

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE
TRANSPORTE DE BOTELLAS VACÍAS RECHAZADAS POR LOS
INSPECTORES AUTOMÁTICOS PARA SU INSPECCIÓN Y SELECCIÓN
VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA
CERVECERÍA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA**

**LINA MARCELA TORRES GÓMEZ
JOSE DAVID LOZANO SUAREZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE
TRANSPORTE DE BOTELLAS VACÍAS RECHAZADAS POR LOS
INSPECTORES AUTOMÁTICOS PARA SU INSPECCIÓN Y SELECCIÓN
VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA
CERVECERÍA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA**

**LINA MARCELA TORRES GÓMEZ
JOSE DAVID LOZANO SUAREZ**

**Trabajo de grado como requisito para optar por el título de
INGENIERO MECÁNICO**

**Director
ISNARDO GONZALEZ JAIMES
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2014

DEDICATORIA

A Dios primero que todo, por estar presente en cada paso de mi vida desde que decidió darme la vida, bendiciéndome con inteligencia, perseverancia y confianza para afrontar cada momento del transcurso de mi carrera.

A mis padres Nestor Torres Pérez y Luz Marina Gómez Neira, por darme la mejor crianza, ser mi apoyo diario y darme las fuerzas suficientes para seguir adelante, brindándome amor y comprensión en cada instante vivido en el proceso que culmino.

A mis hermanos Nestor Leonel y Sebastián Alexander, que han sido tranquilidad y distracción en los momentos de estrés académico, ayudándome a salir adelante de la mejor forma.

A mi compañero de proyecto, novio y amigo, quien ha vivido conmigo cada momento de este proceso, desde los tropiezos hasta las victorias, siempre con una nueva idea para continuar con el rumbo hacia la meta.

A mis demás familiares y compañeros de estudio que han confiado en mí y no he decepcionado, pues el camino continúa y los retos así como la recompensa aumentarán con él.

LINA MARCELA TORRES GÓMEZ

DEDICATORIA

A Dios quien me ha dado la fortaleza y sabiduría para lograr esta etapa de mi vida, que me ha brindado salud y compañía cada instante y que me ha llenado de bendiciones todos mis días.

A mis padres Humberto Lozano Moros y Claudia Patricia Suarez Gómez pilares indispensables en mi vida, “Mi familia diferente y feliz”, que por su ejemplo, apoyo incondicional y comprensivo han hecho de mí una persona que lucha por sus sueños y que cumple lo que se propone.

A mi hermano Juan Felipe Lozano Suarez aquel personaje que me hace ser cada día mejor solo por el motivo de ser el ejemplo a seguir de él.

A mi abuela y mis padrinos que durante el transcurso de esta etapa de vida fueron personas que siempre me brindaron apoyo y bienestar, además de un cariño similar al de padre y madre.

A ti, compañera de proyecto, amiga, novia que durante estos tiempos me aguantaste, por ser tan especial conmigo y porque siempre me diste a entender que si perseveramos alcanzamos lo que queremos.

JOSE DAVID LOZANO SUAREZ

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Isnardo González Jaimes, Director del proyecto, por la confianza depositada, el apoyo y dedicación que nos ofreció en el proceso de elaboración de este proyecto.

Al Ingeniero Pedro Faustino Monroy por la información y el apoyo brindados de parte de la empresa para el desarrollo del proyecto.

A nuestras familias que nos apoyaron desde el inicio de este proceso, dedicándonos la fortaleza necesaria para mantenernos firmes y sacar adelante la meta planteada.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCION

1.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	33
1.1.	IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	33
1.2.	JUSTIFICACION PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA.....	40
1.3.	OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO.....	41
1.3.1.	Objetivo General.....	41
1.3.2.	Objetivos específicos.....	41
2.	CONTEXTUALIZACION DE LA EMPRESA.....	43
2.1.	CERVECERIA BAVARIA S.A.....	43
2.1.1.	Ubicación.....	43
2.1.2.	Misión.....	45
2.1.3.	Visión.....	45
2.2.	PLANTA DE EMBOTELLADO BAVARIA BUCARAMANGA.....	45
2.2.1.	Estructura Organizacional.....	45
2.2.2.	Envase (Botella).....	47
2.2.3.	Envasado (Embotellado).....	47
2.2.4.	Descripción general del proceso.....	48
2.2.5.	Configuración básica de una línea de envase.....	59
2.2.6.	Capacidad y dimensionamiento de producción.....	59
2.2.7.	Descripción de la zona de implementación.....	60
2.2.8.	Condiciones iniciales.....	61
2.3.	CONDICIONES DE DISEÑO.....	67

2.3.1. Capacidad.....	67
2.3.2. Velocidad.....	67
2.3.3. Especificaciones de la botella.....	67
3. MARCO TEORICO DE TRANSPORTADORES	71
3.1. CLASES DE TRANSPORTADORES.....	71
3.1.1. Transportadores de banda.....	71
3.1.2. Transportador de cadena de tablilla.....	77
3.1.3. Transportador de rodillos.....	82
3.2. CALCULO Y SELECCIÓN DE LOS TRANSPORTADORES.....	85
3.2.1. Información requerida.....	85
3.2.2. Máximo ángulo de inclinación.....	87
3.2.3. Selección del transportador.....	87
3.2.4. Calculo de potencia.....	89
4. DISEÑO CONCEPTUAL.....	92
4.1. REQUERIMIENTOS DEL CONSUMIDOR.....	92
4.2. REQUERIMIENTOS TECNOLOGICOS.....	93
4.2.1. Potencia.....	93
4.2.2. Capacidad.....	93
4.2.3. Ubicación de la mesa.....	93
4.2.4. Material de la banda (acero inoxidable).....	94
4.2.5. Distribución del transportador en el embotellado.....	94
4.2.6. Ancho de la banda.....	94
4.2.7. Ergonomía.....	94
4.2.8. Garantía del fabricante.....	94
4.2.9. Número de subsistemas.....	94
4.2.10. Eficiencia 98%.....	95
4.2.11. Fácil mantenimiento.....	95
4.2.12. Velocidad de la banda.....	95

4.2.13. Tamaño del mecanismo de transporte.....	95
4.2.14. Adaptabilidad a la planta.....	95
4.3. MATRIZ CALIDAD.....	95
4.3.1. Ponderación de resultados para la selección de la solución.....	96
4.3.2. Descripción de los requerimientos.....	96
4.4. PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS.....	100
4.4.1. Alternativa 1.....	100
4.4.2. Alternativa 2.....	104
4.4.3. Alternativa 3.....	107
4.5. EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS.....	111
5. CALCULOS Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.....	113
5.1. CALCULO DE LA VELOCIDAD.....	113
5.2. CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR.....	115
5.2.1. Capacidad de la línea.....	115
5.2.2. Capacidad de la mesa de trabajo.....	116
5.3. SELECCIÓN DEL TRANSPORTADOR.....	118
5.3.1. Selección del material de la cadena.....	119
5.3.2. Selección de la cadena.....	121
5.3.3. Selección de las curvas magnéticas y guías magnéticas.....	122
5.3.4. Selección de la Catarina y la rueda loca de reenvío.....	125
5.4. CALCULO DE POTENCIA.....	127
5.5. CALCULO DE LA CATARINA.....	131
5.5.1. Tensión en los dientes de los engranajes.....	131
5.5.2. Resistencia al contacto de dientes.....	140
5.6. CALCULO DEL EJE DE LA CATARINA MOTRIZ.....	144
5.6.1. Determinación del diámetro mínimo.....	146
5.7. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS Y SOPORTES PARA LOS EJES.....	156
5.7.1. Duración de vida.....	158
5.7.2. Selección de los rodamientos.....	159

5.7.3. Selección de soporte brida cuadrada.....	159
5.8. SELECCIÓN DEL ACOPLER MOTORREDUCTOR - EJE DE LA CATARINA.....	161
5.9. SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS.....	164
5.9.1. Elementos de retorno y tensado de la cadena.....	164
5.9.2. Selección de guías del producto.....	167
5.9.3. Selección del anclaje de la estructura.....	168
5.10. ANALISIS DE LA ESTRUCTURA.....	172
5.10.1. Análisis de las tensiones.....	177
5.10.2. Análisis del desplazamiento.....	178
5.10.3. Análisis del factor de seguridad.....	182
6. AUTOMATIZACION.....	184
6.1. PUESTA EN MARCHA Y PARADA DE EMERGENCIA.....	184
6.1.1. Descripción del proceso de funcionamiento de la automatización para puesta en marcha y parada de emergencia.....	186
6.2. CONTROL EN LA UNION DE LOS TRANSPORTADORES UNO Y DOS.....	188
6.2.1. Descripción del proceso de funcionamiento de la automatización de la unión de los transportadores uno y dos.....	190
7. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS.....	199
7.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA TRANSPORTADOR DISEÑADO.....	199
7.1.1. Descripción detallada del recorrido de la botella en el transportador diseñado.....	200
7.1.2. Adaptación del diseño a la planta.....	206
7.2. COMPONENTES DEL TRANSPORTADOR.....	208
7.2.1. Elementos de inventario.....	208
7.2.2. Elementos a comprar.....	209
7.3. MONTAJE.....	210

7.4.	CRONOGRAMA.....	211
7.5.	COSTOS.....	212
7.5.1.	Costo de materiales.....	212
7.5.2.	Costo de la mano de obra.....	212
7.5.3.	Costo total.....	213
7.5.4.	Recuperación de la inversión.....	214
8.	SECCION DE INSPECCION Y SELECCIÓN	219
8.1.	PUESTO DE TRABAJO ACTUAL.....	219
8.1.1.	Encuesta a los operarios sobre la situación actual.....	219
8.1.2.	Análisis de las encuestas realizadas.....	221
8.2.	PUESTO DE TRABAJO DISEÑADO.....	225
8.2.1.	Adecuación del prototipo de mesa propuesta.....	225
8.2.2.	Encuesta realizada a los operarios acerca del trabajo realizado en el prototipo de mesa propuesta.....	225
8.2.3.	Análisis de los resultados de la encuesta.....	227
9.	APLICACIÓN A UN MODELO A ESCALA LONGITUDINAL.....	230
9.1.	FUNCIONALIDAD DEL MODELO A ESCALA.....	231
9.1.1.	Funcionalidad en las curvas del modelo a escala.....	231
9.1.2.	Funcionalidad de la mesa de acumulación del modelo a escala.....	232
9.2.	MATERIALES.....	233
9.2.1.	Cadena de transporte y Catarina de transmisión.....	233
9.2.2.	Platinas laterales.....	234
9.2.3.	Guías de la cadena.....	234
9.2.4.	Guías laterales.....	235
9.2.5.	Soportes de fijación.....	235
9.2.6.	Motores.....	236
9.2.7.	Rueda de reenvió.....	237
9.2.8.	Eje de transmisión	237

9.3.	CONSTRUCCION.....	238
9.4.	PRUEBAS.....	240
9.4.1.	Observaciones de las pruebas.....	241
9.5.	PRESUPUESTO.....	244
10.	CONCLUSIONES.....	245
11.	RECOMENDACIONES.....	248
	BIBLIOGRAFÍA.....	249
	ANEXOS.....	250

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Bavaria.....	33
Figura 2. Distribución de la planta.....	34
Figura 3. Línea dos de envase.....	35
Figura 4. Máquina “OmniVision II Inspección de botella vacía”.....	35
Figura 5. Inspección de la cámara.....	36
Figura 6. Línea de retorno a la lavadora.....	37
Figura 7. Vista superior del sistema que recibe las botellas rechazadas.....	37
Figura 8. Vista frontal del sistema que recibe las botellas rechazadas.....	38
Figura 9. Acumulamiento de botellas.....	38
Figura 10. Canastas acumuladas.....	39
Figura 11. Productos de Bavaria.....	43
Figura 12. Distribución de plantas.....	44
Figura 13. Edificio de cocinas cervecería Bavaria Bucaramanga.....	44
Figura 14. Organigrama área de envase.....	46
Figura 15. Proceso general de envasado de productos retornables.....	48
Figura 16. Estiba con cajas llenas de botellas vacías.....	49
Figura 17. Montacargas.....	49
Figura 18. Despaletizadora.....	50
Figura 19. Desencanastadora.....	51
Figura 20. Lavadora de botellas.....	52
Figura 21. Sistema electrónico de inspección.....	53
Figura 22. Llenadora y tapadora.....	54

Figura 23. Inspector de llenado y tapado.....	55
Figura 24. Pasteurizadora.....	56
Figura 25. Etiquetadora.....	57
Figura 26. Deposito (Producto terminado).....	58
Figura 27. Configuración básica de una línea de envase.....	59
Figura 28. Flujo del proceso con capacidad de cada subproceso.....	60
Figura 29. Distribución de la línea de envase dos.....	61
Figura 30. Inspectores automáticos (“OmniVision II Inspección de botella vacía”).....	62
Figura 31. Acumulación de Canastas.....	63
Figura 32. Llenadora.....	63
Figura 33. Zona de acumulación llena.....	64
Figura 34. Expulsión y desorden de cajas.....	65
Figura 35. Estibas y Montacargas.....	65
Figura 36. Transportador rumbo a la lavadora.....	66
Figura 37. Botella de cerveza Águila.....	68
Figura 38. Botella de cerveza Club Colombia.....	68
Figura 39. Botella de cerveza Poker.....	69
Figura 40. Botella de Pony Malta	70
Figura 41. Transportadores de banda.....	72
Figura 42. Partes del transportador de banda.....	72
Figura 43. Banda transportadora.....	73
Figura 44. Recubrimientos de la banda.....	74
Figura 45. Rodillos.....	74
Figura 46. Tambores.....	75
Figura 47. Tensores.....	76

Figura 48. Transportadores de tablilla.....	77
Figura 49. Perfil del transportador.....	78
Figura 50. Cadenas de tablilla.....	79
Figura 51. Catarinas.....	80
Figura 52. Perfil del transportador.....	80
Figura 53. Bases.....	81
Figura 54. Guías ajustables.....	81
Figura 55. Transportador de rodillos.....	82
Figura 56. Transportadores de rodillo por gravedad.....	83
Figura 57. Transportador de rodillos por banda.....	84
Figura 58. Transportadores de rodillos accionados por cadena.....	84
Figura 59. Procedimiento para el cálculo de los transportadores.....	86
Figura 60. Matriz Calidad.....	97
Figura 61. Alternativa uno.....	102
Figura 62. Alternativa dos.....	105
Figura 63. Alternativa tres.....	109
Figura 64. Motorreductor salida 30 rpm, 1,1 Kw, relación 60:1.....	114
Figura 65. Mesa de trabajo.....	116
Figura 66. Dimensiones de la mesa de trabajo en mm.....	117
Figura 67. Catálogo de productos Rexnord, cadenas Tabletop y Mattop.....	119
Figura 68. Selección del material de la cadena.....	120
Figura 69. Materiales de la cadena y los pasadores.....	120
Figura 70. Selección de la cadena.....	121
Figura 71. Curva MAGNETFLEX con dos imanes.....	122
Figura 72. Selección del material de las curvas magnéticas.....	122
Figura 73. Características del material de las curvas magnéticas.....	123

Figura 74. Selección de la curva magnética.....	124
Figura 75. Características de la curva magnética seleccionada.....	124
Figura 76. Selección de la Catarina.....	125
Figura 77. Selección de la rueda loca de reenvío.....	126
Figura 78. Material de la Catarina y la rueda loca de reenvío.....	126
Figura 79. Transportador más crítico, número dos.....	127
Figura 80. Dimensiones del transportador dos.....	128
Figura 81. Transportador impulsado por el motor de la mesa de trabajo.....	128
Figura 82. Peso de la cadena.....	129
Figura 83. Fractura por tensión en los dientes.....	132
Figura 84. Factor de geometría.....	134
Figura 85. Factor de distribución de carga.....	136
Figura 86. Factor de espesor de corona.....	137
Figura 87. Factor de dinámica.....	137
Figura 88. Fractura por contacto en los dientes.....	141
Figura 89. Factor de geometría.....	142
Figura 90. Características del acero AISI 4140.....	145
Figura 91. Fuerzas en el plano x-y.....	146
Figura 92. Fuerzas en el plano z-y.....	146
Figura 93. Fuerzas del plano x-y en MD Solid.....	146
Figura 94. Fuerzas del plano z-y en MD Solid.....	147
Figura 95. Diagrama de cortante y de momentos del plano x-y.....	147
Figura 96. Diagrama de cortante y de momentos del plano z-y.....	148
Figura 97. Reducción de la resistencia a la fatiga debido al acabado superficial.....	153
Figura 98. Rodamiento seleccionado.....	159

Figura 99. Selección de las bridas soporte.....	160
Figura 100. Características de la brida serie UCF.....	160
Figura 101. Montaje rodamiento – Brida.....	161
Figura 102. Características del acople FL90.....	163
Figura 103. Elementos de retorno y tensado.....	164
Figura 104. Características del patín tensor.....	165
Figura 105. Montaje del patín tensor.....	165
Figura 106. Características del eje seleccionado.....	166
Figura 107. Rodillo para retorno de la cadena seleccionado.....	166
Figura 108. Guías laterales de producto.....	167
Figura 109. Selección de las guías laterales.....	168
Figura 110. Anclaje seleccionado.....	169
Figura 111. Selección del anclaje al piso.....	169
Figura 112. Características del anclaje seleccionado.....	170
Figura 113. Accesorios del anclaje al piso seleccionado.....	170
Figura 114. Cuerpo del anclaje de la estructura.....	171
Figura 115. Características del cuerpo seleccionado.....	171
Figura 116. Estructura del sistema transportador.....	172
Figura 117. Transportadores que componen el sistema.....	173
Figura 118. Selección del material de la estructura.....	173
Figura 119. Transportador tres.....	174
Figura 120. Sujeciones del transportador.....	174
Figura 121. Fuerzas aplicadas en el transportador tres.....	176
Figura 122. Análisis de tensiones del transportador.....	177
Figura 123. Valores de tensiones en el transportador.....	177
Figura 124. Propiedades mecánicas del acero AISI 304.....	178

Figura 125. Análisis de desplazamiento del transportador.....	179
Figura 126. Valores de desplazamiento del transportador.....	179
Figura 127. Perfil que soporta la carga.....	180
Figura 128. Momento de inercia del perfil en C.....	181
Figura 129. Análisis del factor de seguridad del transportador.....	182
Figura 130. Valores del factor de seguridad para el transportador.....	182
Figura 131. Unión de los transportadores uno y dos.....	185
Figura 132. Interruptor de encendido y apagado del sistema total.....	185
Figura 133. Switch encendido y apagado de cada motor.....	186
Figura 134. Diagrama de escalera de la puesta en marcha y parada de emergencia.....	187
Figura 135. Estancamiento de botellas mediante la electroválvula.....	188
Figura 136. Ubicación del inspector automático con mayor rechazo.....	189
Figura 137. Inspectores automáticos.....	189
Figura 138. Transportadores que salen de los inspectores automáticos.....	190
Figura 139. Sensor fotoeléctrico utilizado por Bavaria.....	191
Figura 140. Electroválvula 3/2 y pistón.....	191
Figura 141. Ubicación de los componentes del control.....	192
Figura 142. Paso de botellas en el transportador uno y transportador dos cerrado.....	193
Figura 143. Transportador uno lleno hasta el sensor uno.....	193
Figura 144. Paso de botellas del transportador dos cerrado por la electroválvula dos.....	194
Figura 145. Paso de botellas del transportador uno por medio de la electroválvula uno.....	194
Figura 146. Llenado del transportador 2 hasta el sensor dos cuando no ha pasado el tiempo de desalojo del transportador 1.....	196
Figura 147. Camino de botellas del transportador uno obstruido.....	196

Figura 148. Paso de botellas del transportador dos después de desocupar el transportador uno.....	197
Figura 149. Diagrama de escalera para la unión de los transportadores uno y dos.....	198
Figura 150. Sistema transportador diseñado.....	199
Figura 151. Curvatura inicial de los transportadores uno y dos.....	200
Figura 152. Transportador que lleva las botellas útiles a la llenadora.....	201
Figura 153. Ángulo de inclinación de los transportadores uno y dos.....	201
Figura 154. Giro y unión de los transportadores uno y dos.....	202
Figura 155. Unión del transportador dos al tres.....	203
Figura 156. Transportador que obstruye el camino.....	203
Figura 157. Giro de 90° del transportador 4.....	203
Figura 158. Ángulo de ascenso del transportador 5 y curvas del transportador 6 hasta llegar a la mesa de trabajo.....	204
Figura 159. Mesa de trabajo.....	204
Figura 160. Sitio de ubicación de la mesa de trabajo.....	205
Figura 161. Transportador de salida de la mesa de trabajo paralelo los transportadores de entrada.....	205
Figura 162. Ángulo de entrada al transportador de la planta que se dirige a la lavadora.....	206
Figura 163. Ubicación del sistema diseñado en la planta de embotellado.....	207
Figura 164. Ubicación de la mesa de trabajo con respecto a la salida de botellas de la lavadora.....	208
Figura 165. Transportadores reutilizables para el nuevo diseño.....	209
Figura 166. Recuperación de la inversión en el paso de los meses.....	218
Figura 167. Procedimiento agotador para los operarios.....	221
Figura 168. Esfuerzo diario de los operarios.....	222
Figura 169. Tiempo que demora el operario en agotarse físicamente.....	222

Figura 170. Afectación de la salud de los operarios por las labores asignadas.....	223
Figura 171. Criterio de las condiciones ambientales para los operarios.....	223
Figura 172. Posibilidad de dejar un solo operario en el puesto de trabajo.....	224
Figura 173. Relación del agotamiento físico con el desempeño laboral según encuesta a los operarios.....	224
Figura 174. Prototipo de mesa propuesta.....	226
Figura 175. Pruebas de inspección y selección en el prototipo de mesa propuesta.....	226
Figura 176. Nivel de esfuerzo de los operarios en la nueva mesa de trabajo.....	228
Figura 177. Agotamiento físico de los operarios en el prototipo de mesa propuesta.....	228
Figura 178. Rango de afectación de la salud de los operarios en el nuevo puesto de trabajo diseñado.....	229
Figura 179. Posibilidad de dejar un solo operario desempeñando las labores del lugar de trabajo según los encuestados.....	229
Figura 180. Área del sistema transportador diseñado.....	230
Figura 181. Recorrido de las botellas en el modelo a escala.....	231
Figura 182. Acumulador de botellas actual.....	232
Figura 183. Cadena y Catarina del modelo a escala y del modelo real.....	233
Figura 184. Láminas laterales del diseño real y del modelo a escala.....	234
Figura 185. Guías laterales del diseño real y del modelo a escala.....	235
Figura 186. Soportes de fijación al piso del diseño planteado y del modelo a escala.....	236
Figura 187. Motores utilizados en el diseño real y en el modelo a escala.....	236
Figura 188. Rueda loca utilizada en el modelo a escala.....	237
Figura 189. Buje utilizado en la Catarina seleccionada para acoplar el eje.....	237
Figura 190. Eje de la Catarina motriz del diseño real y del modelo a escala.....	238

Figura 191. Ejes de la mesa de trabajo.....	239
Figura 192. Subsistema de la mesa de transporte.....	239
Figura 193. Modelo a escala.....	240
Figura 194. Problemas en la curva.....	241
Figura 195. Funcionamiento óptimo de las curvas.....	242
Figura 196. Desplazamiento de botellas en tramo recto.....	242
Figura 197. Botellas caídas en la mesa de acumulación.....	243
Figura 198. Funcionamiento óptimo de la mesa de acumulación.....	243

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Botellas vacías rechazadas.....	62
Tabla 2. Pesos y medidas de cerveza Águila.....	68
Tabla 3. Pesos y medidas de cerveza Club Colombia.....	69
Tabla 4. Pesos y medidas de cerveza Poker.....	69
Tabla 5. Pesos y medidas de Pony Malta.....	70
Tabla 6. Factor de accionamiento.....	89
Tabla 7. Ponderación de resultados.....	96
Tabla 8. Calificación de la ubicación de la mesa.....	98
Tabla 9. Calificación del transportador de rechazo en el embotellado.....	99
Tabla 10. Calificación de ergonomía.....	99
Tabla 11. Ubicación de la mesa de la alternativa 1.....	101
Tabla 12. Distribución del transportador de rechazo de la alternativa 1.....	103
Tabla 13. Ergonomía de la alternativa 1.....	104
Tabla 14. Ubicación de la mesa de la alternativa dos.....	106
Tabla 15. Distribución del transportador de rechazo de la alternativa dos.....	107
Tabla 16. Ergonomía de la alternativa dos.....	108
Tabla 17. Ubicación de la mesa de la alternativa tres.....	110
Tabla 18. Distribución del transportador de rechazo de la alternativa tres.....	110
Tabla 19. Ergonomía de la alternativa tres.....	111
Tabla 20. Evaluación de las alternativas.....	112
Tabla 21. Cálculo de la Catarina.....	114
Tabla 22. Estandarización de la Catarina.....	115

Tabla 23. Verificación de la capacidad.....	116
Tabla 24. Análisis de la capacidad de acumulación del a mesa.....	118
Tabla 25. Cálculo de la potencia máxima del transportador.....	129
Tabla 26. Cálculo de la potencia necesaria por el motor de la mesa de trabajo..	130
Tabla 27. Cálculo de las fuerzas sobre el diente.....	132
Tabla 28. Factor de aplicación.....	135
Tabla 29. Factor de tamaño.....	135
Tabla 30. Cálculo de la tensión en los dientes del engranaje.....	138
Tabla 31. Factor de corrección por vida útil.....	139
Tabla 32. Factor de corrección por confiabilidad.....	139
Tabla 33. Características de la poliamida.....	139
Tabla 34. Comparación de la tensión en los dientes.....	140
Tabla 35. Propiedades de los materiales de la catarina y la cadena.....	143
Tabla 36. Cálculo del contacto en los dientes del engranaje.....	143
Tabla 37. Comparación del contacto en los dientes.....	144
Tabla 38. Cálculo del momento flexionante aplicado.....	148
Tabla 39. Factor de corrección por choque o impacto.....	149
Tabla 40. Cálculo del torque medio aplicado.....	150
Tabla 41. Factores que influyen en la resistencia a la fatiga.....	150
Tabla 42. Limite de fatiga para el acero AISI 4140.....	151
Tabla 43. Factor de desviación ed multiplicación.....	152
Tabla 44. Cálculo del límite de fatiga corregido.....	154
Tabla 45. Condiciones del ambiente y material para cada factor de seguridad...	155
Tabla 46. Cálculo del factor de seguridad.....	156
Tabla 47. Cálculo de la carga radial resultante.....	157
Tabla 48. Duración de vida en horas.....	158

Tabla 49. Cálculo del coeficiente de carga dinámica.....	158
Tabla 50. Factor de servicio.....	162
Tabla 51. Cálculo del momento torsor.....	162
Tabla 52. Selección del acoplamiento.....	163
Tabla 53. Fuerzas ejercidas sobre cada tramo del transportador tres.....	175
Tabla 54. Fuerzas aplicadas en cada tramo.....	176
Tabla 55. Cálculo de la máxima deflexión permisible.....	181
Tabla 56. Cuadro de asignaciones para la puesta en marcha y parada de emergencia.....	187
Tabla 57. Tiempos de demora de las botellas en realizar su recorrido.....	195
Tabla 58. Cuadro de asignaciones para la unión de los transportadores uno y dos.....	197
Tabla 59. Elementos requeridos, de inventario, del transportador reutilizable y a comprar.....	210
Tabla 60. Cronograma del montaje y puesta en marcha después de estar aprobado el presupuesto.....	211
Tabla 61. Costo de materiales.....	213
Tabla 62. Costo de la mano de obra.....	213
Tabla 63. Inversión total de la instalación del transportador.....	214
Tabla 64. Información ofrecida por Bavaria del tiempo de parada de la línea dos por concepto de envase defectuoso.....	215
Tabla 65. Cálculo del tiempo diario promedio de parada por envase defectuoso.....	215
Tabla 66. Cálculo del porcentaje de mejora del transportador diseñado.....	216
Tabla 67. Reducción de pérdidas quincenales.....	216
Tabla 68. Reducción de gasto en sueldos y prestaciones de 6 operarios.....	217
Tabla 69. Recuperación de la inversión mediante la disminución de costos.....	218
Tabla 70. Costo total del prototipo.....	244

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP.....	251
Anexo B. Catalogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes.....	263
Anexo C. Catálogo técnico: ERHSA, Acoplamientos elasticos.....	278
Anexo D. Encuestas de satisfcción de la mesa de trabajo.....	282
Anexo E. Tabla de seleccìon de los elementos.....	292
Anexo F. Planos.....	295

RESUMEN

TITULO: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACÍAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMÁTICOS PARA SU INSPECCIÓN Y SELECCIÓN VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERÍA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA.*

AUTORES: LINA MARCELA TORRES GÓMEZ

JOSE DAVID LOZANO SUAREZ**

PALABRAS CLAVES: SISTEMA DE TRANSPORTE, CADENA, BOTELLAS, INSPECTORES, BAVARIA.

DESCRIPCIÓN:

La cervecería de Bavaria ubicada en Bucaramanga está encargada de cumplir con los requerimientos de producción de la zona de Santander. Cuenta con dos plantas encargadas una de la elaboración y la otra del embotellado, la última tiene dos líneas de producción que se ocupan cada una a su vez de envasar un producto diferente. Actualmente la línea número dos del embotellado tiene una capacidad de producción de aproximadamente 65000 botellas por hora, de las cuales cerca del 5% son rechazadas por los inspectores automáticos de botella vacía que después de ser lavadas las botellas, revisan que estas sean aptas para contener el producto.

Esta planta debe realizar una nueva inspección a las botellas rechazadas por los inspectores automáticos con el fin de utilizar aquellas que fueron expulsadas por defectos corregibles como suciedad removible. Actualmente se cuenta con un transportador que al salir de los inspectores lleva las botellas inspeccionadas y seleccionadas como útiles por un operario, de nuevo a la lavadora. Proceso que no se está llevando a cabo por evitar la acumulación de botellas a la salida de los inspectores y como consecuencia la parada de la línea de producción, el procedimiento llevado a cabo consiste en realizar la inspección y selección fuera de la planta.

Con el desarrollo de este trabajo de investigación se busca dar una solución a la empresa creando un sitio de acumulación dentro de la planta donde el operario pueda inspeccionar y seleccionar las botellas, enviar las útiles de nuevo a la lavadora en un transportador ubicado en el mismo lugar y organizar las no útiles en estibas para que allí el montacargas las lleve a la zona designada para desecharlas. Logrando con esto reducir tiempos de recorrido de la botella y disminuir costos de producción.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Isnardo Gonzalez Jaimes, Ingeniero Mecánico

ABSTRACT

TITLE: DESIGN AND CONSTRUCTION OF A TRANSPORT SYSTEM PROTOTYPE OF REJECTED EMPTY BOTTLES BY AUTOMATED INSPECTORS FOR VISUAL INSPECTION AND SELECTION IN THE BOTTLING LINE NUMBER TWO AT THE BAVARIA BREWERY PLANT S.A. BUCARAMANGA.*

AUTHORS: LINA MARCELA TORRES GÓMEZ

JOSE DAVID LOZANO SUAREZ**

KEYWORDS: TRANSPORTATION SYSTEM, STRING, BOTTLES, INSPECTORS, BAVARIA.

DESCRIPTION:

The Bavaria brewery, located in Bucaramanga, is responsible for fulfilling the production requirements of the Santander area. Bavaria counts with two production plants: the first responsible for the production and the second for the bottling. The bottling plant counts with two production lines responsible of packaging two different products. Currently the production line number two has a production capacity of approximately 65,000 bottles per hour, of which about 5% are rejected by empty bottle automated inspectors, which are charged of reviewing whether the sanitized bottles are suitable to contain the product or not.

This facility must undertake a new inspection of the rejected bottles by the automated inspectors in order to reintegrate those who were expelled for correctable defects as removable dirt. Currently the plant has a conveyor that carries out the inspected and chosen bottles as useful by an operator back to the washer. However, the process is not carried out to avoid the accumulation of bottles off inspectors and consequently stop the production line. For this reason, the actual revision process is carried out of the plant by a manual inspection and selection.

The development of this research seeks to provide a company's solution with a new area accumulation in the plant where the operator could inspect and select the bottles, and at the same time send the bottles back to the washing machine, using a conveyor located in the same place for this purpose. Moreover, the solution conceives the arrangement of non-useful bottle pallets to take them to the designated disposal area. By achieving this, the traveled time by the bottle and the production costs would reduce.

* Graduation Project

** Faculty of Physic-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director: Isnardo González Jaimes, Mechanical Engineer.

INTRODUCCIÓN

El aumento de la demanda en el consumo cervecero ha obligado a las empresas productoras, envasadoras y distribuidoras de este producto a mejorar continuamente la tecnología de sus equipos con el fin de automatizar sus procesos y aprovechar al máximo los recursos utilizados.

La evolución de estos procesos se presenta principalmente en la realización de procedimientos cada vez más rápidos que permitan una mayor producción en un tiempo mínimo. Por lo tanto se utiliza en su mayoría maquinaria automática que sea programada y realice cada proceso por sí misma, pues esta es más ágil y tiene más disponibilidad que el esfuerzo humano.

Durante el proceso de envase realizado en la planta de embotellado de la cervecería Bavaria en Bucaramanga es necesario asegurar que los envases utilizadas son apropiadas para contener el producto, por lo tanto, después de que las botellas salen de la lavadora es necesario realizar una inspección que apruebe el llenado de estas según sus condiciones, la cual es realizada por inspectores automáticos que por medio de una cámara de alta velocidad capturan imágenes de cada una y las comparan con un patrón con el fin de rechazar aquellas que presentan defectos como suciedad o rotura del vidrio. Este procedimiento es netamente automático pero no garantiza que la totalidad de botellas rechazadas tengan que ser eliminadas, pues aquellas que tengan una suciedad removible pueden ser limpiadas y utilizadas para almacenar el producto. Este proceso debe ser realizado por un operario para tener más precisión en la inspección.

Actualmente la planta de embotellado de Bavaria ubicada en Bucaramanga por falta de espacio e incomodidad para el operario no realiza la inspección y selección visual dentro de la planta, es necesario sacar las botellas de este lugar, revisarlas y regresarlas de nuevo a la planta. Este proyecto tiene la finalidad de disminuir los tiempos perdidos en la realización de este procedimiento., consiste

en modificar el método actual de inspección y selección visual de botellas rechazadas por los inspectores automáticos después de salir de la lavadora.

El nuevo proceso planteado se basa en la construcción de un sistema de transporte que dentro de la planta de embotellado desplace las botellas rechazadas hasta una mesa de trabajo donde el operario en condiciones optimas pueda inspeccionarlas y seleccionarlas, en el mismo lugar enviar aquellas útiles de nuevo a la lavadora por medio de un transportador y organizar en estibas las que ya no sirven para que en este mismo sitio sean llevadas por los montacargas al lugar de desecho.

1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

1.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

Hace más de 100 siglos accidentalmente el hombre encontró una bebida que por su proceso de elaboración y componentes causó en él una sensación de agrado y comodidad, emociones que lo incentivaron a mejorar y comercializar este producto sin imaginar en sus principios el alcance que podría llegar a tener y la demanda que llegaría a presentar. Fue entonces cuando se inició un proceso de mejora constante para al fin llegar a obtener como resultado una bebida llamada cerveza.

Teniendo como finalidad suplir el notable aumento en el consumo de la cerveza, con el transcurrir de los años fue necesario crear espacios autorizados y avalados encargados de su elaboración y comercialización, así nacen las cervecerías en el mundo. En el año 1889 llega a Colombia como pionera la sociedad Kopp y Castello, interesada en establecer un negocio de cerveza, establecimiento que con el tiempo ha tomado el nombre de Bavaria (Figura 1.) y actualmente es propiedad de SabMiller una de las más grandes cervecerías del mundo presente en más de 30 países y que en Colombia cuenta con 10 plantas y 26 centros de distribución.

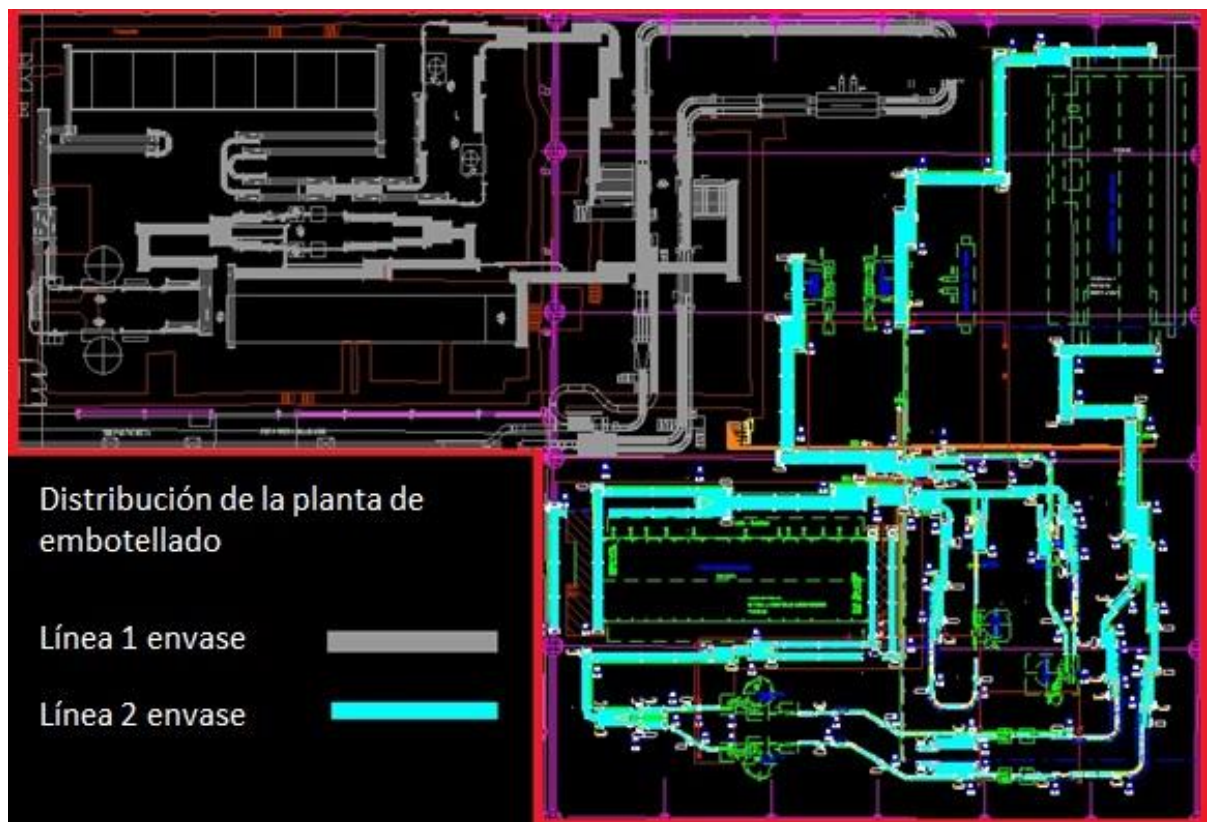
Figura 1. Bavaria



Fuente: <http://www.bavaria.com.co/>

Bucaramanga cuenta con una de estas plantas de elaboración y embotellado, allí se produce y se comercializa cerveza Águila, Águila Light, Pilsen, Poker, Club Colombia y Pony Malta. Esta planta cuenta con dos líneas de envase (Figura 2.), la línea número 2 encargada de embotellar 65000 botellas por hora (Figura 3.) posee dos máquinas “OmniVision II Inspección de botella vacía” (Figura 4.) que por medio una cámara de alta velocidad capturan imágenes de la base y del talón en alto contraste de cada envase usando luz óptica y LED especializada (Figura 5.) detectando algunos problemas en aproximadamente el 5% de las botellas vacías, como contaminantes, objetos extraños, film transparente, defectos de vidrio, liquido residual, daño en vidrio y rayaduras, para sacar estas de la línea y realizarles un proceso de inspección visual.

Figura 2. Distribución de la planta



Fuente: Bavaria S.A.

Figura 5. Inspección de la cámara



Fuente: <http://www.filtec.com/es/full-container-inspection/#>

El sistema de transporte actual está construido para recibir las botellas rechazadas, desplazarlas una distancia de 4000 mm mediante un transportador, inspeccionarlas visualmente de inmediato y devolver aquellas que hayan sido sacadas de la línea debido a defectos corregibles como suciedad, por medio de un transportador que retorna a la lavadora ubicada 570 mm por debajo y 900 mm al frente de la mesa en la cual caen estas botellas (Figura 6.), mostrada en planos superior (Figura 7.) y frontal (Figura 8.). Proceso que no se está llevando a cabo por dos motivos: primero; requeriría un gran esfuerzo por parte del operario causándole agotamiento y problemas de salud, y segundo; el espacio en que llegan las botellas es muy reducido, haciendo que sea necesario sacarlas inmediatamente de allí antes de que se ocupe todo el lugar (Figura 9.), incumplimiento que se ve reflejado en un gasto innecesario de energía, pues el transportador que conduce a la lavadora permanece en funcionamiento sin tener algún uso.

Figura 6. Línea de retorno a la lavadora.



