordón de soldadura según el electrodo utilizado.

Tabla 33. Esfuerzos cortantes admisibles sobre soldaduras de chaflán.

Fuente. (Mott, 2006).

TABLA 20-2 Esfuerzos cortantes admisibles sobre soldaduras de chaflán

A. Acero		
Tipo de electrodo	Metales típicos que se unen (grado ASTM)	Esfuerzo cortante admisible
E60	A36, A500	18 ksi (124 MPa)
E70	A242, A441	21 ksi (145 MPa)
E80	A572, Grado 65	24 ksi (165 MPa)
E90		27 ksi (186 MPa)
E100		30 ksi (207 MPa)
E110		33 ksi (228 MPa)

Se tiene que para la estructura de la máquina con un acero ASTM A500, se podrá contar con un electrodo E60YZ, donde E indica que se trata de una soldadura eléctrica manual, 60 designa la mínima resistencia a la tracción sin aplicar tratamiento térmico en este caso 62 Ksi, Y indica la posición en la que podrá soldar adecuadamente, Z relacionado con el

anterior, nos indica que tipo de corriente eléctrica y polaridad es con el que mejor trabaja el electrodo. Se utilizó finalmente un electrodo E6013 con corrientes entre 40 y 130 amperios dependiendo del espesor de los materiales, permitiendo soldar con corriente alterna o corriente continua en ambas polaridades, tipo de arco suave y penetración ligera en todas las posiciones.

6.5 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La máquina diseñada al igual que cualquier otro equipo, debe operar bajo condiciones que garanticen la eficiencia y la vida útil de la misma. El mantenimiento de los elementos será de tipo preventivo tomando en cuenta que la máquina no estará expuesta a factores que afecten considerablemente su funcionalidad, y su contacto será exclusivamente con los envases. Un mantenimiento preventivo bien aplicado disminuye los costos de producción, aumenta la productividad obteniendo como resultado la disminución de paro del dispositivo de apilamiento.

En las instalaciones de producción de alimentos, es muy importante utilizar lubricantes compatibles con alimentos para evitar una posible contaminación del producto y los costos innecesarios relacionados con esta.

No se contempla la elaboración de un manual de operación motivado a la simplicidad de la máquina y considerando que operará 24/7. Se recomienda explicar su funcionamiento básico al operario de turno.

- Fase de expulsión: Se recomienda limpiar la rampa cada cierto periodo a consideración de la empresa con un limpiador de superficies, indicado para contacto con alimentos (Lysol).
- Fase de transporte: Se recomienda el uso de la grasa SKF LGFP 2 compatible con alimentos de uso general, grasa para rodamientos limpia, no tóxica, a base de aceite médico blanco y jabón complejo de aluminio.

Presenta una alta resistencia al agua, gran vida útil, excelente resistencia a la corrosión, valor de pH esencialmente neutro. Sus aplicaciones para equipos de

elaboración de alimentos, rodamientos transportadores, maquinas embotelladoras, entre otras, lo hace ideal para el dispositivo de apilamiento. Se aconseja ser utilizado para los rodamientos de las poleas, motor, soporte de pie y tornillos mensualmente. Para el motor eléctrico se debe realizar periódicamente una verificación de la carga, limpiar las rejillas y ranuras de ventilación para que sea adecuada evitando el sobrecalentamiento, verificar las conexiones de la placa y bornes

- Fase de almacenamiento: Se sugiere limpiar la mesa cada cierto periodo con un limpiador de superficies a consideración. Revisar la instalación cada 3 días para verificar el buen funcionamiento de los cables y que las mangueras de entrada de aire que no presenten fugas.

El uso de la grasa SKF LGFP 2 para las bisagras de las varillas y para las guías de la pletina de empuje mensualmente según sea necesario.

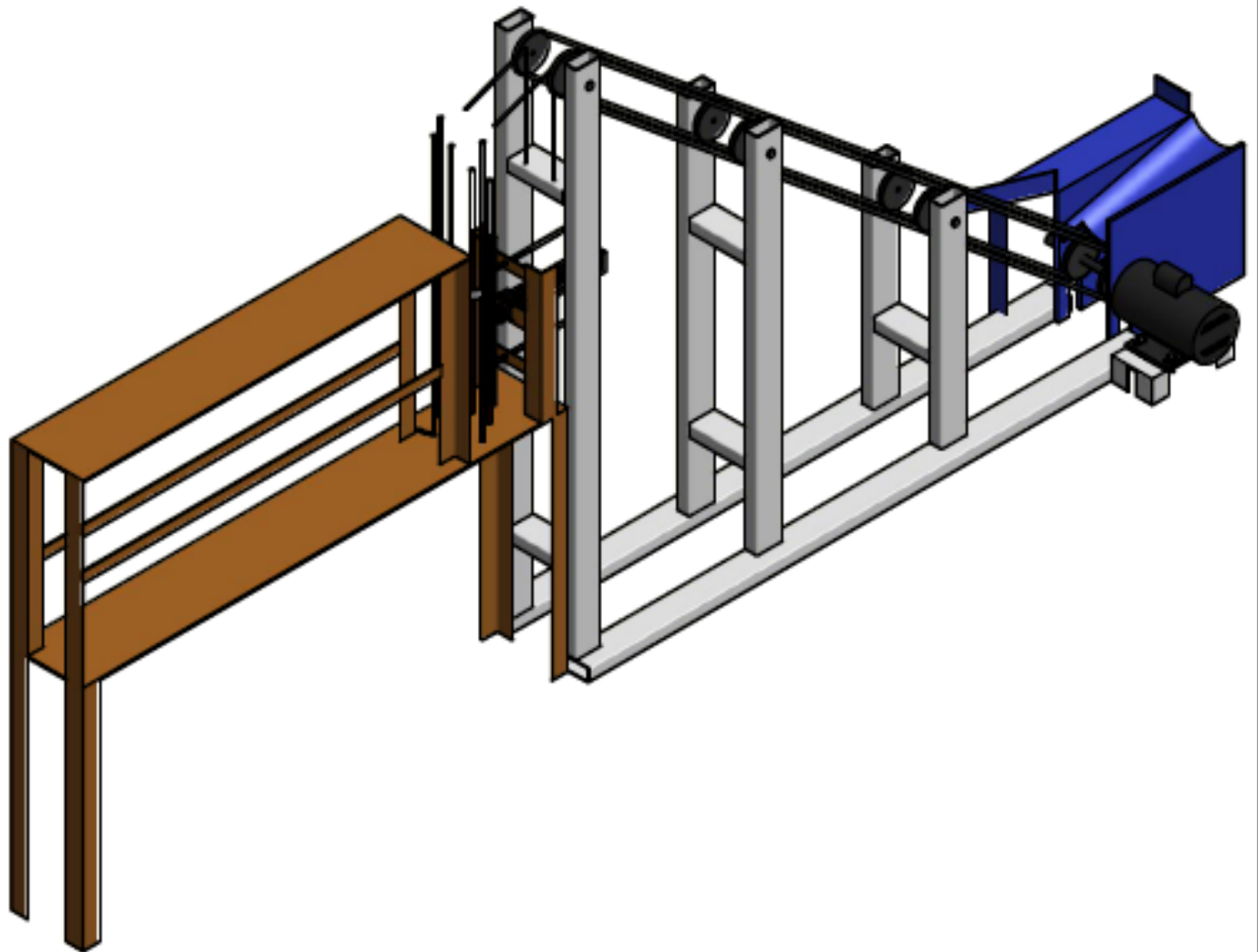
Verificar que los resortes no presenten deformación, aconsejando la sustitución de los mismos cada cierto periodo de acuerdo al desgaste que vayan presentando y aprovechando el bajo costo de los mismos.

Otras recomendaciones para la industria:

- Capacitación de personal. El personal encargado de mantenimiento y limpieza debe capacitarse para garantizar la durabilidad del dispositivo, presentándole una charla de funcionamiento básico.
- Se recomienda prestar especial atención a las piezas que componen la máquina las primeras semanas de su puesta en marcha, con el fin de evaluar la vida útil de cada componente y no exista un parón repentino de la producción.

6.6 VISTA ISOMÉTRICA Y PLANOS DEL EQUIPO

A continuación se presenta la vista isométrica y los planos del equipo diseñado de aquellos componentes que no fueron seleccionados directamente del catálogo de los proveedores:



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

Material

N.º de dibujo

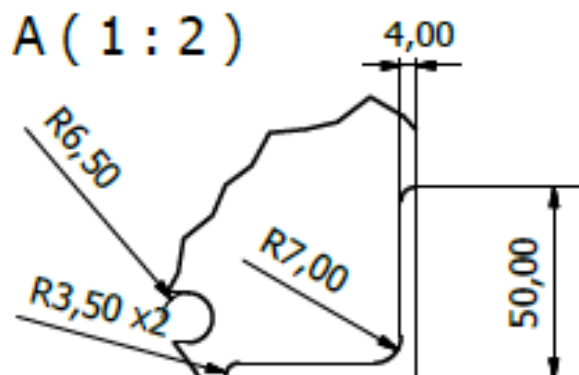
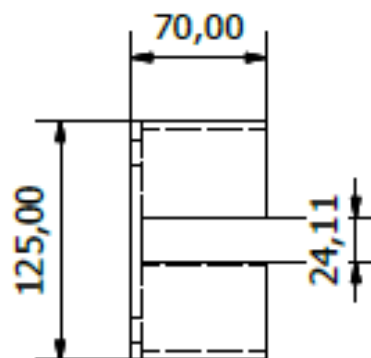
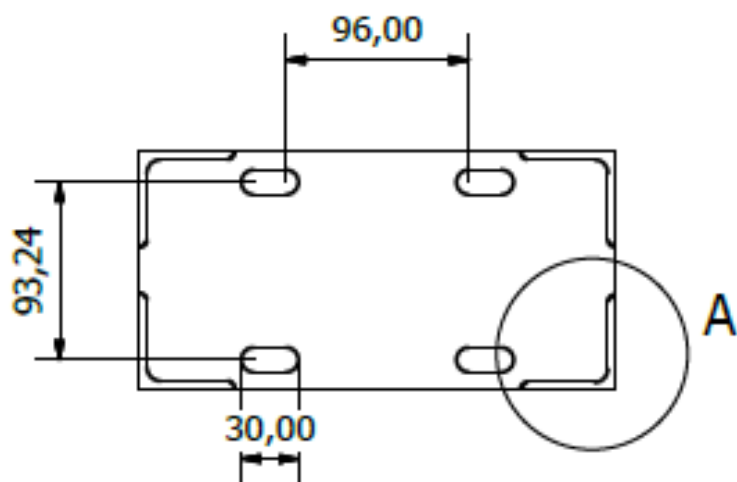
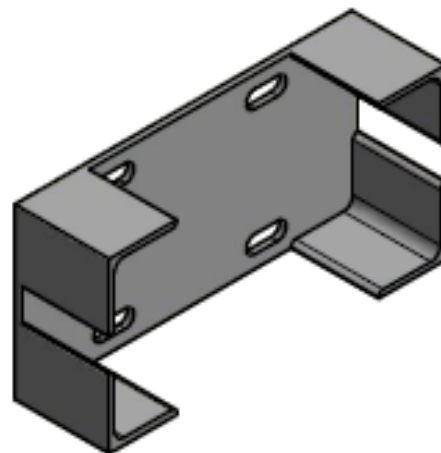
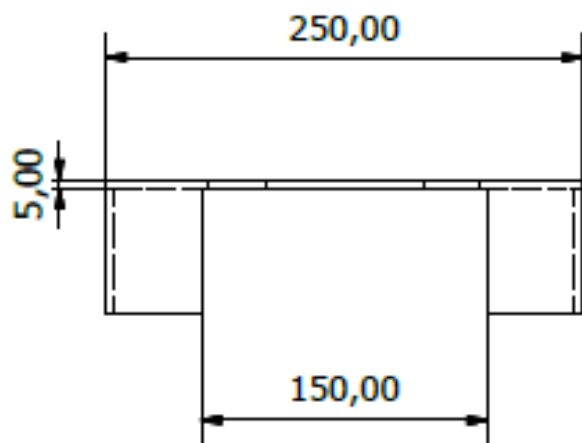
ISOMETRIA