Figura 7. Vista superior del sistema que recibe las botellas rechazadas

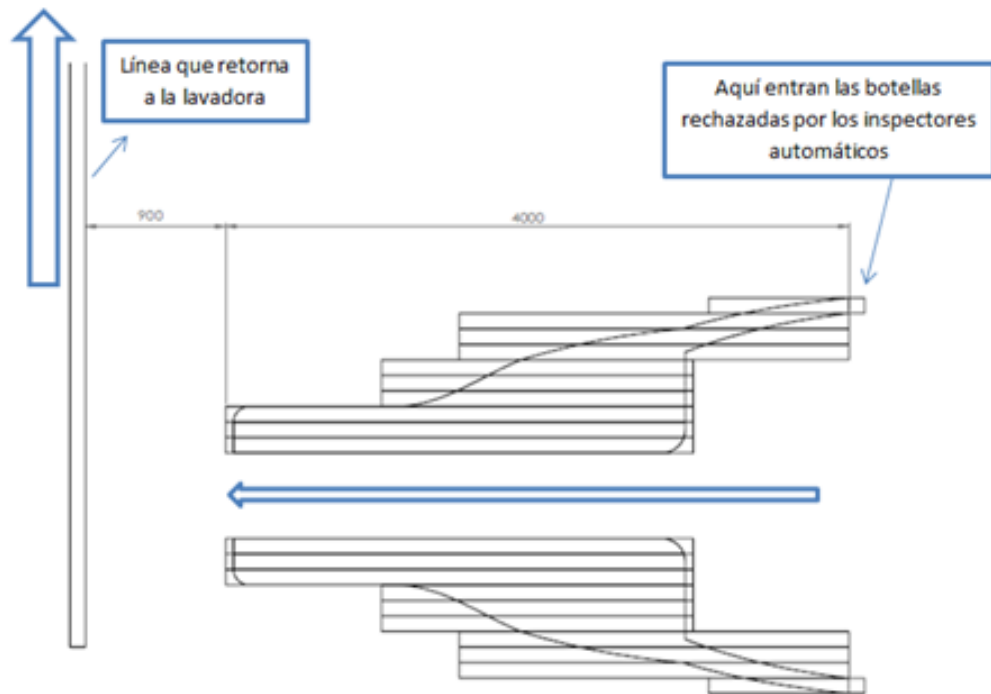


Figura 8. Vista frontal del sistema que recibe las botellas rechazadas

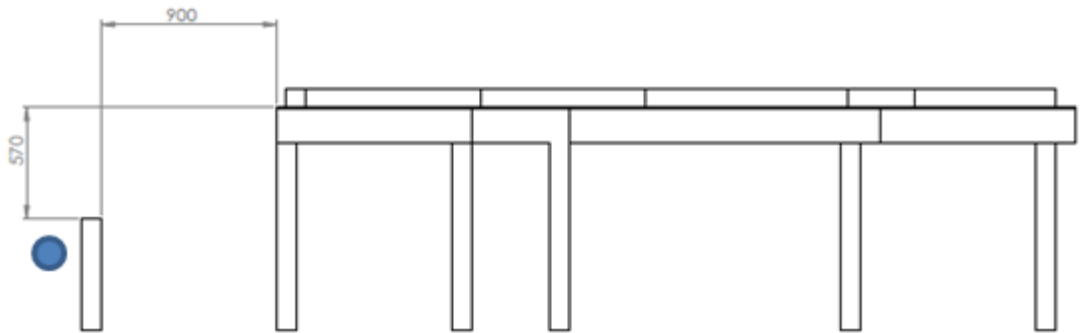


Figura 9. Acumulamiento de botellas



El procedimiento que se está realizando actualmente consiste en organizar manualmente los envases que son rechazadas por la máquina “OmniVision II Inspección de botella vacía” en canastas ubicadas en el lugar de trabajo (Figura 10.), para que al final de la jornada estas se puedan inspeccionar en otro lugar y

luego devolver aquellas que aún pueden ser utilizadas. Lo que ocasiona una pérdida de tiempo y espacio que recae en la producción de la empresa.

Figura 10. Canastas acumuladas



La línea número dos encargada del embotellado requiere un sistema de transporte que le permita al operario inspeccionar de forma visual la botella vacía rechazada y enviarla inmediatamente a un transportador que retorne las botellas a la lavadora, haciendo así más rápida la circulación de las botellas rechazadas inicialmente y eliminando la acumulación de las mismas como también el agotamiento del operario.

1.2 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

Actualmente el sector productivo busca soluciones con el fin de suplir las grandes demandas que presenta la sociedad, es indispensable dar paso al cambio con el fin de mejorar tanto la calidad del producto como la productividad de las empresas, logrando que los empleados sientan comodidad al realizar sus labores.

La implementación de un sistema de transporte para las botellas vacías rechazadas por los inspectores automáticos en la empresa es de suma importancia, ya que su desarrollo logra eliminar los tiempos muertos requeridos por la ubicación y circulación de estas en la planta por parte del operario, además logra reducir esfuerzos extras a los trabajadores facilitando la inspección minuciosa de cada una de las botellas y agilizando su retorno a un nuevo lavado.

Siendo un sistema completo, garantiza un proceso que se encarga de llevar la botella rechazada a una mesa para ser inspeccionada visualmente por un operario y luego de la previa selección orientarla de nuevo al proceso de lavado.

Todos estos aspectos se verán reflejados en una disminución en costos como salarios y prestaciones de empleados ya que reducirá las funciones realizadas por los encargados de la ubicación de las botellas, también se podrá observar un aumento en la productividad de la empresa; debido a que las botellas rechazadas requerirán menor costo de circulación que actualmente y por lo tanto las sacará al mercado en un tiempo mínimo. De esta forma se notará un aumento en las ganancias de la empresa que no tendrán comparación con la pequeña inversión destinada en este proyecto.

1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO DE GRADO

1.3.1 Objetivo General

Contribuir con la misión de la Universidad Industrial de Santander, de brindar conocimientos y soluciones a las diferentes necesidades de la industria, específicamente la industria cervecera, desarrollando un sistema de transporte para la inspección y selección visual de las botellas rechazadas por los inspectores automáticos para la planta de embotellado de Bavaria S.A. en Bucaramanga.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diseñar un sistema de transporte para el redireccionamiento de las botellas vacías rechazadas por los inspectores automáticos que cumpla con los parámetros de producción de 3250 botellas/hora y velocidad de 260mm/seg en la línea dos de la planta de envase de Bavaria S.A (Bucaramanga).
- Construir un modelo funcional a escala geométrica longitudinal de 1:25, que demuestre el transporte de las botellas vacías de 100mm de altura y 20mm de diámetro a una velocidad de 100mm/seg, desde que salen de los inspectores automáticos hasta que llegan a la lavadora, pasando por una mesa de inspección visual y selección, con una estructura de anclaje fácilmente desmontable para adaptarse a los cambios de la planta.
- Lograr y demostrar por medio de pruebas realizadas al operario en una mesa (puesto de trabajo) con las características del diseño, que este evitará esfuerzos extras a la hora de inspeccionar y seleccionar las botellas.

- Seleccionar los sistemas de transporte (Bandas transportadoras, motores, rodillos impulsores, tensores).
- Seleccionar el sitio dentro de la planta en el cual se va a implementar el sistema de transporte de tal forma que se adapte a la distribución de planta actual y cumpla con los requerimientos de fácil acceso y favorables condiciones de trabajo.

2. CONTEXTUALIZACION DE LA EMPRESA

2.1. CERVECERIA BAVARIA S.A.

La cervecería Bavaria nace en Bogotá el 4 de abril de 1889, creada por Leo Sigfried Koop y los hermanos Santiago y Carlos Arturo Castello, desde entonces ha contribuido con el desarrollo y economía del país por medio de la elaboración y distribución de bebidas alcohólicas, con más de 15 productos en su portafolio (Figura 11.).

Figura 11. Productos de Bavaria



Fuente: <http://www.bavaria.co/>

2.1.1. Ubicación: Bavaria es la compañía de bebidas más grande de Colombia y la operación más grande de SABMILLER en Latinoamérica. Cuenta con seis plantas cerveceras, dos malterías, una fábrica de etiquetas ubicada en Yumbo Valle y una fábrica de tapas en la cervecería de Bogotá (Figura 12.), así mismo cuenta con 25 centros de distribución en todo el país.

Figura 12. Distribución de plantas



Fuente: <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/F09-infoDS.pdf>

Una de sus plantas cerveceras está ubicada en la ciudad de Bucaramanga (Figura 13.), en el Kilómetro 4 carretera Café Madrid, fue inaugurada el 1° de Diciembre de 1948 y actualmente tiene una capacidad de producción de 2'300.000 hectolitros al año.

Figura 13. Edificio de cocinas cervecería Bavaria Bucaramanga



Fuente: http://www.bavaria.co/2-12/cerveceria_de_bucaramanga_tcn/

La planta cervecera de Bucaramanga está encargada de producir y distribuir: Cerveza Águila, Cerveza Águila Light, Cerveza Pilsen, Cerveza Póker, Cerveza Club Colombia Dorada y Pony Malta.

2.1.2. Misión¹: Crecer en el mercado a un consumo per cápita de 60 litros, asegurando el liderazgo de nuestro portafolio de marcas nacionales e internacionales en cada una de las categorías de bebidas y en todos los segmentos del mercado.

2.1.3. Visión²: Ser la compañía más admirada en Colombia y un gran contribuyente a la reputación global de SABMiller.

- Por la efectividad de nuestro mercadeo
- Por la calidad de nuestros productos
- Como la mejor fuente de empleo
- Como el mejor socio
- Por nuestra responsabilidad social

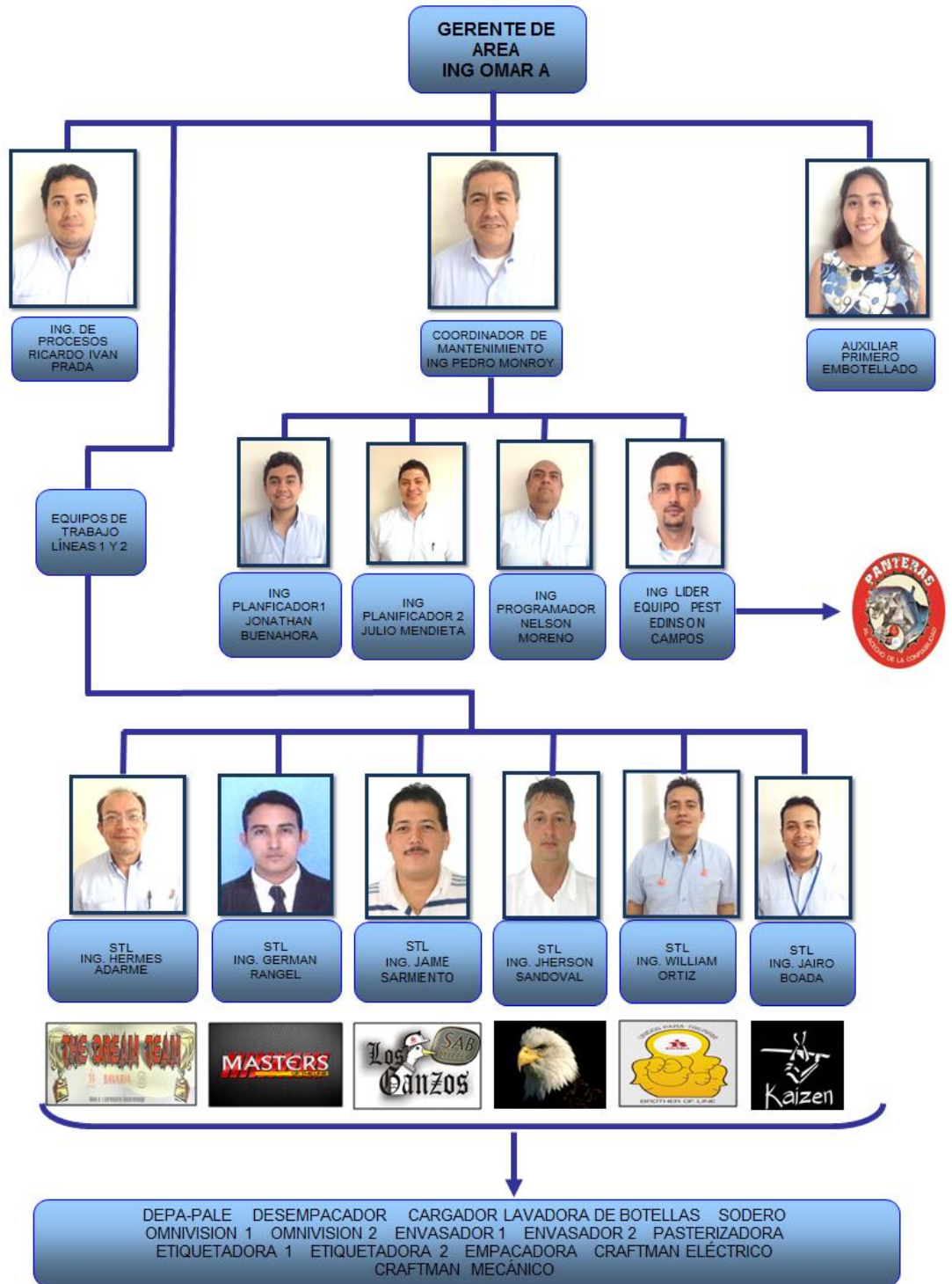
2.2. PLANTA DE EMBOTELLADO BAVARIA BUCARAMANGA

2.2.1. Estructura Organizacional: La organización jerárquica del área de envase de cervezas y maltas, cervecería de Bucaramanga se muestra en la figura 14.

¹ <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/etica.pdf>; pág. 4.

² <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/etica.pdf>; pág. 4.

Figura 14. Organigrama área de envase



Fuente: Planta de embotellado Bavaria S.A. – Bucaramanga

El proceso cervecero requiere cuatro subprocesos que hacen posible la elaboración y distribución de este líquido:

- Elaboración del mosto
- Fermentación y maduración
- Filtración
- Envasado (Embotellado)

La Cervecería de Bucaramanga cuenta con dos plantas encargadas de estos procesos, una que se encarga de los tres primeros pasos y otra encargada del último. El embotellado en esta planta posee dos líneas encargadas cada una de realizar el proceso desde que ingresan los envases utilizados y sucios hasta que salen con la bebida contenida y rotuladas según la marca.

2.2.2. Envase (Botella): Recipiente o soporte destinado a contener, proteger, preservar, facilitar el transporte de un producto para presentarlo y diferenciarlo de otros ante el consumidor.

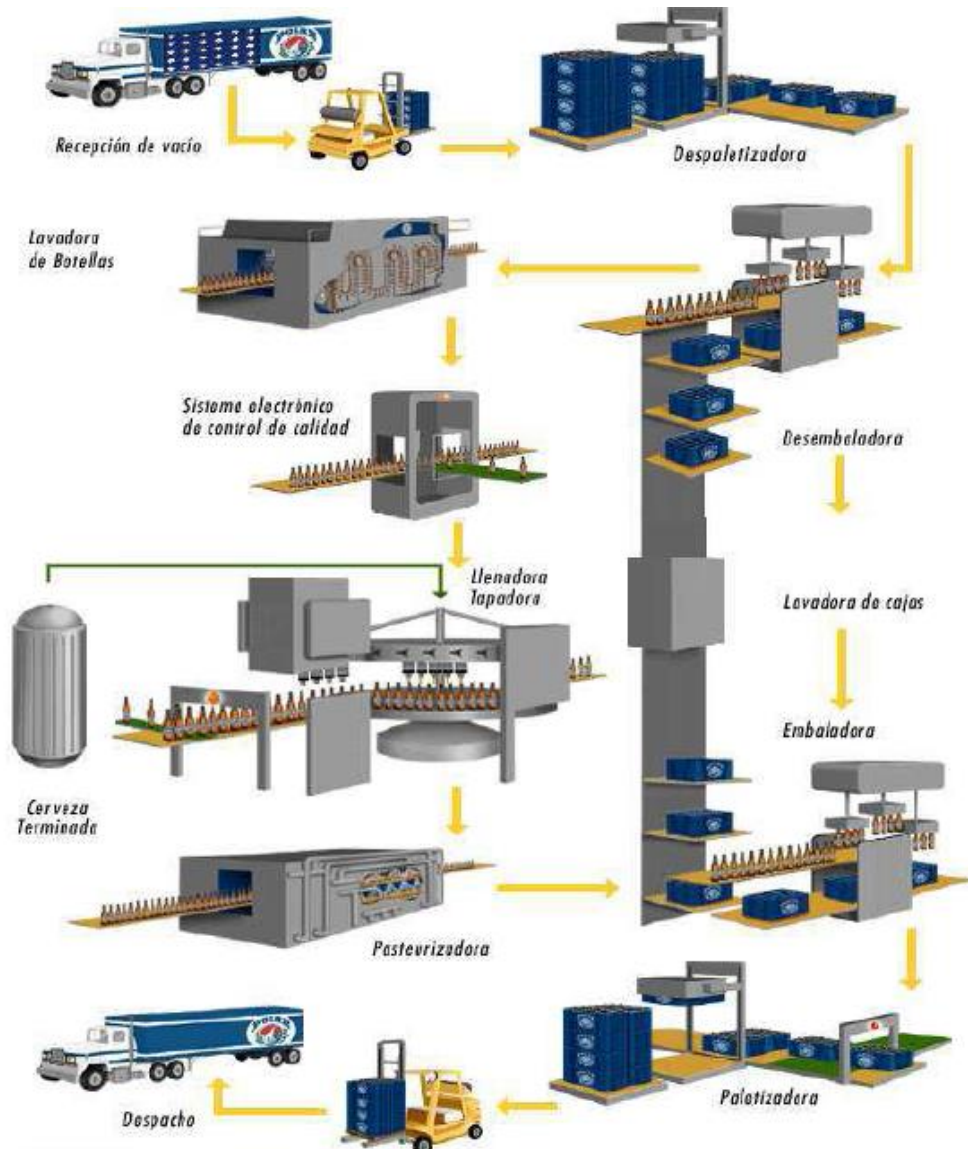
En la industria de producción de cerveza, los envases por excelencia son la botella de vidrio, la lata y el barril. La botella de material plástico o PET es ahora otra alternativa de envase.

2.2.3. Envasado (Embotellado): Proceso a través del cual un producto (cerveza, bebida de malta o refajo) se envasa en un contenedor (envase) para su preservación, transporte y venta. Por ser un producto natural, a la cerveza no se le adicionan conservantes y para garantizar su estabilidad microbiológica se pasteuriza.

Este proceso se realiza en las líneas de envase.

2.2.4. Descripción general del proceso de envasado (Embotellado): El proceso de embotellado se divide en varios subprocesos donde ciertos equipos y maquinarias se encargan de garantizar que el producto sea de buena calidad, cada uno de estos serán ilustrados y explicados a continuación (figura 15.).

Figura 15. Proceso general de envasado de productos retornables



Fuente: http://biblioteca.unet.edu.ve/db/alexandr/db/bcunet/edocs/TEUNET/2010/pregrado/Electronica/MorenoC_HildaL/Capitulo2.pdf

- **Recepción de carga de botellas vacías:** Los envases de botellas vacías son agrupados en canastas hasta llenar estibas (Figura 16.) para que estas sean transportadas por un montacargas (Figura 17.) hasta la despaletizadora.

Figura 16. Estiba con cajas llenas de botellas vacías



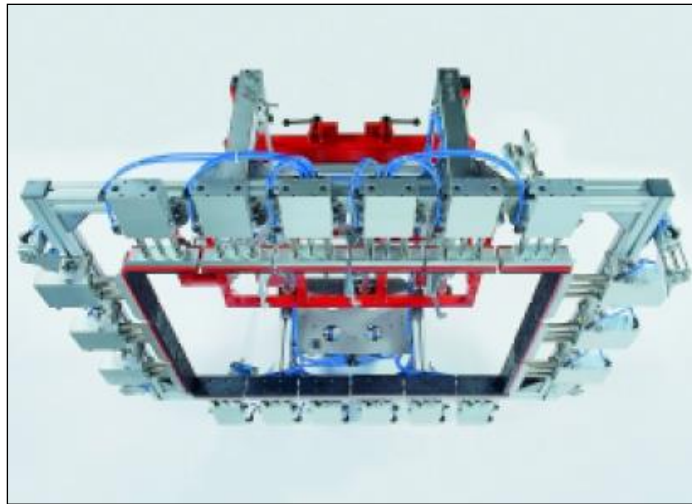
Figura 17. Montacargas



Fuente: <http://kinio.com.mx/maquinaria.php>

- **Despaletizadora:** Las estibas llenas son recibidas, se separan las canastas de ellas usando una maquina con brazos barreadores mecánicos conocida como despaletizadora (Figura 18.), que se encarga de descargar canasta por canasta, las cuales son distribuidas a las vías transportadoras para su posterior traslado hacia la desencanastadora. Las estibas vacías son arrumadas para ser utilizadas posteriormente en la paletizadora.

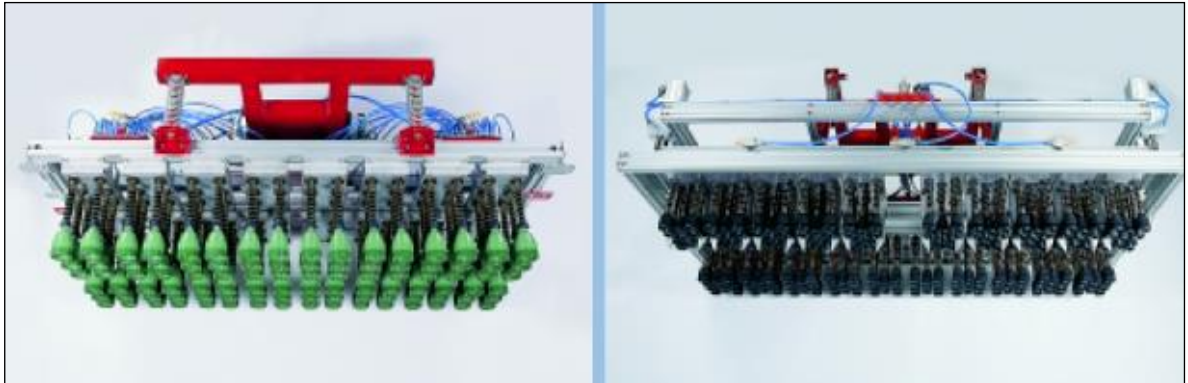
Figura 18. Despaletizadora



Fuente: Bavaria S.A

- **Desencanastadora:** Es una maquina diseñada para tomar por succión las botellas sucias y separarlas de las canastas (Figura 19.). De aquí en adelante tanto las canastas como las botellas seguirán sus propios subprocesos.

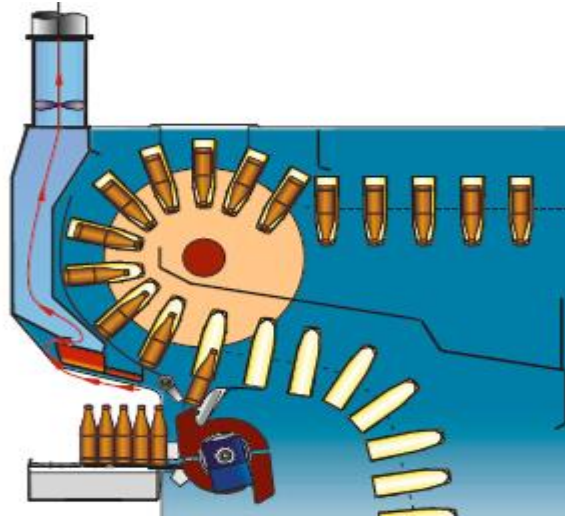
Figura 19. Desencanastadora



Fuente: Bavaria S.A

- **Lavadora de Botellas:** En este equipo las botellas son bañadas con agua previamente tratada, con el fin de eliminar cualquier impureza y garantizar una esterilización de manera que estas queden perfectamente limpias y aptas para ser llenadas dentro de los parámetros de calidad (Figura 20.). Al salir de la lavadora las botellas son colocadas en un transportador con el fin de direccionarlas para ser revisadas por el inspector automático.

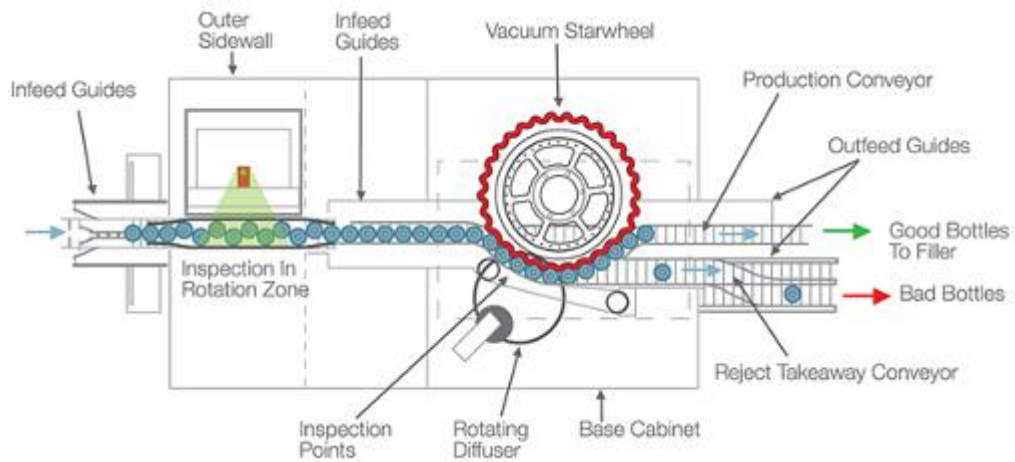
Figura 20. Lavadora de Botellas



Fuente: Bavaria S.A

- **Sistema Electrónico de Inspección de Envases Vacíos:** Este equipo detecta si cada uno de los envases presenta las condiciones adecuadas para ser llenadas, rechazando aquellos que no cumplan con tales requerimientos (Figura 21.), las que son rechazadas presentan elementos extraños que se encuentran en el interior del envase, además de picos rotos, mezclas de diferentes botellas y botellas de la competencia.

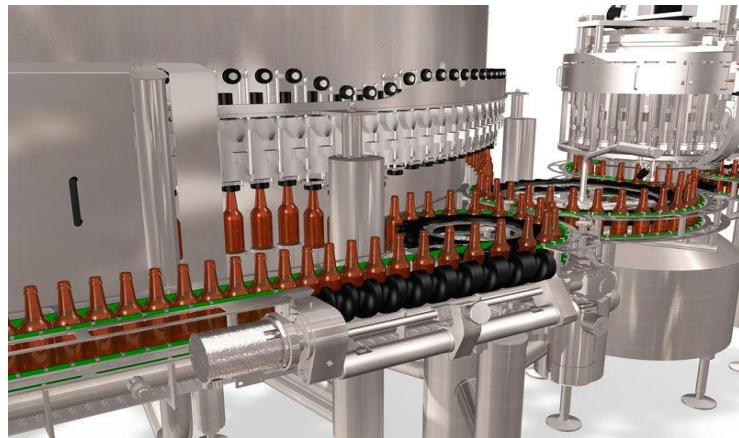
Figura 21. Sistema electrónico de inspección



Fuente: Bavaria S.A

- **Llenadora-Tapadora:** La llenadora es una maquina giratoria que envasa el producto de acuerdo a la marca. Esto se realiza minimizando el contenido de oxígeno en los envases, seguidamente, se llenan las botellas a velocidades de 1000 unidades por minuto, bajo contrapresión carbónica, altamente compatible con la cerveza. Enseguida pasan por la tapadora, donde son cerradas herméticamente (Figura 22.). Ya llenas y tapadas las botellas pasan por un inspector (Figura 23.) que se encarga de verificar su estado, las que tienen un correcto llenado y tapado se dirigen hacia la pasteurizadora mientras que las que tengan algún defecto son descartadas.

Figura 22. Llenadora y tapadora



Fuente: Bavaria S.A

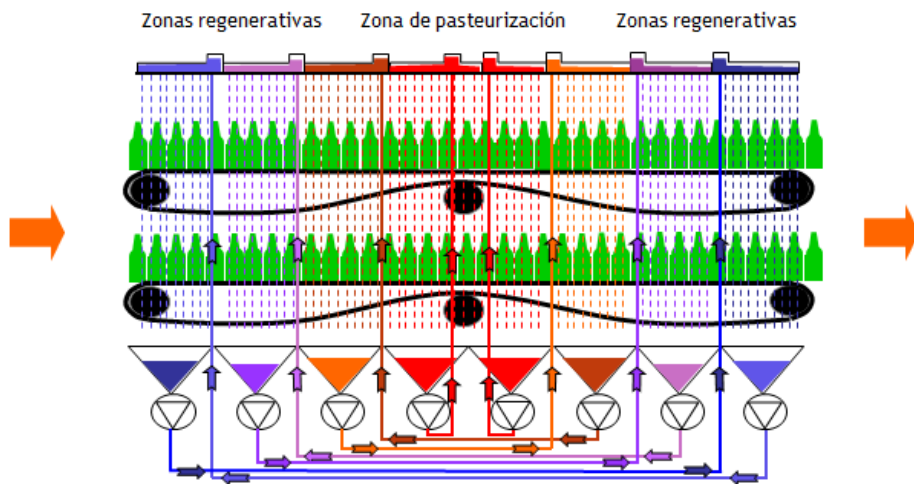
Figura 23. Inspector de llenado y tapado



Fuente: Bavaria S.A

- **Pasteurizadora:** Subproceso en el que los envases son sometidos a la pasteurización para proporcionarle al consumidor no solamente una cerveza deliciosa, sino también un producto que se conserve impecable (Figura 24.), cuando finaliza este subproceso salen a temperatura ambiente y quedan listos para ser distribuidos pero van directamente a la etiquetadora.

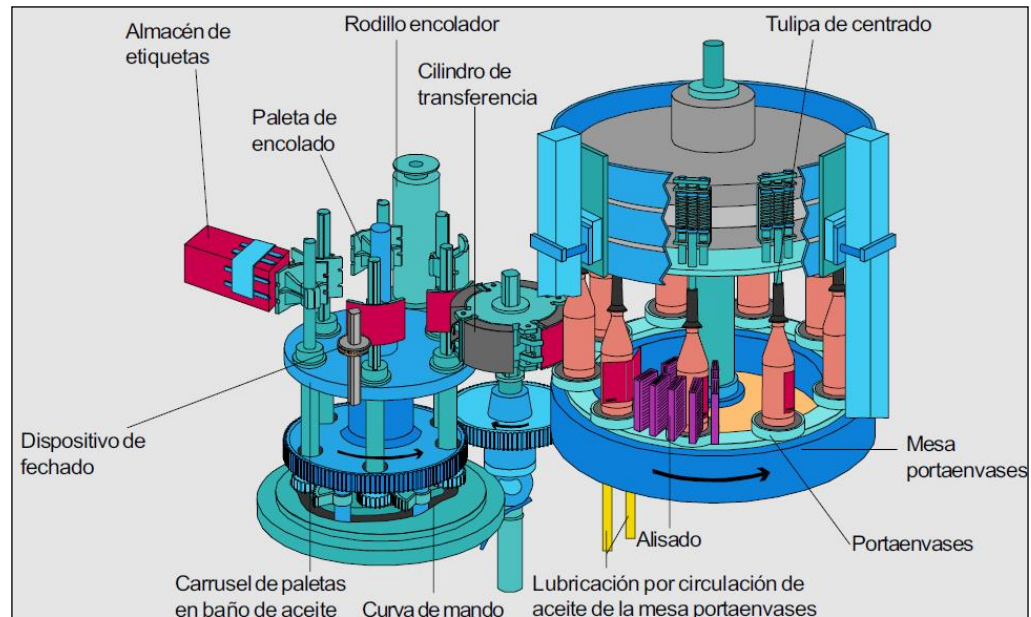
Figura 24. Pasteurizadora



Fuente: Bavaria

- **Etiquetadora:** En esta etapa las botellas entran a una maquina giratoria en la que se adhieren con pegante las etiquetas dependiendo del producto y su presentación (Figura 25.), proceso que se realiza a velocidades aproximadas de 40.000 unidades por hora.

Figura 25. Etiquetadora



Fuente: Bavaria S.A

- **Encanastadora:** Es la última etapa del proceso de envasado, en el cual una maquinaria automatizada se encarga de colocar el producto en canastas. Para garantizar que las cajas estén completas, pasan por un inspector antes de efectuarse el proceso de paletizado y despacho. Esta máquina es la misma desencanastadora pero con la función inversa.
- **Paletizadora:** Esta máquina que es la misma despaletizadora pero con la función contraria, se encarga de recibir las canastas llenas para luego agruparlas con el fin de completar y ordenar las estibas de tal modo que un montacargas pueda moverlas a una zona de almacenamiento o depósitos (Figura 26.)

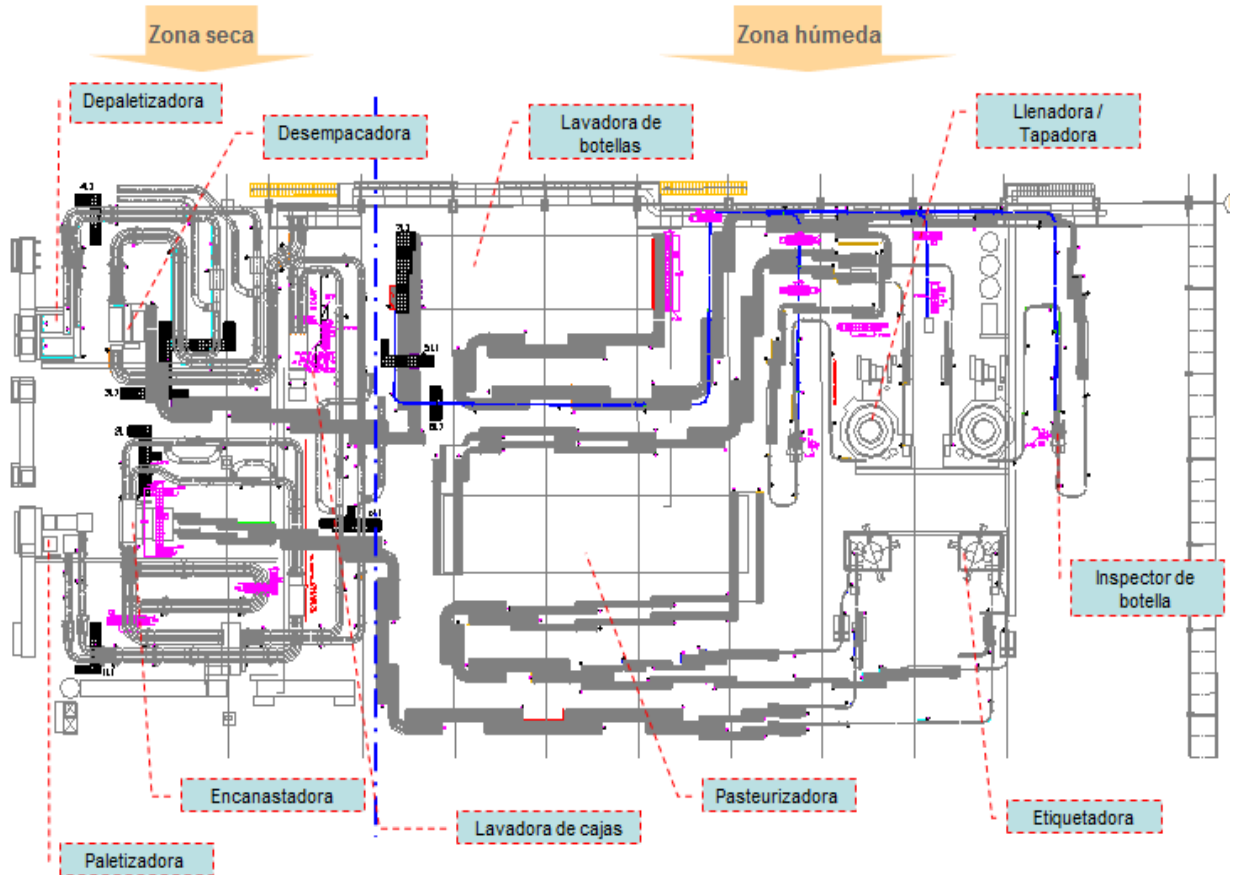
Figura 26. Deposito (Producto terminado)



Fuente: <http://dayana2791.metroblog.com/>

2.2.5. Configuración básica de una línea de envase: En este esquema (Figura 27.) dividido por dos zonas se puede observar el proceso y por lo tanto los subprocesos por los que debe pasar un envase para salir ya como producto.

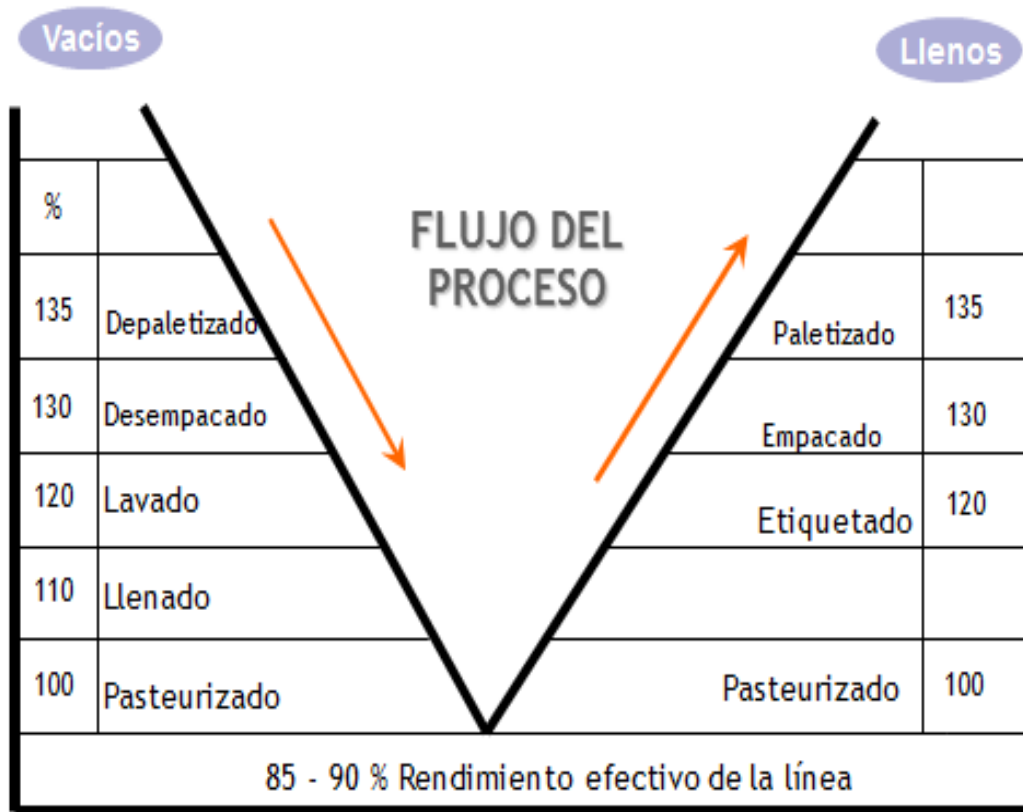
Figura 27. Configuración básica de una línea de envase



Fuente: Bavaria S.A

2.2.6. Capacidad y dimensionamiento de producción: Como criterio de dimensionamiento de la línea se debe pensar en las capacidades individuales de cada máquina por lo que se realiza un flujo del proceso llamado diseño “corbatín” (Figura 28.). Se considera que la pasteurizadora debe operar al 100% de la velocidad nominal de la línea, esto hace que cada máquina antes y después debe tener una capacidad superior adecuada.

Figura 28. Flujo del proceso con capacidad de cada subprocesso

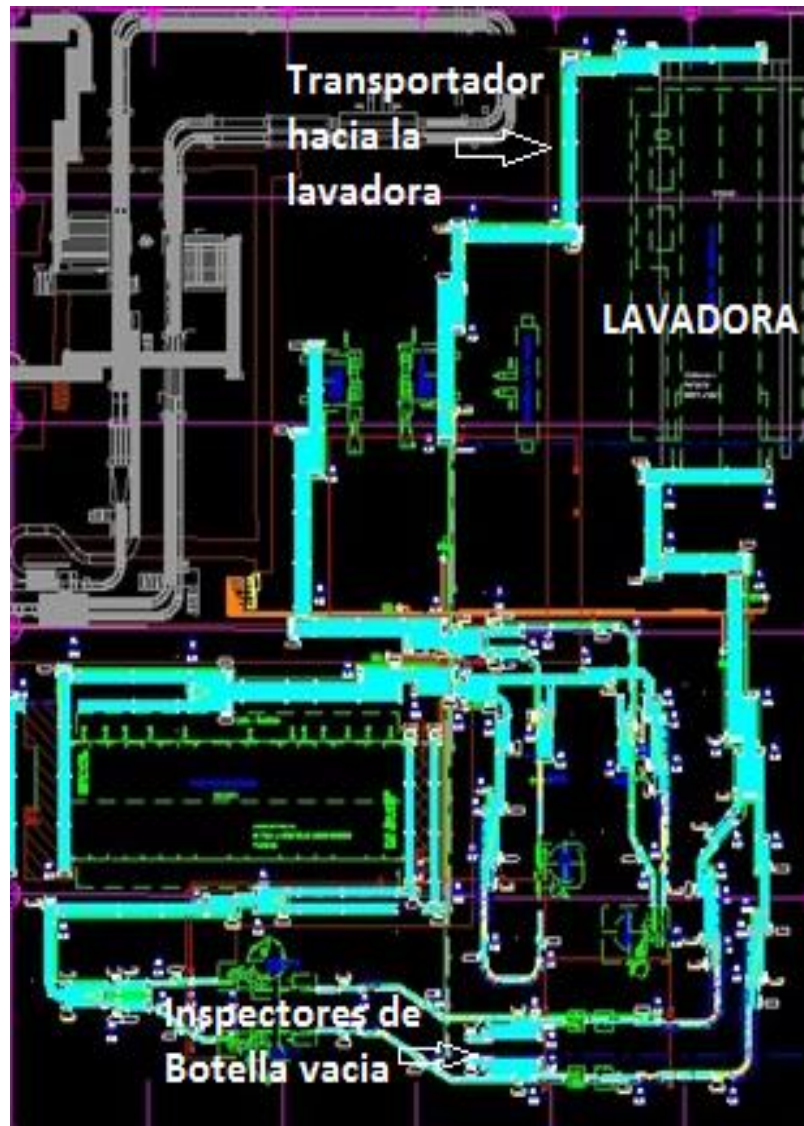


Fuente: Bavaria S.A

2.2.7. Descripción de la zona de implementación: El sistema de transporte diseñado debe adaptarse a una zona de trabajo ya existente, la planta de embotellado de Bavaria cuenta actualmente con dos líneas de proceso que ocupan aproximadamente un 70% del embotellado.

El transportador debe llevar las botellas vacías desde la salida de los inspectores automáticos hasta la lavadora, pasando por una mesa para la inspección y selección visual, teniendo en cuenta los transportadores y la distribución de planta ya existentes (Figura 29.).

Figura 29. Distribución de la línea de envase dos



Fuente: Bavaria

2.2.8. Condiciones iniciales: La línea número dos de envase no cuenta con un sitio adecuado para suplir la acumulación de botellas vacías rechazadas (Tabla 1.) por los inspectores automáticos (Figura 30.), lo cual origina acumulación de canastas (Figura 31.) que ocasiona desorden y posible contaminación de la botella que va hacia las llenadoras (Figura 32.).