Autores

**HO CIRO
CASALE OSVALDO**

Escala 1:15

Hoja



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

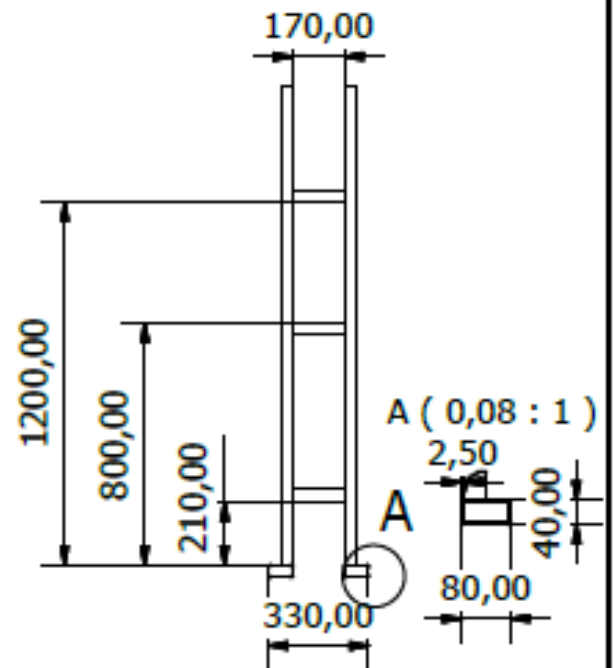
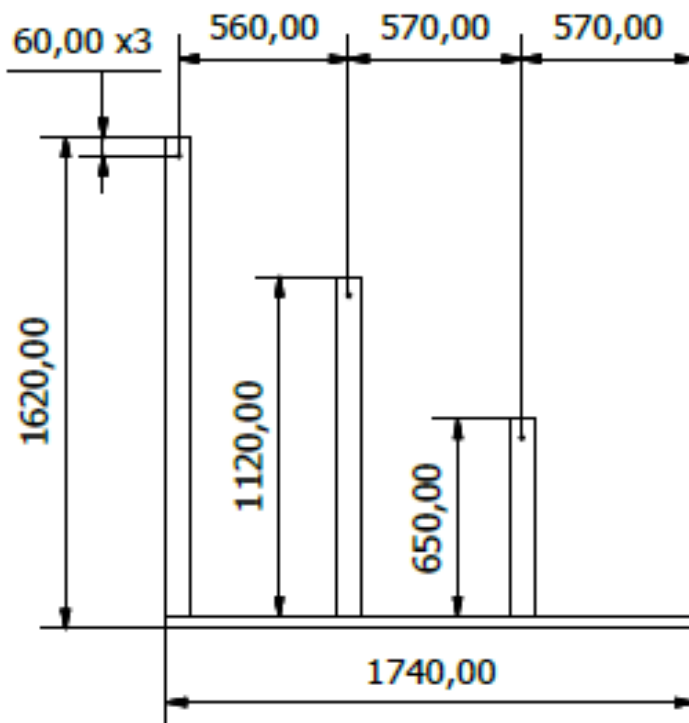
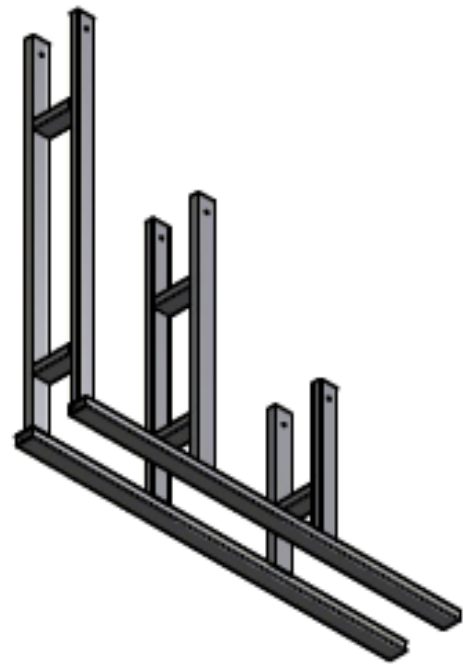
Material
ASTM A-28

N.º de dibujo
Base de Motor

Autores
HO CIRO
CASALE OSVALDO

Escala 1:4

Hoja 1 de 3



Universidad Central de Venezuela
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
 ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
 PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

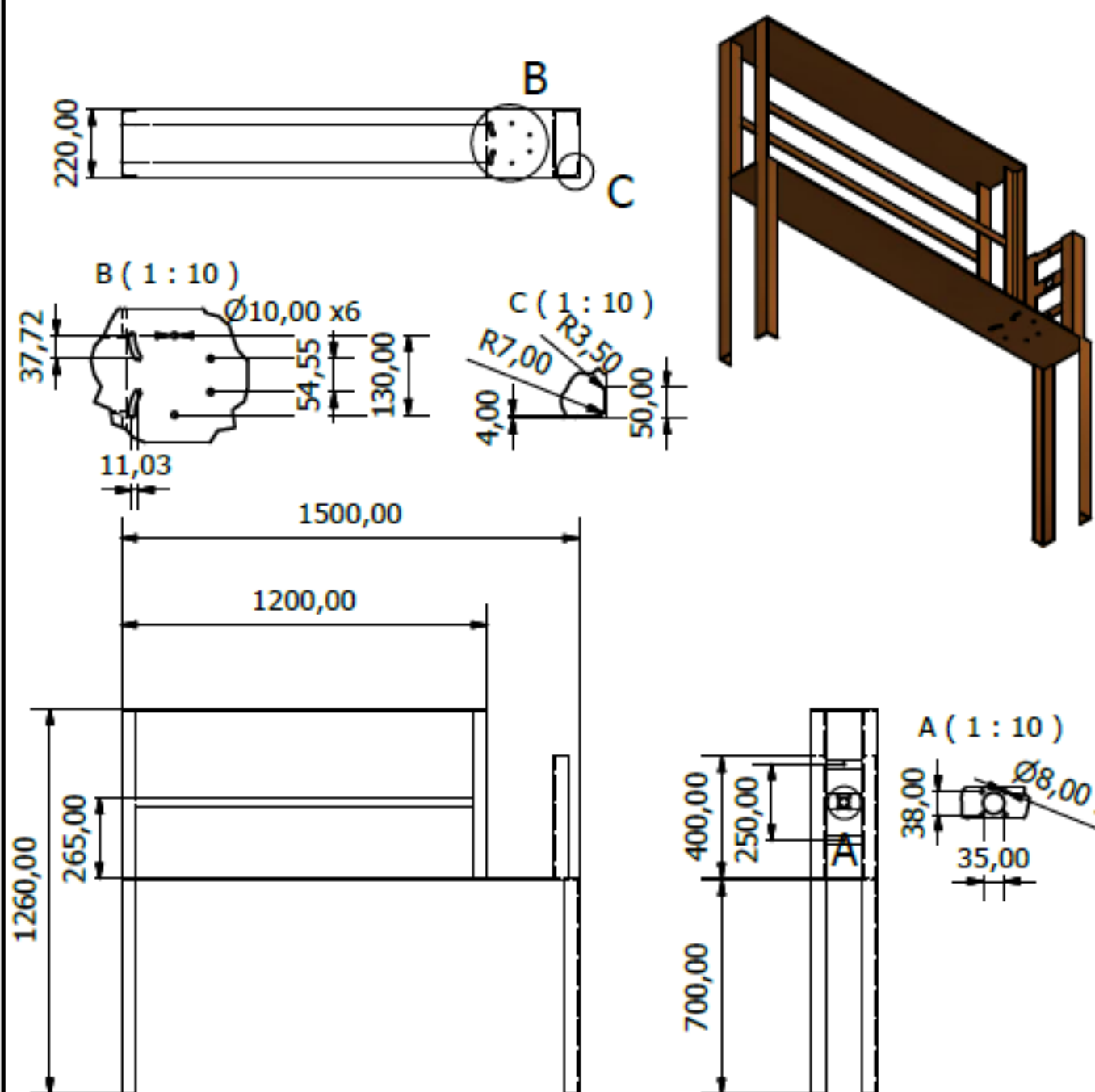
Material
 ASTM 500 Grado C

N.º de dibujo
 Estructura Base

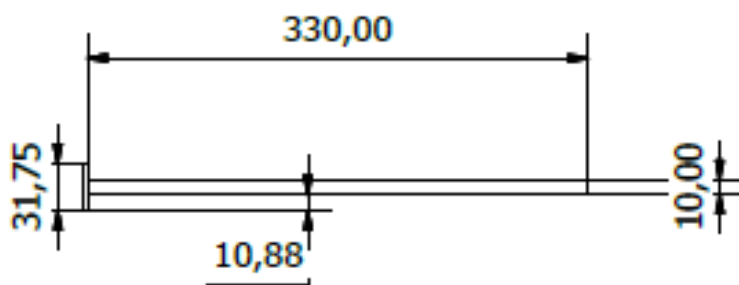
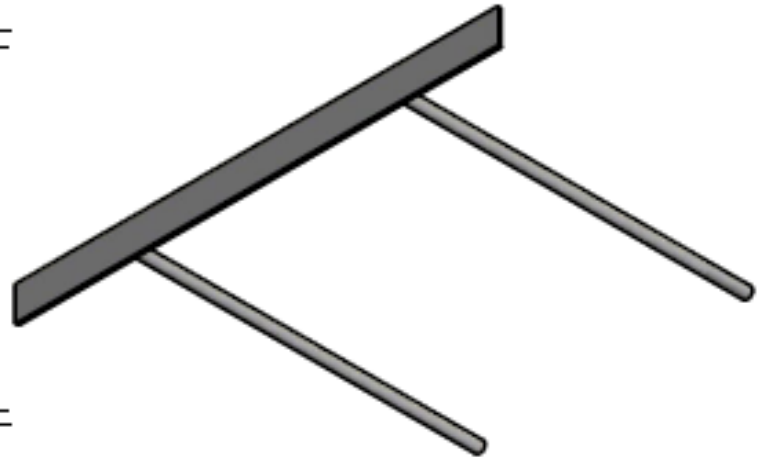
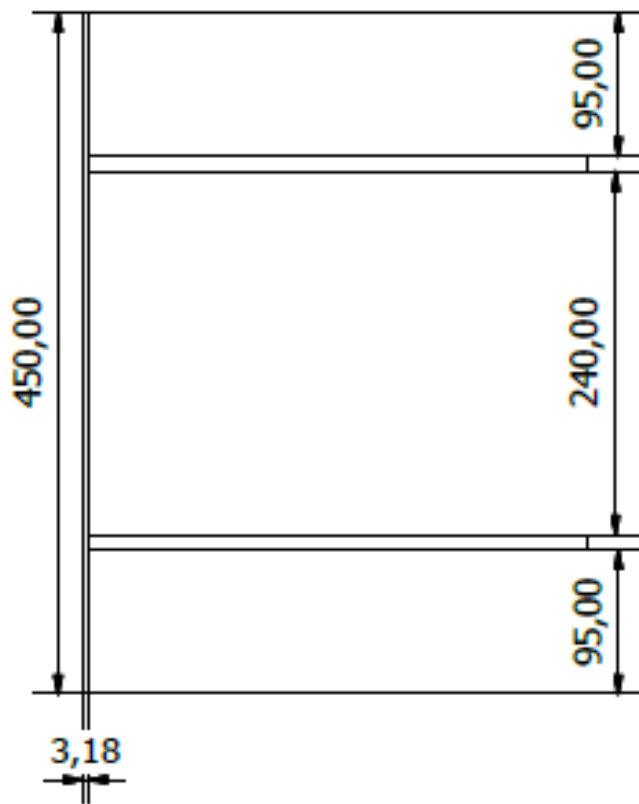
Autores
 HO CIRO
 CASALE OSVALDO

Escala 1:25

Hoja 2 de 9



Universidad Central de Venezuela Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Mecánica		
DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA		
Material ASTM A-28	N.º de dibujo Mesa	Autores HO CIRO CASALE OSVALDO
Escala 1:20		Hoja 3 de 9



Universidad Central de Venezuela
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
 ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
 PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