Tabla 1. Botellas vacías rechazadas



BOTELLAS RECHAZADAS	DEFECTOS
	<p style="text-align: center;">CORREGIBLES (Cuerpos extraños, líquidos residuales)</p>
	<p style="text-align: center;">NO CORREGIBLES (Cemento, Oxido, despicado, rayado)</p>

Figura 30. Inspectores automáticos (“OmniVision II Inspección de botella vacía”)



Figura 31. Acumulación de Canastas



Figura 32. Llenadora



El sitio designado para la acumulación de botellas vacías no cumple con la capacidad de rechazo del 5% de la producción, lo que no le da tiempo al operario de inspeccionar las botellas, pues la zona de acumulación se llena (Figura 33.) de tal forma que este no tiene la posibilidad de realizar una detallada inspección lo que conlleva a sacar en su totalidad las botellas en canastas para revisarlas después afuera de la planta.

Figura 33. Zona de acumulación llena



Estas canastas acumuladas son expulsadas por debajo de unos transportadores generando también grandes desordenes alrededor de la planta (Figura 34.), para organizarlas seguidamente en estibas con el fin de que un montacargas las lleve a una zona de inspección (Figura 35.), seguidamente, para devolver las botellas ya seleccionadas el montacargas nuevamente las lleva a la zona de acumulación

para que un operario las introduzca a un transportador que se dirige a la lavadora. Este procedimiento aparte de ser muy repetitivo está generando grandes esfuerzos a los operarios.

Figura 34. Expulsión y desorden de cajas

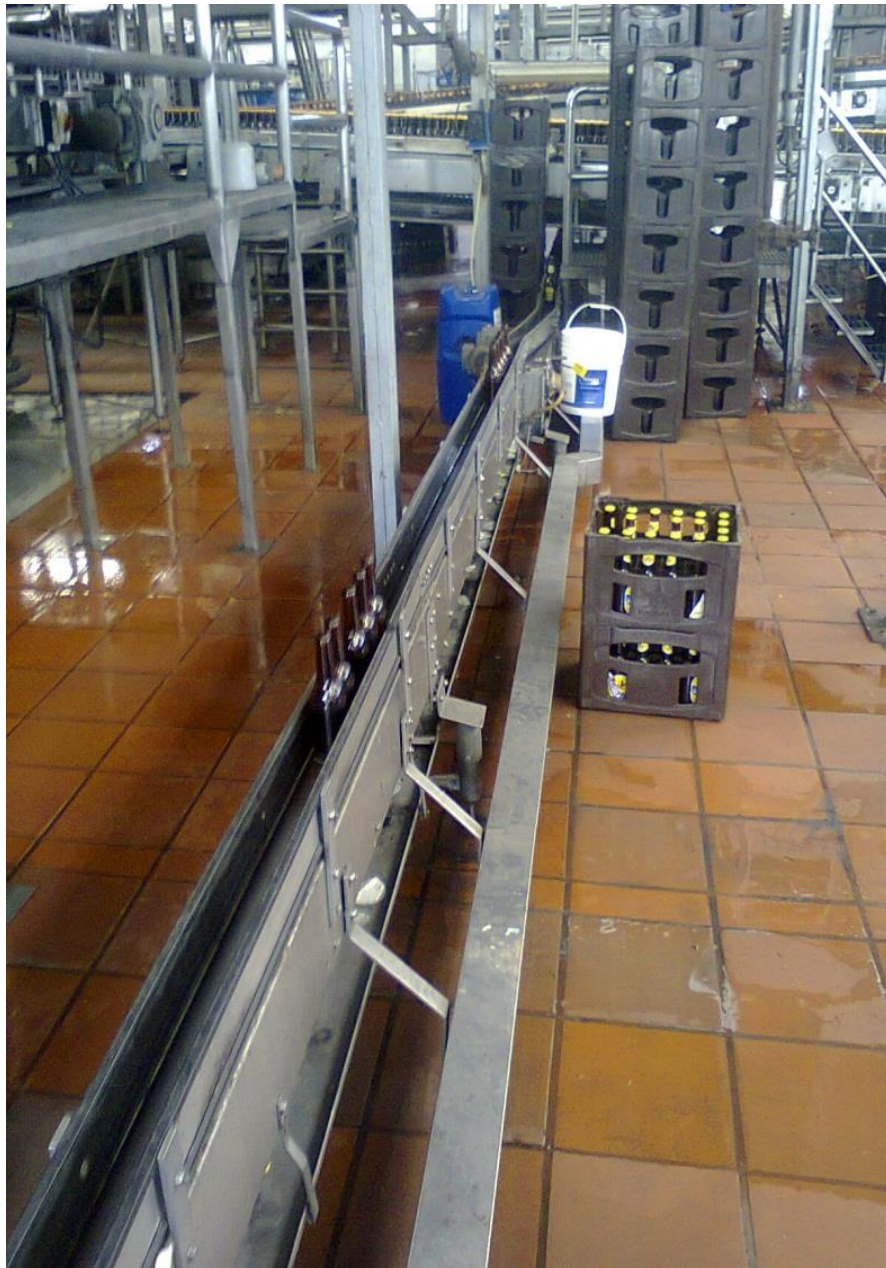


Figura 35. Estibas y Montacargas



Lo ideal es por medio del transportador existente llevar las botellas seleccionadas a un nuevo lavado (Figura 36.), este procedimiento se realiza ocasionalmente, dependiendo de la acumulación de botellas que salen de los inspectores por lo que se deduce que este transportador siempre va a estar en funcionamiento pero momentáneamente en uso.

Figura 36. Transportador rumbo a la lavadora



2.3. CONDICIONES DE DISEÑO

Debido a que el diseño a realizarse es un componente de una planta que ya está constituida, es necesario partir de las condiciones ya establecidas por la empresa, para que su acople resulte satisfactorio.

2.3.1. Capacidad: La planta de embotellado de Bucaramanga cuenta con una producción de 65000 botellas/hora, de las cuales aproximadamente un 5% es rechazado por los inspectores automáticos. La mesa diseñada debe cumplir con este criterio, agregando un factor de seguridad dado por la capacidad máxima rechazada por los inspectores que es de un 7% de la producción total, es decir, 4550 botellas/hora.

2.3.2. Velocidad: Ya que el material transportado es vidrio, es necesario mantener características especiales que mantengan a salvo las botellas transportadas, por lo tanto, se debe asegurar una velocidad reducida que se encuentre alrededor de 12 m/min y no exceda los 14 m/min según especificaciones de la empresa.

Es necesario utilizar un reductor de velocidad controlado que permita disminuir la alta velocidad con que las botellas son expulsadas de los inspectores automáticos, ya que esta no es constante y depende de la cantidad de botellas rechazadas.

2.3.3. Especificaciones de la botella: El sistema diseñado debe permitir el transporte de cada botella perteneciente a las bebidas que maneja Bavaria, pues en caso de incluir un nuevo producto a la planta de Bucaramanga esta debe ser capaz de adaptarse fácilmente.

Las botellas de los productos actuales presentadas desde la figura 37 hasta la 40 cuentan con las características presentadas en las tablas 2 a 5.

- **Águila**

Figura 37. Botella de cerveza Águila



Fuente. <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/exportaciones.pdf>

Tabla 2. Pesos y medidas de cerveza Águila

Presentación por unidad	Presentación en conjunto	Medidas (cms/pies)	Peso por caja (kg. / lb.)
Botella de 12 oz. de cuello largo	Caja de 24 unidades	26 x 37,5 x 25,3 cm. 10,23 x 14,76 x 9,96 in.	15,0 kg. / 33,0 lb.
	Bandeja x 2 <i>twelve pack</i>	24,7 x 37,7 x 25,3 cm. 9,72 x 14,84 x 9,96 in.	14,6 kg. / 32,12 lb.
	Caja x 4 <i>six pack</i>	24,7 x 37,7 x 25,3 cm. 9,72 x 14,84 x 9,96 in.	15,3 kg. / 33,66 lb.
Lata de 10 oz.	Bandeja x 24 unidades	10,9 x 40,5 x 27 cm. 14,29 x 15,94 x 10,62 in.	7,8 kg / 17,16 / lb

Fuente. <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/exportaciones.pdf>

- **Club Colombia**

Figura 38. Botella de cerveza Club Colombia



Fuente. <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/exportaciones.pdf>

Tabla 3. Pesos y medidas de cerveza Club Colombia

Presentación por unidad	Presentación en conjunto	Medidas (cms/pies)	Peso por caja (kg. / lb.)
Botella de cuello largo de 12 oz.	Caja de 24 unidades	26,0 x 37,5 x 25,3 cm. 10,23 x 14,76 x 9,96 in.	15,0 kg. / 33,0 lb.
	Bandeja x 2 <i>twelve pack</i>	24,7 x 37,7 x 25,3 cm. 9,72 x 14,84 x 9,96 in.	14,6 kg. / 32,12 lb.
	Caja x 4 <i>six pack</i>	24,7 x 37,7 x 25,3 cm. 9,72 x 14,84 x 9,96 in.	15,3 kg. / 33,66 lb.

Fuente. <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/exportaciones.pdf>

- **Poker**

Figura 39. Botella de cerveza Poker



Fuente. <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/exportaciones.pdf>

Tabla 4. Pesos y medidas de cerveza Poker

Presentación por unidad	Presentación en conjunto	Medidas (cms/pies)	Peso por caja (kg. / lb.)
Botella de cuello largo de 12 oz.	Caja de 24 unidades	26,0 x 37,5 x 25,3 cm. 10,23 x 14,76 x 9,96 in.	15,0 kg. / 33,0 lb.
	Caja x 4 <i>six pack</i>	26,0 x 37,5 x 25,3 cm. 10,23 x 14,76 x 9,96 in.	15,3 kg. / 33,66 lb.

Fuente. <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/exportaciones.pdf>

- Pony Malta

Figura 40. Botella de Pony Malta



Fuente. <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/exportaciones.pdf>

Tabla 5. Pesos y medidas de Pony Malta

Presentación por unidad	Presentación en conjunto	Medidas (cms/ pies)	Peso por caja (kg. / lb.)
Botella de 12 oz.	Caja de 24 unidades	20,5 x 41,0 x 27,5 cm. 8,07 x 16,14 x 10,82 in.	15,6 kg. / 34,32 lb.
Botella de 10 oz.	Caja de 24 unidades	20,5 x 41,0 x 27,5 cm. 8,07 x 16,14 x 10,82 in.	15,0 kg. / 33,0 lb.
	Caja x 4 <i>six pack</i>	20,5 x 41,0 x 27,5 cm. 8,07 x 16,14 x 10,82 in.	15,3 kg. / 33,66 lb.
8,5 oz. tapa rosca	Caja de 24 unidades	22,2 x 35,5 x 22,5 cm. 8,74 x 13,97 x 8,85 in.	11,1 kg. / 24,2 lb.
	Caja x 4 <i>six pack</i>	22,2 x 35,5 x 22,5 cm. 8,74 x 13,97 x 8,85 in.	11,4 kg. / 25,08 lb.
Botella de 6,2 oz.	Caja de 24 unidades	21,2 x 33,3 x 23,0 cm. 8,34 x 13,11 x 9,05 in.	9,0 kg. / 19,8 lb.
	Caja x 4 <i>six pack</i>	21,2 x 33,3 x 23,0 cm. 8,34 x 13,11 x 9,05 in.	9,4 kg. / 20,68 lb.
Lata de 10 oz.	Bandeja x 24 unidades	10,9 x 40,4 x 27,0 cm. 4,29 x 15,90 x 10,62 in.	7,8 kg. / 17,16 lb.

Fuente. <http://www.bavaria.co/pdfs/esp/exportaciones.pdf>

3. MARCO TEORICO DE TRANSPORTADORES

Los sistemas transportadores fueron creados como una solución al gran esfuerzo y cantidad de tiempo dedicados al transporte de materiales, estos han venido evolucionando con el tiempo según el material, el recorrido y el ambiente al cual se vayan a exponer. Para cada aplicación es posible seleccionar un diseño diferente cuyas características cumplan con las necesidades establecidas, pueden ser accionados por la fuerza de gravedad o por una fuerza motriz según sea más conveniente. Los transportadores que permiten trasladar un material sólido sobre una superficie plana de un lugar a otro se dividen principalmente en:

- Transportadores de banda.
- Transportadores de cadena de tablilla.
- Transportadores de rodillo.

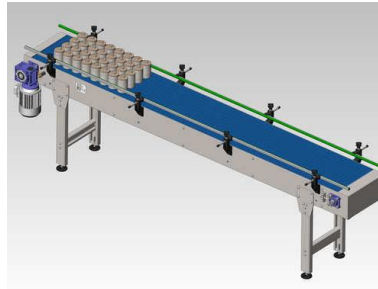
3.1. CLASES DE TRANSPORTADORES

3.1.1. Transportadores de banda: Es uno de los sistemas de transporte continuo más utilizados en la industria, se mueve por medio de la fricción ejercida por uno de los tambores que es accionado por un motor, mientras que el tambor utilizado en el otro extremo giralibre, y cuya función es servir de retorno a la banda (Figura 41.).

Las bandas transportadoras tienen la capacidad de recorrer grandes distancias llevando los materiales desde que caen en ellas hasta descargarlos en el extremo de esta, por lo tanto se utilizan principalmente para trasladar elementos pequeños, como componentes granulados, agrícolas o industriales. Aunque también son altamente utilizados en el transporte de bultos o cajas.

Tienen la capacidad de adaptarse al terreno y realizar recorridos de forma vertical, horizontal o inclinada, dependiendo de los materiales a desplazarse, disminuyendo el trabajo y permitiendo que grandes volúmenes sean movidos.

Figura 41. Transportadores de banda

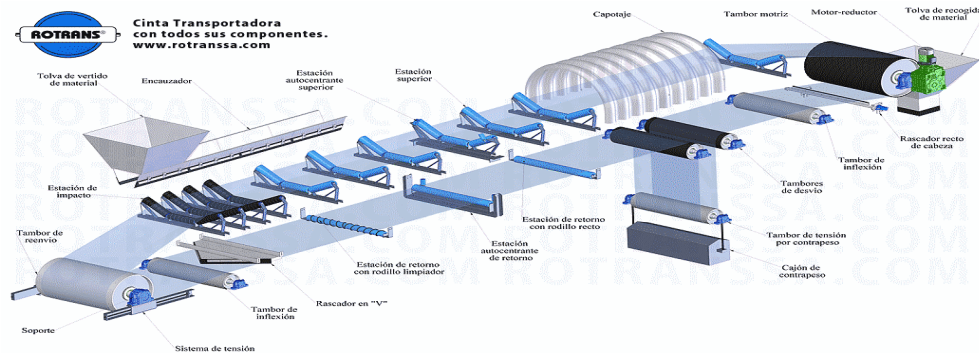


Fuente: <http://www.logismarket.es/tecnia-conveyor/transportador-de-banda-modular-plastica/2247660548-1124662-p.html>

Actualmente la fabricación detallada de bandas ha permitido con un ancho de 2 metros, capacidades de 10000 Ton/hora que con características especiales pueden llegar hasta 50000 Ton/hora con distancias de hasta 30 Km.

- **Partes del transportador de banda:** Para cumplir con su función, el transportador de banda debe tener una serie de componentes que contribuyan con el buen funcionamiento de este (Figura 42.)

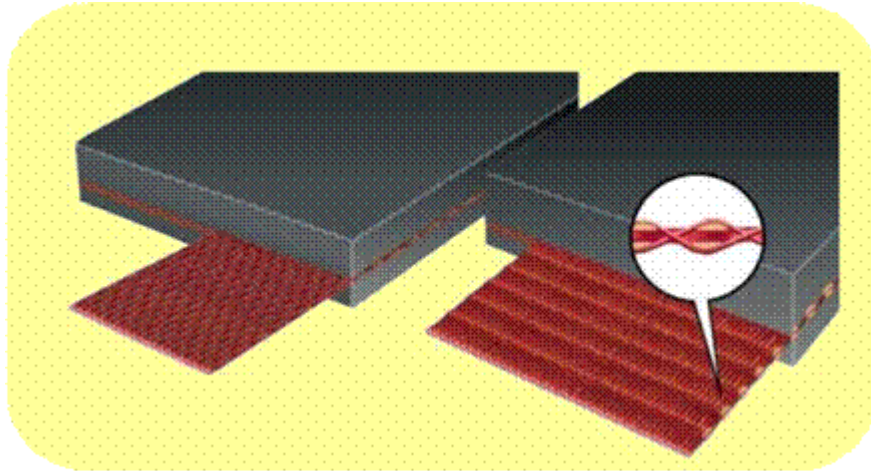
Figura 42. Partes del transportador de banda



Fuente: http://es.wikipedia.org/wiki/Cinta_transportadora

- *Bandas transportadoras*: Su función es soportar el material a trasladar y llevarlo desde la zona de carga hasta la zona de descarga (Figura 43.).

Figura 43. Banda transportadora



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/24729435/Maquinas-de-Elevacion-y-Transporte>

Pueden clasificarse según el tipo de tejido, la disposición y el aspecto de la superficie como se define a continuación:

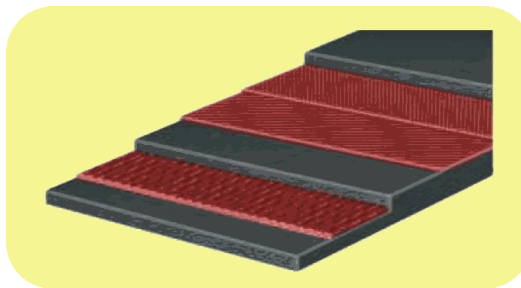
- Según el tipo de tejido:
 - De algodón.
 - De tejidos sintéticos.
 - De cables de acero.
- Según la disposición del tejido:
 - De varias telas o capas.
 - De tejido sólido.
- Según el aspecto de la superficie:
 - Lisas.
 - Rugosas.
 - Con nervios, tacos o bordes vulcanizados.

La cinta transportadora debe reunir los siguientes requisitos: alta resistencia mecánica longitudinal, flexibilidad en direcciones longitudinal (en tambores) y

transversal (en apoyo de rodillos), elevada resistencia al desgaste y a la destratificación a reiterados dobleces, poca elasticidad y alargamiento residual, poca higroscopicidad y alta resistencia a la humedad.

Por lo tanto, está formada básicamente por dos componentes: El tejido o carcasa que transmite los esfuerzos y los recubrimientos que soportan los impactos y erosiones (Figura 44.).

Figura 44. Recubrimientos de la banda

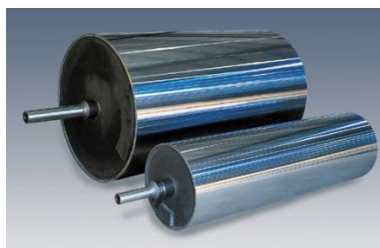


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/24729435/Maquinas-de-Elevacion-y-Transporte>

Los materiales utilizados como tejidos son: algodón, rayón, poliéster, poliamida y cables de acero.

- *Rodillos y soportes:* Su función es soportar la banda y el material transportado, además del impacto producido por la caída de este (Figura 45.), ayudan a centrar la banda en caso de salirse de su sitio de trabajo y en caso de utilizar rodillos con disco de goma se crea un efecto autolimpiador.

Figura 45. Rodillos



Fuente: http://www.soling.cl/productos_repuestos_correas.html

Los rodillos se clasifican según su función particular en:

- Rodillos de alineación: Se encargan de centrar la banda en su camino de trabajo.
 - Rodillos de impacto: Absorben el impacto provocado por las caídas de material gracias a que están fabricados en goma.
 - Rodillos de retorno: Ayudan a retornar el camino de la banda y están compuestos por discos de goma.
 - Rodillo cilíndrico: Es el rodillo más utilizado y cuenta con una superficie lisa.
 - Rodillo cilíndrico con aros de goma: Soportan los grandes impactos producidos por la caída del material en la zona de cargue y se encargan de la limpieza en el retorno.
- *Tambores*: Se encargan principalmente de transmitir la fuerza tangencial a la banda y según su clase tienen una función diferente, están formados por un eje, un envoltorio cilíndrico, recubrimientos y sistemas de unión en su gran mayoría compuestos de acero (Figura 46.).

Figura 46. Tambores

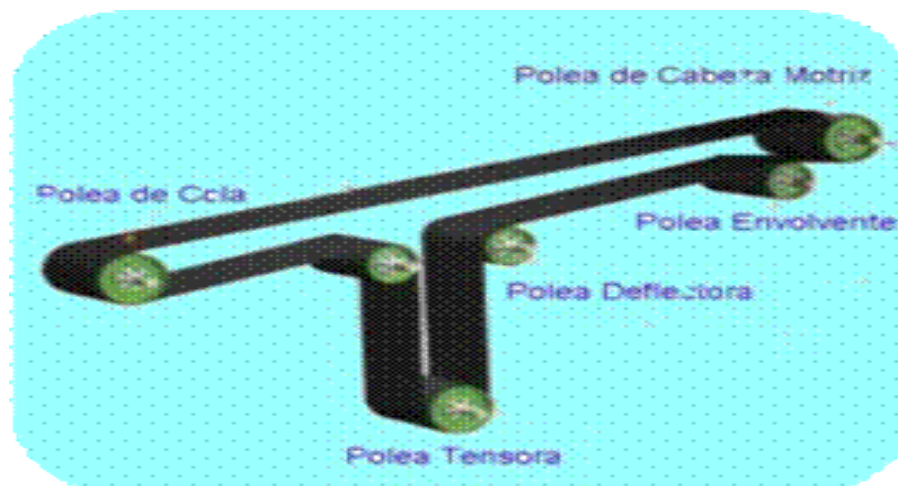


Fuente: <http://www.sumipor.com/rodillos-transportadores.html>

Se clasifican de dos formas, dependiendo de su función y de la magnitud de la tensión.

- Según su función:
 - Motrices: Se encargan de transmitir la fuerza tangencial a la banda.
 - No motrices: Se encargan de cambiar el sentido de la banda, ya sea retorno, desvío o tensores.
 - Según la magnitud de la tensión:
 - Tipo A: Se utilizan como tambores motrices cuando la tensión de la banda es alto y utilizan un ángulo de abrazado mayor a 30° .
 - Tipo B: Se implementan cuando la tensión de la banda es baja, su ángulo de abrazado es mayor a 30° y se utilizan como tambores de cola.
 - Tipo C: Son utilizados como tambores de desvío y tienen un ángulo de abrazado menor de 30° .
- *Tensores*: Los tensores de banda están encargados de mantener la tensión en la banda para que esta siempre permanezca en contacto con el tambor motriz (Figura 47.), esto gracias a que compensa las variaciones de longitud por medio de su una fuerza tensora que puede ser automática en caso de un control más exacto o fija cuando no se tiene precisión en el proceso.

Figura 47. Tensores



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/24729435/Maquinas-de-Elevacion-y-Transporte>

Se clasifican en:

- Tensor de husillo o tornillo ajustable sobre tuercas: Se utilizan en tramos de hasta 50 metros y se ubican en el tambor de cola.
 - Tensor de contrapeso por gravedad suspendido sobre guías: Se utiliza cuando la banda tiene una longitud mayor a 50 metros y tienen el fin de tensionar la banda automáticamente en caso de que ésta se contrae o dilata. Y se ubican próximo al tambor de cabeza.
 - Tensor de carro: Son útiles para longitudes de banda mayores a 50 metros, en donde se realiza el tensado por medio de un dispositivo móvil.
- *Bastidor*: Son estructuras metálicas que se encargan de soportar los componente de la banda, está compuesto por los rodillos, ramales superior e inferior y la estructura soporte.

3.1.2. Transportadores de cadena de tablilla: Estos transportadores continuos son cadenas de tablillas movidas por ruedas dentadas (Figura 48.). El sistema motor acciona las catarina motriz que se encarga de dar el movimiento a la cadena, la cual retorna por medio de una catarina libre que se encuentra al otro extremo del transportador. Se utilizan cuando la estabilidad juega un papel importante, debido a que ejercen poco ruido y pocas vibraciones.

Figura 48. Transportadores de tablilla



Fuente: <http://www.genesis-ingenieria.com/page1.php>

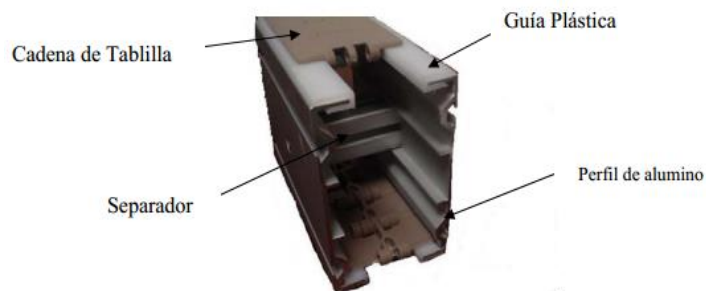
Las cadenas de tablillas pueden recorrer por cada transportador una distancia máxima de 20 metros, con un peso del producto no mayor a 20 Kg en el centro de gravedad y con velocidades menores a 15m/min. El ancho de la banda debe ser inferior a 12 pulgadas y se utilizan principalmente para el transporte botellas, cajas, o en la industria farmacéutica.

Estos transportadores pueden realizar recorridos horizontales, inclinados y con componentes especiales moverse en superficies curvas. Es importante tener en cuenta el peso de las piezas, su centro de gravedad y la velocidad establecida en el párrafo anterior con el fin de mantener la estabilidad sobre la cadena y evitar que en los tramos especiales el material se caiga del transportador, además de diseñar guías laterales que en cada caso contribuyan con la permanencia del material en el recorrido establecido.

El material utilizado en estas cadenas puede ser acero, plástico, acero al carbono, cromoníquel austenítico, entre otros dependiendo del material transportado o la industria a la cual se aplique.

- **Partes del transportador de cadena de tablilla:** Los sistemas transportadores de tablillas constan de los siguientes elementos (Figura 49.):

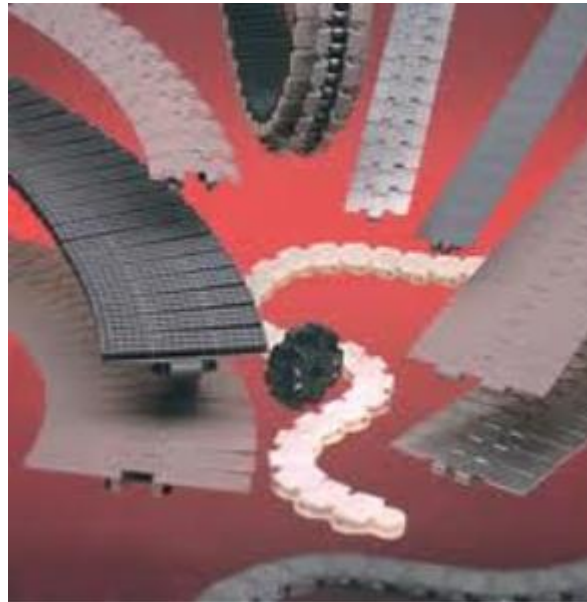
Figura 49. Perfil del transportador



Fuente:<http://www.perfilesdealuminioranurado.com.mx/catalogo/GUIA%20FAB%20TRANSPORTADORES%20DE%20TABLILLAS.pdf>

- *Cadena de tablillas:* Es posible encontrar diversos tipos de entablillado en la industria (Figura 50.), debido a que cada uno se adapta a las propiedades, las dimensiones y la dirección del material a transportar. Según las dimensiones, los perfiles de los entablillados se elaboran con ancho y características diferentes, estos se unen unos a otros en línea para formar la base del desplazamiento. El material utilizado depende de las propiedades y básicamente se utilizan polímeros y aceros con diferentes tratamientos y características. La unión entre eslabones se acopla a los dientes de las catarinas y gracias a estas se transmite el movimiento.

Figura 50. Cadenas de tablilla



Fuente:[http://www.abina.com/Detalle.aspx?ps=4&pn=1
&po=orden%20DESC&ip=132&no=&nom=&nomb=&de
=&des=&desc=&im=&th=&ic=24&is=21&or=0&ie=2](http://www.abina.com/Detalle.aspx?ps=4&pn=1&po=orden%20DESC&ip=132&no=&nom=&nomb=&de=&des=&desc=&im=&th=&ic=24&is=21&or=0&ie=2)

- *Sistema de transmisión:* El sistema de transmisión de los transportadores de tablilla es similar al de las bandas transportadoras, la diferencia en este caso es que en vez de utilizar tambores se utilizan catarinas que transmiten el movimiento a la cadena por medio de sus dientes (Figura 51.). Cada

transportador requiere dos catarinas que se acoplan al eje por medio de un cuñero, la catarina de transmisión entrega el movimiento a partir del motor y se sitúa al final del transportador y la catarina libre contribuye con la tensión de la cadena y no cuenta con una fuerza motora, se encuentra al inicio del transportador.

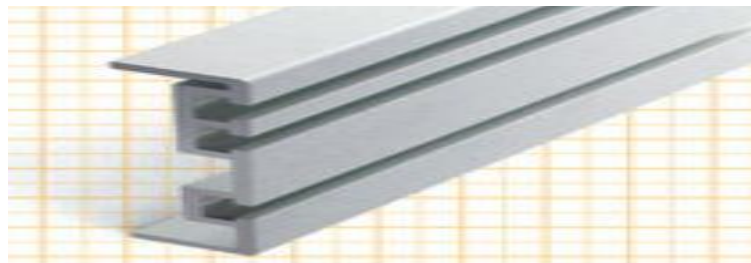
Figura 51. Catarinas



Fuente: <http://www.arisacv.com.mx/catalogo/catarinas.php>

- *Sistema propulsor:* El movimiento se transmite a la catarina motora por medio de un motoreductor cuya relación se define dependiendo de las características de los elementos transportados y las velocidades permitidas y necesarias de estos.
- *Perfil del transportador:* Se encarga de acomodar la cadena al transportador para que su recorrido sea deseado (Figura 52.).

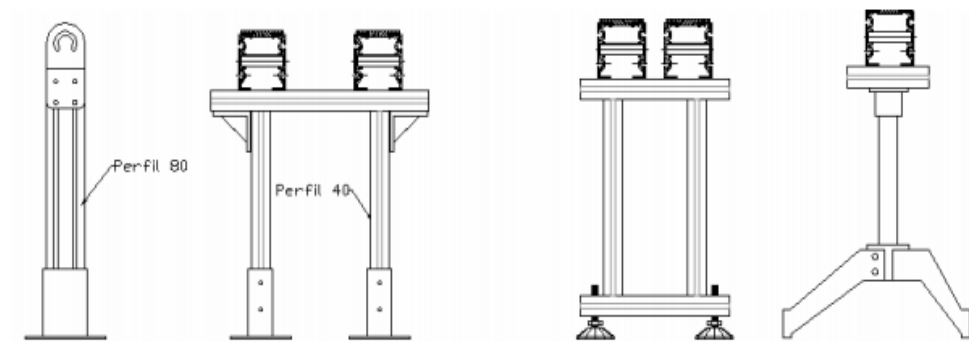
Figura 52. Perfil del transportador



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/ave-trans-mec/cintas-transportadoras-modulares-plastico-60286-390679.html>

- **Bases:** Las bases del transportador se encargan del soporte total y deben ser capaces de sostener en su máxima capacidad el sistema de transporte (Figura 53.), por tal motivo su altura máxima es de 5 metros.

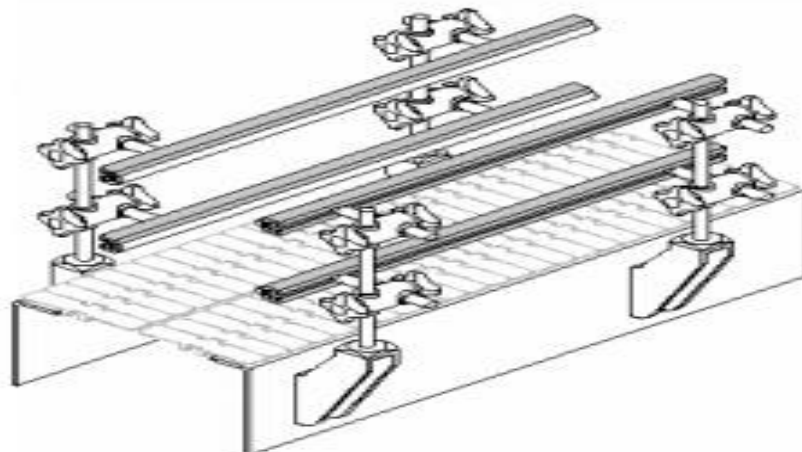
Figura 53. Bases



Fuente:<http://www.perfilesdealuminioranurado.com.mx/catalogo/GUIA%20FAB%20TRANSPORADORES%20DE%20TABLILLAS.pdf>

- **Guías ajustables:** Los transportadores requieren de una guía que mantiene la estabilidad del material transportado (Figura 54.).

Figura 54. Guías ajustables



Fuente:<http://www.perfilesdealuminioranurado.com.mx/catalogo/GUIA%20FAB%20TRANSPORADORES%20DE%20TABLILLAS.pdf>

3.1.3. Transportadores de Rodillos: Es un sistema de transporte continuo que desplaza la carga sobre unos rodillos ubicados en la estructura que giran libremente o gracias a una fuerza inducida (Figura 55.). Sus componentes son similares a los de una banda transportadora, con la diferencia que en este caso la banda es remplazada por rodillos.

Figura 55. Transportador de rodillos



Fuente: <http://www.co.all.biz/transportador-de-rodillos-g9491>

Los transportadores de rodillos se utilizan para transportar elementos con un fondo regular, ya que para desplazarlos se utilizan rodillos con cierta separación, lo cual elimina en parte la estabilidad y ofrece un soporte irregular, generalmente se utilizan para movilizar cajas, llantas, paquetes, etc. Siempre y cuando cumplan con la condición principal de un fondo regular.

Los rodillos que transmiten el movimiento están fabricados generalmente en acero y en casos especiales de carga o condiciones del material a transportar se recubren con goma para amortiguar los golpes. Se utilizan para transportar cargas de hasta 1500 Kg.

Estos transportadores pueden ser accionados por gravedad, por fuerza humana o por una fuerza motora aplicada al primer rodillo y transmitida a los demás por medio de una cadena o por medio de bandas transportadoras. Dependiendo de la capacidad a transportar, el terreno en el cual se ubica y el tiempo en que estará en funcionamiento el sistema.

Se dividen según su accionamiento y construcción en:

- *Por gravedad:* Como su nombre lo indica se hace valer de la fuerza de gravedad para desplazar la carga, se utiliza en recorridos inclinados (Figura 56.).

Figura 56. Transportadores de rodillo por gravedad



Fuente: <http://www.penaycia.com/sistemas-de-transportadores/transportadores-de-rodillos.aspx>

- *De rodillos por banda:* En este caso una fuerza motora acciona el primer rodillo y este a su vez gracias a una banda transmite el movimiento a los demás rodillos (Figura 57.).

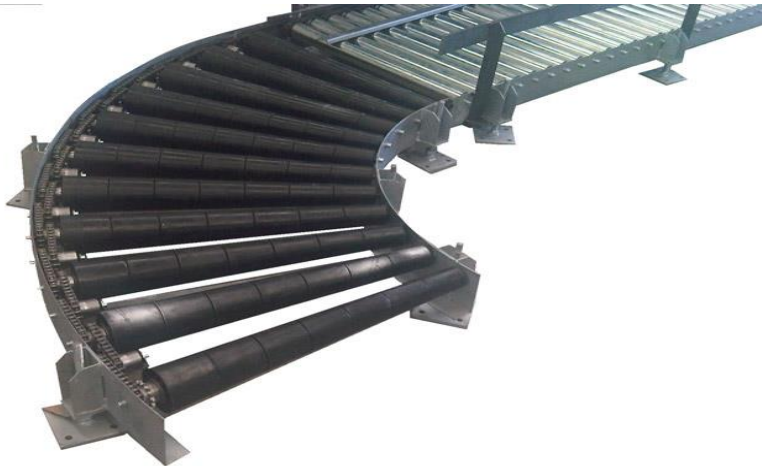
Figura 57. Transportador de rodillos por banda



Fuente: <http://www.logismarket.ind.br/rukava/transportador-de-roletes-em-curva/1511769709-1179618386-p.html>

- *De rodillos accionado por cadena:* El movimiento se transmite a los rodillos por medio de una cadena, son utilizados cuando el material a transportar es pesado (Figura 58.).

Figura 58. Transportadores de rodillos accionados por cadena



Fuente: http://www.mecanizadosvillarreal.com/71105_es/Fabricacion-lineas-produccion-a-medida/

Los rodillos utilizados en este caso se dividen en tres grupos:

- Rodillos de impacto: Están elaborados generalmente de caucho debido a que deben recibir y absorber la máxima carga que soportará el transportador, se ubican en la sección de carga donde se recibe de la tolva el material.
- Rodillos de carga: Transportan a lo largo de la cinta la carga, usualmente son de carga triple (un bastidor y tres rodillos) y en ocasiones de carga simple (sólo un rodillo) y generalmente son de acero.
- Rodillos de retorno: Se ubican en la parte inferior del transportador, en caso de tener una banda sobre los rodillos, permitiendo que la cinta se deslice por ellos cuando se está realizando el retorno.

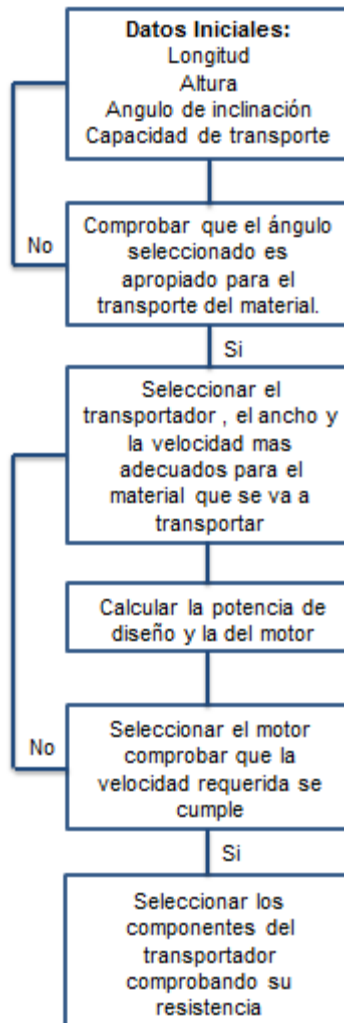
3.2. CALCULO Y SELECCIÓN DE LOS TRANSPORTADORES

Aunque existen diferencias en la configuración de estos transportadores, generalmente el cálculo es el mismo, debido a que si el sistema motor funciona de la misma forma y este es el que transmite el movimiento al transportador. El procedimiento se define paso a paso en la figura 59.

3.2.1. Información requerida: Es imprescindible el conocimiento de ciertos datos para el diseño y selección de cada uno de los transportadores:

- **Longitud del transportador (L):** Distancia entre centros de tambores o catarinas en caso de cada transportador.
- **Altura de la banda (H):** Diferencia de niveles entre los centros de los tambores o catarinas.

Figura 59. Procedimiento para el cálculo de los transportadores



Fuente: Autores

- **Ángulo de inclinación (ϕ):** Ángulo formado entre la horizontal y la banda, se debe tener en cuenta la máxima inclinación permitida por el material transportado para que este mantenga el equilibrio.
- **Capacidad de transporte:** Capacidad de material en toneladas por hora para la cual debe ser diseñado el transportador.
- **Características del material transportado.**

Es necesario, así mismo, conocer otros parámetros dados por tablas o que se deben calcular:

- **Factor de fricción entre banda y rodillos (f):** Se halla por tabla y es adimensional.
- **Factor de longitud (Lo) o longitud ajustada (L+ Lo):** El factor de longitud se encuentra en un rango ya establecido y se da en metros o pies.
- **Peso unitario de la carga (P_M):** Se expresa en Kg/m o Lb/ft.
- **Peso aproximado de la banda (P_B):** Se expresa en Kg/m o Lb/ft.
- **Factor de accionamiento (K):** Se da según el tipo de tensor y recubrimiento, del tambor motriz y del ángulo de abrace.

3.2.2. Máximo ángulo de inclinación: Cada material cuenta con un ángulo máximo de inclinación diferente según sus características granulométricas con el fin de mantener su equilibrio, dichos ángulos se encuentran establecidos en tablas y en caso de no encontrarse en estas es necesario realizar un análisis dinámico al componente teniendo en cuenta las velocidades y los materiales utilizados en el sistema de transporte.

3.2.3. Selección del transportador: Como se especificó anteriormente, cada transportador cumple una función diferente y está diseñado para materiales con características específicas, por lo tanto la selección del transportador se lleva a cabo teniendo en cuenta las características del material a transportar.

- **Ancho:** Se adopta un ancho de la banda dependiendo del tamaño del material transportado, con el fin de cumplir con la capacidad y evitar el gasto innecesario de espacio. Es necesario tener en cuenta el tipo de transportador que se seleccionó y las dimensiones establecidas por el fabricante.
- **Velocidad:** La velocidad necesaria se puede establecer por el diseño del sistema cuando este está acoplado a otros mecanismos que necesariamente requieren una velocidad que encaje con los demás procesos o en caso de

tener libertad sobre este criterio es necesario establecer una velocidad del 75% de la máxima permitida y establecida en tablas.

- **Determinación del número de lonas:** En caso de utilizar banda transportadora se debe determinar el número de lonas mínimo con el fin de dar un soporte apto al transportador. Se define en función de la máxima tensión de trabajo a que está sometida la banda (T_1), la cual a su vez está en función de la fuerza efectiva de arrastre (F_t).

$$n = \frac{T_1}{B \times \sigma_t} \quad (\text{Ecuación 1.})$$

$$T_1 = F_t \left[\frac{e^{\mu\theta}}{e^{\mu\theta} - 1} \right] = F_t(K) \quad (\text{Ecuación 2.})$$

$$F_t = \frac{(C.V.) \times 75}{V} \quad (\text{Ecuación 3.})$$

Dónde:

B= ancho de la banda en cm.

σ_t = Esfuerzo admisible de la banda en Kg/cmxcapa, según tabla.

K= Factor de accionamiento de tabla 6 según el tipo de tensor y si el tambor lleva o no recubrimiento de lona.

V= Velocidad de la banda en m/s.

C.V. = Potencia nominal en eje de tambor motriz en caballos de fuerza, la cual se calcula a continuación.

Tabla 6. Factor de accionamiento

Factor de accionamiento "K" (Tensor de contrapeso)											
Tipo de accionamiento	Único Tambor							Tambor único con polea adicional			
Angulo de arrollamiento	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	260°	280°	300°	---
Tambor desnudo	1,84	1,78	1,72	1,67	1,62	1,58	1,54	---	---	1,37	---
Tambor forrado	1,50	1,46	1,42	1,38	1,35	1,32	1,30	---	---	1,19	---
Factor de accionamiento "K" (Tensor de tornillo)											
Tipo de accionamiento	Único Tambor		Tambores en tándem								
Angulo de arrollamiento	320°	340°	360°	380°	400°	420°	440°	460°	480°	500°	600°
Tambor desnudo	1,33	---	1,26	1,23	1,21	1,19	1,17	1,15	1,14	1,13	1,03
Tambor forrado	1,16	---	1,13	1,11	1,09	1,08	1,07	1,063	1,055	1,05	1,03
Tipo de accionamiento	Único Tambor		Tambor único con polea adicional								
Angulo de arrollamiento	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	260°	---	---	---
Tambor desnudo	2,05	---	1,93	---	1,82	---	1,73	1,66	---	---	---
Tambor forrado	1,85	---	1,72	---	1,64	---	1,57	1,51	---	---	---
Tipo de accionamiento	Único Tambor		Tambores en tándem								
Angulo de arrollamiento	---	340°	360°	380°	400°	420°	440°	460°	480°	---	---
Tambor desnudo	---	1,46	1,43	1,41	1,39	1,37	1,36	1,34	1,33	---	---
Tambor forrado	---	1,36	1,33	1,31	1,29	1,28	1,27	1,265	1,26	---	---

Fuente: Manejo y Transporte de materiales. Aparatos de transporte continuo, 3ª parte. Raúl Posso Soto. Pág. 64.

3.2.4. Cálculo de potencia: Por norma la potencia necesaria en el eje motriz se compone de tres potencias individuales para cada función.

- Potencia para mover la carga horizontalmente.
- Potencia para mover la carga verticalmente.
- Potencia para mover el transportador vacío.

La potencia del eje motriz se calcula en función de la fuerza de arrastre tangencial:

$$F_t = \frac{C \times H}{3,6V} + f(L + L_o) \left[\frac{C}{3,6V} + P_M \right] \quad \text{en Kg} \quad (\text{Ecuación 4.})$$

- **Cálculo de potencia en unidades métricas**

- Potencia para mover la carga horizontalmente en C.V.

$$P_H = \frac{f(L + L_o)C}{270} \quad (\text{Ecuación 5.})$$

- Potencia para mover la carga verticalmente en C.V.

$$P_V = \frac{C \times H}{270} \quad (\text{Ecuación 6.})$$

- Potencia para mover el transportador vacío en C.V.

$$P_{VA} = \frac{f(L + L_o)(3,6V \times P_M)}{270} \quad (\text{Ecuación 7.})$$

Por lo tanto, la potencia del eje motriz es la suma de las potencias nombradas anteriormente.

$$P = \frac{C \times H}{270} + \frac{f(L + L_o)}{270} (C + 3,6V \times P_M) \quad \text{en C.V.} \quad (\text{Ecuación 8.})$$

Dónde:

C= Capacidad en Ton/hora

H= Diferencia de niveles por cubrir en metros

V= velocidad nominal de la banda en m/s

f= Factor de fricción de valor 0,022 a 0,035.

Lo= Factor de longitud de valor entre 15 y 25 metros.

P_M= Suma de los pesos de las partes móviles en Kg/m, cuyo valor se obtiene a partir de la suma de los dos ramales de la banda, el peso de los rodillos superiores y de los inferiores.

- **Cálculo de potencia en unidades inglesas**

- Potencia para mover la carga horizontalmente en HP.

$$P_H = \frac{f(L + L_o)C}{990} \quad (\text{Ecuación 9.})$$

- Potencia para mover la carga verticalmente en HP.

$$P_V = \frac{C \times H}{990} \quad (\text{Ecuación 10.})$$

- Potencia para mover el transportador vacío en HP.

$$P_{VA} = \frac{f(L + L_o)(V \times P_M)}{990} \quad (\text{Ecuación 11.})$$

Por lo tanto, la potencia del eje motriz es la suma de las potencias nombradas anteriormente.

$$P = \frac{C \times H}{990} + \frac{f(L + L_o)C}{990} + \frac{f(L + L_o)(P_M \times V)}{990} \quad \text{en HP} \quad (\text{Ecuación 12.})$$

Dónde:

P_M = Suma de los pesos de las partes móviles en Lb/ft

C= Capacidad en Ton/h.

H= Desnivel entre tambores o catarinas en pies.

f= Factor de fricción de valor promedio 0,03.

L_o = Factor de longitud, entre 50 y 70 pies.

V= velocidad en ft/min.

4. DISEÑO CONCEPTUAL

Con el fin de realizar un diseño que cumpla con las características deseadas por el cliente se realizó un estudio basado en los requerimientos necesarios para llegar a la solución que más se ajuste a estos.

La finalidad de este proceso es presentar tres propuestas que por medio de los criterios principales de calificación permitirán seleccionar la mejor solución para este caso. El transportador utilizado en cada uno de los diseños será un transportador de cadena tabletop 3 ¼" de acero inoxidable debido a que es un requisito de la empresa, por las dimensiones y características del material transportado.

4.1. REQUERIMIENTOS DEL CONSUMIDOR

El cliente interesado en adquirir este sistema ofreció una lista de características que consideró de gran importancia, empezando a partir de los más importantes para ellos. A continuación se establecen dichos requerimientos:

- Que cumpla con la capacidad de producción de la línea dos de embotellado
- Fácil operación.
- Fácil instalación.
- Fácil acceso.
- Ergonómico en la sección de clasificación.
- Que sirva para cualquier tipo de botella.
- Que cumpla con la norma de seguridad ISO 18000.
- Bajo costo de mantenimiento.
- Fácil limpieza.

- Económico (Precio asequible).
- Diseño innovador.
- Que sea lo más compacta posible.
- Logísticamente sencillo.
- Mantenibilidad.
- No contaminación.

4.2. REQUERIMIENTOS TECNOLOGICOS

Es necesario realizar una lista de requerimientos tecnológicos que serán calificados con base en las necesidades del cliente para así seleccionar los más importantes y realizar la selección de la alternativa ganadora partiendo de estos.

4.2.1. Potencia: Cada transportador debe utilizar un motoreductor que preferiblemente no sobrepase la potencia de 1,1 Kw ya que la empresa generalmente utiliza este tipo de motorreductores y en cuanto a repuestos o cambios son más asequibles.

4.2.2. Capacidad: La planta de embotellado tiene una capacidad de 65000 botellas/hora, de las cuales el transportador recibe aproximadamente un 5%, que para más confiabilidad se deberá mantener en un 7%.

4.2.3. Ubicación de la mesa: Debido a que la planta de embotellado está conformada actualmente por equipos, es necesario buscar un sitio para el puesto de trabajo que brinde comodidad al operario y que facilite el trabajo realizado.

4.2.4. Material de la banda (acero inoxidable): El material utilizado para la banda debe soportar la corrosión creada por los líquidos que se transportan en la planta, pues así lo establece la empresa.

4.2.5. Distribución del transportador en el embotellado: El transportador de botellas vacías debe acoplarse a la planta que ya está constituida, teniendo en cuenta que para llegar al puesto de trabajo y de nuevo a la lavadora es necesario cruzar transportadores ya existentes con una inclinación que mantenga la estabilidad de las botellas.

4.2.6. Ancho de la banda: Las botellas que se transportaran tienen un diámetro de 5 centímetros, por lo tanto se requiere un ancho de banda que permita su transporte y que mantenga un espacio para ubicar los componentes del transportador, por norma el ancho es de 3 ¼”.

4.2.7. Ergonomía: La comodidad del operario al realizar sus labores es indispensable, un ambiente fresco y una zona de trabajo que no requiera grandes esfuerzos harán que se sienta cómodo y trabaje mejor.

4.2.8. Garantía del fabricante: El sistema de transporte debe tener la confiabilidad de servir por lo menos un tiempo determinado, en dado caso de tener fallas el fabricante debe responder por los daños.

4.2.9. Número de subsistemas: El sistema transportador va a estar compuesto de 3 subsistemas que son:

- Entrada botellas rechazadas por los inspectores hasta entrada mesa de acumulación.
- Mesa de acumulación.
- Salida mesa de acumulación hasta lavadora.

4.2.10. Eficiencia: El sistema de transporte debe cumplir con una eficiencia alta ya que los transportadores nunca van a parar.

4.2.11. Fácil mantenimiento: Cada transportador va a estar ensamblado de tal manera que al existir alguna falla va a ser fácil desmontar y realizar la reparación.

4.2.12. Velocidad de la banda: Todo el sistema transportador debe cumplir con la velocidad impuesta por la empresa que está en el rango de 12 a 14 m/min.

4.2.13. Tamaño del mecanismo de transporte: El sistema de transporte debe ser lo más compacto posible teniendo en cuenta la distribución de la planta actual.

4.2.14. Adaptabilidad a la planta: El sistema transportador debe acondicionarse a la distribución de la planta actual para evitar cambios en ella que generarían costos y por lo tanto aumentaría el valor de la inversión.

4.3. MATRIZ CALIDAD (QFD)

Teniendo los requerimientos del cliente en el orden que se suministraron y los requerimientos tecnológico se realiza una ponderación calificando según la

relación que cada uno de estos tenga, con el fin de encontrar los más importantes y realizar la selección basados en estos (Figura 60.).

4.3.1. Ponderación de resultados para la selección de la solución: A partir del despliegue de la función calidad (QFD) se obtuvo la prioridad de los siguientes requerimientos tecnológicos en orden (Tabla 7.).

Tabla 7. Ponderación de resultados

ORDEN	REQUERIMIENTO	VALOR SEGÚN PRIORIDAD	PORCENTAJE	% APROXIMADO
1	Ubicación de la mesa	708	41,3310	41
2	Distribución del transportador en el embotellado	530	30,9399	31
3	Ergonomía	475	27,7291	28
TOTAL		1713	100	100

Con base en las 3 opciones más destacadas y su porcentaje de importancia se establecen los detalles necesarios en la solución presentada. Para satisfacer las necesidades del cliente se hace necesario aportar las características de la mesa y tener en cuenta la distribución de la planta, de tal forma que el espacio utilizado sea el más conveniente posible tanto para la empresa como para el operario.

4.3.1. Descripción de los requerimientos.

Cada alternativa tendrá una calificación en cada requerimiento según sus características, estas estarán establecidas en tablas cuyas puntuaciones se dan según criterios de bueno (9), regular (3), y deficiente (1).

Figura 60. Matriz calidad

		REQUERIMIENTOS TECNOLOGICOS																													
		Prioridad		Potencia		Capacidad		Ubicación de la mesa		Material de la banda (Acero inoxidable)		Distribución del transportador en el embotellado		Ancho de la banda		Ergonomia		Garantía del fabricante		Número de subsistemas		Eficiencia 98%		Fácil Mantenimiento		Velocidad de la banda		Tamaño del mecanismo de transporte		Adaptabilidad a la planta	
CLIENTE	Que cumpla con capacidad de producción de la empresa	15	3	45	9	135	0	0	1	15	0	0	0	0	1	15	1	15	1	15	9	135	3	45	9	135	3	45	9	135	
	Fácil operación	14	0	0	3	42	9	126	0	0	1	14	0	0	9	126	0	0	3	42	0	0	0	0	1	14	3	42	1	14	
	Fácil instalación	13	0	0	3	39	9	117	3	39	9	117	3	39	1	13	0	0	3	39	0	0	1	13	0	0	3	39	3	39	
	Fácil acceso	12	0	0	0	0	0	0	0	0	9	108	1	12	9	108	0	0	3	36	0	0	1	12	0	0	1	12	0	0	
	Ergonómico en la sección de clasificación	11	0	0	1	11	9	99	0	0	1	11	0	0	9	99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0
	Que sirva para cualquier tipo de botella	10	0	0	9	90	9	90	3	30	1	10	9	90	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	1	10	3	30	0	0	
	Norma de seguridad SISO	9	3	27	3	27	3	27	1	9	9	81	0	0	9	81	0	0	1	9	0	0	1	9	3	27	9	81	0	0	
	Bajo costo de mantenimiento	8	3	24	1	8	9	72	9	72	3	24	1	8	0	0	9	72	9	72	0	0	9	72	1	8	3	24	0	0	
	Fácil limpieza	7	0	0	0	0	9	63	9	63	9	63	1	7	0	0	0	0	3	21	0	0	9	63	0	0	9	63	0	0	
	Económico (Precio asequible)	6	9	54	3	18	1	6	9	54	3	18	0	0	1	6	0	0	3	18	0	0	1	6	0	0	3	18	3	18	
	Diseño innovador	5	0	0	1	5	9	45	0	0	9	45	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	3	15	3	15	
	Que sea lo más compacta posible	4	1	4	3	12	9	36	0	0	3	12	1	4	0	0	0	0	9	36	0	0	1	4	0	0	3	12	1	4	
	Logísticamente sencillo	3	0	0	3	9	9	27	0	0	9	27	1	3	9	27	0	0	1	3	0	0	9	27	0	0	9	27	3	9	
	Mantenibilidad	2	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	18	0	0	9	18	0	0	0	0	0	0	0	0	
	No contaminación	1	9	9	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
	Sumatorias	163		402		708		285		530		163		475		105		307		153		251		205		409		234			
	PRIORIDAD	12		5		1		7		2		11		3		14		6		13		8		10		4		9			
Relación		9Fuerte	3Medio	1Bajo	0Ninguna																										

- **Ubicación de la mesa:** Es necesario ubicar la mesa en un lugar que cumpla con las capacidades dadas por la línea y que además se encuentre en un lugar que tenga fácil acceso para los operarios y para la salida de las canastas (Tabla 8.).

Tabla 8. Calificación de la ubicación de la mesa

Ubicación de la Mesa			
	Calificación		
	Menos de 2m ²	de 2 a 4m ²	Más de 4m ²
Área disponible	1	3	9
	Transito Continuo	Paso esporádico de operarios	Zona libre de operarios
Circulación de operarios	1	3	9
	Salida manual de las canastas	Montaje de un sistema de transporte extra	Canastas directamente a la estiba
Complejidad para sacar las canastas	1	3	9

Fuente: Autores

- **Distribución del transportador de rechazo en el embotellado:** Debido a que el embotellado actualmente tiene un sistema de transporte de botellas rechazadas es necesario presentar un diseño que se adapte a la planta con las mínimas modificaciones posibles. (Tabla 9.)
- **Ergonomía:** Se debe tener en cuenta al momento de ubicar la mesa de trabajo la comodidad del operario para realizar sus labores, pues dependiendo de estas características se podrá mejorar el desempeño. El operario debe realizar el menor esfuerzo posible con el fin de evitar su cansancio, se deben mejorar

también condiciones de ambiente y evitar al máximo el desplazamiento del trabajador para así reducir cansancio y tiempos extras (Tabla 10.).

Tabla 9. Calificación del transportador de rechazo en el embotellado

Distribución del transportador de rechazo en el embotellado			
	Calificación		
	Más de 70 metros	Hasta 60 metros	Menos de 50 metros
Recorrido de la botella	1	3	9
	Desmontaje y montaje de nuevos transportadores	Reubicación de transportadores	Modificaciones mínimas
Modificación de los transportadores actuales	1	3	9

Tabla 10. Calificación de ergonomía

Ergonomía			
	Calificación		
	75 a 90 cm	90 a 95 cm	95 a 110 cm
Altura de trabajo	1	3	9
	Más de 5 m	Hasta 4 m	Menos de 2 m
Desplazamiento del operario	1	3	9
	Dificultad para instalar ventilación e iluminación	Instalación de ventilación e iluminación	Ambiente fresco e iluminado
Iluminación y ventilación	1	3	9

4.4. PLANTEAMIENTO DE LAS ALTERNATIVAS

Después de analizar la matriz calidad y el porcentaje de importancia de los requerimientos técnicos esenciales se procede a la búsqueda de alternativas que cumplan con lo establecido anteriormente y suplan las necesidades del cliente.

Las problemáticas actuales que se deben tener en cuenta en el momento de seleccionar un diseño son:

- Para diseñar la línea botella desechada-mesa, es necesario bajar el nivel de la línea que conduce las botellas rechazadas por la maquina “OmniVision II Inspección de botella vacía” un mínimo de 100 centímetros, debido a que las demás líneas pertenecientes a la planta se encuentran a una altura que no permite su cruce con el nuevo componente.
- La mesa debe tener una altura óptima que brinde confort y comodidad en la tarea del operario encargado, esta mesa debe conectarse a la línea botella desechada-mesa y permitir el envío de las botellas de nuevo a la lavadora.
- Para conducir de nuevo las botellas inspeccionadas y seleccionadas a la lavadora, también se debe tener en cuenta el cambio de nivel que se necesitaría en caso de cruzar este sistema con los ya existentes.
- El sistema de transporte aplicado debe diseñarse conforme a lo que se va a transportar, en este caso botellas, las cuales son frágiles y necesitan desplazarse de forma segura.
- Las canastas llenas con botellas desechadas se deben entregar al montacargas, ubicadas y ordenadas en estibas.

4.4.1. Alternativa 1: En este caso las botellas se encuentran al salir de los inspectores automáticos y bajan con un ángulo admisible hasta alcanzar la altura de la línea que conduce a la lavadora, allí se desplazan hasta una ramificación que las lleva por medio de un ángulo de elevación a la mesa ubicada en un

espacio libre ubicado al lado del transportador que sale de la lavadora donde se inspeccionan visualmente y se seleccionan para ser enviadas de nuevo a la línea que conduce a la lavadora o ser ubicadas en canastas que con ayuda de cadenas se transportaran a la parte exterior de la planta, en donde el operario deberá organizarlas y dejarlas listas en las estibas para ser recogidas por el montacargas (Figura 61.).

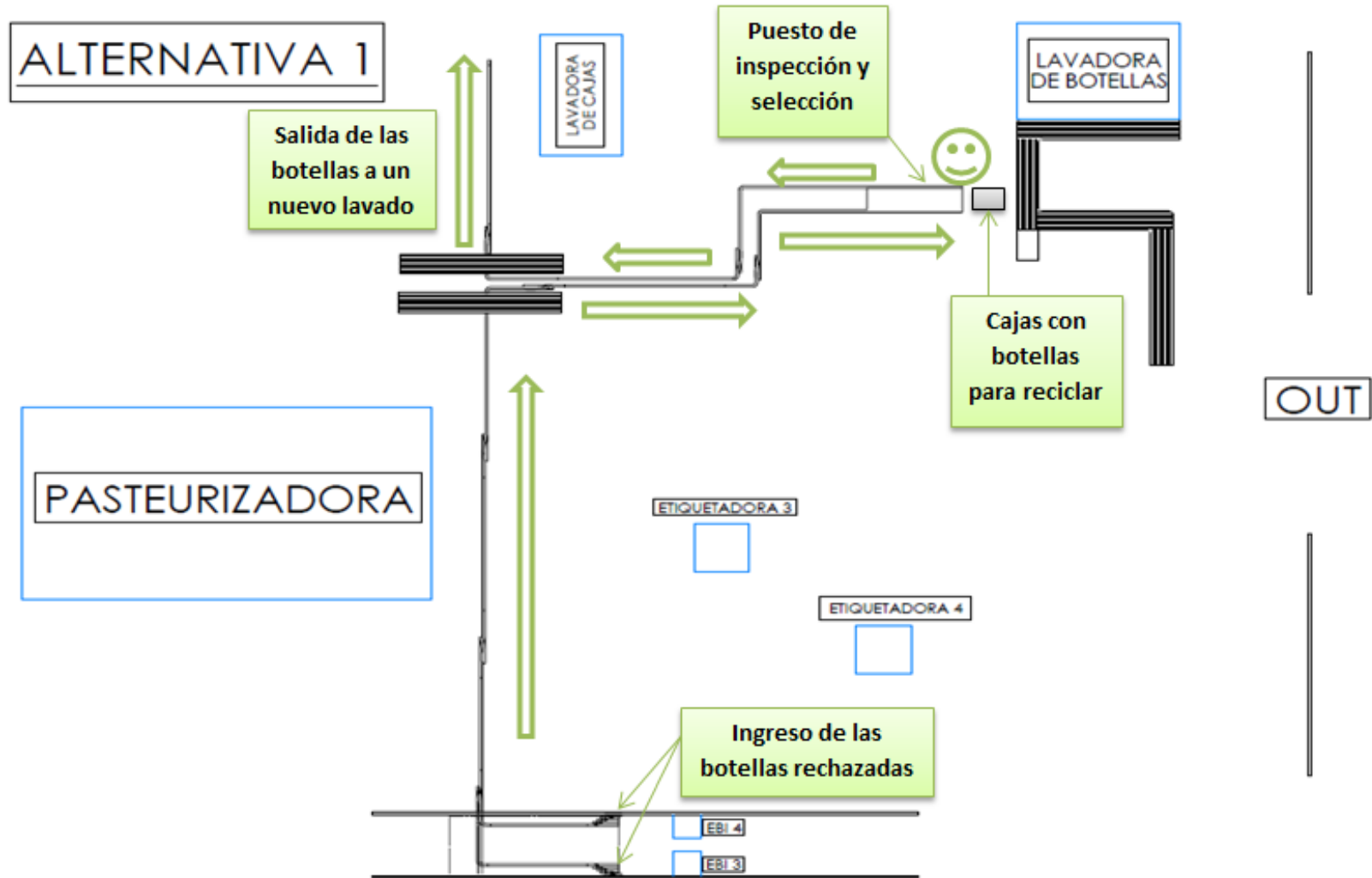
Los criterios tecnológicos correspondientes a la alternativa 1 se califican a continuación

- **Ubicación de la mesa:** El espacio que se tiene en el lugar de ubicación es relativamente grande, aunque debido a que es una zona de circulación se tiene una pequeña limitación y al estar ubicada internamente elimina la posibilidad de ingresar el montacargas (Tabla 11.)

Tabla 11. Ubicación de la mesa de la alternativa 1

Ubicación de la Mesa			
	Calificación		
	Menos de 2m ²	de 2 a 4m ²	Más de 4m ²
Área disponible	1	3	9
	Transito Continuo	Paso esporádico de operarios	Zona libre de operarios
Circulación de operarios	1	3	9
	Salida manual de las canastas	Montaje de un sistema de transporte extra	Canastas directamente a la estiba
Complejidad para sacar las canastas	1	3	9
Total	15		

Figura 61. Alternativa uno



- **Distribución de transportador de rechazo en el embotellado:** En esta alternativa el sistema de transporte utilizará la banda actual existente en la planta y se ramificará hacia el espacio designado como lugar de trabajo, la distancia total recorrida será de aproximadamente 55 metros y los únicos cambios a realizar en la planta son modificaciones mínimas de la línea que se dirige a la lavadora (Tabla 12.).

Tabla 12. Distribución del transportador de rechazo de la alternativa 1

Distribución del transportador de rechazo en el embotellado			
	Calificación		
	Más de 70 metros	Hasta 60 metros	Menos de 50 metros
Recorrido de la botella	1	3	9
	Desmontaje y montaje de nuevos transportadores	Reubicación de transportadores	Modificaciones mínimas
Modificación de los transportadores actuales	1	3	9
Total	12		

- **Ergonomía:** El lugar de trabajo designado para este diseño se encuentra en un sitio rodeado por maquinaria, por lo tanto no es muy cómodo trabajar a estas condiciones aunque es posible instalar ventilación e iluminación, por otra parte, el operario encargado deberá desplazar las canastas de botellas vacías no útiles hasta las cadenas transportadoras, lo que amplía su espacio de trabajo y trae consigo mayores esfuerzos. La altura de la mesa es óptima para el operario, ya que es de 1100mm (Tabla 13.).

Tabla 13. Ergonomía de la alternativa 1.

Ergonomía			
	Calificación		
	75 a 90 cm	90 a 95 cm	95 a 110 cm
Altura de trabajo	1	3	9
	Más de 5 m	Hasta 4 m	Menos de 2 m
Desplazamiento del operario	1	3	9
	Dificultad para instalar ventilación e iluminación	Instalación de ventilación e iluminación	Ambiente fresco e iluminado
Iluminación y ventilación	1	3	9
Total	13		

4.4.2. Alternativa 2: Esta opción consiste en llevar la botella desde la salida de rechazo hasta una línea baja que sea capaz de cruzar los transportadores altos ubicados ya en el embotellado, situada en el espacio designado para la actual línea que conduce las botellas seleccionadas como útiles hacia la lavadora. En este trayecto se realiza una ramificación que con una inclinación permisible alcanza la altura designada de la mesa y horizontalmente cruza la línea de salida de la lavadora para ubicar el puesto de selección en la parte exterior de la planta. De allí sale una nueva línea que lleva las botellas útiles de nuevo al transportador que se dirige a la entrada de las botellas al proceso de lavado. Aquellas que ya no sean útiles se ubican de inmediato en estibas que en el mismo lugar podrán ser recogidas por el montacargas (Figura 62.).

Los criterios tecnológicos correspondientes a la alternativa 2 se califican a continuación.

Figura 62. Alternativa dos



- **Ubicación de la mesa:** La ubicación de la mesa cuenta con un espacio limitado que puede ser ampliado corriendo el transportador ya existente una distancia establecida en un exceso de banda disponible, para lograr un espacio suficiente, debido a que el puesto de trabajo se encuentra en la parte exterior de la planta el montacargas tendrá facilidad de acceso y la zona no estará ocupada por personal ajeno (Tabla 14.).

Tabla 14. Ubicación de la mesa de la alternativa dos

Ubicación de la Mesa			
	Calificación		
	Menos de 2m ²	de 2 a 4m ²	Más de 4m ²
Área disponible	1	3	9
	Transito Continuo	Paso esporádico de operarios	Zona libre de operarios
Circulación de operarios	1	3	9
	Salida manual de las canastas	Montaje de un sistema de transporte extra	Canastas directamente a la estiba
Complejidad para sacar las canastas	1	3	9
Total	27		

- **Distribución de transportador de rechazo en el embotellado:** En esta alternativa el sistema de transporte utilizará la banda actual existente en la planta y se ramificará hacia el espacio designado como lugar de trabajo, la distancia total recorrida será de aproximadamente 55 metros y los únicos cambios a realizar en la planta son modificaciones mínimas de la línea que se dirige a la lavadora (Tabla 15.).

Tabla 15. Distribución del transportador de rechazo de la alternativa dos

Distribución del transportador de rechazo en el embotellado			
	Calificación		
	Más de 70 metros	Hasta 60 metros	Menos de 50 metros
Recorrido de la botella	1	3	9
	Desmontaje y montaje de nuevos transportadores	Reubicación de transportadores	Modificaciones mínimas
Modificación de los transportadores actuales	1	3	9
Total	12		

- **Ergonomía:** El operario cuenta con un lugar de trabajo cómodo que le permite realizar todas sus labores en un mismo lugar: selección y ubicación de canastas en las estibas, debe realizar un esfuerzo al mover las botellas no útiles pero el espacio recorrido es pequeño. Debido a que se ubica alrededor de la planta cuenta con un ambiente fresco y una lámpara actual da luz a este sitio. La altura de la mesa es de 1100mm (Tabla 16.).

4.4.3. Alternativa 3: En esta alternativa la botella rechazada inicia su recorrido con un cambio de sentido que al interior de los transportadores la desplaza e inclina hasta tener una altura que permita cruzar el transportador, después empieza a elevarse con un ángulo permisible hasta alcanzar la altura de la mesa y ubicarse en el lugar de trabajo que cuenta con una línea de salida que después de seleccionadas como útiles las conduce de nuevo a la lavadora o al no ser útiles las transporta en canastas por medio de cadenas al exterior de la planta para allí ser ordenadas en estibas por el operario y luego recogidas por el montacargas (Figura 63.).

Tabla 16. Ergonomía de la alternativa dos

Ergonomía			
	Calificación		
	75 a 90 cm	90 a 95 cm	95 a 110 cm
Altura de trabajo	1	3	9
	Más de 5 m	Hasta 4 m	Menos de 2 m
Desplazamiento del operario	1	3	9
	Dificultad para instalar ventilación e iluminación	Instalación de ventilación e iluminación	Ambiente fresco e iluminado
Iluminación y ventilación	1	3	9
Total	27		

Los criterios tecnológicos correspondientes a la alternativa 3 se califican a continuación.

- **Ubicación de la mesa:** El espacio que se tiene en el lugar de ubicación es aceptable pero debido a que es una zona de tránsito continuo no puede ser ampliado, debido a que después de la mesa existe un transportador, no es posible el acceso del montacargas (Tabla 17.).
- **Distribución de transportador de rechazo en el embotellado:** En este caso será necesario desmontar la línea actual que se dirige a la lavadora, debido a que ya no será utilizada y montar un nuevo transportador, modificación que se verá recompensada con una disminución en el recorrido de la botella (Tabla 18.).

Figura 63. Alternativa tres

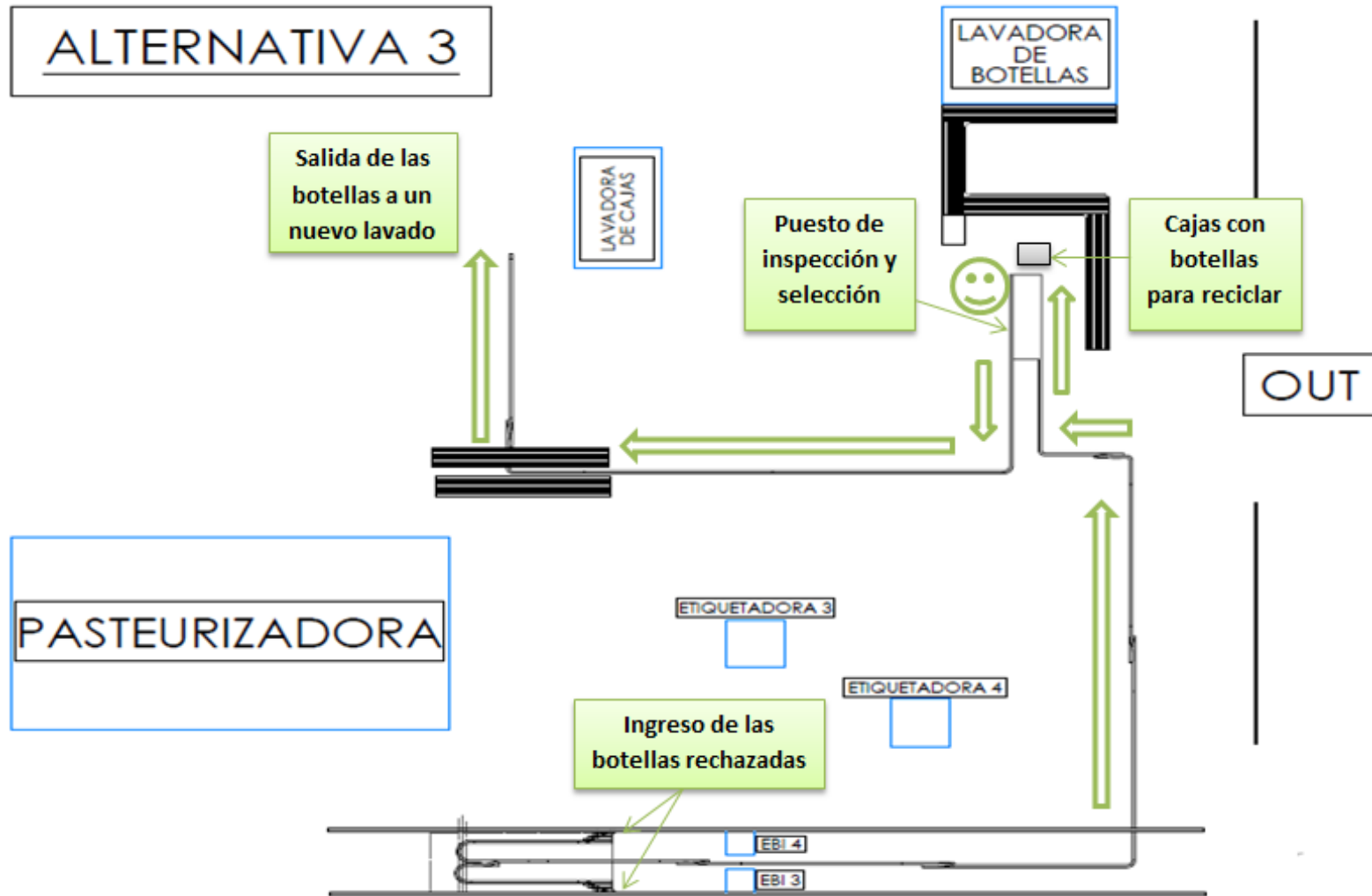


Tabla 17. Ubicación de la mesa de la alternativa tres

Ubicación de la Mesa			
	Calificación		
	Menos de 2m ²	de 2 a 4m ²	Mas de 4m ²
Área disponible	1	3	9
	Transito Continuo	Paso esporádico de operarios	Zona libre de operarios
Circulación de operarios	1	3	9
	Salida manual de las canastas	Montaje de un sistema de transporte extra	Canastas directamente a la estiba
Complejidad para sacar las canastas	1	3	9
Total	7		

Tabla 18. Distribución del transportador de rechazo de la alternativa tres

Distribución del transportador de rechazo en el embotellado			
	Calificación		
	Más de 70 metros	Hasta 60 metros	Menos de 50 metros
Recorrido de la botella	1	3	9
	Desmontaje y montaje de nuevos transportadores	Reubicación de transportadores	Modificaciones mínimas
Modificación de los transportadores actuales	1	3	9
Total	10		

- **Ergonomía:** El puesto de trabajo de inspección y selección no resulta cómodo para el operario debido a los procesos realizados en su alrededor lo que además dificulta la instalación de ventilación e iluminación, asimismo, el operario debe desplazarse a ubicar las canastas de botellas vacías no útiles en el sistema de cadenas. La altura de la mesa es de 1100mm (Tabla 19.).

Tabla 19. Ergonomía de la alternativa tres

Ergonomía			
	Calificación		
	75 a 90 cm	90 a 95 cm	95 a 110 cm
Altura de trabajo	1	3	9
	Más de 5 m	Hasta 4 m	Menos de 2 m
Desplazamiento del operario	1	3	9
	Dificultad para instalar ventilación e iluminación	Instalación de ventilación e iluminación	Ambiente fresco e iluminado
Iluminación y ventilación	1	3	9
Total	11		

4.5. EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

Para seleccionar la alternativa más adecuada, con base en los resultados obtenidos en el despliegue de la función calidad se realiza el análisis que permite establecer cual se acomoda mejor a los requerimientos del cliente (Tabla 20.).

A partir del análisis realizado anteriormente se concluye que la alternativa que cuenta con las características deseadas por el cliente es la número 2.

Tabla 20. Evaluación de las alternativas

CRITERIO DE EVALUACION		ALTERNATIVA 1		ALTERNATIVA 2		ALTERNATIVA 3	
		NOTA	Ponderación	NOTA	Ponderación	NOTA	Ponderación
Ubicación de la mesa	41%	15	6,15	27	11,07	7	2,87
Distribución del transportador en el embotellado	31%	12	3,72	12	3,72	10	3,10
Ergonomía	28%	13	3,64	27	7,56	11	3,08
Total			13,51		22,35		9,05

5. CALCULOS Y SELECCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Como se nombró en el capítulo anterior, el transportador que se seleccionó en este caso fue un transportador de cadena de tablilla, debido a que el criterio principal de diseño es mantener el equilibrio de la botella transportada ya que el material de esta es altamente frágil y al no tener cuidado con su transporte puede quebrarse fácilmente.

El proceso de selección se realiza mediante catálogo con el fin de elegir la mejor opción por norma de los componentes con sus dimensiones y de allí, teniendo la información necesaria realizar los cálculos pertinentes que soporten dicha selección, comprobando la resistencia de estos y su correcto funcionamiento para la aplicación que han sido diseñados.

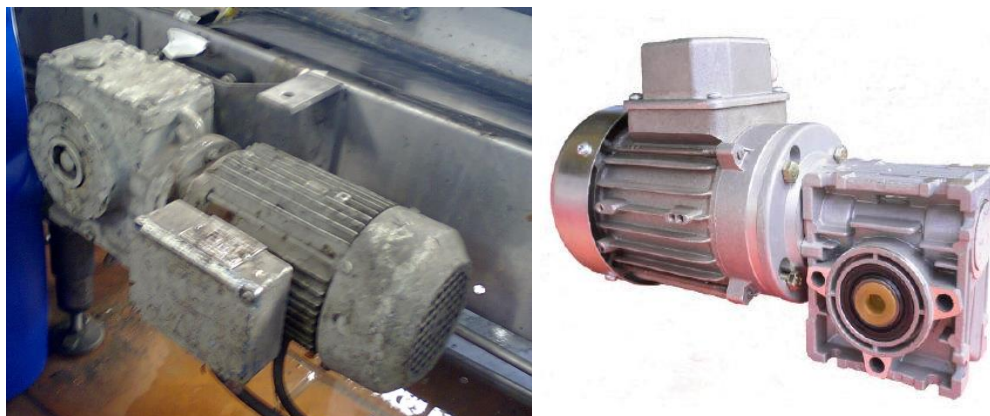
5.1. CALCULO DE LA VELOCIDAD.

Como se especificó en el numeral 2.3.2. se requiere una velocidad que se encuentre alrededor de 12 m/min y que no exceda los 14 m/min según especificaciones de la empresa.

Para cumplir con este requerimiento es necesario conocer las revoluciones del motor, y a partir de este dato seleccionar el motorreductor. La empresa utiliza para cada uno de sus transportadores motores de 1,1Kw de potencia y 1800 rpm, cuenta con un inventario y exige la utilización de estos para mantener un estándar y facilitar el mantenimiento, por lo tanto a partir de esta velocidad angular se selecciona un motorreductor que cumpla con la velocidad tangencial requerida.

Se asume un motorreductor de relación 60:1 (Figura 64.) que se encuentra estandarizado en la empresa para conocer los valores aproximados y posteriormente acoplarlos a la norma de los componentes (Tabla 21.).

Figura 64. Motorreductor salida 30 rpm, 1,1 Kw, relación 60:1



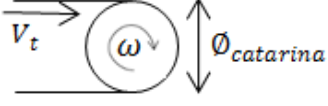
Fuente: Bavaria

Debido a que en la industria no es posible encontrar una Catarina con el diámetro establecido, es necesario aumentar este hasta lo que especifica el fabricante, teniendo en cuenta que la velocidad tangencial no se puede sobrepasar los 14m/min. El diámetro de la Catarina recomendado por el catálogo de Rexnord es de 130 mm con 21 dientes (ver anexo A), para este caso, la velocidad tangencial es de 12,25m/min como se muestra en la tabla 22.

Tabla 21. Cálculo de la catarina

CALCULO DEL MOTORREDUCTOR			
$\frac{\omega_{motor}}{\omega_{eje}} = Rel_{reductor}$			
$V_t = \omega_{eje} \times 2\pi \times \frac{\phi_{catarina}}{2}$			
Variables de entrada			
V_t	12	m/min	Velocidad tangencial
ω_{motor}	1800	rpm	Velocidad angular del motor
$Rel_{reductor}$	60		Relación del motorreductor
Variables de salida			
ω_{eje}	30,00	rpm	Velocidad angular del eje
$\phi_{catarina}$	127,32	mm	Diámetro de la catarina

Tabla 22. Estandarización de la catarina

CALCULO DEL MOTORREDUCTOR			
$\frac{\omega_{motor}}{\omega_{eje}} = Rel_{reductor}$			
$V_t = \omega_{eje} \times 2\pi \times \frac{\phi_{catarina}}{2}$			
Variables de entrada			
$\phi_{catarina}$	130	mm	Diametro de la catarina
ω_{motor}	1800	rpm	Velocidad angular del motor
$Rel_{reductor}$	60		Relación del motorreductor
Variables de salida			
ω_{eje}	30,00	rpm	Velocidad angular del eje
V_t	12,25	m/min	Diametro de la catarina

5.2. CAPACIDAD DEL TRANSPORTADOR

Como se especificó en el numeral 2.3.1. el transportador se va a diseñar para cumplir con una capacidad del 7% de la producción de la empresa, es decir, 4550 botellas/hora. Se debe comprobar que con la velocidad seleccionada el sistema puede cumplir con este requisito, en caso de no ser posible, es necesario cambiar el diámetro de la catarina o el motorreductor para modificar este valor.

5.2.1. Capacidad de la línea: Como se especifica en la tabla 23. la capacidad de la línea está definida por la velocidad y el diámetro de la botella, y se calcula en una hora cuantas botellas es capaz de desplazar el transportador. Es posible verificar que la capacidad real del diseño supera la capacidad requerida por la producción de la empresa, por lo tanto, la velocidad seleccionada si cumple en la línea.

Tabla 23. Verificación de la capacidad

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA TRANSPORTADOR			
$Capacidad_{requerida} = R * P_r$ $Capacidad_{real} = \frac{100 * V}{\phi_b} * 3600$			
Variables de entrada			
R	7	%	Rechazo
P_r	65000	Bot/h	Producción
ϕ_b	6	cm	Diametro de la botella
V	0,204	m/seg	Velocidad tangencial
Variables de Salida			
$C_{requerida}$	4550	Bot/h	Capacidad requerida
C_{real}	12250	Bot/h	Capacidad real

5.2.2. Capacidad de la mesa de trabajo: La mesa de trabajo (Figura 65.) diseñada debe recibir las botellas rechazadas por los inspectores automáticos, por lo tanto sus dimensiones (Figura 66.) deben cumplir con los requerimientos de producción y deben permitir la acumulación sin parar la línea de producción.