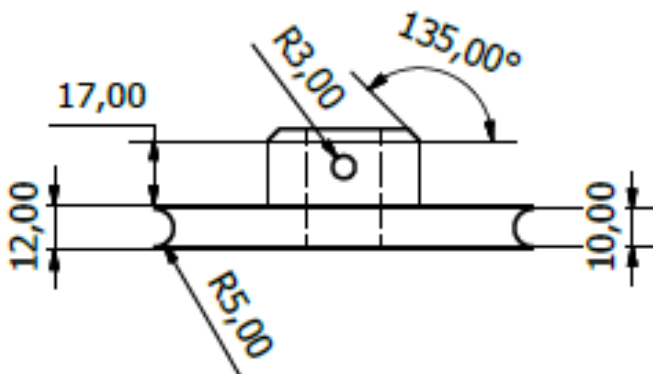
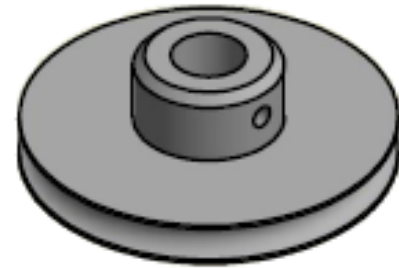
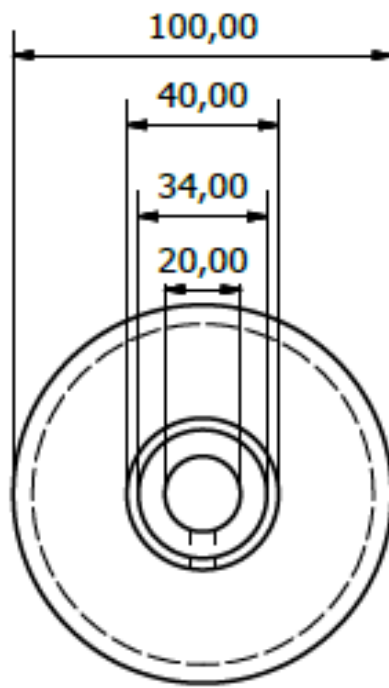
Material
ASTM A-36

N.º de dibujo
Pletina de Empuje

Autores
**HO CIRO
 CASALE OSVALDO**

Escala 1:5

Hoja 4 de 9



Universidad Central de Venezuela
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
 ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
 PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

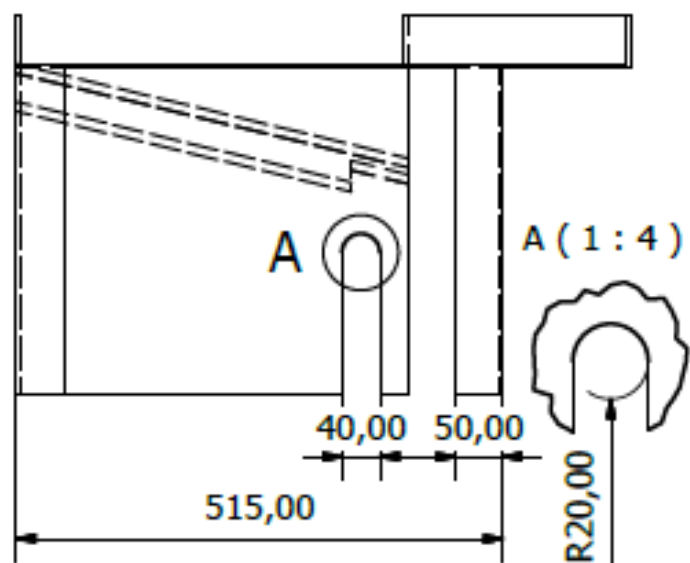
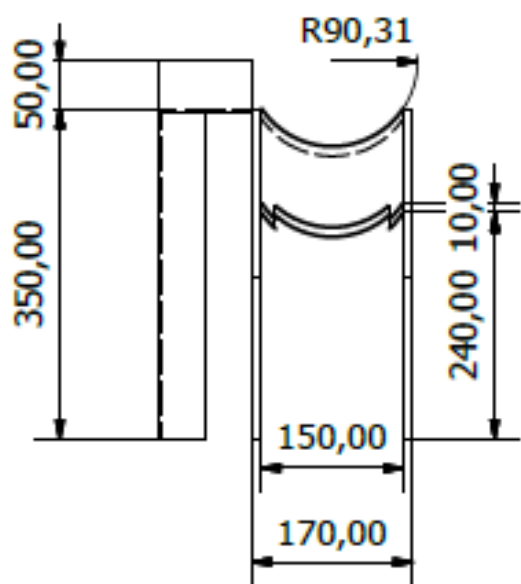
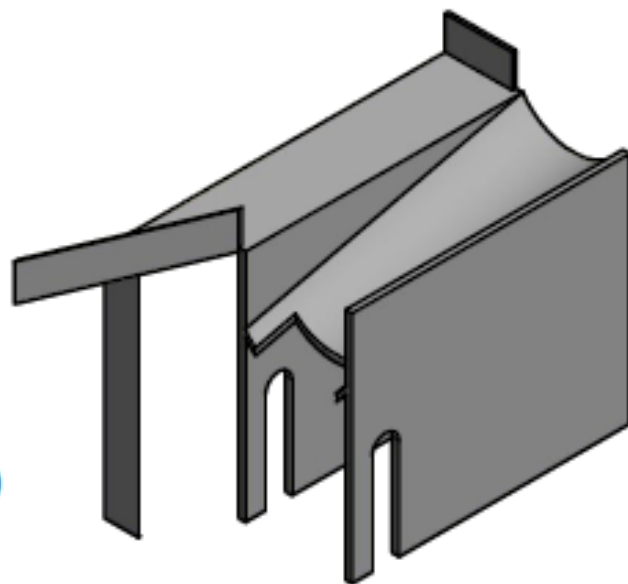
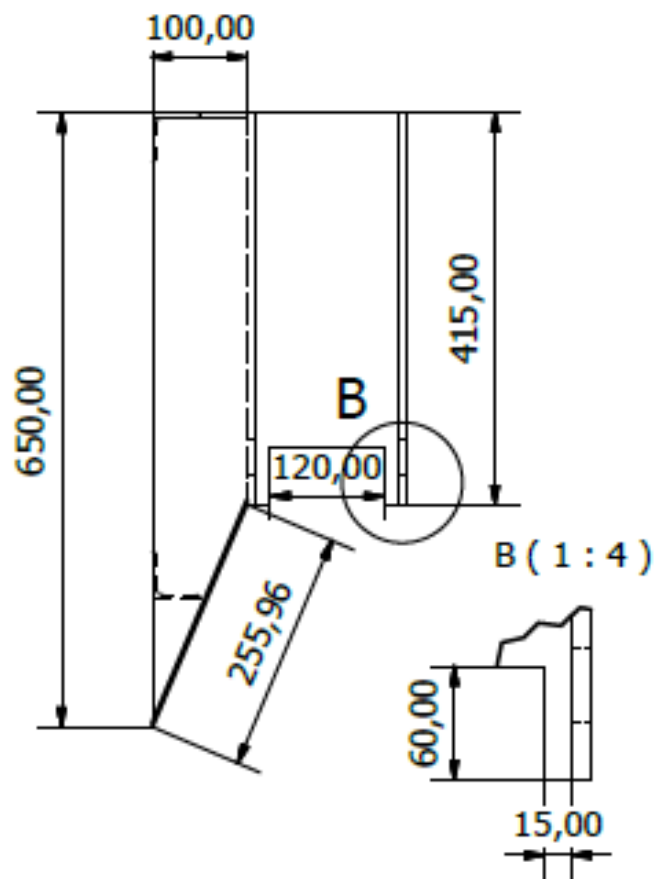
Material
ALUMINIO

N.º de dibujo
Poleas Conductoras

Autores
**HO CIRO
 CASALE OSVALDO**

Escala 1:2

Hoja 5 de 9



Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

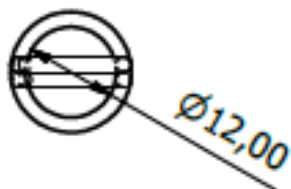
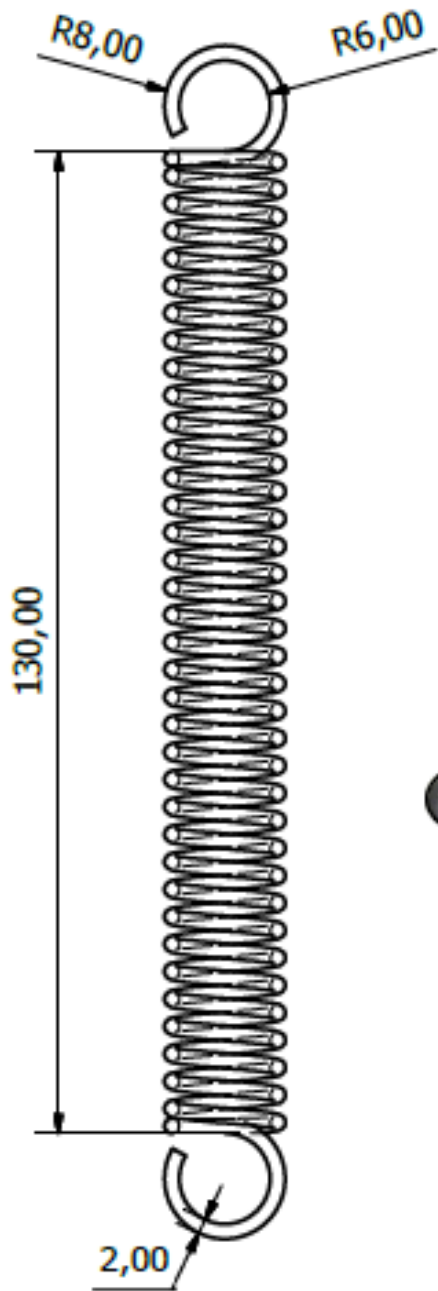
Material
HIERRO NEGRO

N.º de dibujo
Rampa

Autores
**HO CIRO
CASALE OSVALDO**

Escala 1:8

Hoja 6 de 9



Universidad Central de Venezuela
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
 ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
 PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

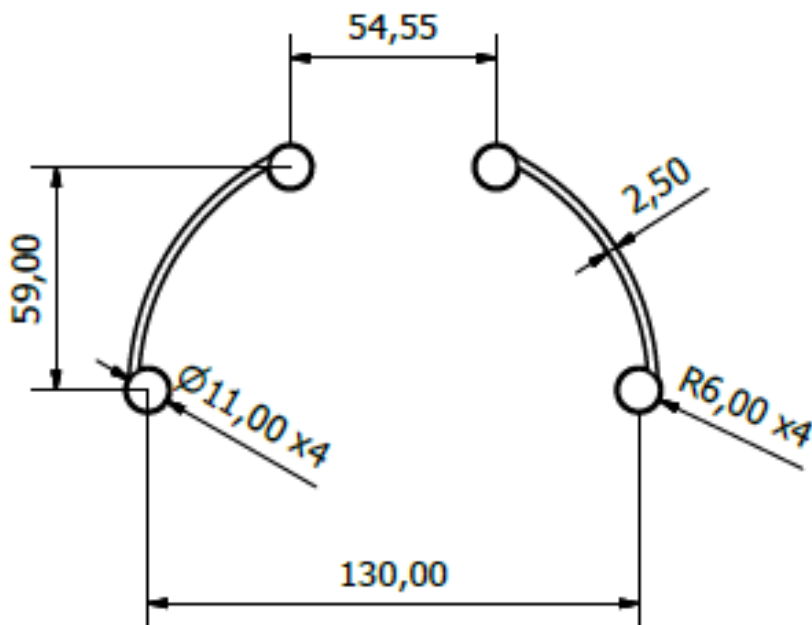
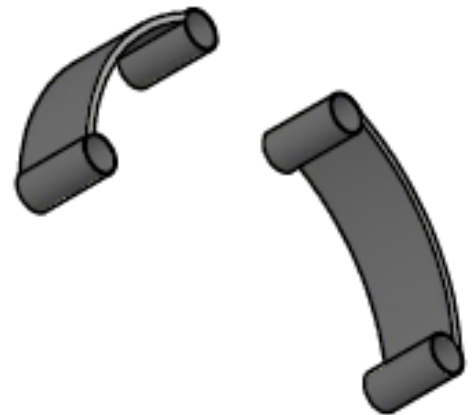
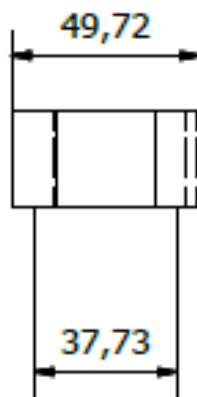
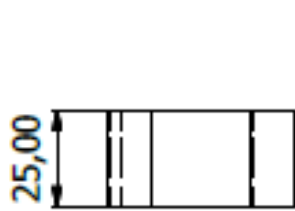
Material
ACERO INOXIDABLE

N.º de dibujo
Resorte

Autor
**HO CIRO
 CASALE OSVALDO**

Escala 1:1

Hoja 7 de 9



Universidad Central de Venezuela
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
 ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
 PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

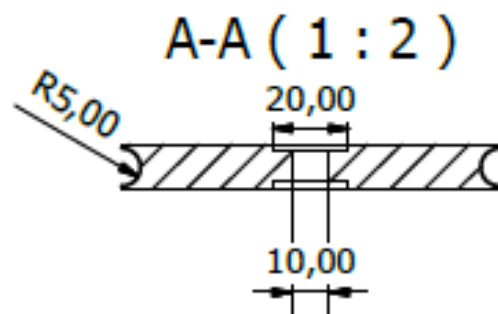
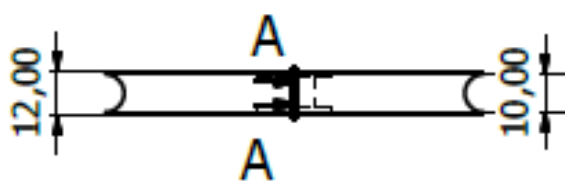
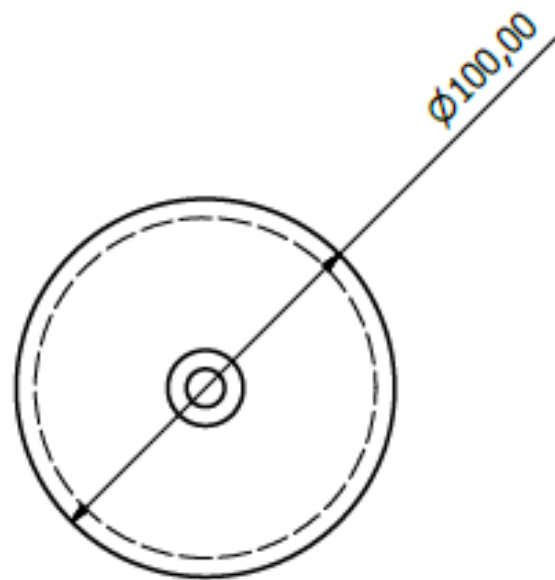
Material
ASTM A-53

N.º de dibujo
Bisagra

Autores
**HO CIRO
 CASALE OSVALDO**

Escala 1:2

Hoja 8 de 9



Universidad Central de Venezuela
 Facultad de Ingeniería
 Escuela de Ingeniería Mecánica

**DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PARA EL
 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE
 ENVASES DE PLÁSTICO EN LA LÍNEA DE
 PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA**

Material
POLIETILENO

N.º de dibujo
Poleas Conducidas

Autores
**HO CIRO
 CASALE OSVALDO**

Escala 1:2

Hoja 9 de 9

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS DE COSTO

Los costos de los materiales, como se mencionó anteriormente, fueron cubiertos en su totalidad por la empresa para la cual iba destinado el diseño de la máquina. Se adquirieron en el mercado nacional adecuándonos a lo que estaba actualmente disponible, y tomando en consideración que se trata de un primer prototipo. El sondeo de precios se realizó vía telefónica e internet, obteniendo asesoría por parte de los fabricantes, importadores y distribuidores.

7.1 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE LA MÁQUINA

Para determinar los costos totales del dispositivo se dividió, al igual que en el capítulo de diseño al detalle, en tres fases el diseño del equipo, siendo estas: expulsión, transporte, almacenamiento. Realizamos esto con la finalidad de evaluar la factibilidad económica, que conlleva o no, a la colocación del equipo en todas las máquinas de inyección de la industria. A continuación se presentan las siguientes tablas donde se observan los costos de los materiales, acompañados de la cantidad y precio:

Tabla 34. Lista de materiales y costo fase de expulsión. **Fuente:** Los autores.

COSTOS DE LA FASE DE EXPULSIÓN			
Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total
1	Lámina de hierro negro de 10x1000x2000 (mm)	Bs. 8.500,00	Bs. 8.500,00
1	Lámina de hierro negro de 5x1000x2000 (mm)	Bs. 4.500,00	Bs. 4.500,00
1	Lámina de hierro pulido de 1,90 x 1000 x 2000 (mm)	Bs. 1.500,00	Bs. 1.500,00
2	Ángulos de alas iguales de 50x50x4 (mm) y de 345 mm de largo	Bs. 300,00	Bs. 600,00
1	Kg de Electrodo E6013 medida 1/8"	Bs. 440,00	Bs. 440,00
Total			Bs. 15.440,00

Tabla 35. Lista de materiales y costo fase de transporte. **Fuente:** Los autores.

COSTOS DE LA FASE DE TRANSPORTE			
Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total
2	Correas redondas de poliuretano de 10 mm de diámetro y 4,3 metros de largo	Bs. 7.000,00	Bs. 14.000,0
2	Poleas de aluminio 100 mm de diámetro	Bs. 350,00	Bs. 700,00
1	Eje de 20 mm de diámetro y 250 mm de espesor	Bs. 2.850,00	Bs. 2.850,00
1	Soporte de pie con rodamiento Y (chumacera)	Bs. 2.000,00	Bs. 2.000,00
1	Variador de frecuencia Monofásico 200-240 VAC, 1 a 62 Hz	Bs. 38.500,00	Bs. 38500
6	Poleas de polietileno de 100 mm de diámetro	Bs. 880,00	Bs. 5.280,00
2	Tornillos M6x0,75	Bs. 80,00	Bs. 160,00
6	3/8"-16 UNRC	Bs. 70,00	Bs. 420,00
6	Tuerca hexagonal galvanizada 3/8 pulg	Bs. 120,00	Bs. 720,00
1	Tubo estructural de 80X40 2,25 mm de espesor y 6 metros de largo	Bs. 2.700,00	Bs. 2.700,00
6	Tornillo 1/8"-20 UNRC	Bs. 60,00	Bs. 360,00
3	Kg de Electrodo E6013 medida 1/8"	Bs. 440,00	Bs. 1.320,00
1	Motor eléctrico de tipo monofásico 1/4 HP 1650 rpm	Bs. 27800,00	Bs. 27800,00
		Total	Bs. 96.810,0

Tabla 36. Lista de materiales y costo fase de almacenamiento. **Fuente:** Los autores.

COSTOS DE LA FASE DE ALMACENAMIENTO			
Cantidad	Descripción	Costo unitario	Costo total
1	Cilindro doble efecto 40 x 175 mm serie S1	Bs. 10100,00	Bs. 10100,00
1	Electrovalvula 5/2 monoestable, serie 200, conexión 1/8"	Bs. 10500,00	Bs. 10500,00
1	Bobina válvula 4v 110 VAC	Bs. 950,00	Bs. 950,00
1	Silenciador plano de bronce 1/8"	Bs. 100,00	Bs. 100,00
1	Conector recto 6 mm x 1/4"	Bs. 200,00	Bs. 200,00
1	Arduino Uno R3	Bs. 3200,00	Bs. 3200,00
1	Sensor Infrarrojo detector de obstáculos	Bs. 65,00	Bs. 1300,00
1	Rele Estado Solido Crydom	Bs. 1.500,00	Bs. 1.500,00
1	Resorte de extensión	Bs. 200,00	Bs. 200,00
1	Pletina de acero de 3,175 x 31,75 (mm) de 6 m de largo	Bs. 1.600,00	Bs. 1.600,00
2	Lámina de hierro negro de 5 x 1000 x 2000 (mm)	Bs. 4.500,00	Bs. 9.000,00
2	Ángulo de alas iguales de 50 x 50 x 4 (mm) de 6 m	Bs. 1.650,00	Bs. 3.300,00
1	Pletina de acero de 3,175 x 50,80 (mm) de 6 m de largo	Bs. 1.800,00	Bs. 1.800,00
6	Barras calibradas de acero 1020 10 mm de diámetro	Bs. 400,00	Bs. 2.400,00
4	Tornillos M6 x 1	Bs. 75,00	Bs. 300,00
1	Tubo de acero inoxidable	Bs. 1.000,00	Bs. 1.000,00
3	Kg de Electrodo E6013 medida 1/8"	Bs. 440,00	Bs. 1.320,00
1	Tabla protoboard	Bs. 770,00	Bs. 770,00
1	Manguera Roja De Presion 3/8 X 7.5 Mts,250 Psi	Bs. 1.800,0	Bs. 1.800,0
1	Resistencia de 10 Kw	Bs. 520,00	Bs. 520,00
1	Resistencia de 220 Ω	Bs. 53,00	Bs. 53,00
		Total	Bs. 57.913,00

Entonces el costo estimado para la manufactura de cada máquina de apilamiento automático en la empresa asciende a 170.263 Bs, precio que se puede aproximar a 170.000 Bs.

7.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

Recientemente, en la industria nacional, es bien sabida la existencia de una gran inestabilidad en cuanto a los procesos, ya que la mano de obra se torna complicada. No todos los días se puede contar con la misma productividad y muchas veces la ausencia de un trabajador produce grandes retrasos en el desarrollo de las operaciones.

Partiendo de esto, se debe tomar en consideración dentro del proyecto, la recuperación de la inversión hecha en la máquina en un corto o mediano plazo, para que así sea factible su construcción e implementación a gran escala. Cuando se habla de reponer la inversión se examina no solo la parte económica que conlleva a una posible disminución del personal o aumento de la producción, sino también las ventajas encontradas en la ergonomía, manipulación de los materiales, mecanizado de movimientos, entre otros.

En Venezuela la nueva Ley Orgánica del Trabajo de los Trabajadores y Trabajadoras (LOTTT) establece en su artículo 173 lo siguiente:

- a) Se establece una jornada laboral de cinco (5) días a la semana de ocho (8) horas diarias, que no podrá exceder de las cuarenta (40) horas semanales, y el trabajador tendrá derecho a dos (2) días de descanso continuos y remunerados, pero hay exenciones según la ley (Artículo 176).
- b) Jornada Diurna: comprendida entre las 5:00 a.m. y las 7:00 p.m. No podrá exceder las ocho (8) horas diarias, ni de cuarenta (40) horas semanales.
- c) Jornada Nocturna: comprendida entre las 7:00 p.m. y las 5:00 a.m. No podrá exceder las siete (7) horas diarias, ni de treinta y cinco (35) horas semanales.
- d) Jornada Mixta: incluye períodos diurnos y nocturnos. No podrá exceder las siete horas y medias (7,5) diarias, ni de treinta y siete horas y media (37,5) a la semana. Si el periodo nocturno es mayor de cuatro (4) horas, se considerará jornada nocturna en su totalidad.

Las tablas a continuación presentan el resumen de los costos laborales en la industria, para operarios encargados de apilar y empaquetar los envases producto del proceso. Se toman en consideración dos jornadas, diurnas y nocturnas, ya que las mixtas superan las cuatro horas establecidas en la ley y un operario por cada cuatro máquinas en cada turno, para un total de 4 operarios para 16 máquinas.

Lunes a viernes:

TURNO	JORNADA	HORARIO	HORA HOMBRE	N°OPERARIOS	COSTO MENSUAL
1	DIURNA	6 am a 12 pm	40 Bs	4	19200 Bs
2	DIURNA	12 pm a 6 pm	40 Bs	4	19200 Bs
3	NOCTURNA	6 pm a 12 am	80 Bs	4	38400 Bs
4	NOCTURNA	12am a 6 am	80 Bs	4	38400 Bs
				Total	115200 Bs

Sábados:

TURNO	JORNADA	HORARIO	HORA HOMBRE	N°OPERARIOS	COSTO MENSUAL
1	DIURNA	6 am a 12 pm	40 Bs	4	3840 Bs
2	DIURNA	12 pm a 6 pm	40 Bs	4	3840 Bs
3	NOCTURNA	6 pm a 12 am	80 Bs	4	7680 Bs
4	NOCTURNA	12am a 6 am	80 Bs	4	7680 Bs
				Total	23040 Bs

Domingos:






TURNO	JORNADA	HORARIO	HORA HOMBRE	N°OPERARIOS	COSTO MENSUAL
1	DIURNA	6 am a 12 pm	80 Bs	4	7680 Bs
2	DIURNA	12 pm a 6 pm	80 Bs	4	7680 Bs
3	NOCTURNA	6 pm a 12 am	100 Bs	4	9600 Bs
4	NOCTURNA	12am a 6 am	100 Bs	4	9600 Bs
				Total	34560 Bs












En consecuencia se tiene que la industria genera un gasto mensual en mano de obra de 172800 Bs para esta área.

Se presenta en la tabla 37, el diagrama de operaciones del proceso propuesto por los autores, en reemplazo del actual que se vio en la tabla 5 del capítulo II. Se toma en cuenta

solo la formación de una columna de envases, no se considera la colocación en el diagrama de la mesa con espacio para 10 columnas que generaría aún más beneficios.

Tabla 37. Diagrama de análisis del proceso: método propuesto. Fabricación y almacenaje de envases en la Industria. **Fuente.** Los autores.