Figura 65. Mesa de trabajo

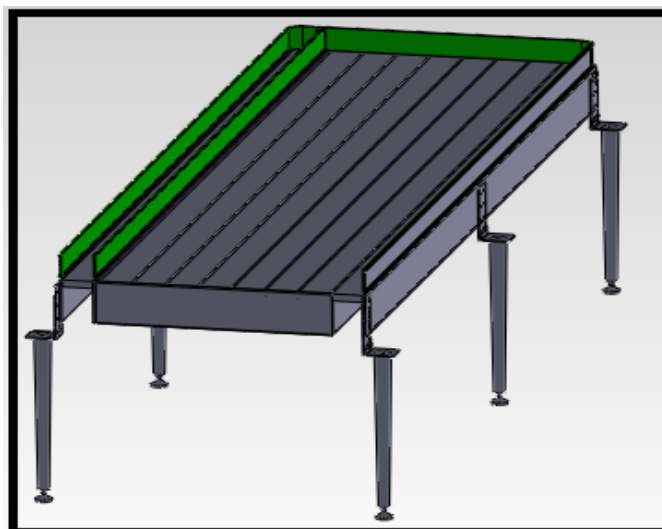
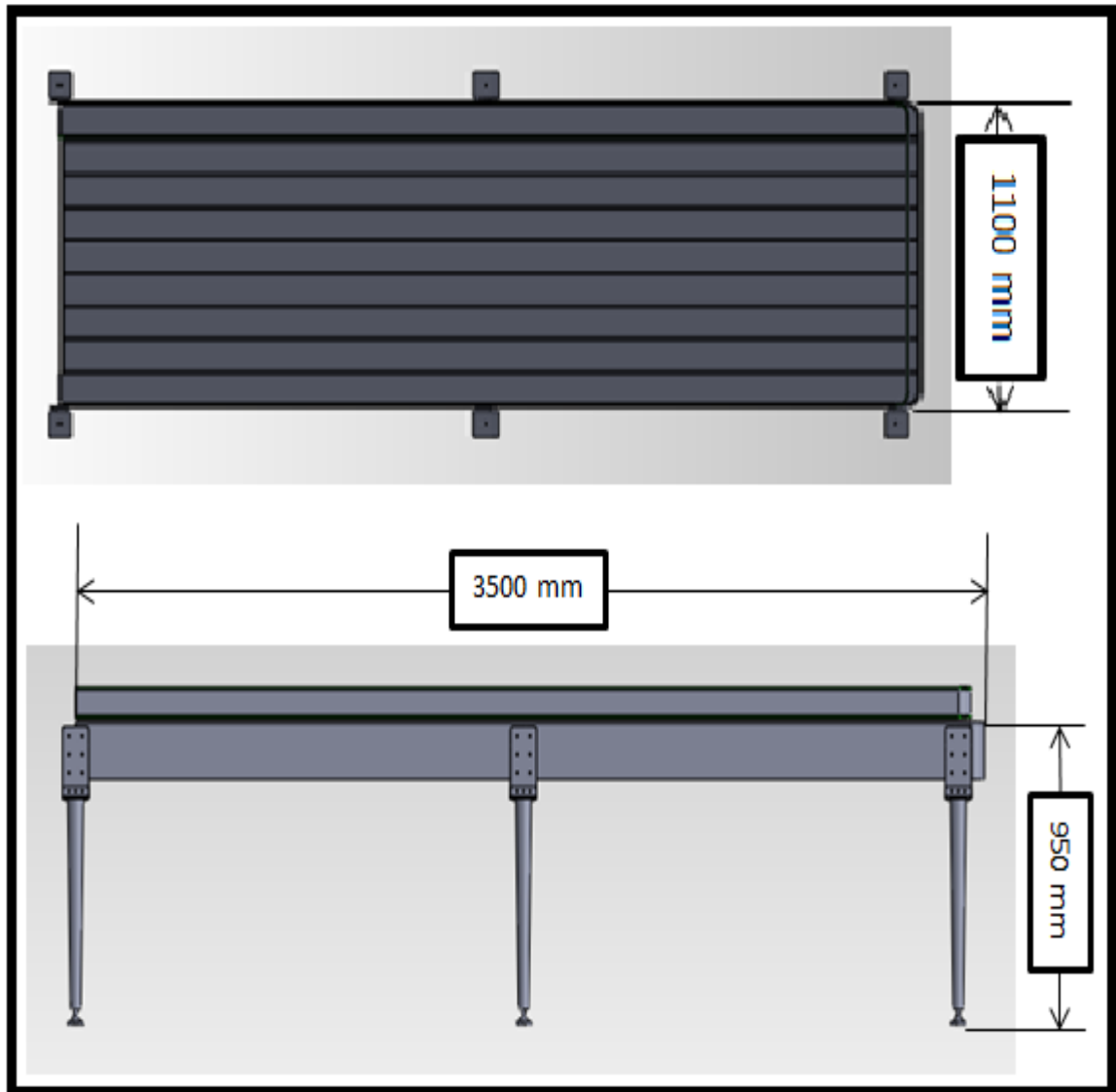


Figura 66. Dimensiones de la mesa de trabajo en mm



La mesa de trabajo cuenta con 10 cadenas de llenado que permiten la acomodación de las botellas ubicadas lateralmente a 30° y cuya acumulación se calcula para mayor seguridad en un 80% de la longitud total de la mesa (Tabla 24.).

Tabla 24. Análisis de la capacidad de acumulación del a mesa

ANALISIS DE LA CAPACIDAD DE ACUMULACION DE LA MESA			
$N = \frac{I_d - \phi_b}{\phi_b * \text{Cos}(30)} + 1$ $I_d = N_{cadenas} * w_{cadena} * 25,4$ $L_{llenado} = F * L_{mesa}$ $M = \frac{L_{llenado}}{\phi_b}$ $\#_{botellas} = N * M$ $t_{llenado} = \frac{\#_{botellas} * 60}{C_{requerida}}$			
Variables de entrada			
L_{mesa}	3500	mm	Longitud de la mesa de acumulacion
F	80	%	Factor de llenado
ϕ_b	60	mm	Diametro de la botella
$N_{cadenas}$	10		Numero de cadenas de la messa de acumulacion
w_{cadena}	3,25	pulg	Ancho de la cadena
$C_{requerida}$	4550	Bot/h	Capacidad requerida
Variables de Salida			
N	16		Numero de botellas de frente
M	47		Numero de botellas de largo
I_d	825,500	mm	Ancho util del transportador
$L_{llenado}$	2800	mm	Longitud de llenado
$\#_{botellas}$	734		Numero de botellas en el transportador
t_{llena}	9,682	min	Tiempo de llenado

5.3. SELECCIÓN DEL TRANSPORTADOR

Después de comprobar el funcionamiento óptimo del diseño para las especificaciones de la empresa, es necesario seleccionar el sistema transportador más adecuado. Se seleccionó el fabricante Rexnord debido a que es el que la empresa contacta y del cual se tiene conocimiento para la compra de materiales. El material utilizado, los componentes del sistema transportador y las dimensiones

de cada elemento se definen por medio del catálogo de cadenas Tabletop y Mattop del fabricante (Figura 67.) partiendo de las necesidades del cliente como se especifica a continuación.

Figura 67. Catálogo de productos Rexnord, cadenas Tabletop y Mattop



Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Anexo A.

En este caso se realiza la selección de todos los componentes del sistema transportador, y de allí, teniendo la información necesaria se realizan los cálculos pertinentes que comprueben la resistencia de estos y su correcto funcionamiento para la aplicación que han sido diseñados.

5.3.1. Selección del material de la cadena: Según la figura 68 y teniendo en cuenta las características de la aplicación del sistema transportador se selecciona el material de la serie 66 ó serie 60 siendo opcional en un ambiente húmedo abrasivo para la cadena de tablilla. Teniendo en cuenta que las casillas verdes son la mejor elección y las casillas color naranja son las opcionales.

Los materiales tanto de la cadena como de los pasadores correspondientes a estas series se pueden observar en la figura 69.

Figura 68. Selección del material de la cadena

MATERIAL DE LA CADENA	APLICACIÓN							
	Manipulación en masa	Alineador estándar	Alineador de alta velocidad	Húmedo abrasivo	Seco abrasivo	Productos químicos	Inclinación	Manejo de cajas
Serie 10	Verde							
SS 812/802	Verde							
Serie 60	Verde	Verde	Naranja	Naranja				Naranja
Serie 66	Verde	Verde	Naranja	Naranja	Naranja			Verde
SSC Opti-Plus®	Verde	Verde	Naranja	Naranja				Naranja
SS 815/805/881						Verde		
S/SC 815					Verde			
SSB						Naranja		
Caucho							Verde	Verde

Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 9. Anexo A.

Figura 69. Materiales de la cadena y los pasadores

MATERIALES		
Producto	Material de la cadena	Material del pasador
CADENAS DE CHARNELA DE ACERO		
Serie 10	AISI 430 (Werkstoff N° 1.4016); acero inoxidable con un 17% de cromo especial que mejora la resistencia a la corrosión, la vida útil ante el desgaste y la dureza	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
Serie 60 Star	Acero inoxidable al cromo-níquel especial que ofrece excelentes propiedades de deslizamiento, mejora la resistencia a la corrosión, aumenta la vida útil ante el desgaste y proporciona una alta resistencia	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
Serie 66	Acero inoxidable al cromo-níquel especial que ofrece excelentes propiedades de deslizamiento, mejora la resistencia a la corrosión, aumenta la vida útil ante el desgaste y proporciona una alta resistencia	Acero inoxidable ultrarresistente al desgaste
SSC SSR	Aleación OPTI-Plus patentada de acero inoxidable al cromo-níquel ferrítico, que ofrece una gran dureza y una excelente resistencia al desgaste	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
SS 805/815/881	Acero austenítico inoxidable al cromo-níquel con propiedades similares al material 18/8, que ofrece una buena resistencia a los productos químicos	Acero inoxidable austenítico
SS 802/812	Acero inoxidable de cromo ferrítico, que ofrece una óptima vida útil ante el desgaste y una alta resistencia	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
S SC	Acero al carbono endurecido a fondo, adecuado para cristalería y otras aplicaciones abrasivas en seco, que ofrece cargas de trabajo extremadamente altas y una excelente resistencia al desgaste	Acero al carbono endurecido
SSB 815	Acero austenítico inoxidable con una resistencia a los productos químicos muy alta para entornos corrosivos en los que haya bases o ácidos fuertes. Al ser prácticamente no magnético, se utiliza en aplicaciones en las que el magnetismo de la cadena pueda provocar fallos de funcionamiento en el sistema	Acero inoxidable austenítico
Caucho	Elastómero especial con una dureza de 70 Shore A	

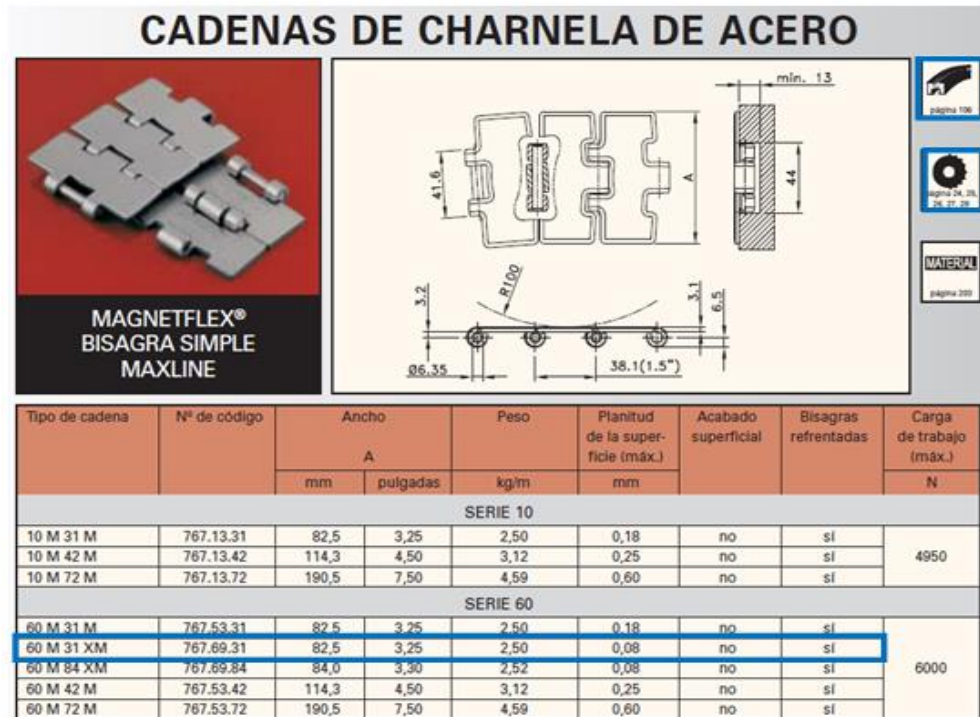
Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 203. Anexo A.

De aquí se selecciona como única opción para la cadena acero inoxidable al cromoniquel especial y para el pasador por facilidad acero AISI 431 de la serie 60.

5.3.2. Selección de la cadena: Como se dijo anteriormente, las botellas tienen un diámetro de 60 mm, por lo tanto la cadena seleccionada debe superar este ancho una cantidad que le permita el acople de los componentes laterales, el material debe pertenecer a la serie 60 y la cadena debe ser plana y soportar la carga máxima de trabajo.

Debido a los cambios de dirección del diseño planteado es necesario seleccionar una cadena que permita el desplazamiento en curvas y en recorridos rectos, por lo tanto y según el catálogo de rexnord se selecciona en la figura 70.

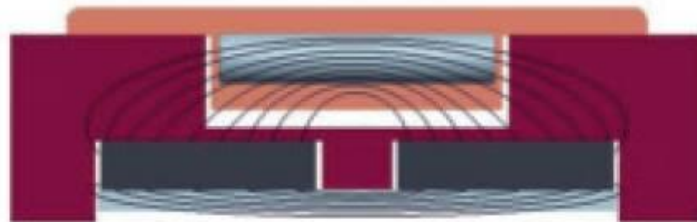
Figura 70. Selección de la cadena



Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 15. Anexo A.

5.3.3. Selección de las curvas y guías magnéticas: Para transportadores que cuentan con giros, existe la posibilidad de mantener la cadena en su lugar gracias al sistema MAGNETFLEX, el cual con la ayuda de imanes asegura que las cadenas estén perfectamente colocadas y no se inclinen o levanten debido a la tensión ejercida en estas. Este sistema se basa en dos imanes que cubren casi toda la guía, y que al estar conectados a una placa de acero forman un campo magnético muy alto, el cual proporciona una fuerza que mantiene la cadena en su puesto (Figura 71.).

Figura 71. Curva MAGNETFLEX con dos imanes



Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 104. Anexo A.

La curva se selecciona dependiendo del material de la cadena, en este caso acero inoxidable, y presenta diversas clases de materiales que cumplen su función en combinación con este y se ilustra en la figura 72.

Figura 72. Selección del material de las curvas magnéticas

MATERIAL DE LA CURVA	APLICACIÓN						
	Cadenas de plástico, cadenas de acero inoxidable, limpias y lubricadas	Cadenas de acero inoxidable, abrasivas y lubricadas	Cadenas de plástico, lubricadas y abrasivas	Cadenas de acero, abrasivas, de baja velocidad y funcionamiento en seco	Cadenas de plástico, limpias, de baja velocidad y funcionamiento en seco	Cadenas de plástico limpias de alta velocidad y funcionamiento en seco	Cadenas de plástico, abrasivas, de alta velocidad y funcionamiento en seco
Combi-A	Verde				Verde		
Combi-L		Naranja	Verde		Naranja	Verde	Naranja
Combi-S				Naranja		Naranja	Verde
Combi-G		Verde		Verde			

Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 105. Anexo A.

Se tienen dos posibilidades de selección de materiales, de las cuales se selecciona el material Combi-A ya que entre los dos seleccionados hay más facilidad de adquirir este, y cuyas características se presentan en la figura 73.

El perfil utilizado en las curvas debe seleccionarse en función del material seleccionado anteriormente y del radio de curvatura establecido en el diseño, es necesario tener en cuenta que el espacio donde se realizaran las curvas es reducido por lo tanto este radio debe ser el mínimo que asegure un óptimo funcionamiento del sistema y cuya selección se describe en la figura 74.

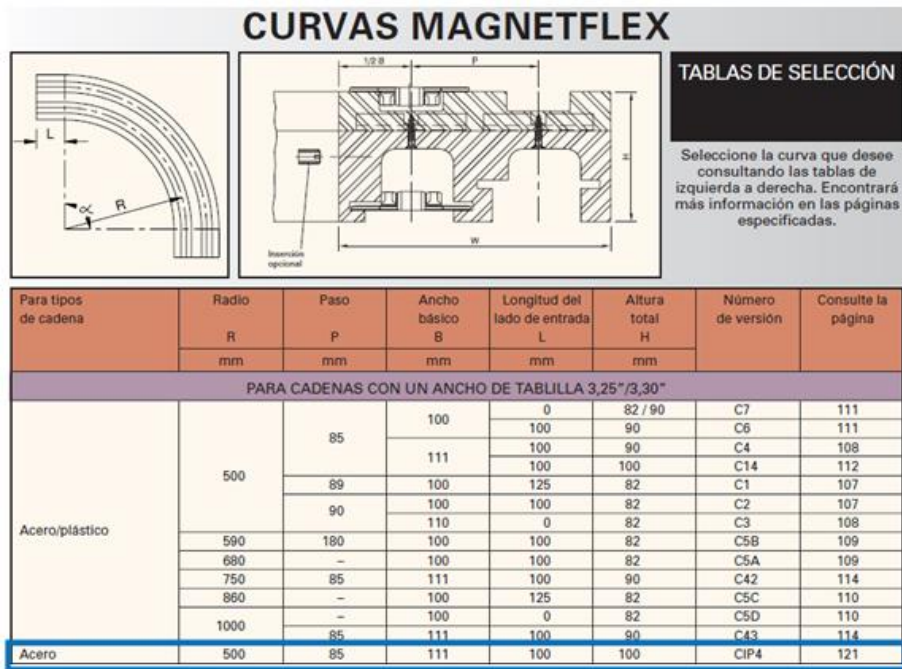
Partiendo de estos criterios se selecciona la curva magnética MAGNETFLEX VERSION CIP4 cuyas especificaciones se muestran en la figura 75.

Figura 73. Características del material de las curvas magnéticas

MATERIALES	
Componente	Material
CURVAS	
Superficie de las curvas de Combi-A y CIP	MCC 1200, polietileno de peso molecular ultraalto, que ofrece una óptima resistencia al desgaste y la abrasión con un peso molecular superior a 9 millones g/mol. Color: Berenjena
Superficie de las curvas de Combi-G	MCC 2000, polietileno de peso molecular ultraalto, con aditivos de cerámica especialmente integrados, que ofrecen una excelente resistencia a la abrasión con un peso molecular superior a 9 millones g/mol. Color: Verde-amarillo
Superficie de las curvas de Combi-S	MCC 3500, poliamida especial que ofrece una óptima resistencia al desgaste en líneas de funcionamiento en seco en las que las cadenas de plástico se mueven a altas velocidades. Color: Gris sulfito
Superficie de las curvas de Combi-L	MCC 3000, polietileno de peso molecular ultraalto, que ofrece una reducción del nivel de ruido y límites de PV alta con un peso molecular superior a 9 millones g/mol. Color: Azul claro
Todas las partes de retorno	MCC 1002, mezcla de polietileno de alta calidad de peso molecular ultraalto, que ofrece una buena resistencia al desgaste y la abrasión con un peso molecular superior a 3-7 millones g/mol. Color: Negro
Placas de revestimiento	Acero inoxidable AISI 430 (Werkstoff N° 1.4016)
Tornillos	Acero inoxidable
Inserciones (opcional)	Latón
Patin de retorno	MCC 1200, polietileno de peso molecular ultraalto, que ofrece una buena resistencia al desgaste y la abrasión con un peso molecular superior a 9 millones g/mol. Color: Negro
Tubos de las curvas CIP	Acero inoxidable AISI 303 (Werkstoff N° 1.4305)
Boquillas de las curvas CIP	Acero inoxidable AISI 303 (Werkstoff N° 1.4305)
Curvas con TAB	MCC 1003, polietileno de peso molecular ultraalto, que ofrece una buena resistencia al desgaste y la abrasión con un peso molecular superior a 1 millón g/mol
- inserciones (opcional)	Latón

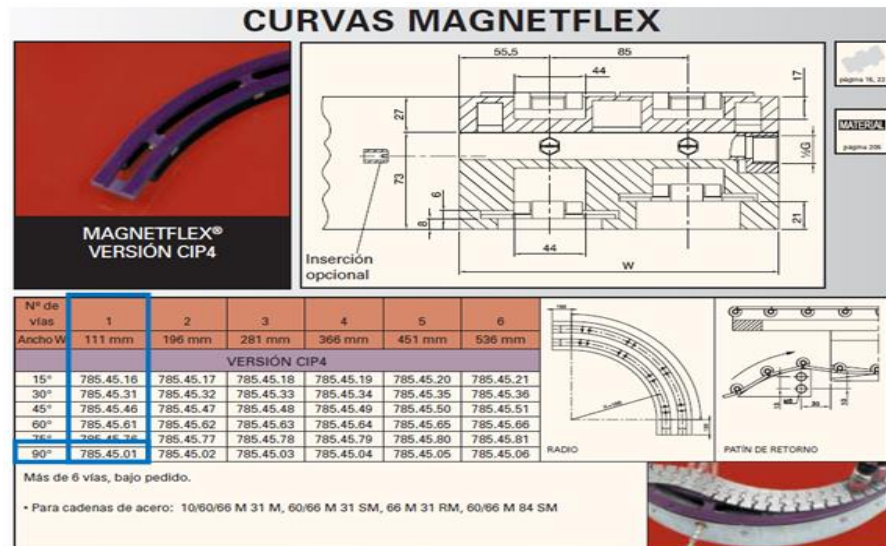
Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 205. Anexo A.

Figura 74. Selección de la curva magnética



Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 106. Anexo A.

Figura 75. Características de la curva magnética seleccionada



Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 121. Anexo A.

Se puede observar que estas curvas magnéticas presentan diferentes tipos según el número de vías y el ancho, para este caso se seleccionó la referencia 785.45.01 correspondiente a una vía y un ángulo de giro de 90°.

5.3.4. Selección de la catarina y la rueda loca de reenvío: Para seleccionar la catarina de transmisión es necesario contar con la relación necesaria para obtener la velocidad requerida, por lo tanto y como se nombró anteriormente se selecciona una catarina con un diámetro exterior de 130mm, 21 dientes y un eje de 40mm que contribuyen con el cumplimiento de los requisitos presentado en el numeral 5.1 (Figura 76.).

Figura 76. Selección de la catarina

CADENAS DE CHARNELA DE ACERO									
Tipo de piñón	Nº de código	Nº de dientes	Eje	Diámetro primitivo	Diámetro exterior	Ancho (dientes)	Ancho del cubo	Diámetro del cubo	MATERIAL Página 206
			B	E	F	C	A	H	
mm									
RODILLOS LOCOS Y PIÑONES PARTIDOS, MECANIZADOS - KUS 815									
PIÑONES, EJES MÉTRICOS									
KUS815 17-25	753.62.11	17	25	105,5	104,5	40,0	40,0	-	
KUS815 17-30	753.62.21	17	30						
KUS815 17-35	753.62.31	17	35						
KUS815 17-40	753.62.41	17	40						
KUS815 19-25	753.62.12	19	25	117,3	116,3				
KUS815 19-30	753.62.22	19	30						
KUS815 19-35	753.62.32	19	35						
KUS815 19-40	753.62.42	19	40						
KUS815 19-50	753.62.62	19	50	129,3	130,0				
KUS815 21-25	753.62.13	21	25						
KUS815 21-30	753.62.23	21	30						
KUS815 21-35	753.62.33	21	35	141,2	141,9				
KUS815 21-40	753.62.43	21	40						
KUS815 21-50	753.62.63	21	50	153,2	153,9				
KUS815 23-25	753.62.14	23	25						
KUS815 23-35	753.62.34	23	35						
KUS815 23-40	753.62.44	23	40						
KUS815 23-50	753.62.64	23	50						
KUS815 25-25	753.62.15	25	25	153,2	153,9				
KUS815 25-30	753.62.25	25	30						
KUS815 25-35	753.62.35	25	35						
KUS815 25-40	753.62.45	25	40						
KUS815 25-50	753.62.65	25	50	153,2	153,9				
KUS815 27-25	753.62.16	27	25						
KUS815 27-30	753.62.26	27	30						

Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 25. Anexo A.

La selección de la rueda loca de reenvío se realiza con base en la catarina y la referencia utilizada es la misma que la anterior (Figura 77.).

Figura 77. Selección de la rueda loca de reenvío

RODILLOS LOCOS, EJES MÉTRICOS						
KUS815 17-25	753.61.11	17	25	105,5	104,5	
KUS815 17-30	753.61.21	17	30			
KUS815 17-35	753.61.31	17	35			
KUS815 17-40	753.61.41	17	40			
KUS815 19-25	753.61.12	19	25	117,3	116,3	
KUS815 19-30	753.61.22	19	30			
KUS815 19-35	753.61.32	19	35			
KUS815 19-40	753.61.42	19	40			
KUS815 19-50	753.61.62	19	50	129,3	130,0	
KUS815 21-25	753.61.13	21	25			
KUS815 21-30	753.61.23	21	30			
KUS815 21-35	753.61.33	21	35			
KUS815 21-40	753.61.43	21	40	141,2	141,9	
KUS815 21-50	753.61.63	21	50			
KUS815 23-25	753.61.14	23	25			
KUS815 23-30	753.61.24	23	30			
KUS815 23-35	753.61.34	23	35	40,0	40,0	-
KUS815 23-40	753.61.44	23	40			
KUS815 23-50	753.61.64	23	50			

Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 25. Anexo A.

La catarina y la rueda loca de reenvío utilizarán el mismo material por norma del fabricante y como está especificado en la figura 78. Se selecciona en función de la cadena utilizada y su selección se presenta a continuación.

Figura 78. Material de la Catarina y la rueda loca de reenvío

MATERIALES	
Piñón	Material
PIÑONES Y RODILLOS LOCOS PARA CADENAS DE CHARNELA	
N/NS/SSW/SW	Poliamida reforzada súper dura, resistente al desgaste y la abrasión
KU/S/KXT/NSX(T)/NX(T)/SD/SS/SI	Poliamida
ST	Acero al carbono
Pernos	Acero inoxidable AISI 304 (Werkstoff N° 1.4301)
Inserciones	Latón
PIÑONES Y RODILLOS LOCOS PARA CADENAS MULTIFLEX	
KU/N/NX/NXT	Poliamida
ZN	Acero chapado en zinc
GG	Hierro fundido
PIÑONES PARA CADENAS PARA TRANSPORTADORES DE CAJAS	
KU	Poliamida
SR	Poliamida reforzada súper dura, resistente al desgaste y la abrasión
Cubo	Acero al carbono con acabado en negro o acero inoxidable
PIÑONES PARA MALLAS MODULARES	
SSW 500/1000	Poliamida reforzada; resistencia extraalta, resistente al desgaste y la abrasión

Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 205. Anexo A.

Según el catálogo de Rexnord se seleccionó como material de la catarina poliamida, para este caso PA6-GF (Poliamida reforzada con fibra de vidrio) la cual cuenta con beneficios en sus propiedades como son mayor rigidez y mayor esfuerzo de tracción.

5.4. CALCULO DE POTENCIA

Debido a que el motor seleccionado cuenta con una potencia de 1,1 Kw (1,475 Hp) se debe comprobar que la requerida por el diseño no la sobrepase, por lo tanto es necesario calcular la potencia en los transportadores más críticos. Los factores importantes son la altura y la longitud, por lo tanto se realiza el cálculo para el transportador que tiene mayor ángulo (Tabla 25.), que en este caso es el transportador mismo que tiene mayor longitud (Figura 79.), el cual lleva las botellas desde que salen del inspector principal (Figura 80.). También se debe realizar el cálculo de la potencia de la mesa de trabajo (Tabla 26.), debido a que este motor impulsará tanto el transportador de llegada, como las 7 cadenas que componen el sitio de trabajo (Figura 81.).

Figura 79. Transportador más crítico, número dos

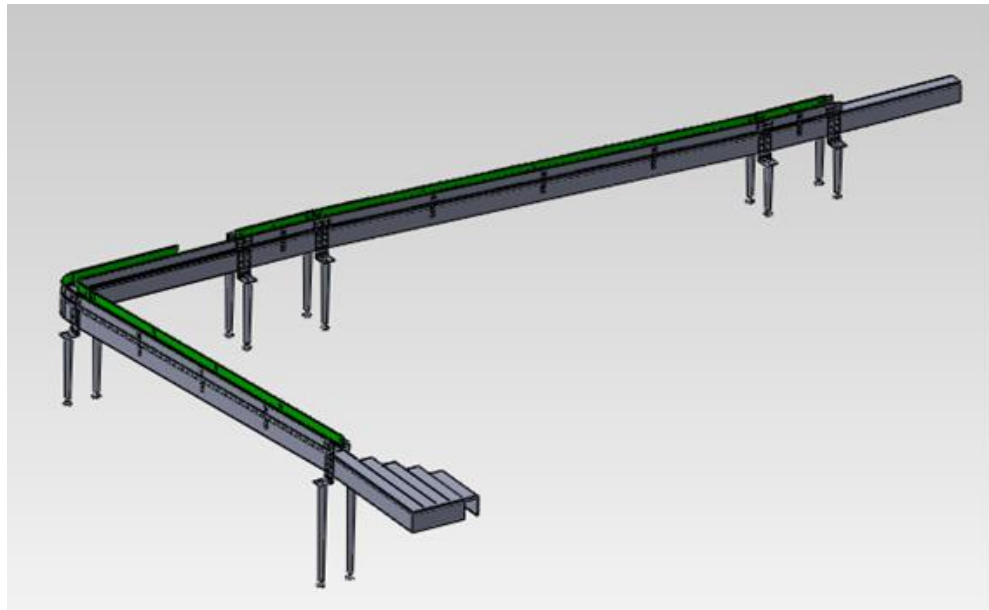


Figura 80. Dimensiones del transportador dos

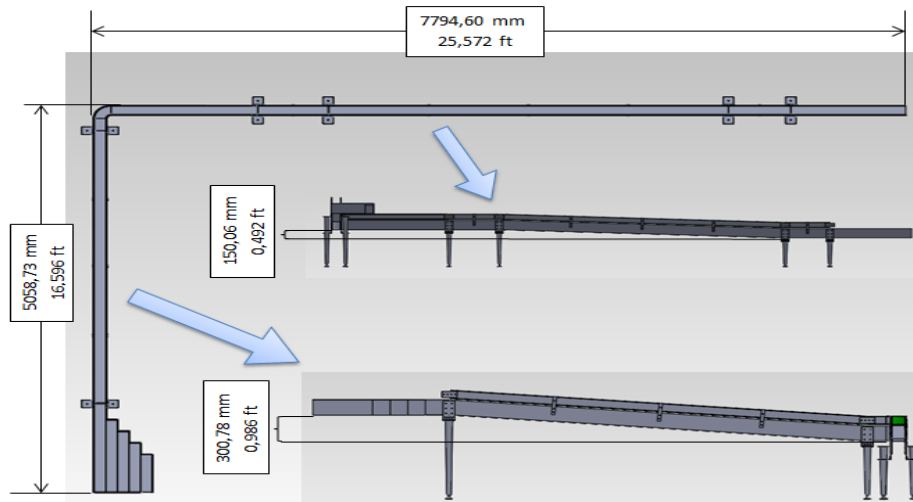
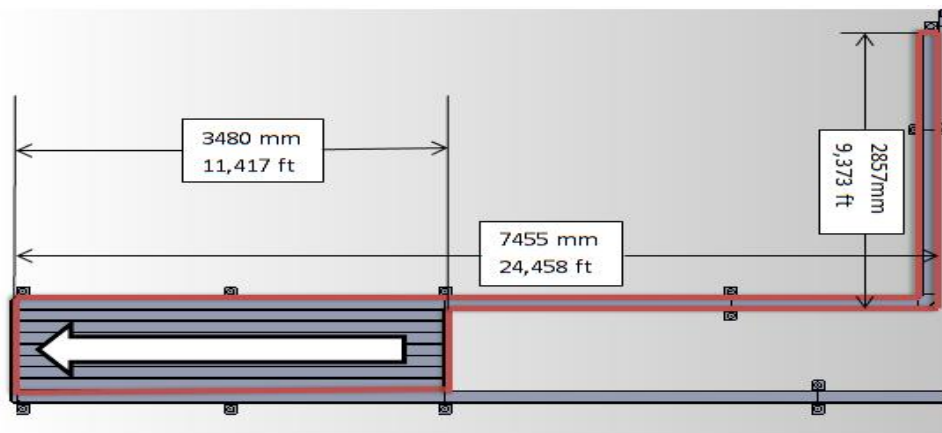


Figura 81. Transportador impulsado por el motor de la mesa de trabajo



El análisis se realiza con la capacidad de diseño, es decir, el 7% de 65000 botellas/hora, y sabiendo que las botellas vacías tienen un peso de 230 gramos cada una. Además, en el catálogo de selección de la cadena se especifica el peso de las partes móviles como 2,5 Kg/m (Figura 82.). Es necesario agregar una eficiencia del 50% en el arranque por cuestiones de seguridad en el diseño.

Figura 82. Peso de la cadena

Tipo de cadena	Nº de código	Ancho		Peso	Planitud de la superficie (máx.)	Acabado superficial	Bisagras refrentadas	Carga de trabajo (máx.)
		mm	pulgadas					
SERIE 10								
10 M 31 M	767.13.31	82,5	3,25	2,50	0,18	no	sí	4950
10 M 42 M	767.13.42	114,3	4,50	3,12	0,25	no	sí	
10 M 72 M	767.13.72	190,5	7,50	4,59	0,60	no	sí	
SERIE 60								
60 M 31 M	767.53.31	82,5	3,25	2,50	0,18	no	sí	6000
60 M 31 XM	767.69.31	82,5	3,25	2,50	0,08	no	sí	
60 M 84 XM	767.69.84	84,0	3,30	2,52	0,08	no	sí	

Fuente: Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y MATTOP, Pág. 15. Anexo A.

Tabla 25. Cálculo de la potencia máxima del transportador

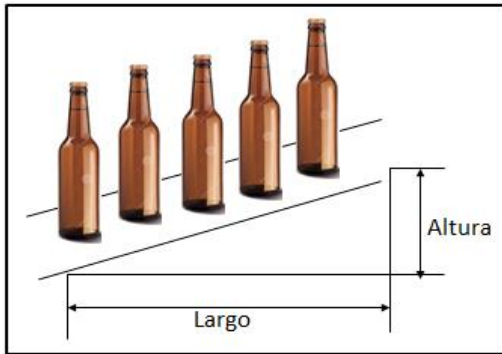
ANÁLISIS DE POTENCIAS DE UN TRANSPORTADOR EN UNIDADES INGLESAS (HP)			
$P_v = \frac{C * H}{990}$ $P_H = \frac{f(L + L_o) * C}{990}$ $P_{vA} = \frac{f(L + L_o) * (P_m * V)}{990}$ $P_t = P_v + P_H + P_{vA}$ $P_{arranque} = \frac{P_t}{\eta_{arranque}}$			
			
Variables de entrada			
<i>C</i>	1,05	Ton/hr	Capacidad
<i>H</i>	1,48	pies	Desnivel entre tambores
<i>f</i>	0,03		Factor de fricción
<i>L</i>	42,17	pies	Distancia entre centros de tambores
<i>L_o</i>	70,00	pies	Factor de longitud
<i>P_m</i>	1,68	Lb/pie	Suma de pesos de las partes móviles
<i>V</i>	40,19	pies/min	Velocidad
<i>η_{arranque}</i>	50,00	porcentaje	Eficiencia de arranque
Variables de Salida			
<i>P_v</i>	0,002	HP	Potencia para mover la carga verticalmente
<i>P_H</i>	0,004	HP	Potencia para mover la carga horizontalmente
<i>P_{vA}</i>	0,229	HP	Potencia para mover el transportador vacío
<i>P_t</i>	0,235	HP	Potencia del eje motriz
<i>P_{arranque}</i>	0,469	HP	Potencia máxima del eje motriz

Tabla 26. Cálculo de la potencia necesaria por el motor de la mesa de trabajo

POTENCIA DE LA MESA DE TRABAJO			
$P_{vaTrans} = \frac{f(L_{Trans} + L_o) * (P_m * V)}{990}$ $P_{vTrans} = \frac{C * H_{Trans}}{990}$ $P_{HTans} = \frac{f(L_{Trans} + L_o) * C}{990}$ $P_{tTrans} = P_{vTrans} + P_{HTans} + P_{vaTrans}$		$P_{vaMesa} = \frac{f(N * L_{Mesa} + L_o) * (P_m * V)}{990}$ $P_{vMesa} = \frac{C * H_{Mesa}}{990}$ $P_{HMesa} = \frac{f(N * L_{Mesa} + L_o) * C}{990}$ $P_{tMesa} = P_{vMesa} + P_{HMesa} + P_{vaMesa}$	
$P_t = P_{tTrans} + P_{tMesa}$		$P_{arranque} = \frac{P_t}{\eta_{arranque}}$	
Variables de entrada			
C	1,05	Ton/hr	Capacidad máxima de los transportadores
H_{Trans}	0,00	pies	Desnivel entre los tambores del transportador
H_{Mesa}	0,00	pies	Desnivel entre los tambores de la mesa
L_{Trans}	33,83	pies	Distancia entre tambores del transportador
L_{Mesa}	11,42	pies	Distancia entre tambores de la mesa
N	7,00		Número de cadenas en la mesa de trabajo
P_m	1,68	lb/pie	Suma de pesos de las partes móviles
V	40,19	pies/min	Velocidad del transportador
f	0,03		Factor de fricción
L_o	70,00	pies	Factor de longitud
$\eta_{arranque}$	50,00	%	Eficiencia de arranque
Variables de Salida			
$P_{vaTrans}$	0,212	HP	Potencia para mover el transportador vacío
P_{vaMesa}	0,307	HP	Potencia para mover la mesa vacía
P_{vTrans}	0,000	HP	Potencia del transportador para mover la carga verticalmente
P_{vMesa}	0,000	HP	Potencia de la mesa para mover la carga verticalmente
P_{HTans}	0,003	HP	Potencia del transportador para mover la carga horizontalmente
P_{HMesa}	0,005	HP	Potencia de la mesa para mover la carga horizontalmente
P_{tTrans}	0,216	HP	Potencia total del transportador
P_{tMesa}	0,311	HP	Potencia total de la mesa
P_t	0,527	HP	Potencia total del motor
$P_{arranque}$	1,054	HP	Potencia máxima necesaria por el motor

En las tablas 25 y 26 se puede observar que la potencia total del transportador más crítico y de la mesa de trabajo es muy inferior a la ofrecida por el motor seleccionado, por lo tanto se asegura que su funcionamiento es el correcto tanto en condiciones críticas como en el arranque, y en caso de querer disminuir costos es posible cambiar el motor por uno que entregue una menor potencia.

5.5. CALCULO DE LA CATARINA

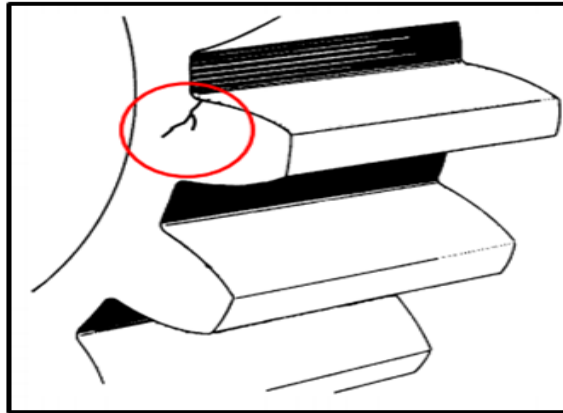
La catarina seleccionada para este tipo de transportador cuenta con dimensiones y características necesarias para comprobar su resistencia. En este caso se comprobará que el esfuerzo tensor y el de contacto no afectaran el diente.

Los datos necesarios para el cálculo son:

- Dimensiones: La Catarina seleccionada tiene un diámetro exterior de 130mm y 21 dientes.
- Potencia: Como se calculó anteriormente, la potencia máxima necesaria por los transportadores es de 0,469 Hp (0,3497 Kw), que corresponde a la potencia de arranque del transportador dos, ya que la potencia de la mesa de trabajo será soportada por 7 transportadores y por lo tanto 7 catarinas.
- Velocidad: Según el motorreductor ofrecido por la empresa, la velocidad tangencial de la banda a la cual se debe adaptar el diseño es de 12,25 m/min.

5.5.1. Tensión en los dientes de los engranajes: La fuerza tangencial aplicada sobre la catarina puede causar la rotura de los dientes (Figura 83.) en caso de no seleccionar el material adecuado para la aplicación dada, por lo tanto es necesario realizar un proceso de cálculo que permita reconocer la viabilidad del diseño en cuanto a las características de funcionamiento establecidas.

Figura 83. Fractura por tensión en los dientes



Fuente: <http://www2.ula.ve/dsiportal/dmdocumentos/elementos/ENGRANES.pdf>

Las ecuaciones aplicadas se tomaron del estándar AGMA para engranajes de talla recta. El primer paso es calcular la fuerza tangencial que actual sobre el diente partiendo de la potencia necesaria y la velocidad de la cadena (Tabla 27.). En este caso se toma la potencia máxima necesaria, con el fin de trabajar con los valores críticos para tener seguridad de su uso. Debido a que no se conoce en ángulo de presión, se toma el de 20° que es el recomendado por la norma AGMA para casos críticos.

Tabla 27. Cálculo de las fuerzas sobre el diente

FUERZAS QUE ACTUAN EN LOS DIENTES DEN ENGRANAJE			
$W_t = \frac{33000 \times Pot}{V_t}$			
$W_r = W_t \tan \varphi$			
$W_n = \frac{W_t}{\cos \varphi}$			
Variables de entrada			
Pot	0,47	HP	Potencia en el arranque
V _t	40,19	ft/min	Velocidad tangencial
φ	20	grados	Ángulo de presión
Variables de salida			
W _t	385,91	lb	Fuerza tangencial
W _r	140,46	lb	Fuerza radial
W _n	410,68	lb	Fuerza normal

La fuerza tangencial genera un momento de flexión en los dientes del engranaje cuya resultante es máxima se da en la base de los dientes. Tomando en cuenta la geometría detallada del diente, Wilfred Lewis desarrolló la ecuación para la base del perfil envolvente, que se conoce como la ecuación de Lewis (Ecuación 13.).

$$\sigma_t = \frac{W_t P_d}{F Y} \quad (\text{Ecuación 13.})$$

Se expresa en función de la fuerza tangencial (W_t), el paso diametral (P_d), el espesor de la cara del diente (F) y el factor de forma de Lewis (Y). Esta ecuación se utiliza para efectos teóricos únicamente ya que no considera los factores que puede presentar el sistema en funcionamiento.

La asociación americana de engranajes AGMA partiendo de la ecuación de Lewis, realizó unas modificaciones en el estándar 2001-B88 para el diseño práctico con el fin de que se considere la variedad de condiciones que pueden encontrarse durante el servicio, y presenta la ecuación 14.

$$\sigma_t = \frac{W_t P_d K_a K_s K_m K_B}{F J K_v} \quad (\text{Ecuación 14.})$$

Dónde:

F = Espesor de la cara del diente.

J = Factor de geometría.

K_a = Factor de aplicación para la resistencia a la flexión.

K_s = Factor de tamaño para la resistencia a la flexión.

K_m = Factor de distribución de carga para la resistencia a la flexión.