Diagrama 2 HOJA Num.2		RESUMEN			
		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUEST	ECONOMÍA
PRODUCTO: Envases de la industria	Operación		8	9	-1
	Transporte		1	1	0
ACTIVIDAD: Recolección de envases	Espera		1	0	1
	Inspección		1	1	0
	Almacenamiento		3	3	0
MÉTODO: Propuesto		Distancia (mts)	11	7	4
LUGAR: Galpón de Industria		TIEMPO (MIN.HOMBRE)	8,25	0.33	7,92
OPERARIO: de turno	Costos: Día y noche (d/n)				
	Mano de obra promedio (d/n)		7 bs	0.0002 bs	6,9998 bs
COMPUESTO POR: Osvaldo Casale ; Ciro Ho	Material por columna 25 env.		25 bs	25 bs	0 bs
	TOTAL		32 bs	25 bs	

DESCRIPCIÓN	C A N T I D A D	D I S T A N C I A (m)	T I E M P O (s)	SIMBOLO					OBSERVACIONES
									
Almacenaje de materia prima	1	-	-						Polipropileno
Entrada del polímero a la máquina	1	-	1						Inicio del proceso
Fundición del polímero	1	-	1						Material líquido
Cierre del molde	1	-	1						Cierre con la forma del envase
Inyección del polímero fundido	1	-	1						Inyección del polímero edo. Líquido
Enfriamiento del material en el molde	1	-	1						Solidificación

Se abre el molde (expulsión del envase)	1	-	1	●					El envase cae a la rampa
Entrada del envase al dispositivo de transporte y apilamiento	1	1	1	●					El envase se coloca en posición para comenzar el traslado
Transporte del envase por el dispositivo automático	1	2	10			●			Traslado por el sistema de correas
Almacenaje del envase en la zona de apilamiento	1	1	2					●	Caída del envase al dispositivo de apilamiento
Formación de la columna de 25 envases	25	2	475	●					Se completa la columna de 25 envases
Expulsión de la columna de 25 envases a la zona de empaquetado	1	1	2	●					Los 25 envases salen a la mesa
Inspección de la columna de envases en la zona de empaquetado por el operario	1	-	10					●	El operario inspecciona la columna completa ya apilada
Colocación de la columna en el paquete	1	-	10					●	Se empaquetan 10 columnas de 25 envases
TOTAL		7	516						

7.3 MEJORAS EN LA PRODUCCIÓN DE LA INDUSTRIA

Luego de realizar el diagrama de análisis del proceso con el método propuesto por los autores en la tabla 35, se muestra cómo será la nueva disposición de la industria con la colocación del equipo de transporte y apilamiento. Se puede observar un aumento en la velocidad de la línea de producción, disminuyendo de 8 a 6 segundos la formación de un envase. Una reducción de la hora hombre de casi un 95 %, ya que el operario sólo deberá encargarse de la inspección de la columna de envases y la colocación de la misma en los paquetes. Sumado a esto, otra ventaja sobre la antigua disposición, se tiene al conseguir que

los envases no queden acumulándose en el suelo generándose un tiempo ocioso en la producción, eliminando la demora existente por el operario. Se contempla como el tiempo de producción para la formación de una columna de envases es similar al existente, con la ventaja de que el empleado puede estar haciendo otras labores mientras se forman las 10 columnas (necesarias para un paquete) en la mesa contenida en el dispositivo.

Si la directiva de la industria considera la reducción de personal o colocación de éstos en otras funciones no tendrá inconvenientes, ya que el dispositivo de apilamiento no aumentaría la manipulación que ya los operarios producen en la línea productiva, al contrario generará beneficios (tabla 38). Las distancias a recorrer por el material (envases) se lograron reducir unos cuatro metros desde la zona de formación de los mismos hasta la zona de empaquetado con la utilización de un equipo compacto.

Tabla 38. Beneficios logrados por el equipo en la manipulación de los envases.

Fuente: Los autores.

- Mantener el material a una altura del trabajo.	Logrando mejoras ergonómicas para los empleados de la empresa, ya que les evita agacharse.
- No depositar material en el suelo.	Ya los envases no reposarían a ras de suelo. De 11 a 7 metros. Como complemento a esto se tiene que ya no se llevaría a cabo por el operario.
- Minimizar el recorrido.	
- Conducir cantidades significativas.	Ya el operario recibiría la columna formada solo deberá colocarla en el paquete
- Disminuir el uso del operador para mover material.	Casi un 95% de la disminución de la hora hombre.
- Mecanizar el movimiento.	Logrando así un proceso más continuo.

Completado el análisis, conocido los costos laborales en la industria en un mes, muy cercano al costo de la máquina y de acuerdo a lo antes expuesto en los beneficios logrados en la manipulación del material, se considera que el proyecto es económicamente viable quedando en manos de la directiva la determinación.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se obtuvo el conocimiento del proceso de inyección de plástico con el cual la industria produce sus envases, que permitió seleccionar una metodología basada en técnicas de Diseño Conceptual por autores como Jones y Archer dando paso a solventar la problemática encontrada, más específicamente en la recolección, transporte y almacenamiento de los envases.

Como solución global, mediante el uso de la matriz morfológica y de los pasos del diseño de materialización, se pudo seleccionar un sistema que se adaptó a los requerimientos propuestos, logrando así el diseño de un dispositivo que consta de tres fases:

La primera fase de expulsión, se utilizó una rampa que canaliza los envases a la salida de la máquina de inyección.

En la segunda fase de transporte, se aplicó como solución final un sistema de transmisión correas-poleas. Dos correas redondas colocadas en paralelo a través de ocho poleas (dos conductoras y seis conducidas), por medio el cual se traslada el envase aprovechando su forma cónica.

Tercera fase de almacenamiento, se colocó una mesa que contiene seis varillas (colocadas en forma circular) donde los envases caen por efecto de la gravedad y se apilan verticalmente, un sensor infrarrojo detector de obstáculos que cuente los envases y active un sistema neumático provisto de una electroválvula y un cilindro-pistón que desplace los mismos y los almacene en la mesa.

Por medio de un análisis técnico-económico se determinó que es factible la aplicación del dispositivo en todas las máquinas de la industria, considerando que el costo de la máquina equivale a los costos laborales de la industria en un mes. Un aumento de la velocidad de la línea de producción en dos segundos, reducción de la hora hombre en un 95% y ventajas a nivel ergonómico, ya que los operarios recogerán los envases a 70 cm del suelo. En la

manipulación de los materiales se logró minimizar el recorrido cuatro metros mecanizando el movimiento.

Se elaboró los planos de la máquina mediante la herramienta de dibujo asistido Inventor, en la cual se observaron las piezas, los materiales que las conforman y sus dimensiones, seleccionando herramientas como esmeril, taladro vertical, torno, prensa, máquina de soldar, entre otras, para la construcción de un primer prototipo.

Recomendaciones

- Adaptar el dispositivo para poder ser aplicado en envases de diferentes pesos y tamaños, de manera que pueda ser utilizado en varias máquinas de inyección en la industria Manfaplast.
- Mejorar el dispositivo colocándole sensores que ayuden con el control de calidad, ya que actualmente son los operarios los que lo realizan esa inspección de manera manual. A pesar de que el porcentaje de que salgan con errores es bajo.
- Someter la estrategia de diseño propuesta por los autores a diversas pruebas para examinar la efectividad del diseño propuesto, utilizando el prototipo construido y realizando mejoras.
- Una vez confirmado el funcionamiento del dispositivo en una de las máquinas y en definitiva su aplicación en toda la industria, realizar el diagrama de distribución de la planta relacionado con la disposición de las máquinas, estaciones de trabajo, entre otras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Archer, L. (s.f.). *Systematic Methods for Designers*.
- 2) ASME. (s.f.). Asociación de Ingenieros Mecánicos. En ASME. Estados Unidos.
- 3) Barriola, José. Apuntes de automatización. Trabajo no publicado, Universidad Central de Venezuela.
- 4) Budynas, Richard G. y Nisbett J.Keith. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. México: Mc Graw Hill.
- 5) Boccardo, R. (2006). *Creatividad en la Ingeniería de Diseño*. Caracas: Equinoccio. Universidad Simón Bolívar.
- 6) Cross, N. (s.f.). *Métodos de diseño*. LIMUSA WILEY.
- 7) De Andrea, Raffaele. Apuntes de producción. Trabajo no publicado, Universidad Central de Venezuela.
- 8) Eagle. (2014). POLYURETHANE BELTING & O-RING. *Eagle catalog*, 1-48.
- 9) FESTO. (2015). Catálogo de productos. 1-35.
- 10) Fitzgerald, A. E. (1993). *Máquinas Eléctricas*. McGraw-Hill.
- 11) Fitzgerald, A. E. (1993). *Máquinas Eléctricas*. McGraw-Hill.
- 12) Fluted. (2015). Catálogo Fluidtec. *Series Stainless steel mini cylinder*, 1-3.
- 13) French, M. (s.f.). *Conceptual Design for Engineers*.
- 14) ISO. (2013). Tolerancias y ajustes. *Manual de contenido del participante*, 84.
- 15) Jones, C. (1982). *Métodos de Diseño*. España: 3era edición GG, España.
- 16) Jones, C. (1992). *Design Methods*. Uk: 2da Edición Jhon Wiley.

- 17) Juran, J.M y F.M.Gryna. (1995). *Análisis y Planeación de la calidad*. México: MacGraw Hill.
- 18) Mangonon, P. (2001). *Ciencia de Materiales*. México: Pearson Education.
- 19) MAPLOCA. (2014). Catalogo de productos siderúrgicos. *MAPLOCA*, 75.
- 20) Mott, R. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*. México: Pearson 4ta edición.
- 21) Munari, B. (2004). *Apuntes para una metodología proyectual*. Barcelona, España: Gustavo Gili.
- 22) Norton, R. (1999). *Diseño de máquinas*. Méjico: Prentice Hall Hispanoamérica.
- 23) Pahl-Beitz. (1988). *Diseño en Ingeniería: Un enfoque sistemático*. Springer.
- 24) PEER, P. d. (2013). Manual técnico. *Motores eléctricos*, 47.
- 25) Riba, C. (2002). *Diseño concurrente*. Barcelona: Ediciones UPC.
- 26) Sabino, C. (1992). *EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN*. Caracas: Ed.Panapo.
- 27) Soto, Jesús. Apuntes de producción. Trabajo no publicado, Universidad Central de Venezuela.
- 28) SKF. (2014). Catálogo Interactivo de Ingeniería. *SKF*.
- 29) USO, (. s. (2006). Salud laboral. *Conoce tus riesgos*, 1-8.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

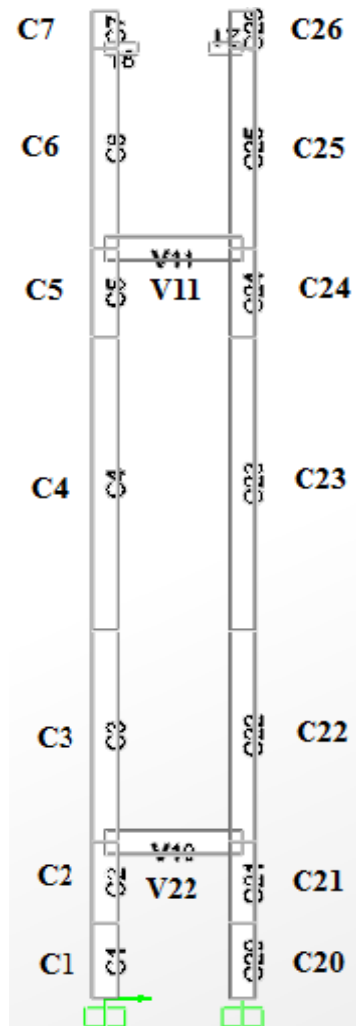
- 1) Amador, M. G. (2009). *Metodología de la investigación*. Disponible en: <http://manuelgalan.blogspot.com/2009/05/la-entrevista-en-investigacion.html>
- 2) Arduino. (2014). *Usos del arduino*. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.arduino.cc/>
- 3) Catarina. (2014). *Controlador Lógico Programable*. [Página web en línea]. Disponible en: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmt/maza_c_ac/capitulo4.pdf
- 4) Circuitos Electrónicos. (2015). *Sensor de infrarrojos (emisor y receptor)*. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.circuitoselectronicos.org/2010/05/sensor-de-infrarrojos-emisor-y-receptor.html>
- 5) CORAMER. (2014). Propiedades de los polietilenos y polipropilenos. [Página web en línea]. Disponible en: http://www.coramer.com/index.asp?lng=&det=&cod=CORP_0101&edt=&prt=CORP_01&admtab=
- 6) Diccionario Español-Ingles e Ingles-Español. [Página web en línea]. Disponible en: <http://es.thefreedictionary.com> [Consulta Enero-Abril de 2015].
- 7) Diccionario de la Real Academia Española. [Página web en línea]. Disponible en: <http://buscon.rae.es/drae/> [Consulta Enero-Abril de 2015].
- 8) Editronikx. (2014). *Editronikx*. [Página web en línea]. Servicios integrales en Ingeniería Electrónica. Disponible en: <http://www.editronikx.com/2014/01/detector-de-obstaculos-con-infrarrojo.html>
- 9) EntrevistasDeTrabajo.com. (2012). *entrevistas personales*. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.entrevistasdetrabajo.com/tipos-de-preguntas/>.
- 10) H y N EMPAQUETADORAS E IMPORTADORAS. (26 de Noviembre de 2014). [Página web en línea]. Correas redondas de poliuretano. Disponible en: <http://www.hynempaquetaduras.com/correas-redondas-de-poliuretano.html>.

- 11) ITENE. (12 de Noviembre de 2014). Instituto tecnológico del embalaje, transporte y logística. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.itene.com>.
- 12) Mater. (2012). *Moldeo por Inyección*. [Página web en línea]. Disponible en: www.mater.upm.es/polimeros/documentos/Cap6_5MoldeoInyeccion.pdf
- 13) Navaz, M. (2014). TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. [Libro en línea]. Consultado el 26 de enero 2014 en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-ii.html>.
- 14) Pragaca. (2 de Abril de 2015). *Suministros y construcciones*. [Página web en línea]. Disponible en: http://www.pragaca.com.ve/laminas_1.html.
- 15) SKF. (15 de Abril de 2015). *Lubricantes SKF*. [Página web en línea]. Soluciones de lubricación. Disponible en: <http://www.skf.com/ve/products/lubrication-solutions/lubricants/index.html>.
- 16) Tecnosefarad. (20 de Marz de 2015). *Sensor infrarojo*. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.tecnosefarad.com/2014/03/sensor-de-infrarros-cny70-como-entrada-digital/>.
- 17) University of York. (2013). *essential chemical industry*. Retrieved from Polymers. [Libro en línea]. Consultado el 25 de abril 2015 en: www.essentialchemicalindustry.org/polymers/polyethene.html.
- 18) Varimotors. (2014). *Varimotor*. [Página web en línea]. Variedad en motores eléctricos. Disponible en: <http://www.varimotorca.com/index.html>.
- 19) wordreference.com. (s.f.). Disponible en: <http://www.wordreference.com/> [Consulta: 2015, Enero-Abril].
- 20) www.ergonomia.cl. (2014). *La salud y la seguridad en el trabajo*. [Página web en línea]. Los principios básicos de la ergonomía. Disponible en: <http://www.ergonomia.cl/oit1.html>.
- 21) www.sc.ehu.es. (2010). [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion/Automatizacion.htm>.

ANEXOS

ANEXO 1

Resultados arrojados por el programa en la zona roja representada en su vista frontal fueron los siguientes:



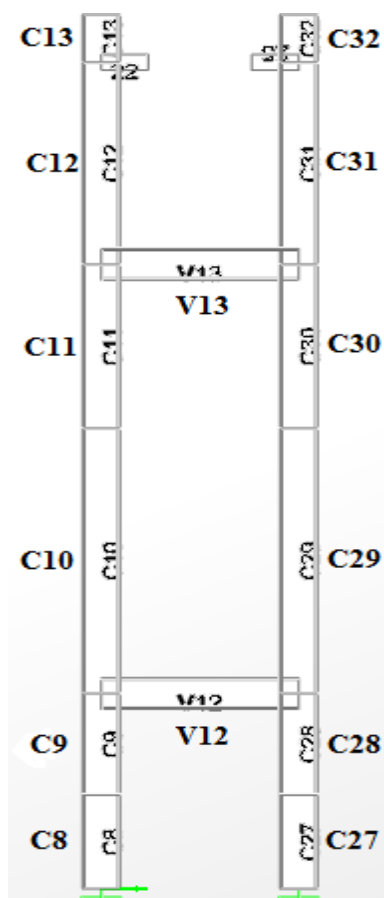
	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
V11	0.63	-0.0005292	0.43	-0.00009619	0.12	-0.004905	0
V11	0.63	-0.0005292	-0.43	-0.00009619	0.12	-0.004794	0.21
V12	1.08	0.0006345	0.42	-0.00005858	0.05988	0.002576	0
V12	1.08	0.0006345	-0.43	-0.00005858	0.06072	0.002442	0.21

Punto	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m	ElemStation m
C1	-7.66	0.007769	-0.09521	-0.000003578	-0.006212	0.03953	0
C1	-7.42	0.007769	-0.09521	-0.000003578	-0.0004995	0.03906	0.06
C1	-7.17	0.007769	-0.09521	-0.000003578	0.005213	0.0386	0.12
C2	-7.17	0.007769	-0.09521	-0.000003578	0.005213	0.0386	0
C2	-6.91	0.007769	-0.09521	-0.000003578	0.0114	0.03809	0.065
C2	-6.64	0.007769	-0.09521	-0.000003578	0.01759	0.03759	0.13
C3	-6.21	0.007507	0.0615	-0.0001139	0.01613	0.0376	0
C3	-5.52	0.007507	0.0615	-0.0001139	0.005673	0.03632	0.17
C3	-4.83	0.007507	0.0615	-0.0001139	-0.004782	0.03505	0.34
C4	-4.83	0.007507	0.0615	-0.0001139	-0.004782	0.03505	0
C4	-3.87	0.007507	0.0615	-0.0001139	-0.01917	0.03329	0.234
C4	-2.92	0.007507	0.0615	-0.0001139	-0.03356	0.03153	0.468
C5	-2.92	0.007507	0.0615	-0.0001139	-0.03356	0.03153	0
C5	-2.63	0.007507	0.0615	-0.0001139	-0.03793	0.031	0.071
C5	-2.34	0.007507	0.0615	-0.0001139	-0.0423	0.03047	0.142
C6	-1.91	0.008036	-0.56	-0.005019	-0.16	0.03056	0
C6	-1.26	0.008036	-0.56	-0.005019	-0.07176	0.02928	0.16
C6	-0.6	0.008036	-0.56	-0.005019	0.01859	0.02799	0.32
C7	-0.24	-2.842E-14	0	0	0	0	0
C7	-0.12	-2.842E-14	0	0	0	8.527E-16	0.03
C7	1.835E-14	-2.842E-14	0	0	0	1.705E-15	0.06

Punto	P Kgf	V2 Kgf	V3 Kgf	T Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m	ElemStation m
C20	-7.66	0.007351	0.09499	0.0000309	0.006153	0.03944	0
C20	-7.41	0.007351	0.09499	0.0000309	0.0004534	0.039	0.06
C20	-7.17	0.007351	0.09499	0.0000309	-0.005246	0.03856	0.12
C21	-7.17	0.007351	0.09499	0.0000309	-0.005246	0.03856	0
C21	-6.9	0.007351	0.09499	0.0000309	-0.01142	0.03808	0.065
C21	-6.64	0.007351	0.09499	0.0000309	-0.0176	0.0376	0.13
C22	-6.21	0.007613	-0.06172	0.0001963	-0.01624	0.03759	0
C22	-5.52	0.007613	-0.06172	0.0001963	-0.005747	0.03629	0.17
C22	-4.82	0.007613	-0.06172	0.0001963	0.004745	0.035	0.34
C23	-4.82	0.007613	-0.06172	0.0001963	0.004745	0.035	0
C23	-3.87	0.007613	-0.06172	0.0001963	0.01919	0.03322	0.234
C23	-2.91	0.007613	-0.06172	0.0001963	0.03363	0.03144	0.468
C24	-2.91	0.007613	-0.06172	0.0001963	0.03363	0.03144	0
C24	-2.62	0.007613	-0.06172	0.0001963	0.03801	0.0309	0.071
C24	-2.34	0.007613	-0.06172	0.0001963	0.04239	0.03036	0.142
C25	-1.91	0.007084	0.56	0.004991	0.16	0.03026	0
C25	-1.25	0.007084	0.56	0.004991	0.07175	0.02913	0.16
C25	-0.6	0.007084	0.56	0.004991	-0.01857	0.02799	0.32
C26	-0.24	-2.842E-14	-1.421E-14	-6.939E-18	0	8.882E-16	0
C26	-0.12	-2.842E-14	-1.421E-14	-6.939E-18	4.263E-16	1.741E-15	0.03
C26	7.966E-15	-2.842E-14	-1.421E-14	-6.939E-18	8.527E-16	2.593E-15	0.06

ANEXO 2

Resultados arrojados por el programa en la zona azul representada en su vista frontal fueron los siguientes:



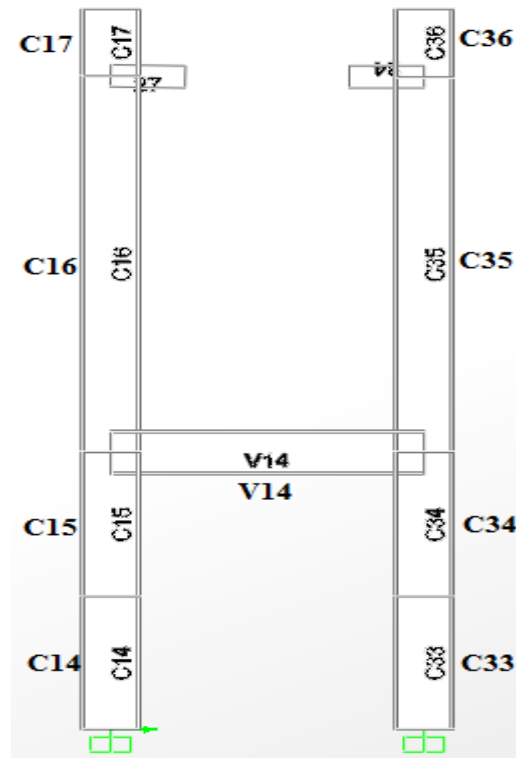
	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
V12	1.08	0.0006345	0.42	-0.00005858	0.05988	0.002576	0
V12	1.08	0.0006345	-0.43	-0.00005858	0.06072	0.002442	0.21
V13	-3.64	-0.001203	0.42	-0.0001942	-0.44	0.05202	0
V13	-3.64	-0.001203	-0.43	-0.0001942	-0.44	0.05227	0.21

	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
C8	-6.47	0.36	0.31	0.0003616	0.01977	0.38	0
C8	-6.22	0.36	0.31	0.0003616	0.00122	0.36	0.06
C8	-5.98	0.36	0.31	0.0003616	-0.01733	0.33	0.12
C9	-5.98	0.36	0.31	0.0003616	-0.01733	0.33	0
C9	-5.71	0.36	0.31	0.0003616	-0.03746	0.31	0.06507
C9	-5.45	0.36	0.31	0.0003616	-0.05758	0.29	0.13014
C10	-5.02	0.36	-0.77	0.002937	-0.12	0.29	0
C10	-4.33	0.36	-0.77	0.002937	0.01395	0.23	0.16993
C10	-3.64	0.36	-0.77	0.002937	0.15	0.17	0.33986
C11	-3.64	0.36	-0.77	0.002937	0.15	0.17	0
C11	-3.21	0.36	-0.77	0.002937	0.23	0.13	0.105
C11	-2.78	0.36	-0.77	0.002937	0.31	0.09277	0.21
C12	-2.36	0.36	2.87	0.05496	0.75	0.09296	0
C12	-1.83	0.36	2.87	0.05496	0.37	0.04673	0.1295
C12	-1.3	0.36	2.87	0.05496	0.002547	0.0004896	0.259
C13	-0.25	-1.137E-13	0	0	0	-1.066E-14	0
C13	-0.12	-1.137E-13	0	0	0	-7.191E-15	0.0305
C13	5.329E-15	-1.137E-13	0	0	0	-3.724E-15	0.061