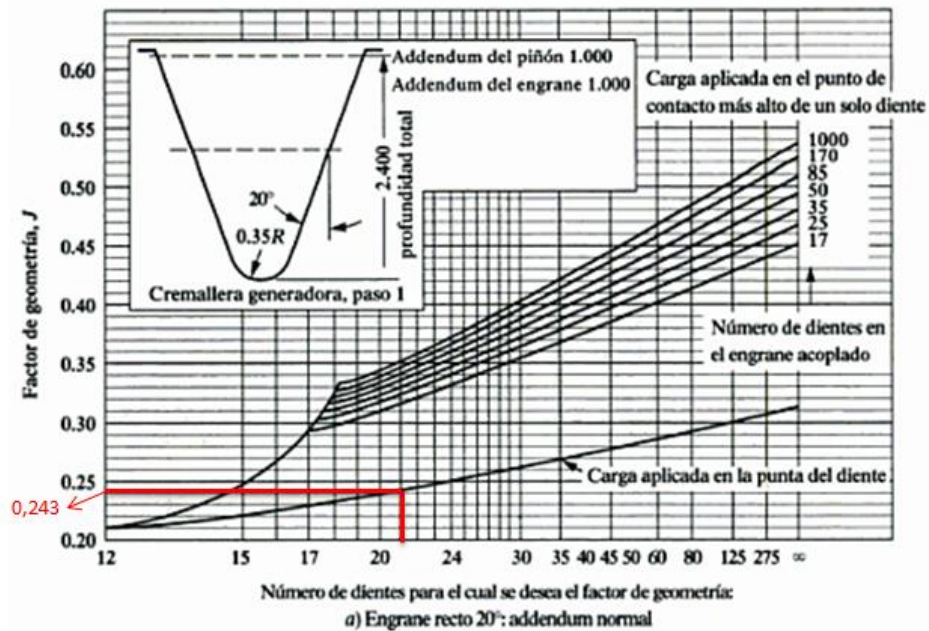
K_B = Factor de espesor de la corona.

K_v = Factor de dinámica para la resistencia a la flexión.

Y cada factor se obtiene a partir de la siguiente selección:

- **Factor de geometría (J)** : Las gráficas según AGMA se presentan para el factor de geometría de dientes envolventes de profundidad máxima a 20 y 25°, se designa dependiendo del punto de aplicación de la carga, aunque es más crítico cuando se aplica en la punta del diente y para más seguridad se utiliza en este punto. Por lo tanto en este caso se tomará el valor correspondiente al número de dientes con la carga aplicada en la punta del diente, una profundidad de 20° Y 21 dientes del engranaje, con el fin de establecer un alto rango de seguridad debido a la aplicación que se le dará al sistema de transporte (Figura 84.).

Figura 84. Factor de geometría



Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott

- **Factor de aplicación (K_a):** El factor de aplicación considera el ambiente de trabajo al cual estará expuesto el sistema, tiene en cuenta las vibraciones, la variación de carga, el choque, los cambios de velocidad y otras condiciones que podrían deteriorar el engranaje durante la operación. El estándar AGMA 2001-B88 no proporciona los valores específicos para este factor, pero establece una tabla que facilita dichos valores tomados por la industria y adecuados con base en la experiencia y se presentan en función de las condiciones de la naturaleza de la maquinaria impulsora y la impulsada. Debido a que el sistema funcionará a una velocidad constante la fuente de poder es un motorreductor, estos dos se definen como uniformes (Tabla 28.).

Tabla 28. Factor de aplicación

Fuente de potencia	Máquina Impulsada			
	Uniforme	Choque ligero	Choque moderado	Choque pesado
Uniforme	1,00	1,25	1,50	1,75
Choque ligero	1,20	1,40	1,75	2,25
Choque moderado	1,30	1,70	2,00	2,75

Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott

- **Factor de tamaño (K_s):** La AGMA indica que en su mayor parte el factor de tamaño es 1.00 y aumenta con pasos diametrales menores que 5 y módulos métricos mayores que 5 y se establecen en la tabla 29.

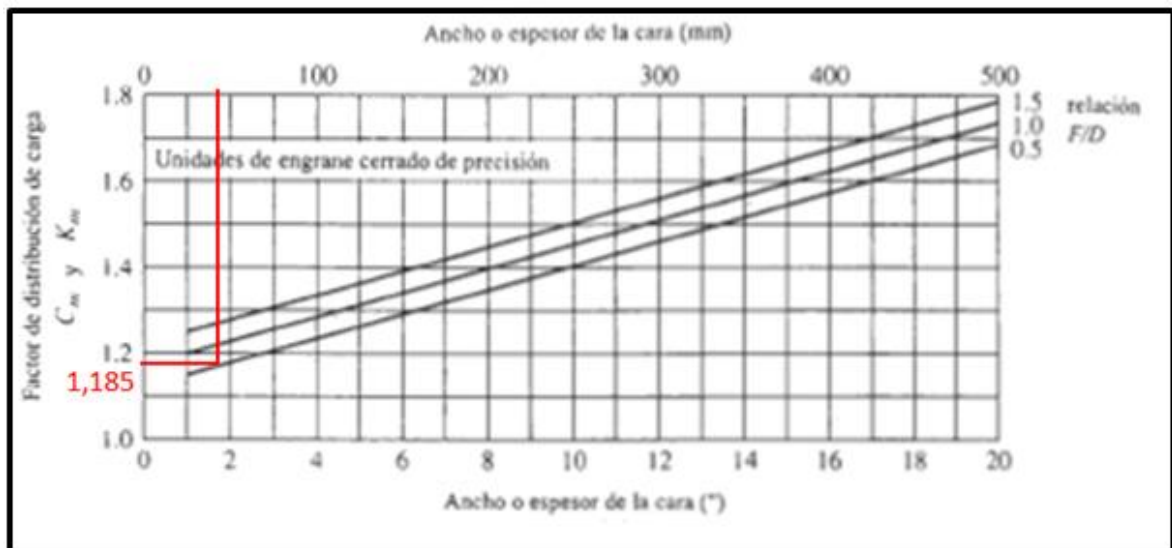
Tabla 29. Factor de tamaño

Paso diametral, Pd	Módulo métrico, m	Factor de tamaño, Ks
≥ 5	≤ 5	1,00
4	6	1,05
3	8	1,15
2	12	1,25
1,25	20	1,40

Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott

- Factor de distribución de carga (K_m):** Este factor depende de muchas variables de diseño, lo que dificulta su cálculo analítico o experimental. Si la intensidad de la carga en todos los puntos de contacto del engranaje con la cadena en un momento es la misma este valor es 1.00, sin embargo, es difícil que se presente este caso, pues existen factores que pueden provocar desalineación del diente. Para este caso el estándar AGMA presenta una gráfica en función del espesor de la cara y el diámetro del engranaje. Para este caso se utilizará la tabla correspondiente a unidades de engranaje cerrado cuyo nivel de calidad comercial es general, un ancho de cara de 40mm según la Catarina seleccionada y la curva de la relación igual a 0,5 debido a que el valor en este caso es menor (Figura 85.).

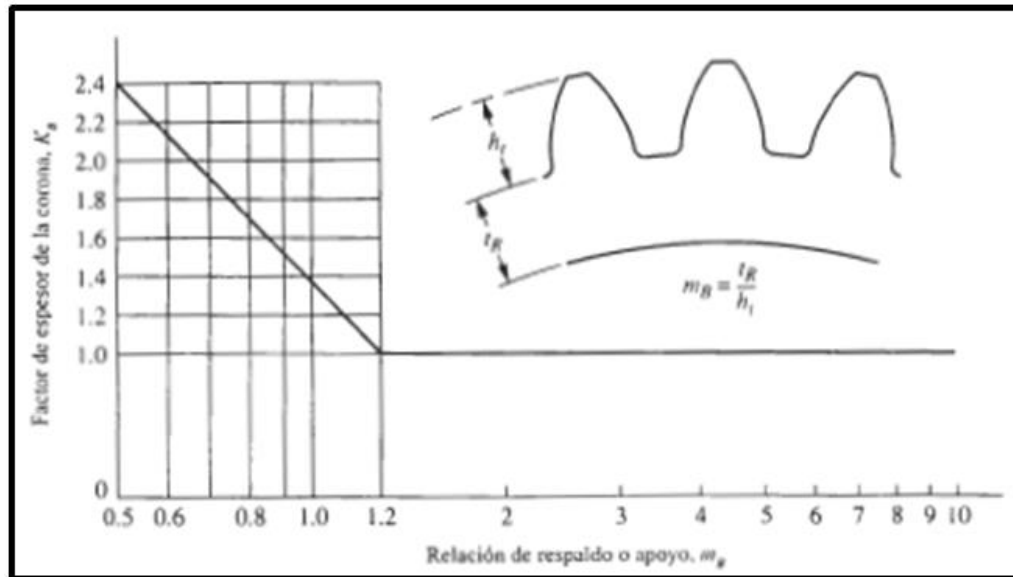
Figura 85. Factor de distribución de carga



Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott

- Factor de espesor de corona (K_B):** La figura 86 se utiliza para hallar la influencia del espesor de la corona, la cual está en función de la relación entre el espesor de la corona y la profundidad total de los dientes del engranaje (m_B), en este caso debido a que la Catarina es maciza el factor tiene un valor de 1.00.

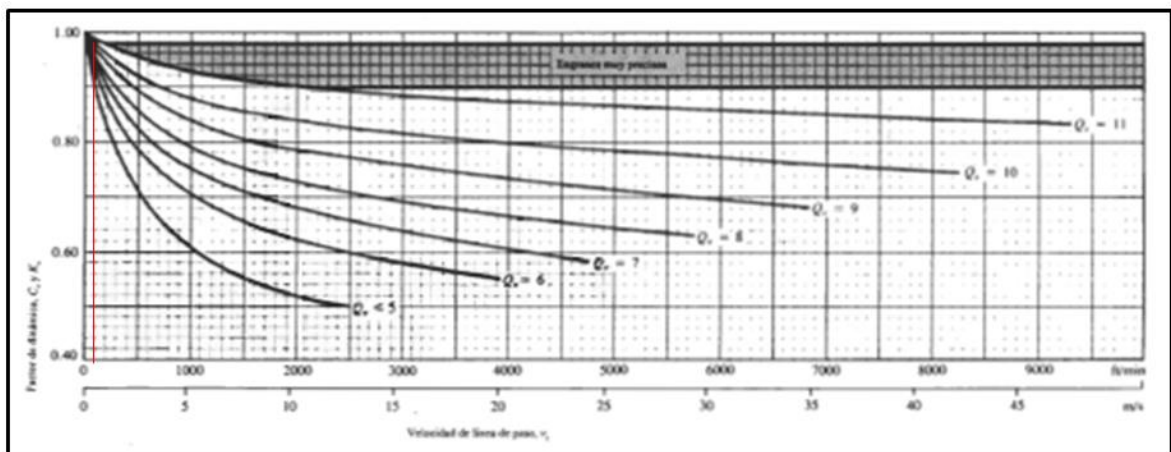
Figura 86. Factor de espesor de corona



Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott

- **Factor de dinámica (K_v):** El estándar AGMA presenta una gráfica en función de la velocidad y el número de calidad AGMA que en este caso se toma como 6 debido a la baja velocidad que maneja el transportador, por este mismo motivo el factor de dinámica se expresa como 1.00, según la figura 87.

Figura 87. Factor de dinámica



Fuente: Diseño de elementos de máquinas, Robert L. Mott

En la tabla 30 se observa el cálculo del esfuerzo por tensión, el cual debe compararse con el del material agregando un factor de seguridad correspondiente a los ciclos de carga y a la confiabilidad que se quiere.

Para comprobar la eficiencia del material utilizado es necesario definir los factores por vida útil (Tabla 31.) y confiabilidad (Tabla 32.). Las características de la poliamida fueron tomadas de la página web que brinda propiedades de materiales “MATWEB” (Tabla 33.), de donde se utiliza para este caso la resistencia a la flexión. Y el valor obtenido debe ser comparado según la tabla 34. Ya que el funcionamiento del transportador depende de la producción de la empresa y este se debe diseñar pensando en un crecimiento, los factores aportarán confiabilidad al diseño.

Tabla 30. Cálculo de la tensión en los dientes del engranaje

TENSION EN LOS DIENTES DEL ENGRANAJE			
$\sigma_t = \frac{W_t P_d K_a K_s K_m K_B}{F J K_v}$			
Variables de entrada			
W_t	385,91	lb	Potencia máxima
P_d	4	1/pulgada	Paso Diametral
F	2	Pulgadas	Espesor de la cara del diente
J	0,243		Factor de geometría
K_a	1		Factor de aplicación
K_s	1,05		Factor de tamaño
K_m	1,185		Factor de distribución de carga
K_B	1		Factor de espesor de la corona
K_v	1		Factor de dinámica
Variables de salida			
σ_t	3952,05	psi	Tensión en los dientes del engranaje

Tabla 31. Factor de corrección por vida útil

Número de ciclos de carga, N	KL
10^7	1,00
10^8	0,92
10^9	0,87
10^{10}	0,80

Fuente: Diseño de elementos de máquinas,
Robert L. Mott

Tabla 32. Factor de corrección por confiabilidad

Confiabilidad que se requiere	KR
0,9	0,85
0,99	1,00
0,999	1,25
0,9999	1,50

Fuente: Diseño de elementos de máquinas,
Robert L. Mott

Tabla 33. Características de la poliamida

Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Rockwell M	75	75
Tensile Strength	93.1 MPa	13500 psi
Elongation at Break	5.0 %	5.0 %
Tensile Modulus	4.65 GPa	675 ksi
Flexural Strength	145 MPa	21000 psi
Flexural Modulus	4.48 GPa	650 ksi
Compressive Strength	124 MPa	18000 psi
Compressive Modulus	4.14 GPa	600 ksi

Fuente: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=7ca6952edb9d4ee29320bb1cf29e6365&ckck=1>

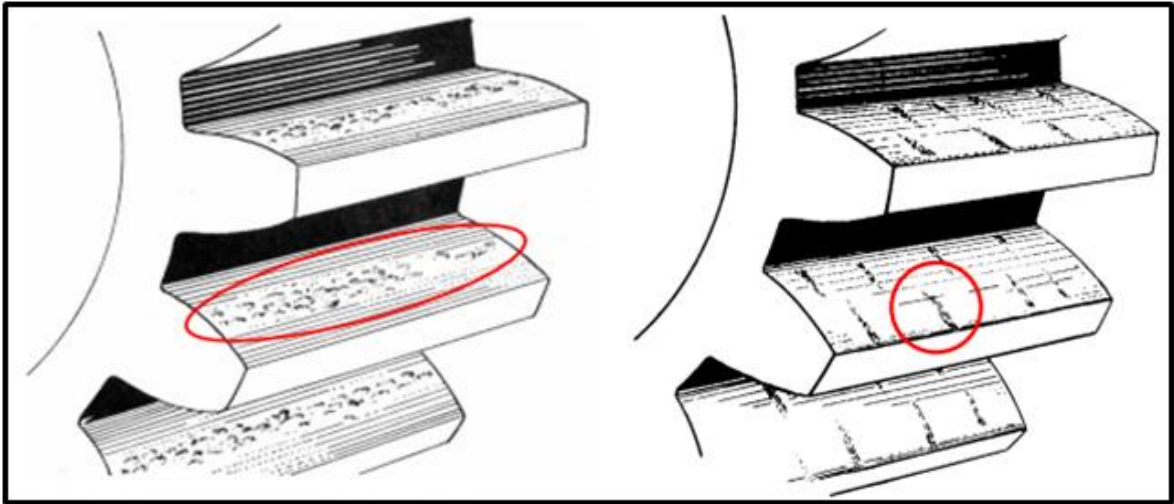
Tabla 34. Comparación de la tensión en los dientes

COMPROBACION DE LA TENSION EN LOS DIENTES			
$\sigma_t < \sigma_{tc}$		$\sigma_{tc} = S_{at} \frac{K_L}{K_R}$	
Variables de entrada			
σ_t	3952,05	psi	Tensión en los dientes del engranaje
S_{at}	21000	psi	Resistencia a la flexión permisible de poliamida
K_L	0,87		Factor de corrección por vida útil
K_R	1,25		Factor de corrección por confiabilidad
Variables de salida			
σ_{tc}	14616	psi	Tensión del material corregida

En la tabla 34 se comprueba que el material seleccionado para la catarina cumple con las características de tensión del diseño, por lo cual se descarta una falla por este aspecto.

5.5.2. Resistencia al contacto de dientes: Los engranajes deben diseñarse de tal forma que soporten tanto las fallas por rotura como por contacto durante una vida útil establecida. Las fallas por contacto se presentan cuando pequeñas partículas se eliminan de los dientes debido a las fuerzas de contacto que se presentan entre los dientes, definida también como la fatiga en la superficie (Figura 88.). Es necesario evitar este fenómeno debido a que después de que aparece y el sistema sigue en funcionamiento se pueden presentar vibraciones y ruidos que pueden recaer en fallas graves, por lo tanto es importante buscar evitar la corrosión en el proceso de diseño.

Figura 88. Fractura por contacto en los dientes



Fuente: <http://www2.ula.ve/dsiportal/dmdocuments/elementos/ENGRANES.pdf>

La ecuación 15 representa la forma dada por el estándar AGMA para calcular el esfuerzo por contacto.

$$\sigma_c = C_p \sqrt{\frac{C_a C_s C_m W_t}{C_v F D_p I}} \quad (\text{Ecuación 15.})$$

Dónde:

C_p =Coeficiente elástico.

C_a = Factor de aplicación.

C_s = Factor de tamaño.

C_m = Factor de distribución de carga.

C_v =Factor de dinámica.

I = Factor de geometría.

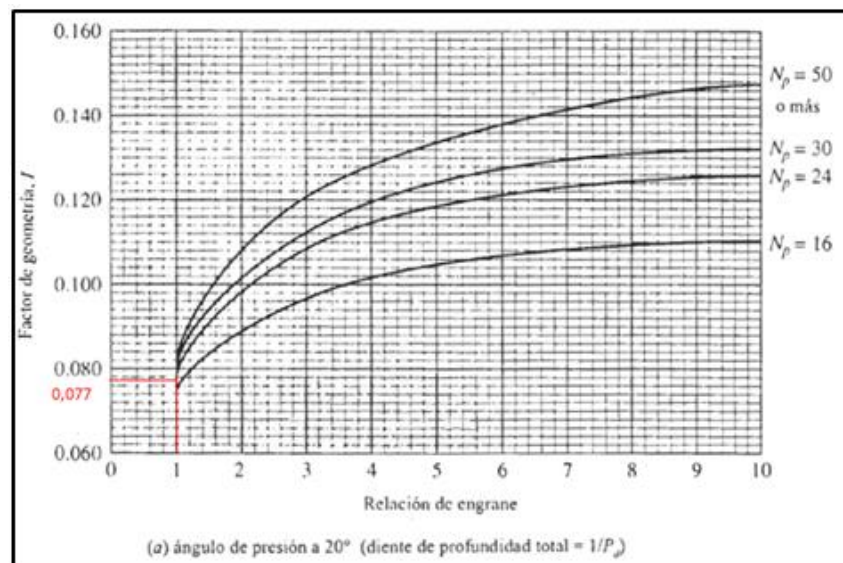
Los valores de fuerza tangencial y espesor de la cara del diente se utilizaron en el cálculo anterior y los factores de aplicación, de tamaño, de distribución de carga y

de dinámica se asumen como los factores utilizados en el cálculo de la tensión en los dientes.

- **Factor de geometría (I):** Según el estándar AGMA el valor de factor de geometría se presenta en la figura 89 en función de la relación de engranaje y el número de dientes. Para este caso la relación de engranaje se tomará como 1 debido a que tanto la Catarina como la rueda loca de reenvío tienen el mismo diámetro y teniendo una cadena la unión será óptima.
- **Coefficiente elástico (C_p):** Depende de las propiedades del material y se calcula según la ecuación 16.

$$C_p = \sqrt{\frac{1}{\pi \left[\frac{(1 - \nu_p^2)}{E_p} + \frac{(1 - \nu_G^2)}{E_G} \right]}} \quad (\text{Ecuación 16.})$$

Figura 89. Factor de geometría



Las características necesarias de los materiales tanto de la cadena como de la catarina se suministran en la tabla 35 con sus respectivas fuentes de investigación.

Tabla 35. Propiedades de los materiales de la catarina y la cadena

Material	Propiedad	Fuente
Poliamida (Catarina)	Coeficiente de Poisson	http://www.goodfellow.com/S/Poliamida-Nilon-6.html
	0,39	
Acero Inoxidable (Cadena)	Módulo de elasticidad (psi)	http://www.sanmetal.es/productos/termoplasticos/poliamida-66-pa-66/8
	290075,4	
Acero Inoxidable (Cadena)	Coeficiente de Poisson	http://cuadernoedovago.blogspot.com/2012/04/valores-del-coeficiente-de-poisson-para.html
	0,30	
Acero Inoxidable (Cadena)	Módulo de elasticidad (psi)	http://www.alloywire.com/spanish/alloy_stainless_steel_304.html
	27195000	

En la tabla 36 se observa el esfuerzo por contacto en los dientes, el cual debe ser comparado con el del material para verificar que resistirá a un ciclo de vida establecido y con una confiabilidad específica.

Tabla 36. Cálculo del contacto en los dientes del engranaje

CONTACTO EN LOS DIENTES			
$C_p = \sqrt{\frac{1}{\pi \left[\frac{(1 - \nu_p^2)}{E_p} + \frac{(1 - \nu_c^2)}{E_c} \right]}}$		$\sigma_c = C_p \sqrt{\frac{C_a C_s C_m W_t}{C_v F D_p l}}$	
Variables de entrada			
ν_p	0,390		Coeficiente de Poisson del material de la catarina
E_p	290075,400	psi	Módulo de elasticidad del material de la catarina
ν_c	0,300		Coeficiente de Poisson del material de la cadena
E_c	27195000,000	psi	Módulo de elasticidad del material de la cadena
C_a	1,000		Factor de aplicación
C_s	1,050		Factor de tamaño
C_m	1,185		Factor de distribución de carga
C_v	1,000		Factor de dinámica
W_t	385,914	lb	Fuerza tangencial
D_p	5,118	in	Diametro de paso de la catarina
F	1,575	in	Espesor de la cara del diente
l	0,077		Factor de geometría
Variables de salida			
C_p	328,12	psi ^{^(1/2)}	Coeficiente elastico
σ_c	9126,88	psi	Contacto en los dientes del engranaje

Debido a que el esfuerzo de contacto es la compresión que se produce en la superficie de contacto entre dos cuerpos, es posible analizar el diente con la resistencia presentada en la tabla 33.

Tomando los mismos factores de corrección por vida útil y por confiabilidad que en el caso de la tensión en los dientes, en la tabla 37 se comprueba la efectividad del material utilizado en cuanto a su resistencia al contacto, debido a que los valores calculados con las condiciones de funcionamiento críticas no sobrepasan las características ofrecidas por este material.

Tabla 37. Comparación del contacto en los dientes

COMPROBACION DEL CONTACTO EN LOS DIENTES			
$\sigma_c < \sigma_{cc}$		$\sigma_{cc} = S_{ac} \frac{K_L}{K_R}$	
Variables de entrada			
σ_c	9126,88	psi	Contacto en los dientes del engranaje
S_{ac}	18000	psi	Resistencia al contacto permisible de poliamida
K_L	0,87		Factor de corrección por vida útil
K_R	1,25		Factor de corrección por confiabilidad
Variables de salida			
σ_{cc}	12528	psi	Tensión por contacto del material corregida

5.6. CALCULO DEL EJE DE LA CATARINA MOTRIZ

El procedimiento de cálculo se realiza para el eje que soporta la catarina motriz ya que este es el que transmite el movimiento a la cadena desde el motorreductor y está expuesto a mayores tensiones y cargas que el eje de la Catarina de reenvío, el cual hace el papel de guía para regresar la cadena.

El eje de la catarina motriz es un elemento rotatorio que se utiliza para transmitir la potencia necesaria para mover el sistema desde el motorreductor hasta la catarina. Debido a que las cargas que presenta el transportador varían con

respecto a la cantidad de botellas rechazadas se deduce que el eje está sometido a cargas fluctuantes.

Ya que la planta está expuesta a líquidos y productos consumibles es necesario seleccionar un acero adecuado para la construcción de sus elementos, por lo tanto para el eje se elige un acero AISI 4140 cuyas características se presentan en la figura 90.

Figura 90. Características del acero AISI 4140

AISI 4140 acero, normalizado a 870 ° C (1600 ° F), refrigerado por aire, de 50 mm (2 pulgadas) alrededor de			
Categorías: Metal ; metal ferroso ; acero de aleación ; AISI acero de la serie 4000 ; acero de baja aleación ; acero de carbón de ; Medium Acero al carbono			
Propiedades Mecánicas	Métrico	Inglés	Comentarios
Dureza, Brinell	285	285	
Dureza, Knoop	311	311	Convertido de dureza Brinell.
La dureza, Rockwell B	99	99	Convertido de dureza Brinell.
Dureza Rockwell C	30	30	Convertido de dureza Brinell.
Dureza Vickers	301	301	Convertido de dureza Brinell.
Resistencia a la tracción, Ultimate	972 MPa	141,000 psi	
Resistencia a la tracción, Rendimiento	635 MPa	92,100 psi	
Alargamiento a la rotura	16.5%	16.5%	en 50 mm
Reducción de área	48.1%	48.1%	
Módulo de elasticidad	205 GPa	29700 ksi	Típico de acero
Módulo Granel	140 GPa	20300 ksi	Típico de acero
Poissons Ratio	0.29	0.29	Calculado
Maquinabilidad	65%	65%	Con base en AISI 1212 como 100% la maquinabilidad.
Módulo de corte	80.0 GPa	11600 ksi	Típico de acero

Fuente:<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=d9811a8822114ea68653e00f1e641ce9>

De la figura 89 se obtienen los siguientes valores correspondientes a la resistencia del material, los cuales son necesarios para realizar el cálculo del eje.

$$S_u = 141000 [psi] = 972 [MPa]$$

$$S_y = 92100 [psi] = 635 [MPa]$$

Para analizar el eje se deben tener en cuenta las fuerzas ejercidas sobre la catarina, las cuales fueron calculadas en la tabla 28 y cuyos valores son:

$$W_r = 140,46 [Lb]$$

$$W_t = 385,91 [Lb]$$

$$W_n = 410,68 [Lb]$$

5.6.1. Determinación del diámetro mínimo: Es necesario hallar la parte crítica del eje con el fin de realizar el cálculo del diámetro con base en este tramo. Por lo tanto se elabora el diagrama de cortantes y de momentos partiendo de las fuerzas ubicadas en el eje en cada plano, tanto x-y (Figura 91.) como z-y (Figura 92.).

Figura 91. Fuerzas en el plano x-y

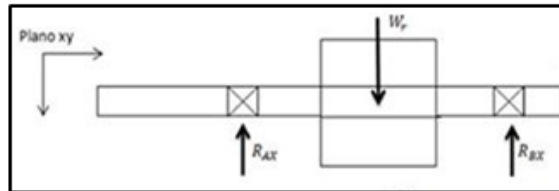
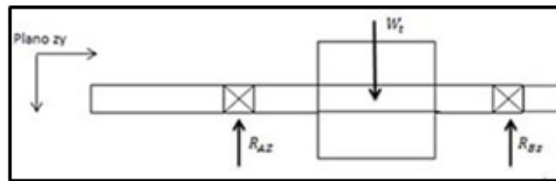


Figura 92. Fuerzas en el plano z-y



Con ayuda de la herramienta computacional “MD Solid” y realizando el diagrama de fuerzas para cada plano; x-y (Figura 93.) y z-y (Figura 94.) se obtienen los diagramas de cortante y de momentos para el plano x-y (Figura 95.) y para el plano z-y (Figura 96.).

Figura 93. Fuerzas del plano x-y en MD Solid



Figura 94. Fuerzas del plano z-y en MD Solid

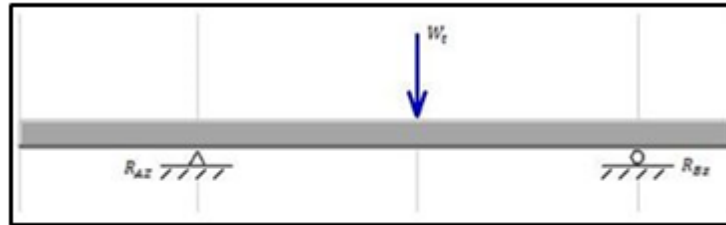
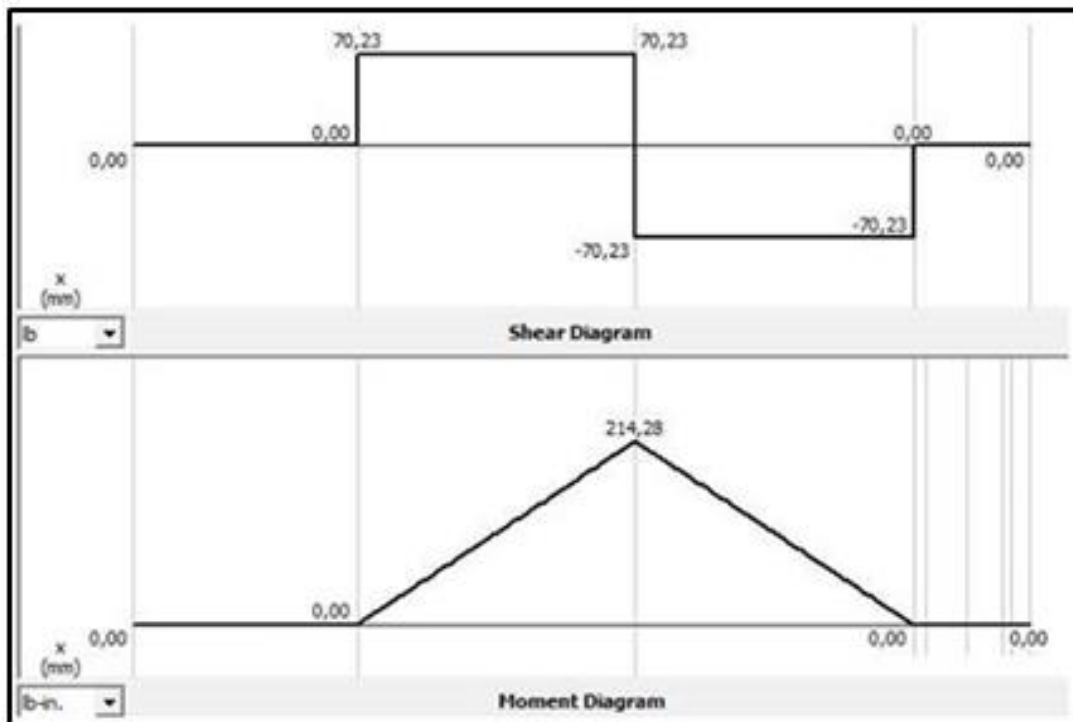
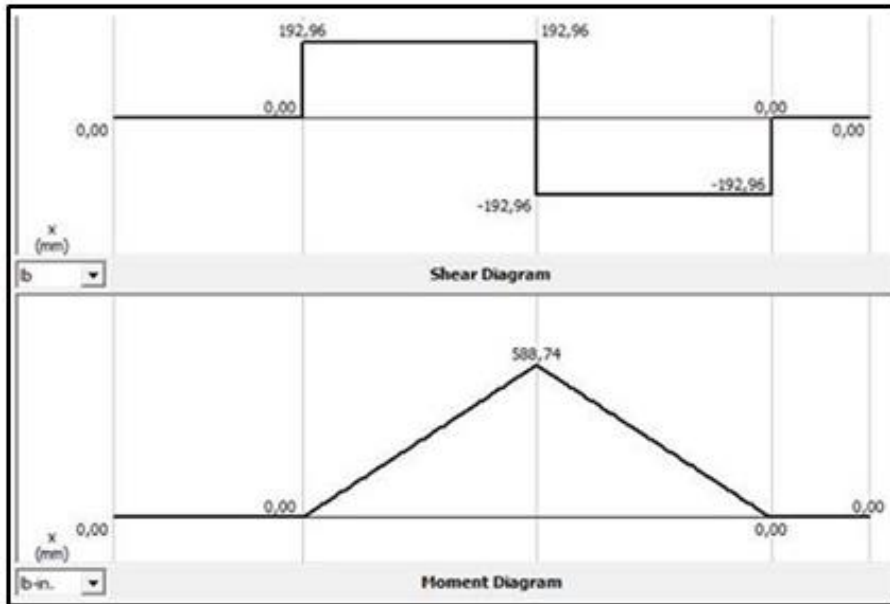


Figura 95. Diagrama de cortante y de momentos del plano x-y



En la figura 95 se puede observar que para el plano x-y como era de esperarse, el punto crítico se sitúa en el lugar de aplicación de la fuerza radial de la catarina, donde el eje está expuesto a la máxima carga y por lo tanto al mayor momento con el cual se analizara la selección del diámetro. En este punto, el eje presenta un momento máximo de 214,28 [lb*in].

Figura 96. Diagrama de cortante y de momentos del plano z-y



El análisis del eje z-y dado por la herramienta computacional MD Solid y expresado en la figura 95 arroja el punto más crítico en el lugar de aplicación de la fuerza tangencial, en este punto se tiene un momento máximo de 588,74 [lb*in].

Teniendo el momento crítico en cada plano, es necesario calcular el momento flexionante aplicado (Tabla 38.) para utilizarlo en el cálculo del diametro del eje.

Tabla 38. Cálculo del momento flexionante aplicado

MOMENTO FLEXIONANTE APLICADO			
$M_r = \sqrt{M_{xy}^2 + M_{zy}^2}$			
Variables de entrada			
M_{xy}	214,28	lb*in	Momento máximo en el eje x-y
M_{zy}	588,74	lb*in	Momento máximo en el eje z-y
Variables de salida			
M_r	626,52	lb*in	Momento flexionante aplicado

Para calcular el diametro optimo del eje se utilizará el diseño de ejes para cargas fluctuantes y choques (Ecuación 17.), basado en el metodo de Soderberg expresado en funcion del diametro de la flecha, el cual se basa en la teoria de cortante máximo y emplea factores combinados de choque y fatiga.

$$\frac{S_{yp}}{N} = \frac{32}{\pi D_o^3 [1 - (D_i/D_o)^4]} \sqrt{K_{sb} \left(M_m + \frac{S_{yp}}{S_e} M_r \right)^2 + \frac{3}{4} K_{st} \left(T_m + \frac{S_{yp}}{S_{es}} T_r \right)^2} \quad (\text{Ecuación 17.})$$

Ya que la carga flexionante es repetitiva se considera $M_m=0$, y debido a que no hay volantes, embragues, etc. el par de torsion es estable y $T_r=0$. De tal forma la ecuación se reduce a la ecuación 18.

$$\frac{S_y}{N} = \frac{32}{\pi D_{eje}^3} \sqrt{K_{sb} \left(\frac{S_y}{S_e} M_r \right)^2 + \frac{3}{4} K_{st} (T_m)^2} \quad (\text{Ecuación 18.})$$

- **Factor de correccion por choque o impacto (Ksb, Kst):** Se selecciona según la tabla 39 y está en función de las condiciones de trabajo del diseño, en este caso y debido a que se presentan choques menores se da un valor de 1,25.

Tabla 39. Factor de corrección por choque o impacto

Coeficiente	Valor	Condición de trabajo
Ksb, Kst	1.0	Cargas estables o aplicadas gradualmente
	1.0-1.5	Choques menores
	1.5-2.0	Choques fuertes

Fuente: DEUTSCHMAN, Aaron; Michles; Wilson, Charles.

Diseño de máquinas: teoría y práctica. Pág. 362.

- **Torque medio aplicado:** A continuación es necesario hallar el torque generado por la potencia consumida (Tabla 40.), que en este caso será la máxima calculada anteriormente para el sistema, con el fin de trabajar bajo

condiciones críticas y a una velocidad constante de 30 rpm que fue definida en la tabla 21.

Tabla 40. Cálculo del torque medio aplicado

PAR DE TORSION MEDIO APLICADO			
$T_m = \frac{Pot_{consumida} * 63000}{n}$			
Variables de entrada			
$Pot_{consumida}$	0,47	Hp	Potencia máxima consumida
n	30	rpm	Velocidad angular del eje
Variables de salida			
T_m	987	Ib*in	Par de torsión medio aplicado

- **Limite a la fatiga, Se:** Para estudiar el efecto que la fatiga tendrá en el eje del transportador es necesario tener en cuenta diversos factores que influyen en la resistencia a la fatiga (Tabla 41.) con el fin de tener confiabilidad en el diseño presentado.

Tabla 41. Factores que influyen en la resistencia a la fatiga

Efectos del material	Efectos ambientales
1. Composición química 2. Condición de falla 3. Variación del material 4. Tamaño y forma 5. Velocidad 6. Bajo esforzado y sobreesforzado	1. Corrosión 2. Periodos de reposo 3. Superponer esfuerzo estático 4. Temperatura 5. Variación de amplitudes 6. Exposición a radiación nuclear
Efectos de fabricación	Efectos varios
1. Desgaste por fatiga y desgaste por corrosión 2. Tratamiento térmico 3. Método de fabricación 4. Concentración de esfuerzo 5. Tratamiento superficial	1. Fatiga superficial 2. Esfuerzos combinados

Fuente: DEUTSCHMAN, Aaron; Michles;Wilson, Charles. Diseño de máquinas: Teoría y práctica. Pág. 122. Tabla 3.1.

El límite a la fatiga modificado según DEUTSCHMAN en el libro diseño de máquinas se presenta en la ecuación 19.

$$S_e = \left(\frac{1}{K_f} \right) * C_r * C_s * C_f * C_w * \dot{S}_e \quad (\text{Ecuación 19.})$$

Donde cada factor se define a continuación:

- **Límite de fatiga del acero (\dot{S}_e):** Se toma un valor experimental que asuma las características del medio y del maquinado realizado a la pieza, según la tabla 42. Se selecciona el ambiente jugo ya que el transportador estará expuesto a líquidos y acabado espejo ya que el maquinado es preciso.

Tabla 42. Límite de fatiga para el acero AISI 4140

Ensayo	Acero	Resistencia a la fatiga Psi (MPa)
ambiente aire – acabado espejo	SAE 1045	62878,19 (433,53)
ambiente aire – acabado rugoso	SAE 1045	61080,14 (421,13)
ambiente jugo – acabado espejo	SAE 1045	59965,30 (413,45)
ambiente jugo – acabado rugoso	SAE 1045	57411,65 (395,84)
ambiente aire – acabado espejo	SAE 4140	70566,73 (486,54)
ambiente aire – acabado rugoso	SAE 4140	69486,43 (479,09)
ambiente jugo – acabado espejo	SAE 4140	60048,20 (414,02)
ambiente jugo – acabado rugoso	SAE 4140	59210,67 (408,24)

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/48436149/COMPORTAMIENTO-A-FATIGA-DEL-ACERO-SAE-4140>

- **Confiabilidad (C_r):** Se define mediante la ecuación 20 y está en función del factor de desviación de multiplicación (Tabla 43.), el cual a su vez se expresa según la confiabilidad deseada, que en este caso se toma como 99%, un valor seguro para el transportador diseñado.

$$C_r = 1 - 0,08 * (D.M.F.) \quad (\text{Ecuación 20.})$$

Tabla 43. Factor de desviación ed multiplicación

Razón de supervivencia, %	Factor de desviación de multiplicación (D.M.F.)
90,00	1,28
95,00	1,64
98,00	2,05
99,00	2,33
99,90	3,08
99,99	3,62

Fuente: DEUTSCHMAN, Aaron; Michles;Wilson, Charles.
Diseño de máquinas: Teoría y práctica. Pág. 124. Tabla 3.2.

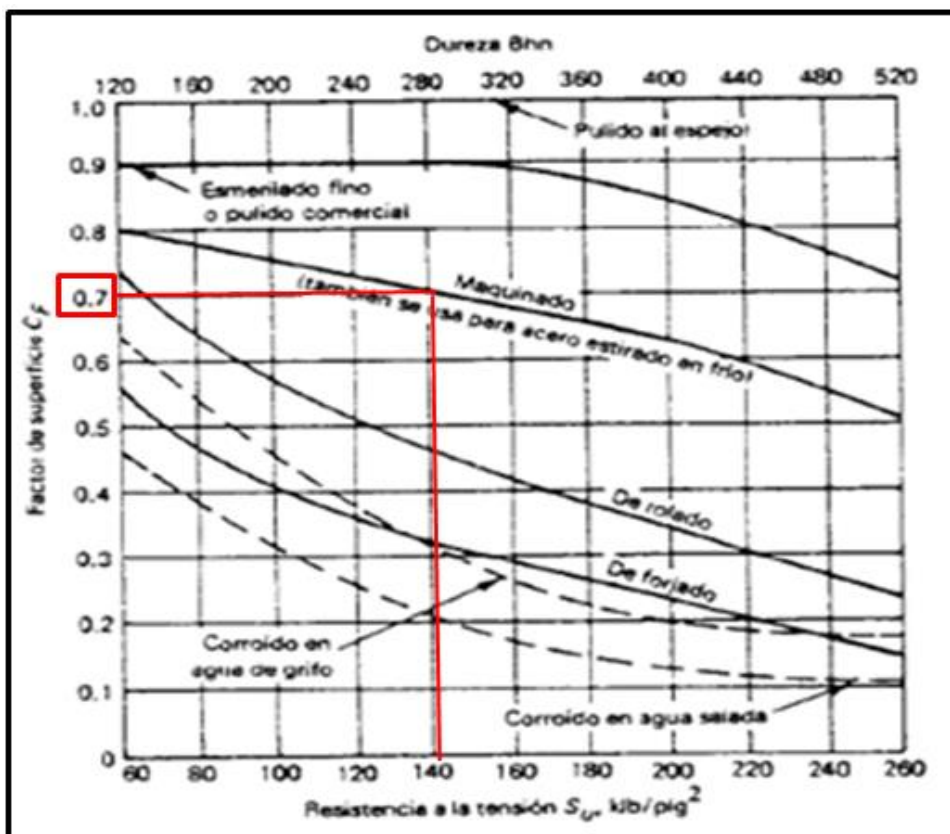
Por lo tanto C_r toma el valor de 0,8136 según la ecuación 21.

$$C_r = 1 - 0,08 * (2,33) = 0,8136 \quad (\text{Ecuación 21.})$$

- **Factor de tamaño (C_s):** La resistencia a la fatiga del material puede variar según las dimensiones que este tenga y las cargas a las cuales está expuesto, por lo tanto es necesario considerar un factor que de un porcentaje de disminución acorde al caso. Se sugiere para un diseño prudente usar un factor de 0,70, al no tenerse información. Para diseños más críticos, las pruebas que se hacen en los especímenes deben efectuarse con valores más exactos, pero al carecer de información, es posible utilizar un factor de 0,85 para especímenes sujetos a torsión y flexión desde media pulgada hasta dos pulgadas de diámetro. Como el diseño está hecho para condiciones críticas, y el diámetro se encuentra en el rango establecido para la relación anterior se toma un valor de 0,85 con el fin de tener seguridad en el transportador planteado.