	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
C27	-6.49	0.36	-0.31	-0.0002657	-0.01923	0.38	0
C27	-6.24	0.36	-0.31	-0.0002657	-0.0008228	0.36	0.06
C27	-6	0.36	-0.31	-0.0002657	0.01758	0.33	0.12
C28	-6	0.36	-0.31	-0.0002657	0.01758	0.33	0
C28	-5.73	0.36	-0.31	-0.0002657	0.03754	0.31	0.06507
C28	-5.47	0.36	-0.31	-0.0002657	0.0575	0.29	0.13014
C29	-5.03	0.36	0.78	-0.002708	0.12	0.29	0
C29	-4.34	0.36	0.78	-0.002708	-0.01362	0.23	0.16993
C29	-3.65	0.36	0.78	-0.002708	-0.15	0.17	0.33986
C30	-3.65	0.36	0.78	-0.002708	-0.15	0.17	0
C30	-3.22	0.36	0.78	-0.002708	-0.23	0.13	0.105
C30	-2.79	0.36	0.78	-0.002708	-0.31	0.09256	0.21
C31	-2.36	0.35	-2.87	-0.05498	-0.75	0.09237	0
C31	-1.83	0.35	-2.87	-0.05498	-0.37	0.04643	0.1295
C31	-1.3	0.35	-2.87	-0.05498	-0.002521	0.0004847	0.259
C32	-0.25	-1.137E-13	2.842E-14	0	1.776E-15	-3.553E-15	0
C32	-0.12	-1.137E-13	2.842E-14	0	9.095E-16	-8.527E-17	0.0305

ANEXO 3

Resultados arrojados por el programa en la zona amarilla representada en su vista frontal fueron los siguientes:



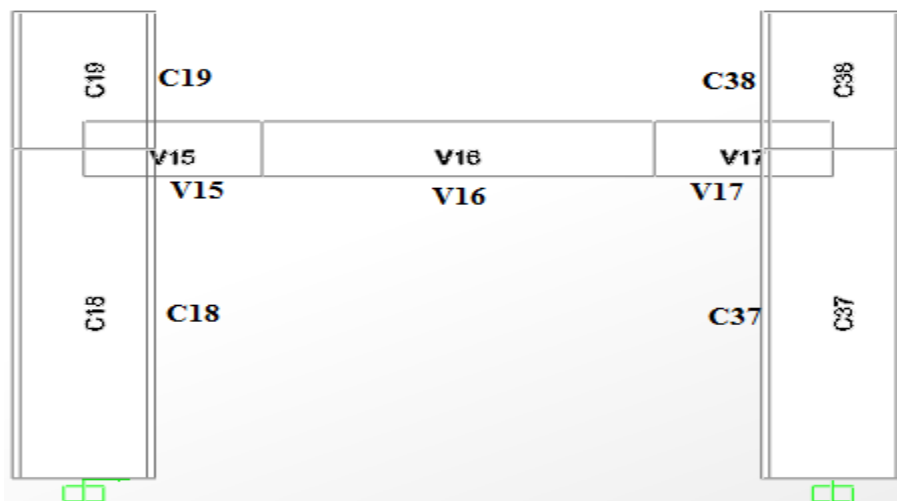
	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
V14	-22.09	0.02185	0.43	0.001463	-3.43	1.21	0
V14	-22.09	0.02185	-0.43	0.001463	-3.43	1.2	0.21

	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
C14	-392.02	-5.29	-24.41	0.15	-1.61	-3.12	0
C14	-391.78	-5.29	-24.41	0.15	-0.14	-2.8	0.06
C14	-391.53	-5.29	-24.41	0.15	1.32	-2.48	0.12
C15	-391.53	-5.29	-24.41	0.15	1.32	-2.48	0
C15	-391.27	-5.29	-24.41	0.15	2.91	-2.14	0.06507
C15	-391	-5.29	-24.41	0.15	4.5	-1.79	0.13014
C16	-390.57	-5.31	-2.32	1.36	7.93	-1.8	0
C16	-389.88	-5.31	-2.32	1.36	8.33	-0.89	0.16995
C16	-389.19	-5.31	-2.32	1.36	8.72	0.008117	0.3399
C17	-0.24	0	9.095E-13	0	5.684E-14	1.421E-14	0
C17	-0.12	0	9.095E-13	0	2.958E-14	1.421E-14	0.02998
C17	1.765E-14	0	9.095E-13	0	2.311E-15	1.421E-14	0.05996

	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
C33	-391.96	-5.3	24.41	-0.15	1.61	-3.11	0
C33	-391.71	-5.3	24.41	-0.15	0.14	-2.8	0.06
C33	-391.47	-5.3	24.41	-0.15	-1.32	-2.48	0.12
C34	-391.47	-5.3	24.41	-0.15	-1.32	-2.48	0
C34	-391.2	-5.3	24.41	-0.15	-2.91	-2.13	0.06507
C34	-390.94	-5.3	24.41	-0.15	-4.5	-1.79	0.13014
C35	-390.51	-5.28	2.32	-1.35	-7.93	-1.79	0
C35	-389.82	-5.28	2.32	-1.35	-8.33	-0.89	0.16943
C35	-389.13	-5.28	2.32	-1.35	-8.72	0.002585	0.33886
C36	-0.25	-2.274E-13	0	0	2.842E-14	0	0
C36	-0.12	-2.274E-13	0	0	2.842E-14	6.935E-15	0.0305
C36	-2.369E-13	-2.274E-13	0	0	2.842E-14	1.387E-14	0.061

ANEXO 4

Resultados arrojados por el programa en la zona verde representada en su vista frontal fueron los siguientes:



	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
C18	-829.38	4.94	-0.002004	0.000108	-0.0001402	0.56	0
C18	-829.13	4.94	-0.002004	0.000108	-0.00001997	0.26	0.06
C18	-828.89	4.94	-0.002004	0.000108	0.0001003	-0.03697	0.12
C19	-0.2	-3.553E-15	1.735E-18	0	5.421E-20	-2.22E-16	0
C19	-0.1	-3.553E-15	1.735E-18	0	1.084E-20	-1.332E-16	0.025
C19	-1.308E-13	-3.553E-15	1.735E-18	0	-3.253E-20	-4.441E-17	0.05

	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
C37	-829.36	4.92	-0.00187	0.000108	-0.0001395	0.55	0
C37	-829.11	4.92	-0.00187	0.000108	-0.00002736	0.26	0.06
C37	-828.87	4.92	-0.00187	0.000108	0.00008483	-0.03591	0.12
C38	-0.2	-7.105E-15	-1.735E-18	0	0	-2.22E-16	0
C38	-0.1	-7.105E-15	-1.735E-18	0	4.337E-20	-4.441E-17	0.025
C38	-1.308E-13	-7.105E-15	-1.735E-18	0	8.674E-20	1.332E-16	0.05

	P	V2	V3	T	M2	M3	ElemStation
Punto	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m	m
V15	-0.002004	-828.68	4.94	-0.03697	-0.000108	-0.0001003	0
V15	-0.002004	-436.18	4.94	-0.03697	-0.25	31.62	0.05
V16	-0.0128	-431.75	-0.003087	-0.0005256	-0.42	31.77	0
V16	-0.0128	431.75	-0.003087	-0.0005256	-0.42	31.77	0.11
V17	0.00187	436.17	-4.92	0.03591	-0.25	31.62	0
V17	0.00187	828.67	-4.92	0.03591	0.000108	0.00008483	0.05

ANEXO 5

Punto	(mm)	Text	m	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf	Kgf
V3	R80x40	Beam	0.57	14262.91	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V2	R80x40	Beam	0	14262.91	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V1	R80x40	Beam	0.56	14305.16	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C1	R80x40	Column	0	15088.43	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C4	R80x40	Column	0.468	10367.58	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C14	R80x40	Column	0	15051.2	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C8	R80x40	Column	0	15072.83	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V6	R80x40	Beam	0.57	14262.91	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V5	R80x40	Beam	0	14262.91	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V4	R80x40	Beam	0.56	14305.16	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C20	R80x40	Column	0	15088.43	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C23	R80x40	Column	0.468	10367.58	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C33	R80x40	Column	0	15051.03	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C27	R80x40	Column	0	15072.83	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C21	R80x40	Column	0.13	15088.43	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C22	R80x40	Column	0	10367.58	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C2	R80x40	Column	0.13	15088.43	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C3	R80x40	Column	0	10367.58	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C5	R80x40	Column	0.142	10367.58	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C24	R80x40	Column	0.142	10367.58	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V11	R80x40	Beam	0.21	15350.62	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V10	R80x40	Beam	0	15350.62	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58

Continua:

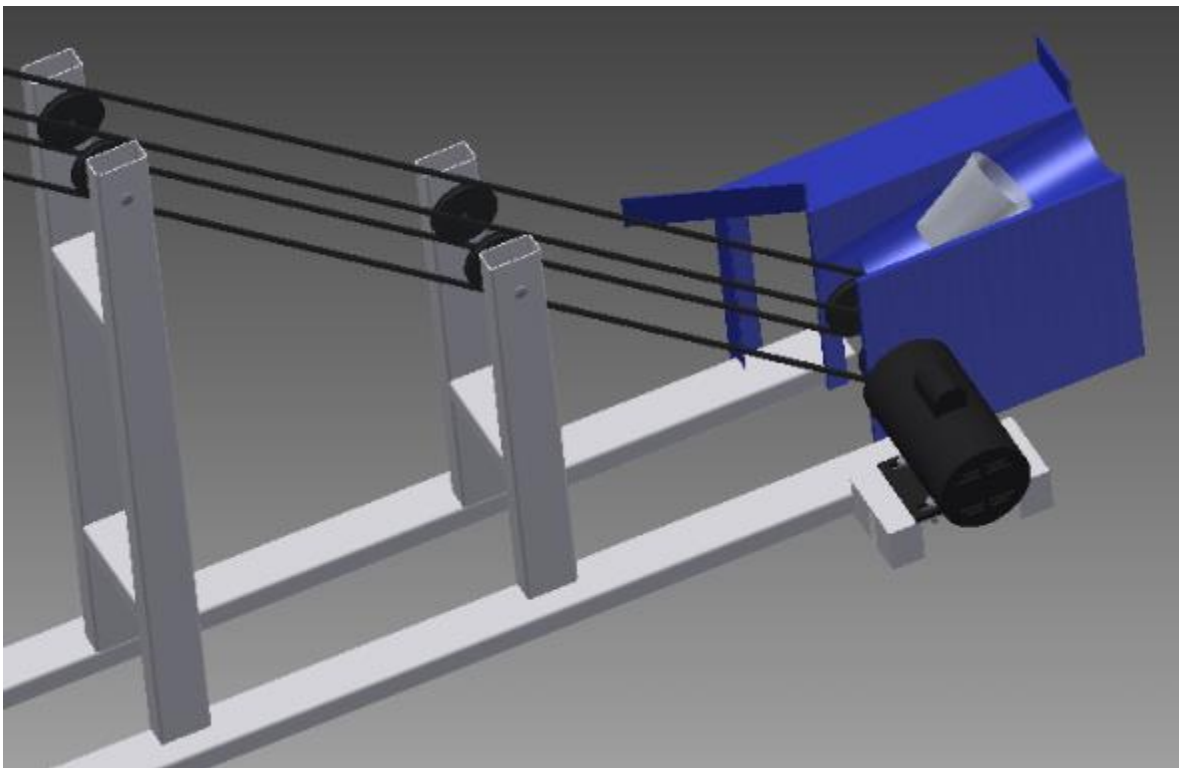
C9	R80x40	Column	0.13014	15072.83	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C10	R80x40	Column	0.33986	13364.63	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C28	R80x40	Column	0.13014	15072.83	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C29	R80x40	Column	0.33986	13364.62	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V12	R80x40	Beam	0.21	15350.62	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C15	R80x40	Column	0.13014	15051.2	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C34	R80x40	Column	0.13014	15051.03	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V14	R80x40	Beam	0	15350.62	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C11	R80x40	Column	0.21	13364.63	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C30	R80x40	Column	0.21	13364.62	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V13	R80x40	Beam	0	15350.62	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C6	R80x40	Column	0	14998.21	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C7	R80x40	Column	0	15470.45	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C12	R80x40	Column	0	8943.18	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C13	R80x40	Column	0	15060.79	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C16	R80x40	Column	0.3399	12912.18	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C17	R80x40	Column	0	15514.23	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C25	R80x40	Column	0	14998.21	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C26	R80x40	Column	0	15470.45	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C31	R80x40	Column	0	15152	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C32	R80x40	Column	0	15468.49	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C35	R80x40	Column	0.33886	14852.59	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58

C35	R80x40	Column	0.33886	14852.59	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C36	R80x40	Column	0	15468.49	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C18	R80x40	Column	0	15450.75	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C19	R80x40	Column	0	15488.27	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C37	R80x40	Column	0	15450.75	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
C38	R80x40	Column	0	15488.27	16442.29	424.23	196.09	6833.16	3416.58
V15	Eje	Beam	0.05	29877494.54	31635000	31635000	31635000	18981000	18981000
V16	Eje	Beam	0	29877473.57	31635000	31635000	31635000	18981000	18981000
V17	Eje	Beam	0	29877494.54	31635000	31635000	31635000	18981000	18981000