- **Factor de acabado superficial (C_f):** Se ha realizado trabajo de investigación con el fin de averiguar los efectos que tiene el acabado de la superficie en el comportamiento de la fatiga, pero es un tema que cada día evoluciona más. La figura 97 muestra la relación que tienen diversos procesos superficiales con el factor disponible en la ecuación 19, el cual requiere una interpolación entre las diferentes curvas de pulido, rectificado y maquinado. Para el transportador diseñado se asignó un eje maquinado según el catalogo disponible y como se nombró anteriormente se tiene una resistencia a la tensión de 141.000 psi, así que según la gráfica se tiene un valor de 0,7 para el factor de acabado superficial.

Figura 97. Reducción de la resistencia a la fatiga debido al acabado superficial



Fuente: DEUTSCHMAN, Aaron; Michles; Wilson, Charles. Diseño de máquinas: Teoría y práctica. Pág 930. Figura B-3

- **Factor concentrador de esfuerzo (K_f):** Debido a que en el punto en el cual se presentan las características críticas no hay cambio de sección, se considera que este tramo no tiene concentradores de esfuerzo, por lo tanto se toma como valor 1.
- **Factor de soldadura (C_w):** Debido a que el eje no tendrá soldadura este factor no interviene en el cálculo de la fatiga, por lo tanto se da un valor de 1 que no afecta la ecuación.

Después de calcular cada uno de los factores pertenecientes al límite de fatiga modificado expresado en la ecuación 19 se calcula su valor (Tabla 44.), para poder a continuación hallar el diámetro mínimo perteneciente al eje y acorde a este resultado comprobar la validez del eje seleccionado en el catálogo, de lo contrario y al no ser aprobado este eje es necesario regresar al proceso de selección y elegir un diámetro acorde al diseño planteado.

Tabla 44. Cálculo del límite de fatiga corregido

LÍMITE DE FATIGA CORREGIDO			
$S_e = \left(\frac{1}{K_f} \right) * C_r * C_s * C_f * C_w * \dot{S}_e$			
Variables de entrada			
K_f	1		Factor concentrado de esfuerzos
C_r	0,8136		Confiability
C_s	0,85		Factor de tamaño
C_f	0,7		Factor de acabado superficial
C_w	1		Factor de soldadura
\dot{S}_e	60048,2	psi	Límite de fatiga del acero AISI 4140
Variables de salida			
S_e	29068,8532	psi	Límite de fatiga corregido

A continuación con el diámetro de 40mm seleccionado del catálogo de la catarina y la cadena se calcula el factor de seguridad (Tabla 46.) que según

DEUTSCHMAN dependiendo del material seleccionado y las condiciones dadas debe estar en el rango determinado en la tabla 45.

Tabla 45. Condiciones del ambiente y material para cada factor de seguridad

Factor de seguridad	Condiciones
1,25 - 1,5	Para materiales excepcionalmente confiables usados bajo condiciones controladas y sujetos a carga y esfuerzos que pueda determinarse con exactitud. Una consideración muy importante es que casi siempre se usan para pesos pequeños.
1,5 - 2,0	Para materiales bien conocidos, para condiciones de medio ambiente razonable constantes y sujetos a carga y esfuerzos que puedan calcularse con facilidad.
2,0 - 2,5	Para materiales promedio que trabajen en condiciones de medio ambiente ordinarias y sujetos a carga y esfuerzos que puedan calcularse
2,5 - 3,0	Para materiales poco experimentados o para materiales frágiles en condiciones promedio de medio ambiente, carga y esfuerzo.
3,0 - 4,0	Para materiales son experimentados usados para condiciones promedio de medio ambiente, carga y esfuerzo. Deberá también usarse con materiales mejor conocidos que vayan a usarse en condiciones ambientales inciertas o sujetos a esfuerzos inciertos.

Fuente: DEUTSCHMAN, Aaron; Michles; Walter; Wilson, Charles. Diseño de máquinas: Teoría y práctica. Pág 22.

Después de calcular el factor de seguridad en la tabla 46 se asegura que el diámetro es aceptable pues el mínimo permitido para este caso es de 1 pulgada y el seleccionado de aproximadamente 1,57 pulgadas lo sobrepasa en un alto rango hasta lograr un factor de seguridad de 15,91.

El sistema está diseñado para condiciones críticas ya que como se ha mencionado anteriormente estará expuesto a cambios de producción de la empresa, por lo tanto es necesario asegurar un factor de seguridad que cumpla con las características asignadas, lo cual se ve reflejado en la seguridad y confiabilidad con la cual está diseñado el transportador. Es posible corroborar que

la selección del eje de 40 mm del catalogo es aceptable y que es posible continuar con la selección de los elementos.

Tabla 46. Cálculo del factor de seguridad

FACTOR DE SEGURIDAD			
$\frac{S_y}{N} = \frac{32}{\pi D_{eje}^3} \sqrt{K_{sb} \left(\frac{S_y}{S_e} M_r \right)^2 + \frac{3}{4} K_{st} (T_m)^2}$			
$\frac{S_y}{N_{asumido}} = \frac{32}{\pi D_{minimo}^3} \sqrt{K_{sb} \left(\frac{S_y}{S_e} M_r \right)^2 + \frac{3}{4} K_{st} (T_m)^2}$			
Variables de entrada			
S_y	92100	psi	Esfuerzo de cedencia a tensión del acero AISI 4140
D_{eje}	1,57	in	Diámetro del eje
K_{st}	1,25		Factor de corrección por choque o impacto
K_{sb}	1,25		Factor de corrección por choque o impacto
S_e	29068,85	psi	Límite de fatiga corregido
M_r	626,52	lb*in	Momento flexionante variable aplicado
T_m	411,6	lb*in	Torque medio aplicado
$N_{asumido}$	4		Factor de seguridad asumido
Variables de salida			
N	15,91		Factor de seguridad
D_{minimo}	1,00	in	Diámetro mínimo del eje

5.7. SELECCIÓN DE RODAMIENTOS Y SOPORTES PARA LOS EJES.

El procedimiento de selección de rodamientos debe contemplar diversos factores que permitan un buen funcionamiento de este en la aplicación que va a ser utilizado, la carga que ejerce el eje en este punto debe ser soportada por el rodamiento seleccionado logrando mantener la seguridad del sistema y la vida útil de este debe ser apropiada para el ambiente y funcionamiento al cual esté expuesto. Sin embargo, en la mayoría de los casos esta selección se basa en el eje para el cual será utilizado, pues el diametro de este es un factor determinante para la elección del tamaño del rodamiento.

Ya que estos mecanismos deben soportar las cargas establecidas en los dos ejes, tanto el motor como el de reenvío, la selección será realizada con base en el más crítico, en este caso el motriz que es el que está expuesto a un torque del motor y por lo tanto cuenta con las cargas mayores. El procedimiento de selección se tomará directamente del catalogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Anexo B.

Las reacciones en los rodamientos son de naturaleza radial y han sido mostradas en las figuras 95 y 96 obtenidas de la herramienta computacional “MD Solid”, las cuales tienen componente en el plano “x-y” y “z-y” que están definidas como R_{ax} y R_{az} . Teniendo estos valores es necesario calcular la componente resultante (Tabla 47.) para que con base en ella se pueda realizar el procedimiento de selección.

Tabla 47. Cálculo de la carga radial resultante

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA TRANSPORTADOR			
$R_{rodamiento} = \sqrt{R_{ax}^2 + R_{az}^2}$			
Variables de entrada			
R_{ax}	70,23	Lb	Reaccion Radial plano xy
R_{az}	192,96	Lb	Reaccion Radial plano zy
Variables de Salida			
$R_{rodamiento}$	205,34	Lb	Carga radial resultante equivalente

5.7.1. Duración de vida útil: Para seleccionar el tamaño del rodamiento es necesario tener en cuenta la duración de vida del sistema según la aplicación para la cual está diseñado, esta dependerá de las horas de trabajo anuales. Cuando los rodamientos giran a una velocidad constante es preferible calcular la duración en horas la cual está definida en la tabla 48 y además está en función de un coeficiente de carga dinámica propio de cada rodamiento.

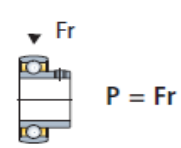
Tabla 48. Duración de vida en horas

Tipo de máquina	Duración de vida L_{10h}
Máquinas que trabajan ocasionalmente	4000 - 8000
Máquinas que funcionan 8 horas al día no completamente utilizadas	10000 - 20000
Máquinas que funcionan 8 horas al día completamente utilizadas	20000 - 30000
Máquinas que funcionan 24 horas al día	40000 - 80000

Fuente: Catalogo productos 2009: MARBETT, Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Anexo B.

Ya que el transportador trabajará continuamente las 24 horas del día utilizará el máximo número de horas de duración de vida seleccionado en la tabla 49 y el coeficiente de carga equivalente será la componente radial resultante calculada en la tabla 47 en Newtons. Se calcula el coeficiente de carga dinámica (Tabla 49.) que siendo característica propia de cada rodamiento permite su selección.

Tabla 49. Cálculo del coeficiente de carga dinámica

ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DEL SISTEMA TRANSPORTADOR			
$L_{10h} = \frac{16666}{n} * \left(\frac{C}{P}\right)^3$			
Variables de entrada			
L_{10h}	80000		Vida en horas
n	30	rpm	Numero de revoluciones
P	913,7	N	Coefficiente de carga equivalente
Variables de Salida			
C	4789,21	N	Coefficiente de carga dinamica

5.7.2. Selección de los rodamientos: Debido a que según el catalogo todos los rodamientos de 40mm de diametro interno sobrepasan el coeficiente de carga dinámica se selecciona el rodamiento “Serie YAT 208” soportado con tornillos prisioneros que es el que cuenta con menor peso y contribuirá con la estabilidad de la estructura (Figura 98.)

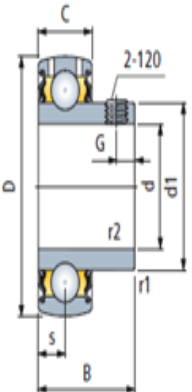
Figura 98. Rodamiento seleccionado

Rodamientos

■ Rodamientos con fijación mediante tornillo prisioneros

Sometidos a engrase inicial con grasa al litio/calcio de larga vida • Reengrasable.

Serie YAT



d mm	Tipo rodamiento	Dimensiones en mm						Coeficiente de carga			Peso Kg	
		d1	D	B	C	s	G	r1, r2 min.	Pasadores de fijación	din. ¹⁾ C N		estát. Co N
17	YAT 203	24,2	40	22,1	12	6,2	4	0,3	M6x0,75	9500	4750	0,07
20	YAT 204	28,2	47	25,5	14	7,2	4,5	0,6	M6x0,75	12700	6550	0,11
25	YAT 205	33,7	52	27,2	15	7,7	5	0,6	M6x0,75	14000	7800	0,14
30	YAT 206	39,7	62	30,2	18	9,2	5	0,6	M6x0,75	19500	11200	0,23
35	YAT 207	46,1	72	33	19	9,7	6	1	M6x0,75	25500	15300	0,31
40	YAT 208	51,8	80	36	21	10,7	8	1	M6x0,75	30700	19000	0,43
45	YAT 209	56,8	85	37	22	11,2	7	1	M6x0,75	33200	21600	0,48
50	YAT 210	62,5	90	38,8	22	11,2	8	1	M8x1	35100	23200	0,54

Acero al cromo.
¹⁾ = Valores válidos para aplicaciones en ejes con tolerancia de elaboración ≤ h 6.
 En los demás casos multiplicar el valor por 0,77.

Fuente: Catalogo productos 2009: MARBETT, Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág B-68, Anexo B.

5.7.3. Selección de soporte brida cuadrada.

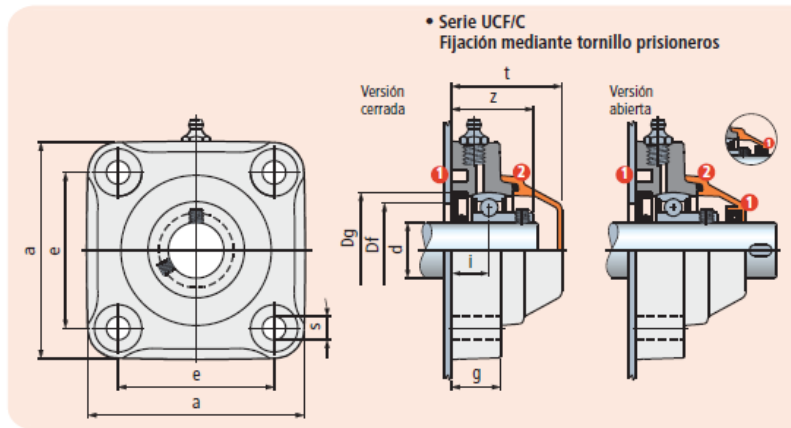
Teniendo en cuenta las características de los rodamientos ya seleccionados en el catalogo y mediante la figura 99 se elige la brida con fijación mediante tornillos prisioneros (versión cerrada) “UCF 208 C” cuyas características se presentan en la figura 100.

Figura 99. Selección de las bridas soporte

Ø d mm	Serie	Material soporte			Dimensiones en mm										Plantilla agujero ^Ø Df		Rodamiento	Peso Kg	Recambios
		Poliamida PA FV Brida Estándar (negra) Tapa (naranja)	Poliamida PA FV con Microban® Brida Sólida (azul) Tapa (naranja)	Polipropileno PP FV con Microban® Brida Sólida (blanca) Tapa (naranja)	e	a	s	g	i	z	t	Dg	max.	min.	Tapa naranja Code				
Soportes con fijación mediante tornillos prisioneros • Versión cerrada																			
25	UCF 205 C	64573	651172	680932	70	98	11	22,5	16,8	36,3	49,5	52	50	45	YAT 205	0,40	681952		
25*	SUCF 205 C	603043	-	-	83	110	11	26	19,3	38,8	54	52	50	45	YAT 205	0,50	681952		
30	UCF 206 C	63112	651182	680942	83	110	11	26	20	41	56	62	60	50	YAT 206	0,56	63154		
35	UCF 207 C	64018	651192	680952	92	120	11	26	19,5	43	59	72	70	55	YAT 207	0,72	682022		
35*	SUCF 207 C	680532 ¹⁾	668982	680962	82	110	11	26	19,5	42	61	72	70	55	YAT 207	0,67	63529		
40	UCF 208 C	68916	651202	680972	102	131	11	30	22	47,3	65,5	80	78	65	YAT 208	0,95	63539		
40*	SUCF 208 C	61815	651212	680982	83	110	11	26	19	44,3	66	80	78	65	YAT 208	0,88	600802		
45*	SUCF 209 C	686592 ¹⁾	686672	686752	102	131	11	30	23	48,8	73	85	83	75	YAT 209	1,10	686972		
50*	SUCF 210 C	686602 ¹⁾	686682	686762	102	131	11	30	23	52	73	90	88	80	YAT 210	1,20	686972		
Soportes con fijación mediante tornillos prisioneros • Versión abierta																			
25	UCF 205 C	64623	651272	680992	70	98	11	22,5	16,8	36,3	49,5	52	50	45	YAT 205	0,40	681972		
25*	SUCF 205 C	603053	-	-	83	110	11	26	19,3	38,8	54	52	50	45	YAT 205	0,50	681972		
30	UCF 206 C	63172	651282	681002	83	110	11	26	20	41	56	62	60	50	YAT 206	0,56	69965		
35	UCF 207 C	64028	651292	681012	92	120	11	26	19,5	43	59	72	70	55	YAT 207	0,72	682032		
35*	SUCF 207 C	680582 ¹⁾	668992	681022	83	110	11	26	19,5	43	61	72	70	55	YAT 207	0,67	615692		
40	UCF 208 C	68926	651302	681032	102	131	11	30	22	47,3	65,5	80	78	65	YAT 208	0,95	63549		
40*	SUCF 208 C	61829	651312	681042	83	110	11	26	19	44,3	66	80	78	65	YAT 208	0,88	600892		

Fuente: Catalogo productos 2009: MARBETT, Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág B-11, Anexo B.

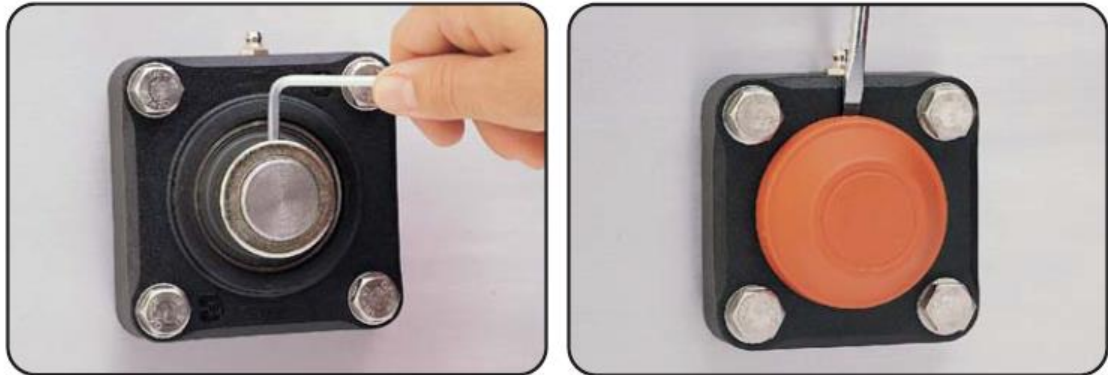
Figura 100. Características de la brida serie UCF



Fuente: Catalogo productos 2009: MARBETT, Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág B-10, Anexo B.

Para finalizar se realiza el montaje rodamiento – brida (Figura 101.) el cual permite una fijación del rodamiento a la estructura sin afectar las características de movimiento del sistema.

Figura 101. Montaje rodamiento - Brida



Fuente: Catalogo productos 2009: MARBETT, Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág B-77, Anexo B.

5.8. SELECCIÓN DEL ACOPLE MOTORREDUCTOR – EJE DE LA CATARINA.

Teniendo las características del motor utilizadas ofrecidas por la empresa y después de tener seleccionado el motorreductor, así como la potencia que deberá transmitir el acoplamiento es posible calcular el momento torsor del acople mediante la ecuación 22, expresada en el catálogo técnico de acoplamientos elásticos, Anexo C.

$$Mt(Nm) = \frac{7026 \times N(HP) \times Fs}{n(r.p.m.)} \quad (\text{Ecuación 22.})$$

Es necesario seleccionar un factor de servicio acorde a las condiciones de trabajo y la máquina motriz para determinar las características de selección del acople, se tiene en cuenta que el sistema puede llegar a tener algún golpe fuerte para

realizar el diseño con un máximo de seguridad, de esta forma se tiene un factor de servicio de 3 según la tabla 50.

Tabla 50. Factor de servicio

Máquina motriz	Duración diaria de funcionamiento	Factor según tipo de carga (Máquina conducida)		
		Uniforme	Golpes moderados	Golpes fuertes
Motor eléctrico	De 1 - 3 horas	1	1,5	2
	Hasta 10 horas	1,5	2	2,5
	24 horas	1,75	2,5	3
Motor de combustión interna 4 - 6 cilindros	De 1 - 3 horas	1,5	1,75	2
	Hasta 10 horas	1,75	2	2,5
	24 horas	2	2,5	3
Motor de combustión interna 1 - 3 cilindros	De 1 - 3 horas	1,75	2	2,5
	Hasta 10 horas	2	2,5	3
	24 horas	2,5	3	3,5

Fuente: Catálogo técnico: ERHSA, Acoplamiento elásticos, Pág 04, Anexo C.

En la tabla 51 se calcula el momento torsor que deberá tener el acople seleccionado con las características de potencia máxima, en el caso del transportador será el motor utilizado en la mesa de trabajo.

Tabla 51. Cálculo del momento torsor

ANÁLISIS DEL MOMENTO TORSOR PARA LA SELECCIÓN DEL ACOPLAMIENTO			
$M_t = \frac{7026 * HP * F_s}{n}$			
Variables de entrada			
<i>HP</i>	1,054	HP	Potencia que deberá transmitir el acoplamiento
<i>n</i>	30	rpm	Número de rpm a las cuales gira el acoplamiento
<i>F_s</i>	3	N	Factor de servicio seleccionado
Variables de Salida			
<i>M_t</i>	740,54	Nm	Momento Torsor

Teniendo el momento torsor es posible mediante la tabla 52 elegir el acople que soporte las características del sistema, de allí es posible seleccionar dos

referencias con momento torsor de 1200 Nm, de las cuales se selecciona la de tipo 1/1 que cuenta con menores características de montaje y funcionamiento.

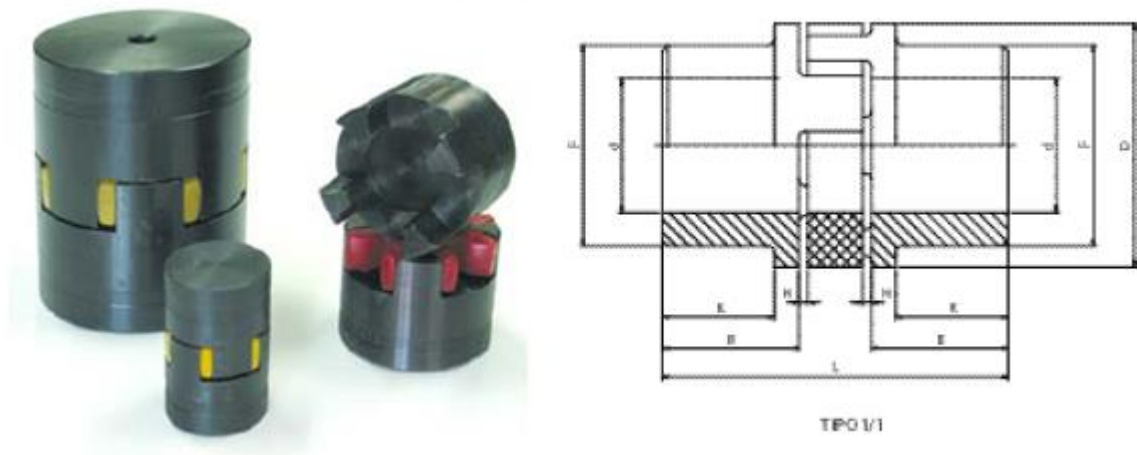
Tabla 52. Selección del acoplamiento

MODELO	CAPACIDAD				DIMENSIONES (mm)								
	n_{max} RPM	N_{nom}/rpm HP/RPM	Mt Nm	Peso kg	d1 max	d max	D	B	F	H	K	L	Tipo
FL 19/24	14000	0.0015	10	0.33	24	-	40	25	-	2	-	66	1a/1a
FL 24/28	10600	0.0036	25	0.66	28	-	55	30	-	2	-	78	1a/1a
FL28/38	8500	0.0065	46	1.2	38	-	65	35	-	2.5	-	90	1a/1a
FL 38/45	7100	0.013	93	2.3	45	38	80	45	66	3	37	114	1/1a
FL 42/55	6000	0.020	140	3.6	55	42	95	50	75	3	40	126	1/1a
FL 48/60	5600	0.027	190	4.8	60	48	105	56	85	3.5	45	140	1/1a
FL 55/70	4750	0.034	240	7.4	70	55	120	65	98	4	52	160	1/1a
FL 65/75	4250	0.045	320	11	75	65	135	75	115	4.5	61	185	1/1a
FL 75/90	3550	0.077	540	18	90	75	160	85	135	5	69	210	1/1a
FL 90/100	2800	0.170	1200	30	100	90	200	100	160	5.5	81	245	1/1a
FL 38	7100	0.013	93	2	-	38	80	45	66	3	37	114	1/1
FL 42	6000	0.020	140	3.2	-	42	95	50	75	3	40	126	1/1
FL 48	5600	0.027	190	4.4	-	48	105	56	85	3.5	45	140	1/1
FL 55	4750	0.034	240	6.7	-	55	120	65	98	4	52	160	1/1
FL 65	4250	0.045	320	10	-	65	135	75	115	4.5	61	185	1/1
FL 75	3550	0.077	540	18	-	75	160	85	135	5	69	210	1/1
FL 90	2800	0.170	1200	27.5	-	90	200	100	160	5.5	81	245	1/1

Fuente: Catálogo técnico: ERHSA, Acoplamientos elasticos, Pág 17, Anexo C.

Se llegó a la conclusión de seleccionar el acople de referencia “FL90” (Figura 102.), el cual consta de una estrella de elastomero contenida por dos cubos metálicos, es económico, absorbe vibraciones y es libre de mantenimiento.

Figura 102. Características del acople FL90



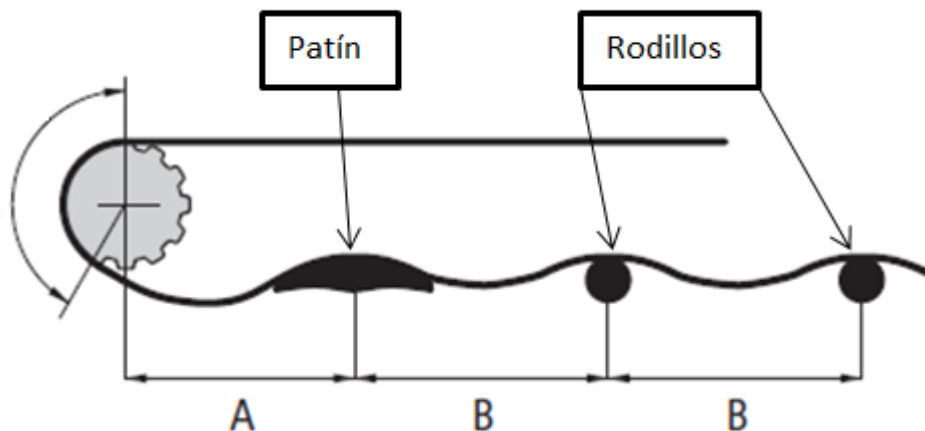
Fuente: Catálogo técnico: ERHSA, Acoplamientos elasticos, Pág 17, Anexo C

5.9. SELECCIÓN DE LOS ACCESORIOS.

Los componentes adicionales del sistema transportador serán seleccionados del catalogo de productos 2009, MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, anexo B.

5.9.1. Elementos de retorno y tensado de la cadena: La cadena transportadora requiere de elementos que mantengan el recorrido preciso en el retorno, por lo tanto es necesario utilizar rodillos de reenvío y un patín tensor (Figura 103.) que cumplen la función de encajar y evitar el desvío de la cadena despues de pasar por la catarina motriz.

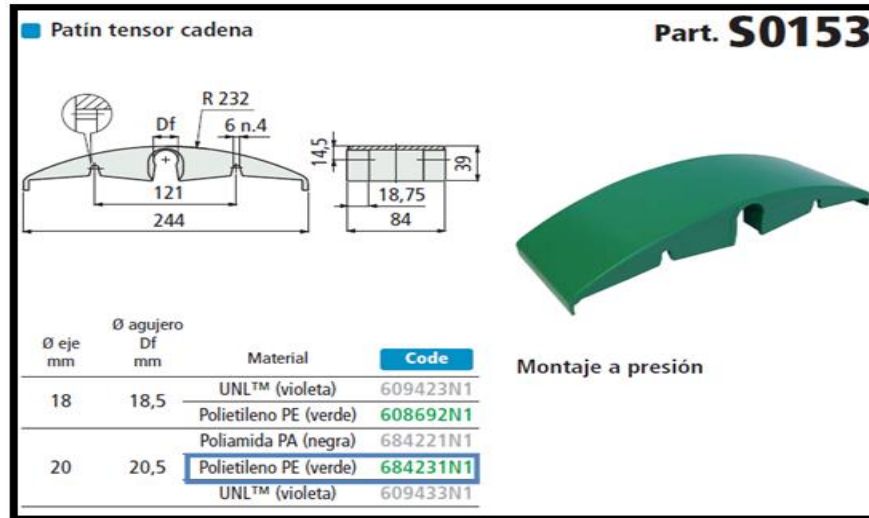
Figura 103. Elementos de retorno y tensado



Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág S-45. Anexo B.

Según el catalogo MARBETT existen dos opciones de patín tensor que dependen del diametro del eje, y se observan en la figura 104, es necesario tener en cuenta que las referencia expresadas en color verde son la mejor eleccion, en color negro son estandarizadas y en color gris se realizan a petición del cliente. Por lo tanto y para mayor seguridad en cuanto al eje se utilizará el patín de referencia 684231N1.

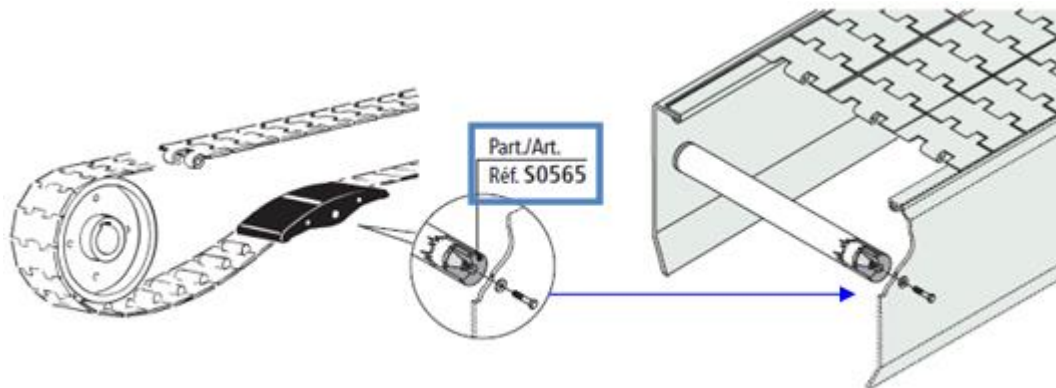
Figura 104. Características del patín tensor



Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág S-45. Anexo B.

El patin debe ser ensamblado con el eje para dar forma al recorrido de la cadena (Figura 105.) al momento de salir de la catarina motriz, de allí el catalogo muestra las características del eje necesario para el patín seleccionado (Figura 106.)

Figura 105. Montaje del patín tensor



Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág S-45. Anexo B.

Figura 106. Características del eje seleccionado

Part. S0565

■ Tapón para tubos

para tubos de Ø18-20 mm

Ø ext. mm	Espesor mm	Ø int. mm	Filete D	De mm	Di mm	Code
Ø 18	1,5	15	M8	18	15	698661
	2	14	M6	18	14	698671
Ø 20	1,5	17	M8	20	17	698681
			M10	20	17	698691

1 Cono de expansión

- Material : tapón de poliamida PA (negra), cono de expansión de latón.
- Estado de suministro : el cono de expansión se suministra aparte.
- Peso : 0,01Kg.
- Confección : 100 piezas.
- Par máx. de apriete aconsejado : 1 Kgm.

Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág S-62. Anexo B.

Para realizar la selección de los rodillos para el retorno de la cadena se utilizará el mismo diámetro del eje del patín con el fin de utilizar un mismo eje para los dos casos, con este criterio en la figura 107 se selecciona la referencia 63888 con un diámetro de eje de 20mm.

Figura 107. Rodillo para retorno de la cadena seleccionado

■ Rodillo

Part. S0421

Ø eje mm	Ø agujero Df mm	Code
12	12,5	63858
16	16,5	63868
18	18,5	63878
20	20,5	63888

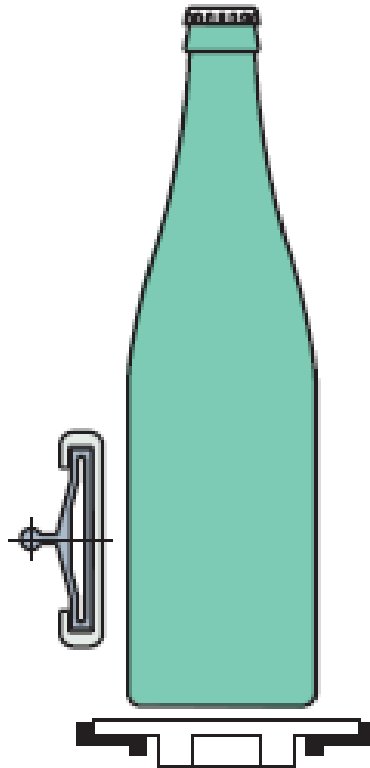
Ø 42,5 mm

- Material : polietileno PE (negro).
- Confección : 100 piezas.

Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág S-47. Anexo B.

5.9.2. Selección de guías de producto: Para contribuir con la estabilidad del producto transportado es necesario ubicar unas guías laterales (Figura 108.) que mantengan las botellas verticales y eviten en un alto rango la rotura de estas o el derrame de líquido. Por lo tanto, el catálogo utilizado muestra la selección de estas guías (Figura 109.) cuya única diferencia es el color, por lo tanto se decidió elegir la referencia 689301 que se encuentra en color negro y peso de 0,23 Kg/m. La guía seleccionada necesita en su interior un perfil metálico de 40x8mm que se ajusta para sostener el perfil para un respectivo montaje

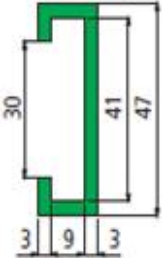

Figura 108. Guías laterales de producto



Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág S-77. Anexo B.

Figura 109. Selección de las guías laterales


Guía lateral **Part. S0539**

Color	Largo metros	Code	Peso kg/m
Negro	3	689301	0,23
	6	689321	
Verde	3	689291	
	6	689311	

- Material : polietileno PE 500.000.
 - Coeficiente de dilatación lineal : $2,5 \times 10^{-4}$.
 Para el cálculo de la dilatación térmica ver pág. S212.
 - Confección : 48 metros (con largo de 3 m).
 96 metros (con largo de 6 m).

- Accesorios :


Part. S0537 - Perfil metálico 40x8, ver pág. S93.

● **Mejor elección**
● **Standard**
● **A petición** : cantidad mínima requerida.
 Consulte a nuestro Customer Service para conocer la disponibilidad.

Código para pedido = Part. + Code

Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág S-77. Anexo B.

5.9.3. Selección del anclaje de la estructura: Para anclar el sistema al piso es necesario tener en cuenta que la altura del transportador puede ser modificada y a su vez el anclaje puede ser removido y cambiado de puesto, por lo tanto se selecciona una fijación con tornillo que de facilidad al cambio de altura y una fijación antideslizante que se mantenga en el piso pero que a su vez sea de fácil cambio, por lo tanto según el catálogo MARBETT se selecciona la referencia R0479 para fijar la estructura al piso (Figura 110.).

Figura 110. Anclaje seleccionado



Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág R-22. Anexo B.

Debido a que la estructura está elaborada en acero inoxidable, para la fijación se utilizará el mismo material, con el fin de estandarizar este aspecto, por lo tanto y gracias a la figura 111 se selecciona el anclaje de referencia 636271N con el fin de tener un buen rango de variación de alturas, cuyas características se especifican en la figura 112 y sus accesorios se pueden observar en la figura 113. Este anclaje permite una variación de hasta 150 mm de altura y su elevación total está dada por el cuerpo que se fija a este y a su vez a la estructura.

Figura 111. Selección del anclaje al piso

Espárrago en acero inoxidable				
			Tipo de espárrago	
M12	110	53	6	19
	160	103	6	19
	205	149	6	19
M14	160	103	6	19
	205	149	6	19
	205	149	6	19
M16	110	53	6	24
	125	74	-	6b
	160	109	-	6b
	195	144	-	6b
	210	159	-	6b
	235	181	-	6b
M20	125	74	-	6b
	190	139	-	6b
	255	204	-	6b
	130	79	-	6b
M24	230	179	-	6b
	270	216	-	6b

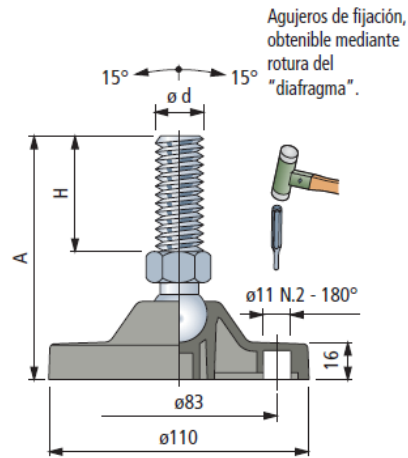
Code
pies suministrados sin antideslizante

Fmax.
N

20000

Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág R-22. Anexo B.

Figura 112. Características del anclaje seleccionado



Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág R-22. Anexo B.

Figura 113. Accesorios del anclaje al piso seleccionado

Accesorios

Antideslizante

- Code : R0000630062.
 - Material : goma NBR (negra), 70 Shore.
 - Fijación : a presión.
 - Confección : 16 piezas.

Tuerca + Arandela

Code

	Acero inox AISI 304	Acero zincado	h mm	mm	øD mm	s mm
M12	R0000630192	R0000630122	10	19	24	2,5
M14	R0000630202	R0000630132	11	22	28	2,5
M16	R0000630212	R0000630142	13	24	30	3
M20	R0000630222	R0000630152	16	30	37	3
M24	R0000630232	R0000630162	19	36	44	4

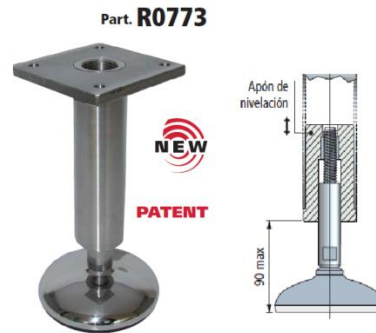
Confección : 8 piezas.

Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág R-22. Anexo B.

A continuación es necesario seleccionar un cuerpo que realice la union entre el anclaje al piso y la estructura, para lo cual el catalogo ofrece la referencia R0773 (Figura 114.) que permite una altura máxima entre la base y el inicio del cuerpo de

90mm, la cual en la selección es muy minima debido a que para el anclaje seleccionado la distancia que hay desde el piso hasta el inicio de la tuerca es de 56 mm.

Figura 114. Cuerpo del anclaje de la estructura



Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, Pág R-46 y R-51. Anexo B.

Según el catálogo el cuerpo se encuentra con referencia de pedido 611233 cuyas características se presentan en la figura 115, el cual soporta una fuerza máxima de 80000 N que sobrepasa la generada por la estructura.

Figura 115. Características del cuerpo seleccionado

Ø C mm	Code	F max. (N)
Pies en acero inoxidable		
	611233	80000

Código para pedido = Part. + Code

- Material :
- ésparrago y tuercas en acero inoxidable austenítico.
- Base en acero inoxidable austenítico.
- Antideslizante en goma vulcanizada NBR (negra), 95 Shore.
- Confección : 8 piezas.
- Largos diferentes bajo pedido.
- Fmax. = carga maxima aplicable en condiciones estáticas.

Fuente: Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportar elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes, R-51. Anexo B.

5.10. ANALISIS DE LA ESTRUCTURA

Después de tener todos los componentes es necesario realizar la estructura mediante la herramienta computacional SolidWorks (Figura 116.) la cual cuenta con nueve transportadores (Figura 117.) con el fin de comprobar la resistencia del material seleccionado al esfuerzo y deformación en la estructura.

El material seleccionado es acero inoxidable 304 ya que este estará expuesto a líquidos y además ocasionalmente en contacto con productos consumibles, por lo tanto su utilización es un requisito de la empresa.