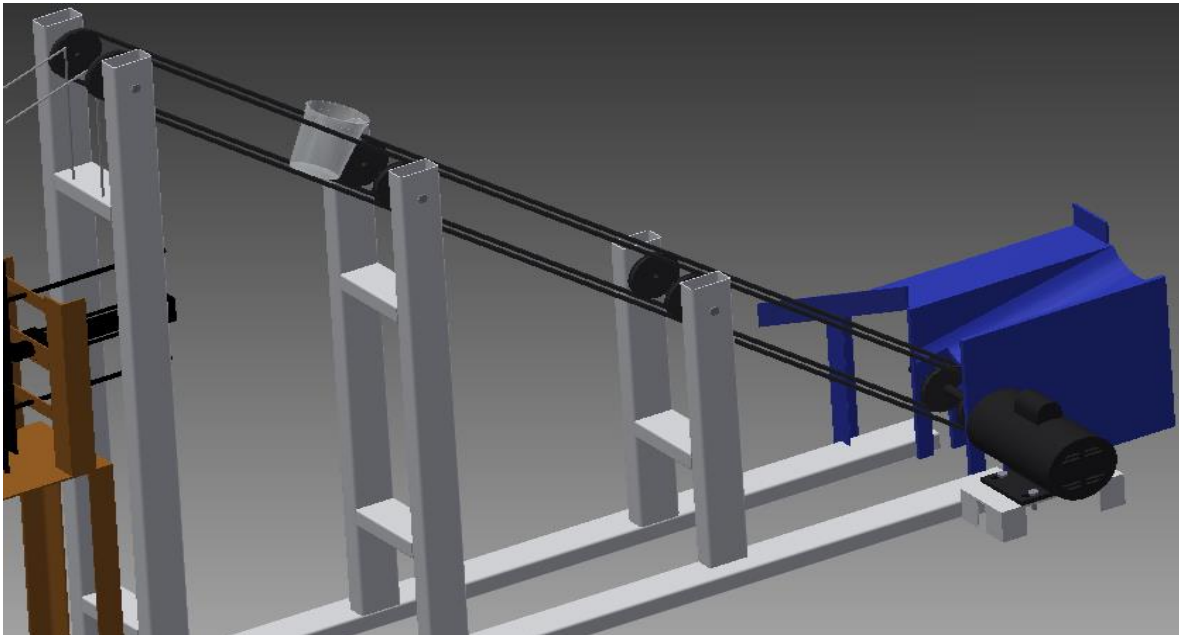
ANEXO 6

Etapas del dispositivo:

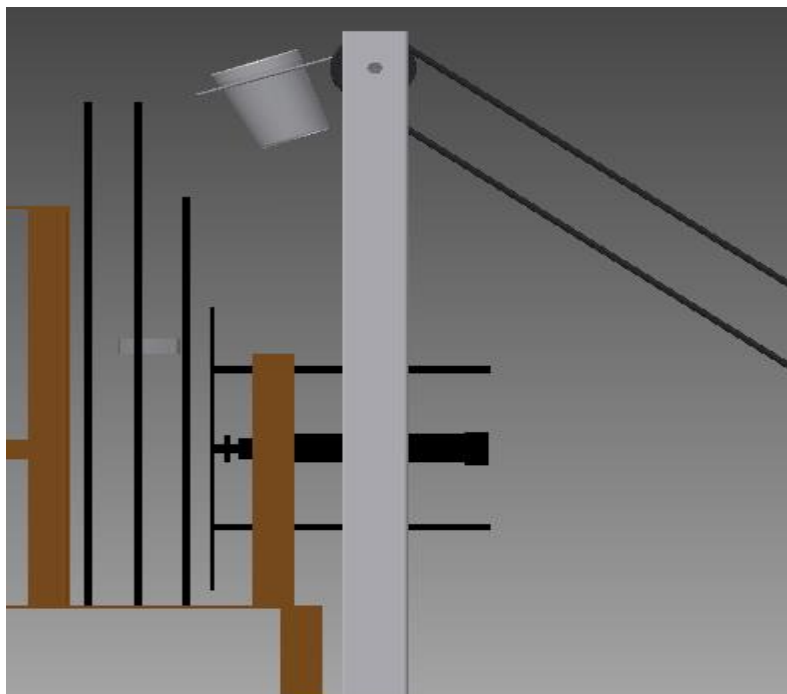
En esta primera imagen se observa lo que se conoce como fase de expulsión. El envase sale de la tobera de máquina y cae sobre la rampa, colocándose en posición para entrar a las correas.



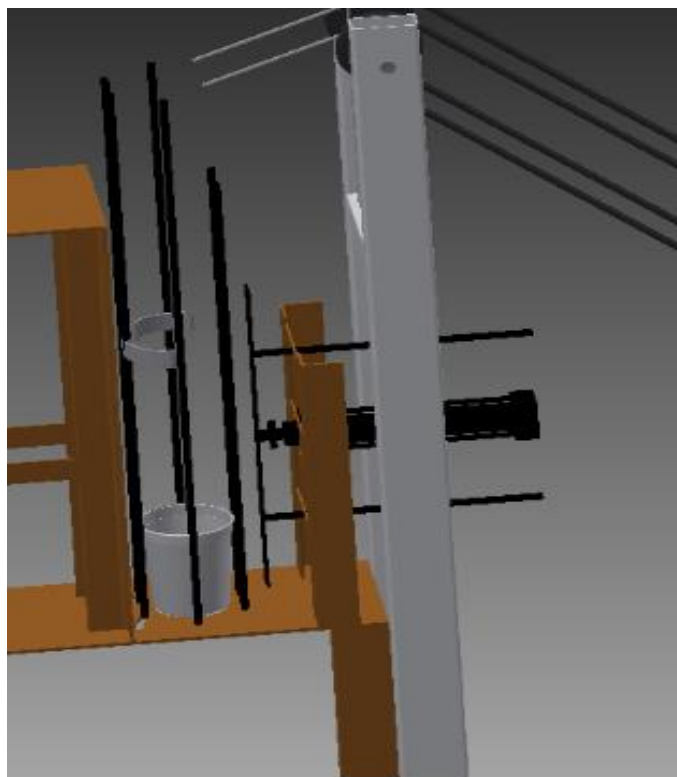
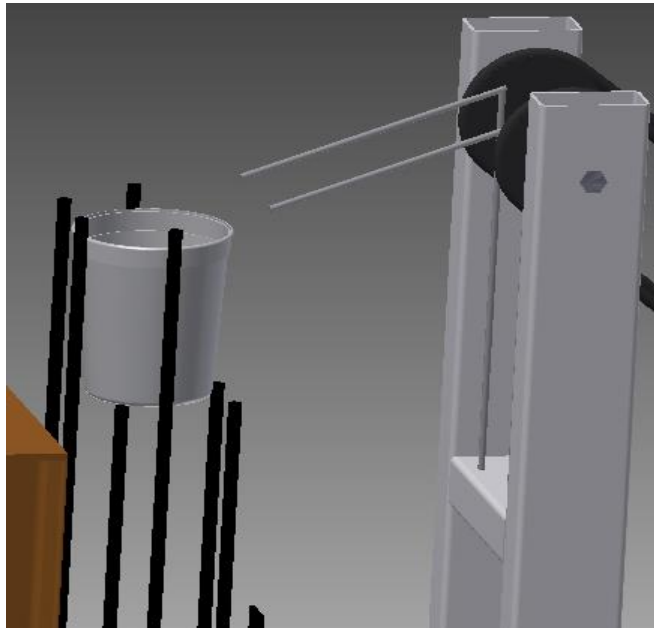
La presente imagen muestra al envase trasladándose por las correas de la fase de transporte a una velocidad aproximada de 0,1 m/s. Se observa en ella lo que son las poleas (conductoras y conducidas), estructura y motor.



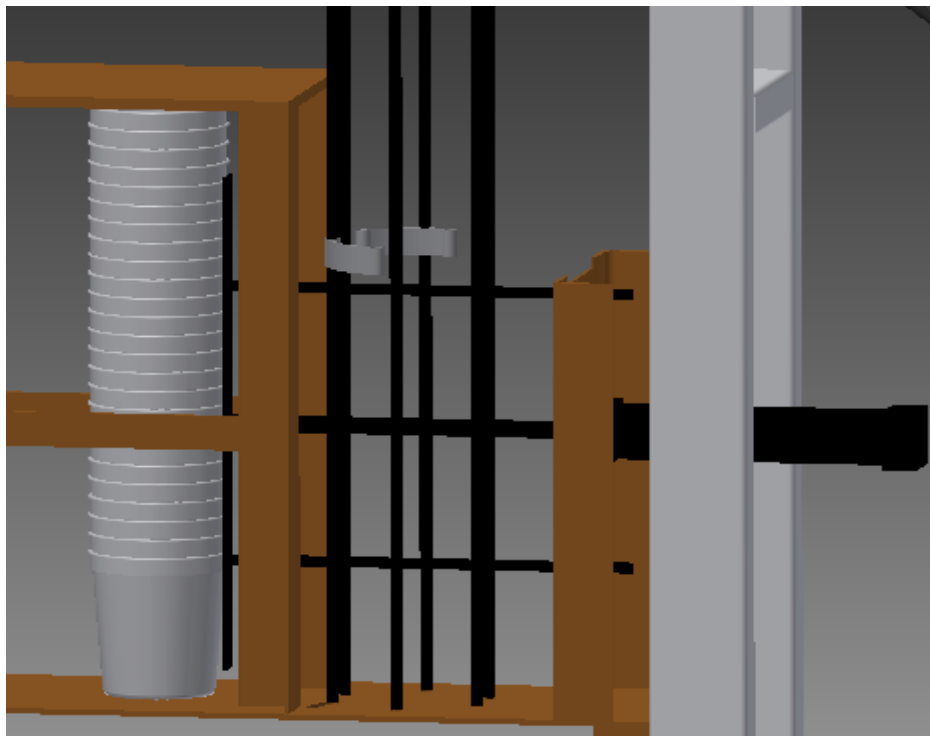
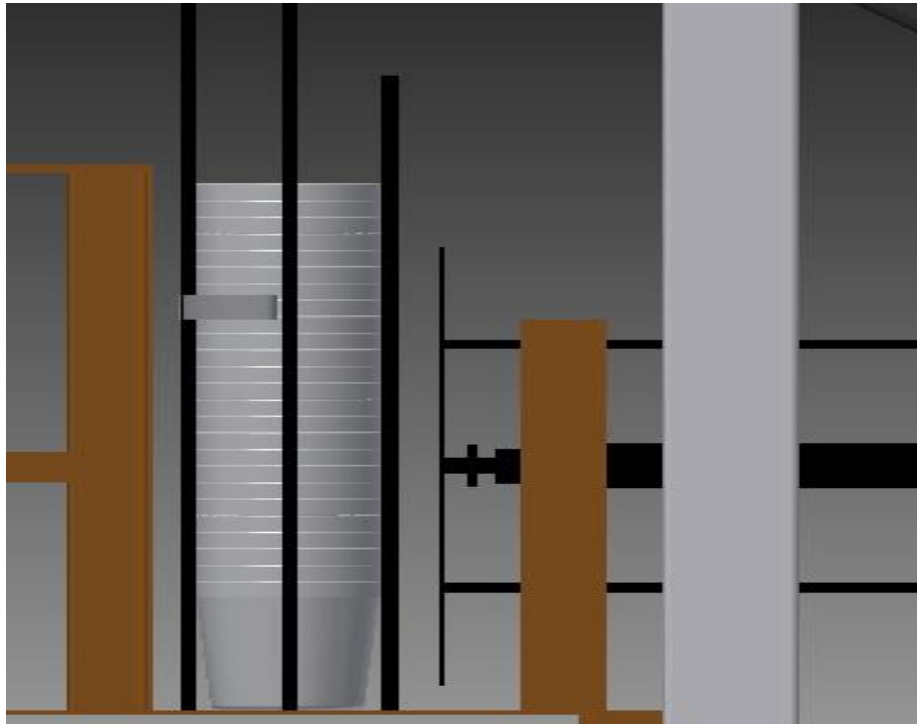
A continuación el producto pasa, por las llamadas por los autores, como varillas de apilamiento para poder ingresar a la zona de apilamiento.



Las dos imágenes siguientes permiten contemplar la caída del envase en la zona de apilamiento.



Culmina el proceso de apilamiento, donde el sensor al contar 25 envases activa la electroválvula y esta acciona el cilindro, empujando con la pletina los envases hacia la mesa.



Por último los envases se almacenan en la mesa con capacidad para 10 columnas.