Figura 116. Estructura del sistema transportador

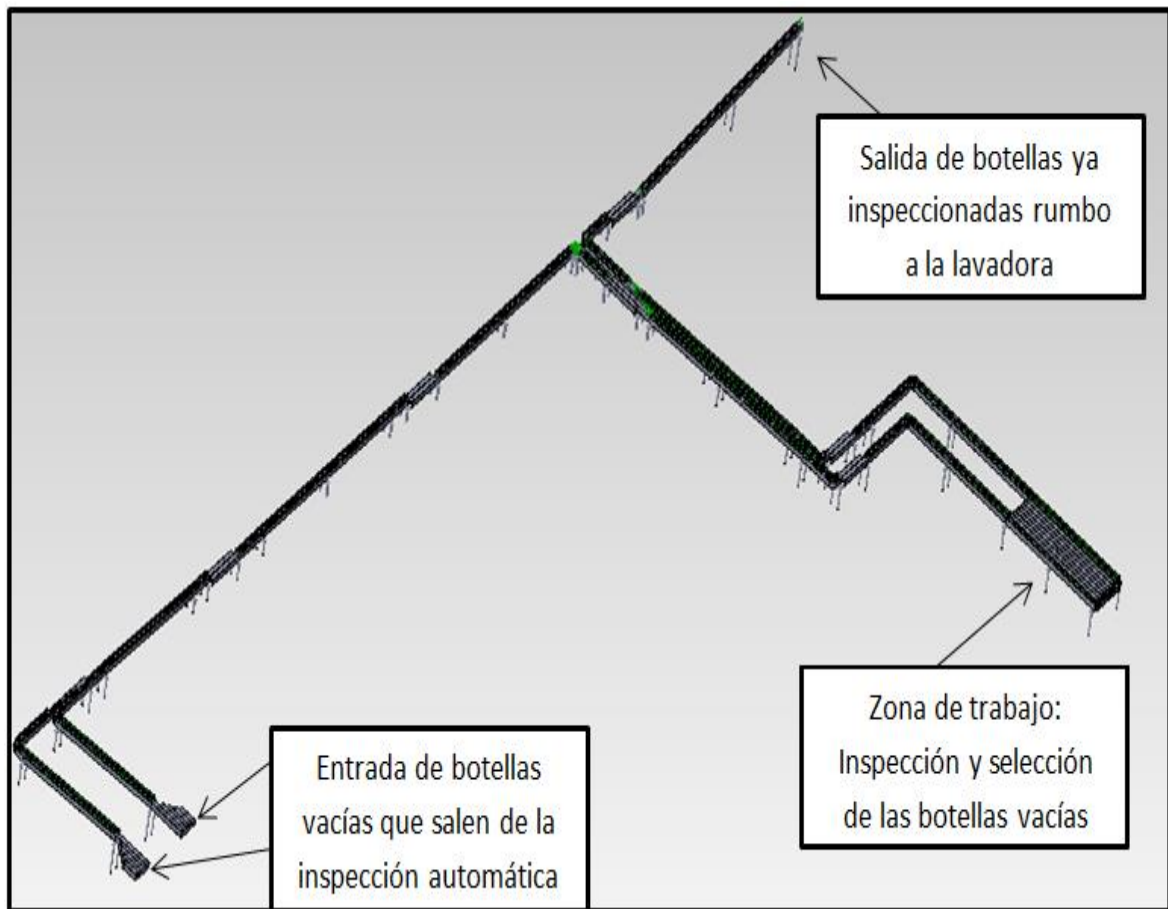
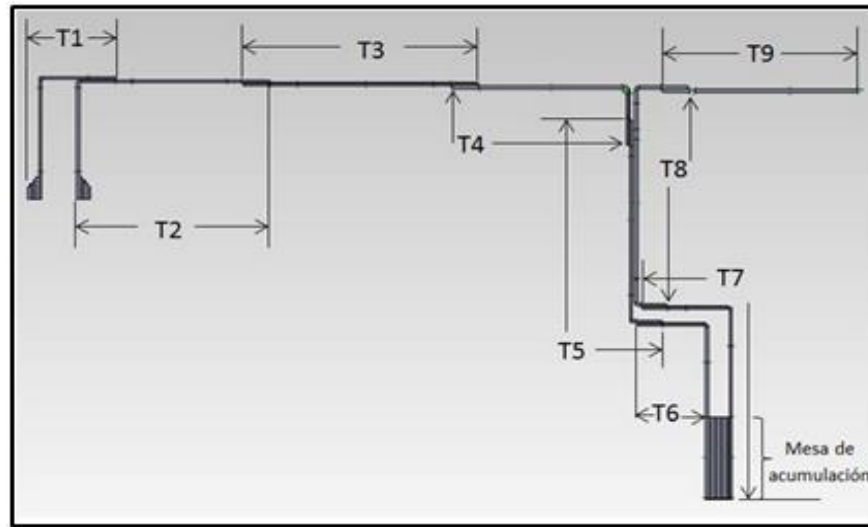
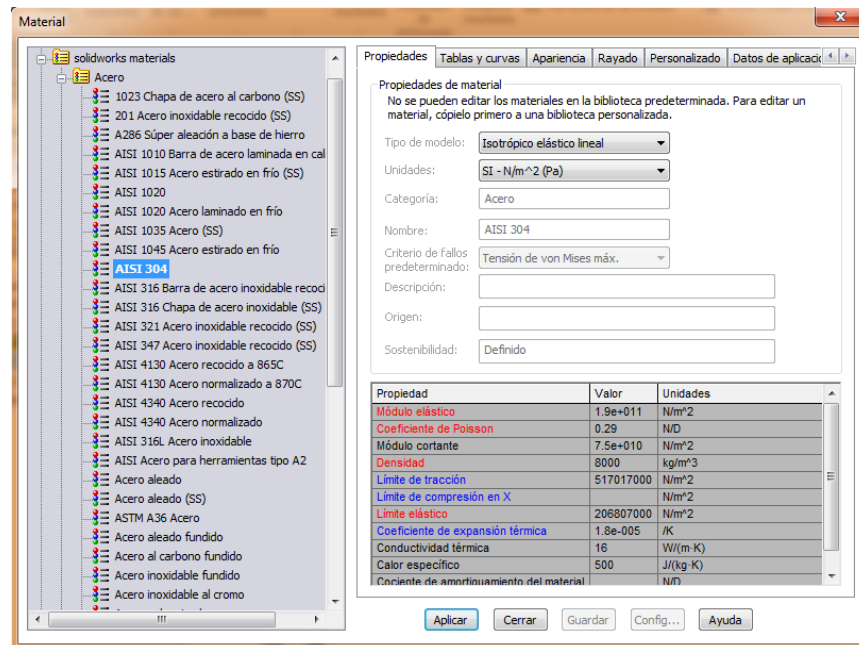


Figura 117. Transportadores que componen el sistema



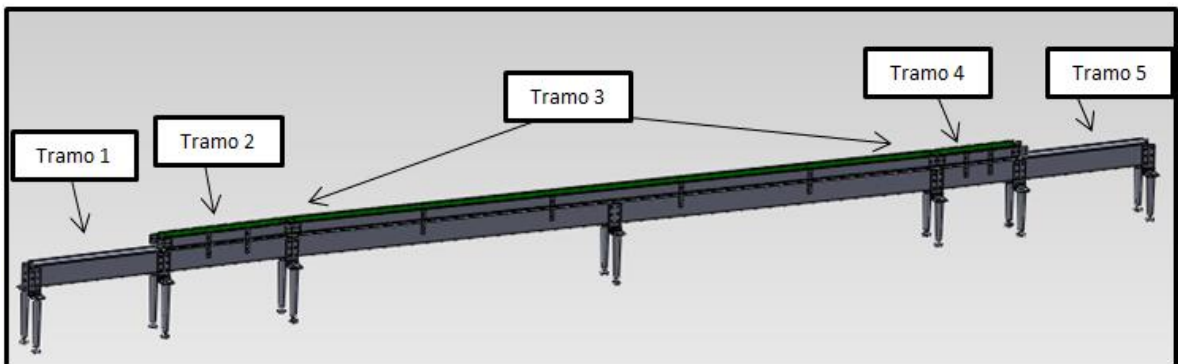
Para realizar el análisis de la estructura se selecciona como material del diseño acero AISI 304, según especificaciones del fabricante. Este debe incluirse en el diseño computacional con el fin de encontrar los esfuerzos y deformaciones (Figura 118.).

Figura 118. Selección del material de la estructura



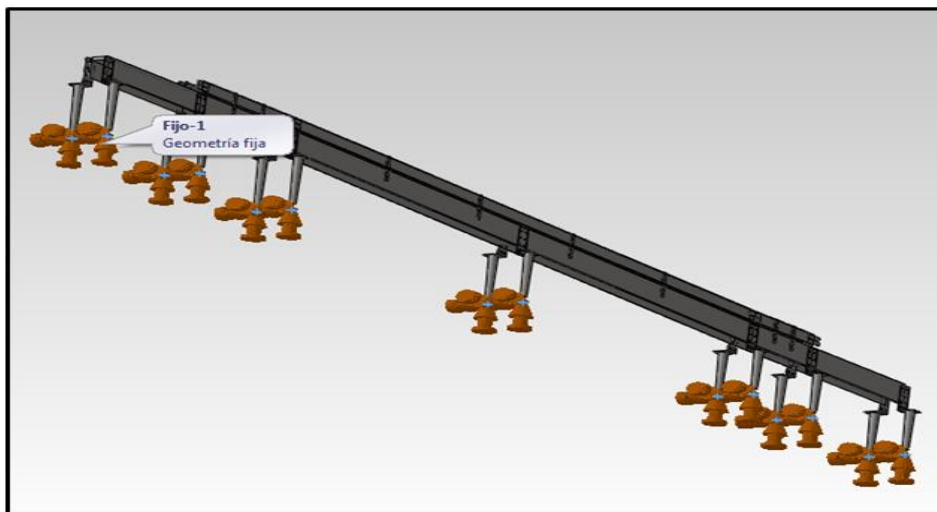
El análisis de la estructura se realizará inicialmente al transportador 3 con el fin de encontrar la seguridad con la cual está diseñado y así, basados en este las probabilidades de algún daño en los demás. Este transportador se divide en cinco tramos (Figura 119.) los cuales están soportados a cada extremo por el anclaje seleccionado para así hacer un mejor análisis.

Figura 119. Transportador tres



Debido al anclaje seleccionado y la importancia del mantener la estructura fija al piso, en el diseño computacional se deben fijar las sujeciones que mantienen la estructura atada al piso (Figura 120.).

Figura 120. Sujeciones del transportador



Después de tener la estructura anclada al piso es posible ubicar las fuerzas ejercidas sobre cada tramo, las cuales están establecidas por el peso de las botellas y los componentes de la cadena según la longitud de cada tramo, en este caso el peso de las botellas se asumirá en estado crítico, suponiendo que el tramo se encuentra lleno (Tabla 53.).

Tabla 53. Fuerzas ejercidas sobre cada tramo del transportador tres

ANALISIS DE FUERZAS EN CADA TRAMO PARA EL TRANSPORTADOR 3			
$W_{cadena_n} = m_c * g * \frac{L_n}{1000}$		$W_{botellas_n} = \frac{L_n}{\phi_b} * \frac{m_b}{1000} * g$	
$W_n = W_{cadena_n} + W_{botellas_n}$ " Fuerza ejercida por el peso de la cadena y de las botellas"			
Variables de entrada			
ϕ_b	60	mm	Diametro de la botella
m_b	230	g(m)	Masa de la botella
m_c	2,5	Kg/m	Masa de la cadena por unidad de longitud
g	9,81	m/s ²	Gravedad
L_1	1100	mm	Longitud tramo 1
L_2	1095	mm	Longitud tramo 2
L_3	5500	mm	Longitud tramo 3
L_4	703	mm	Longitud tramo 4
L_5	1100	mm	Longitud tramo 5
L_T	9498	mm	Longitud Total
Variables de Salida			
W_1	68,343	N	Fuerza que recibe el tramo 1
W_2	68,032	N	Fuerza que recibe el tramo 2
W_3	341,715	N	Fuerza que recibe el tramo 3
W_4	43,677	N	Fuerza que recibe el tramo 4
W_5	68,343	N	Fuerza que recibe el tramo 5
W_T	590,111	N	Fuerza que recibe el transportador

Las fuerzas calculadas en la tabla 54 se trasladan al diseño computacional (Figura 121.), cada una en un tramo específico (Tabla 54.) con el fin de comprobar la resistencia de la estructura.

Figura 121. Fuerzas aplicadas en el transportador tres

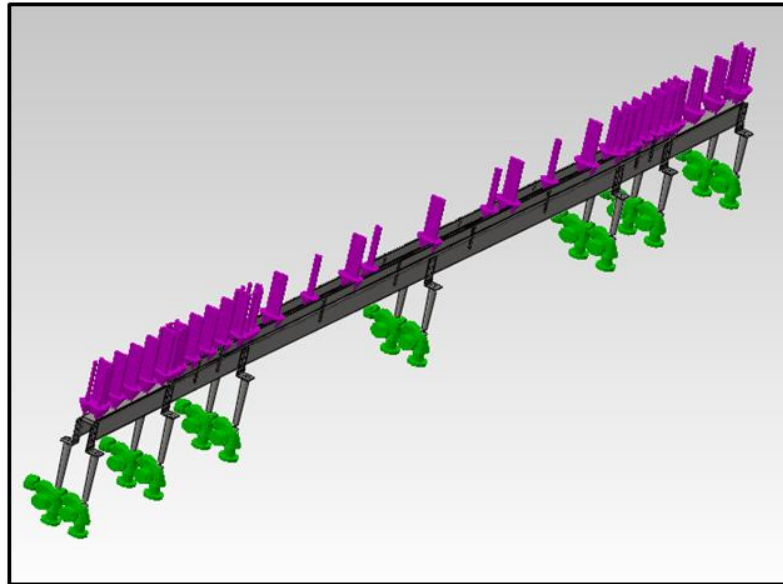


Tabla 54. Fuerzas aplicadas en cada tramo

Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Tramo 4		Tramo 5

5.10.1. Análisis de las tensiones: Con la ayuda de la aplicación que brinda la herramienta computacional SolidWorks se realiza el análisis de tensiones que experimenta la estructura del transportador (Figura 122.), con el fin de conocer el valor máximo que se presenta con las condiciones aplicadas al diseño, que como se puede observar en la figura 123 presenta un valor de 1677180,8 N/m².

Figura 122. Análisis de tensiones del transportador

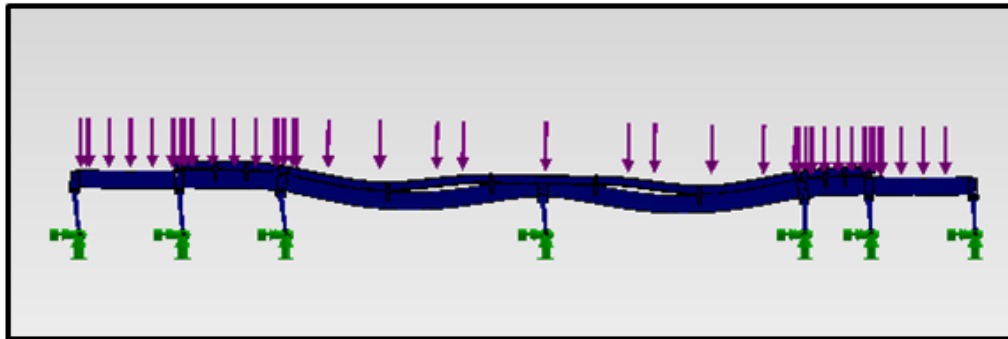
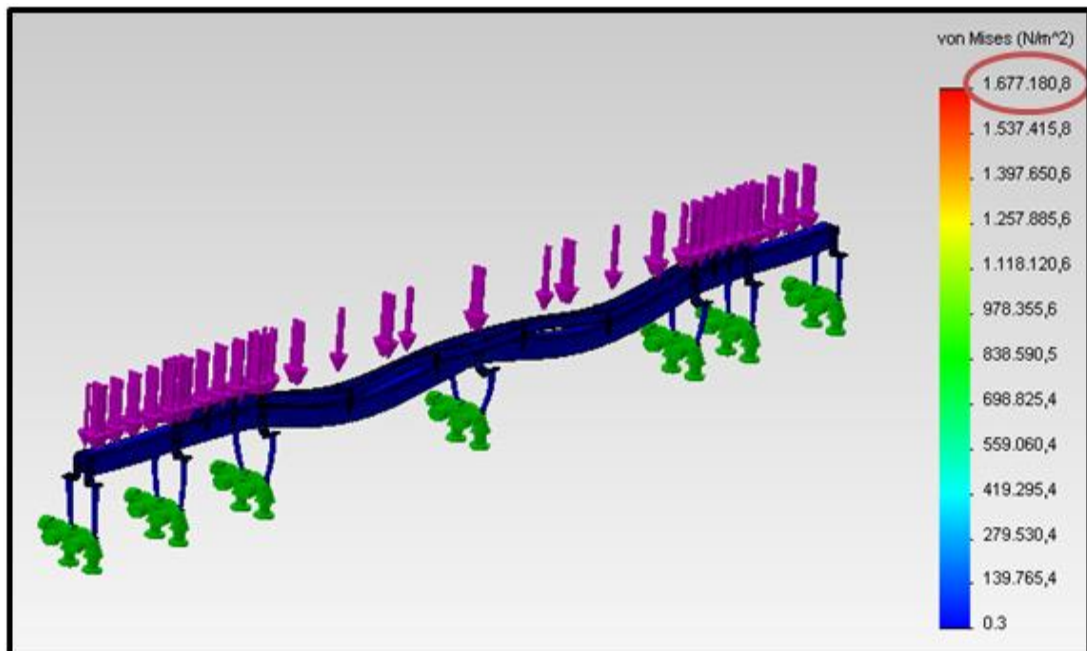



Figura 123. Valores de tensiones en el transportador



Teniendo el valor del esfuerzo máximo experimentado por la estructura del transportador es necesario compararlo con el máximo permisible por el material (Figura 124.) con el fin de corroborar el buen funcionamiento del diseño y asegurar que el material seleccionado no sufre daños de tensión.

Figura 124. Propiedades mecánicas del acero AISI 304

Mechanical Properties	Metric	English
Hardness, Brinell	123	123
Hardness, Knoop	138	138
Hardness, Rockwell B	70	70
Hardness, Vickers	129	129
Tensile Strength, Ultimate	505 MPa	73200 psi
Tensile Strength, Yield	215 MPa @Strain 0.200 %	31200 psi @Strain 0.200 %
Elongation at Break	70 %	70 %
Modulus of Elasticity	193 GPa	28000 ksi
Poissons Ratio	0.29	0.29
Shear Modulus	77.0 GPa	11200 ksi
Izod Impact 	150 J @Temperature -195 °C	111 ft-lb @Temperature -319 °F
	150 J @Temperature 21.0 °C	111 ft-lb @Temperature 69.8 °F
Charpy Impact	325 J	240 ft-lb

Fuente:<http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=abc4415b0f8b490387e3c922237098da&ckck=1>

Ya que en la figura 124 se observa que el valor máximo permisible de tensión del material es de 215 MPa, es posible asegurar que el diseño está bien planteado y soportará el máximo esfuerzo recibido por la estructura que según la figura 121 es de aproximadamente 1,6 Mpa (1677180,8 N/m²).

5.10.2. Análisis del desplazamiento: Se realiza el análisis de desplazamiento mediante SolidWorks (Figura 125.) y se obtiene como máximo valor de desplazamiento de la viga 0,00461mm (Figura 126.)

Figura 125. Análisis de desplazamiento del transportador

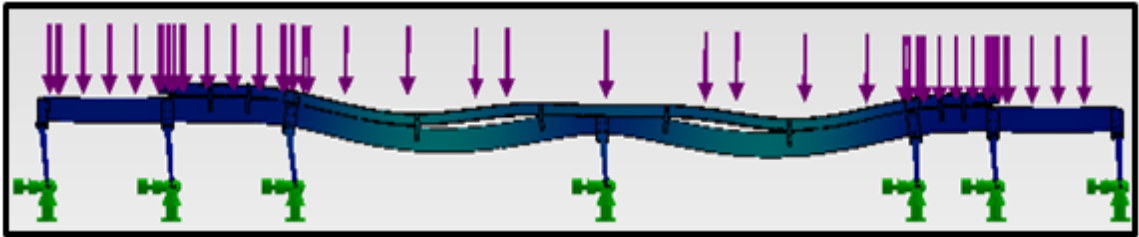
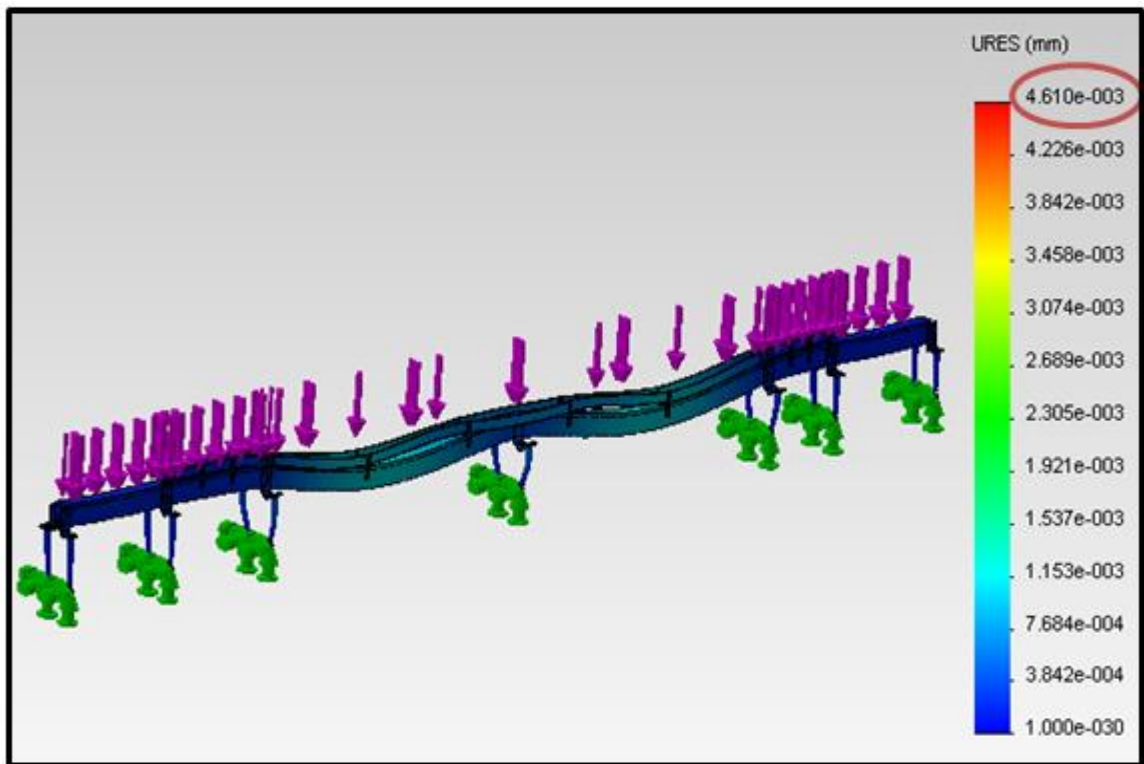


Figura 126. Valores de desplazamiento del transportador



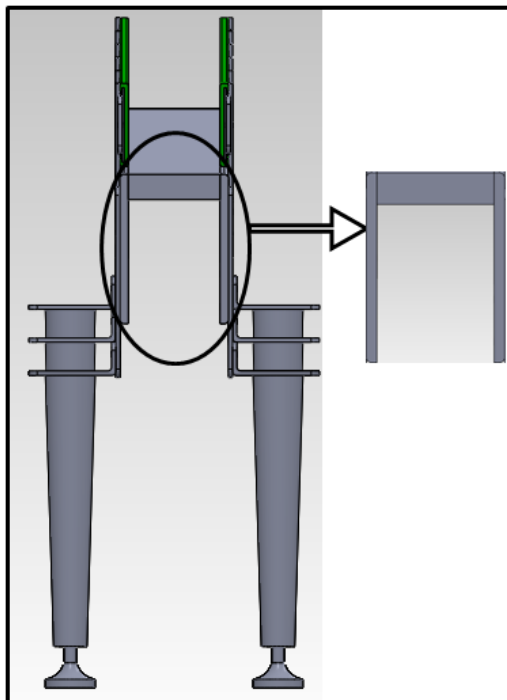
Con el fin de analizar la seguridad de los datos obtenidos para la estructura, es necesario calcular el valor máximo de deformación permisible para el tramo más crítico que en este caso es el tres, debido a que al tener la mayor longitud de 5500 mm, sobre él también recae la máxima fuerza de 341,715 N.

Para realizar el cálculo del máximo desplazamiento se utiliza la ecuación 23, según el procedimiento establecido en el libro Diseño de elementos de máquinas, segunda edición, Robert L. Mott.

$$\Delta = \frac{5 * q * l^4}{384 * E * I_z} \quad (\text{Ecuación 23.})$$

El módulo de elasticidad (E) ha sido especificado junto con las demás propiedades mecánicas del material en la figura 122 como 193 GPa. Suponiendo que la carga está soportada por una viga con perfil en C (Figura 127.) es posible realizar un cálculo aproximado del momento de inercia mediante MD Solid (Figura 128.).

Figura 127. Perfil que soporta la carga



En la tabla 55 se calcula la deflexión máxima permitida por el transportador más crítico, para compararla con la hallada mediante SolidWorks en la figura 126 y demostrar la efectividad del material seleccionado. Ya que el resultado obtenido para la viga expuesta a mayor carga es de 0,00461mm y el máximo valor

permisible hallado es de 0,21 mm, es posible asegurar que en cuanto a deformación el diseño está bien planteado y cumple con los criterios de seguridad.

Figura 128. Momento de inercia del perfil en C

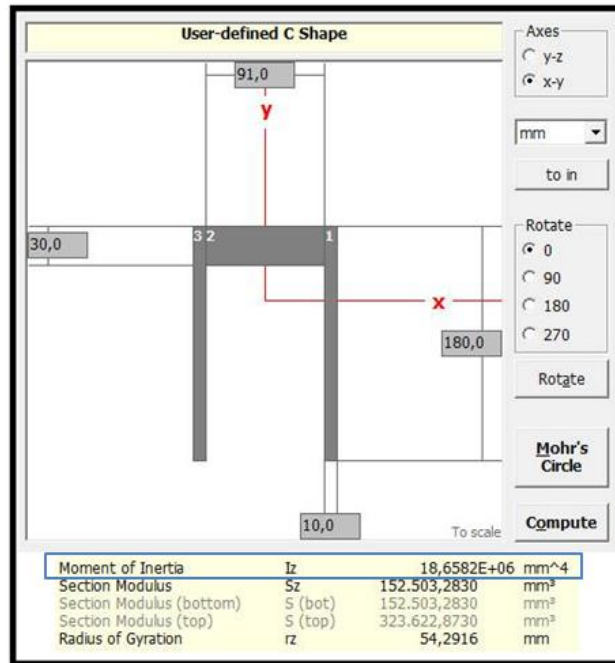
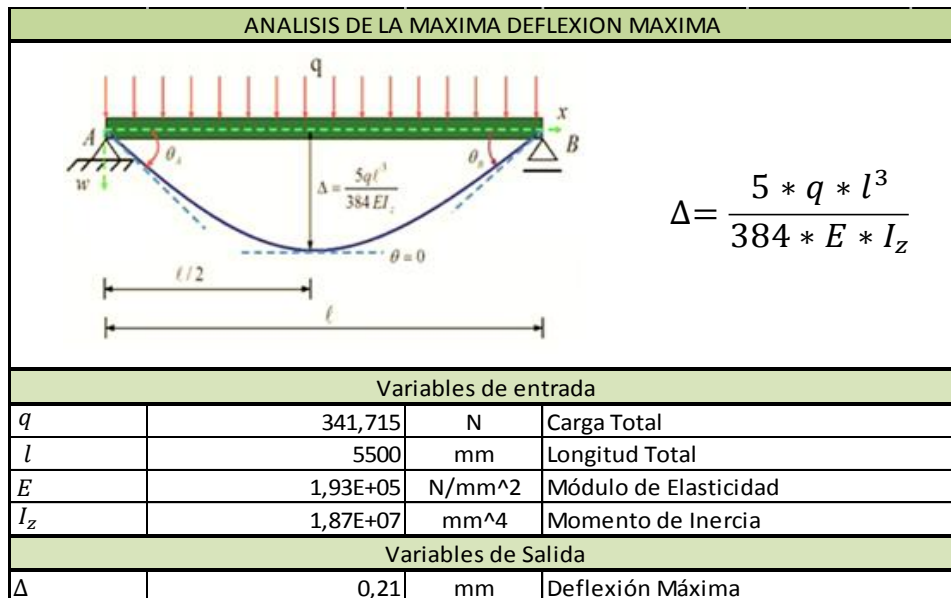


Tabla 55. Cálculo de la máxima deflexión permisible



5.10.3. Análisis del factor de seguridad: Se realiza el análisis del factor de seguridad mediante SolidWorks (Figura 129.) para comprobar la validez del diseño presentado y se obtiene como resultado un factor de seguridad de 123.31 (Figura 130.), lo que asegura una buena selección del material y un sistema valido para la aplicación que está diseñado.

Figura 129. Análisis del factor de seguridad del transportador

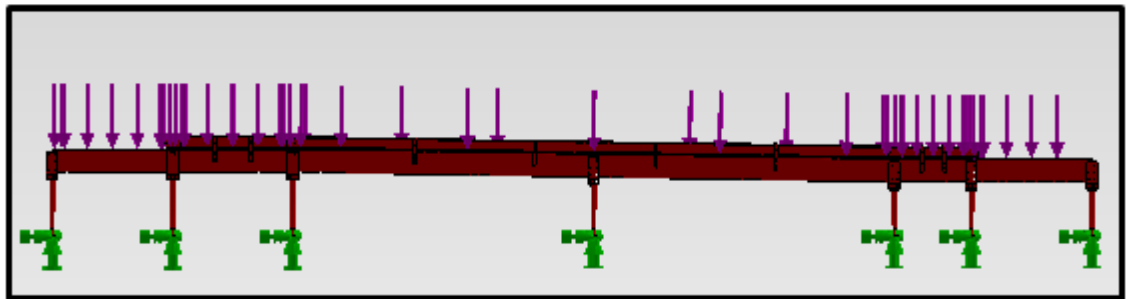
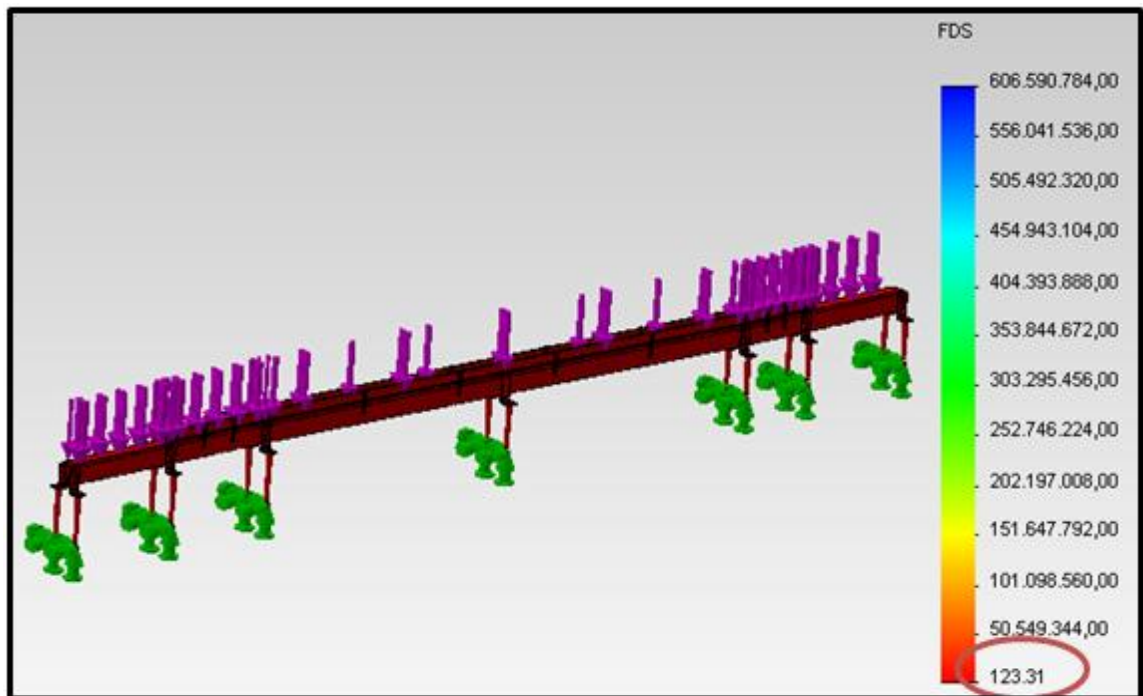


Figura 130. Valores del factor de seguridad para el transportador



Debido a que el factor de seguridad alcanzó un valor tan elevado se considera un material acorde al diseño y se descarta la posibilidad de que los demás transportadores sufran riesgos en su vida útil.

6. AUTOMATIZACION DEL SISTEMA DE TRANSPORTE

Ya que el sistema diseñado operará continuamente las 24 horas del día, es necesario garantizar su óptimo funcionamiento por medio de la automatización ligada a los demás componentes de la planta, lo cual permite asegurar la circulación de los envases en los transportadores desde el momento de rechazo en los inspectores hasta la mesa de trabajo y en caso de ser útiles, en su recorrido de nuevo a la lavadora.

Bavaria posee un PLC (Controlador Lógico Programable) para cada línea del embotellado, en el cual se efectúa la conexión y programación de cada función controlada perteneciente a esta línea. La empresa cuenta con un equipo encargado del montaje de las instalaciones autómatas conectadas al PLC perteneciente a la línea dos de embotellado, ellos reciben el procedimiento necesario con entradas y salidas de control y descripción del paso a paso del funcionamiento de la automatización a instalarse y con estas características, proceden a la realización del código para el PLC y la conexión de sus componentes. Por lo tanto en este capítulo se realizará un diagrama escalera para cada procedimiento con el fin de presentar un proceso detallado para el montaje.

Para este mecanismo se utilizará la automatización en tres casos: La puesta en marcha de sistema de transporte, su parada de emergencia y el control en la unión de los transportadores uno y dos (Figura 131.)

6.1. PUESTA EN MARCHA Y PARADA DE EMERGENCIA: Debido a que el transportador diseñado se utilizará para movilizar las botellas que salen de los inspectores automáticos, su actividad y arranque estarán ligados al funcionamiento de estos. Por lo tanto inmediatamente se enciendan los inspectores por medio de pulsadores (Figura 132.) junto con los demás

componentes de la línea número dos de embotellado, se encenderá el nuevo sistema diseñado. Así mismo, se realizará un control manual en cada motor para ser utilizado en caso de revisión, el cual será instalado por medio de un switch de encendido y apagado (Figura 133.) directamente en el motor y funcionará también como una parada de emergencia individual.

Figura 131. Unión de los transportadores uno y dos

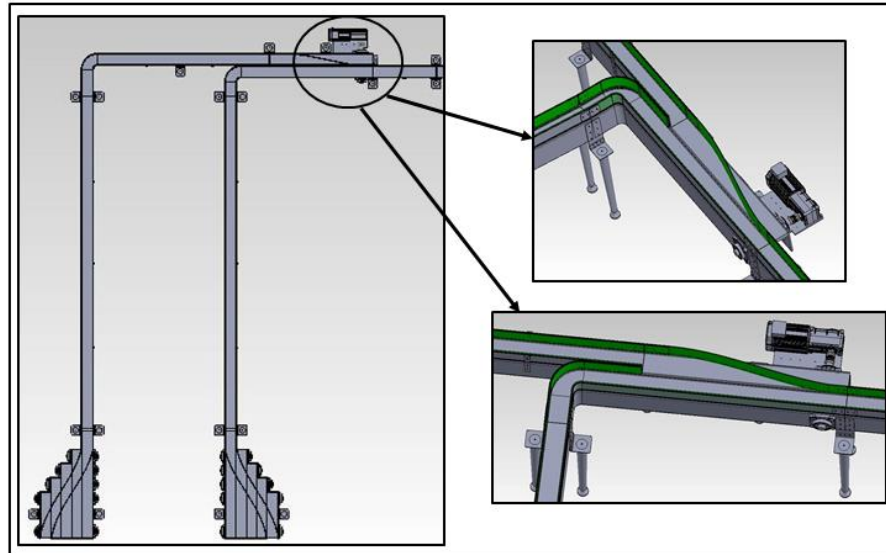


Figura 132. Interruptor de encendido y apagado del sistema total



Fuente: <http://www.directindustry.es/prod/craig-derricott/interruptores-parada-emergencia-14180-1329477.html>

Figura 133. Switch encendido y apagado de cada motor



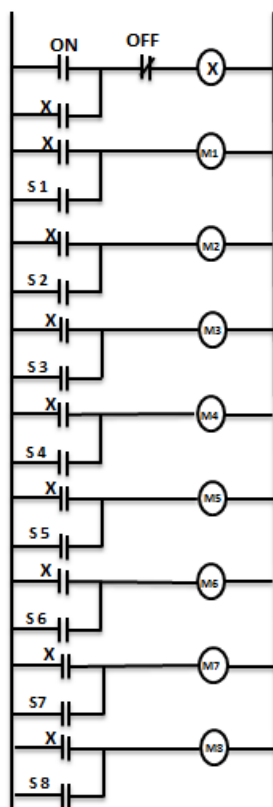
Así mismo, y ya que el nuevo transportador deberá estar en movimiento cuando los inspectores estén funcionando, la parada de emergencia total de los transportadores estará ligada a la de los inspectores automáticos, pues al parar los transportadores manteniendo el rechazo de botellas en marcha, podrían caerse las botellas al perder su equilibrio por la inercia que estas llevan. Por este motivo, el motor se apagará individualmente sólo si fue encendido de la misma forma y los inspectores automáticos se encuentran apagados.

6.1.1 Descripción del proceso de funcionamiento de la automatización para puesta en marcha y parada de emergencia: Como se especificó anteriormente, el funcionamiento del sistema transportador estará ligado a los inspectores y también contará con un encendido y apagado manual en cada motor. El cuadro de asignaciones se presenta en la tabla 56 y el procedimiento utilizado se especifica en el diagrama de escalera presente en la figura 134, donde se pueden observar las dos formas de encendido del sistema.

Tabla 56. Cuadro de asignaciones para la puesta en marcha y parada de emergencia.

Comando	Descripción	Función
ON	Encendido total del sistema	Pulsador que enciende el sistema de rechazo en su totalidad, es el mismo pulsador de activación de los inspectores automáticos.
OFF	Parada del sistema total	Pulsador que realiza la parada de emergencia de los inspectores automáticos junto con el sistema de rechazo diseñado
X	Marca Interna	Relé que funciona como memoria que mantiene encendido el sistema después de soltar el pulsador y hasta oprimir el botón de apagar.
#	Indicativo del motor	Indicativo utilizado para describir el número del motor asignado a los comandos.
S #	Encendido y apagado del motor #	Switch de encendido y apagado del motor # que en su posición de abierto apaga y en su posición cerrado enciende individualmente el motor
M #	Motor #	Activación del motor # para cada transportador del sistema total.

Figura 134. Diagrama de escalera de la puesta en marcha y parada de emergencia.



6.2. CONTROL EN LA UNION DE LOS TRANSPORTADORES UNO Y DOS.

Las botellas que salen de los dos inspectores automáticos unen su camino mediante una guía que se encarga de pasar los envases del transportador uno al dos para continuar un solo camino, en este punto (Figura 131.) es necesario evitar el encuentro de dos botellas en la unión de transportadores para prevenir una parada, por lo tanto se instalará un control que asegure el paso de una sola fila de envases vacíos, inmobilizando las botellas por medio de la presión ejercida mediante el pistón accionado por una electroválvula que actúe sobre el perfil lateral (Figura 135.).

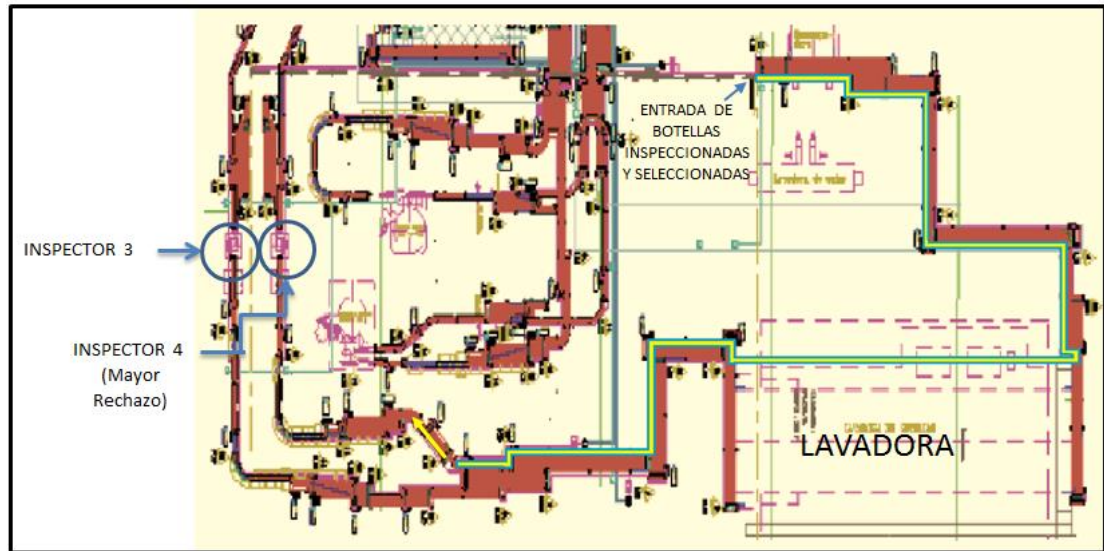
Figura 135. Estancamiento de botellas mediante la electroválvula



Ya que los envases que salen de los inspectores y se devuelven a la lavadora corren el riesgo de regresar con defectos que el operario no detectó o no corrigió, es necesario localizar el inspector automático principal que tenga mayor rechazo, por el cual regresan estas botellas y además pasan aproximadamente el 50% de las que ingresan por primera vez a la lavadora, el transportador que salga de este

inspector debe movilizar botellas el mayor tiempo posible, con el fin de evitar que estas lleguen al inspector, lo detengan y paren la línea de producción. Como se observa en la figura 136 las botellas inspeccionadas y seleccionadas que ingresan a la lavadora siguen el camino amarillo y entran al inspector automático 4.

Figura 136. Ubicación del inspector automático con mayor rechazo

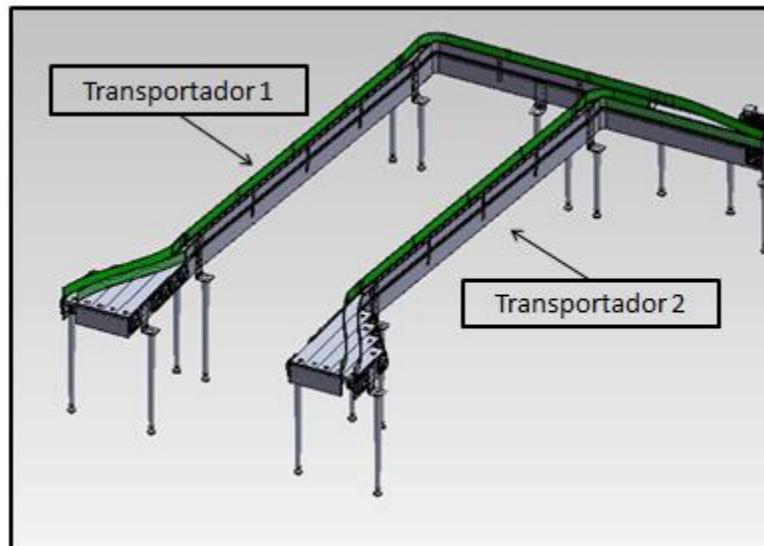


Sabiendo que el inspector con mayor rechazo será el número cuatro (Figura 137.), se le dará prioridad al transportador dos (Figura 138.) para trasladar los envases vacíos, por lo tanto, este será es que domine el proceso de automatización.

Figura 137. Inspectores automáticos



Figura 138. Transportadores que salen de los inspectores automáticos



6.2.1. Descripción del proceso de funcionamiento de la automatización de la unión de los transportadores uno y dos: El procedimiento realizado para automatizar el control de unión entre transportadores uno y dos se basa en dejar pasar las botellas pertenecientes a un solo transportador cada vez, inmovilizando los envases de la línea contraria al ejercer presión al perfil lateral por determinado tiempo. Este tiempo está en función de la distancia que recorren las botellas y el llenado de botellas en la otra línea.

Los componentes utilizados en el control se seleccionaron por especificaciones de Bavaria como los mismos que se utilizan en toda la planta, ya que estos se deben normalizar y ser los mismos en todos los procedimientos presentados en la empresa. Se utilizarán dos sensores de fotoeléctricos (Figura 139.) que detecten el momento en que se llena el transportador hasta cierto punto y dos electroválvulas de tres vías y dos posiciones (Figura 140.) para detener el paso de botellas en cada transportador. El montaje total se define en la figura 141.

Figura 139. Sensor fotoeléctrico utilizado por Bavaria

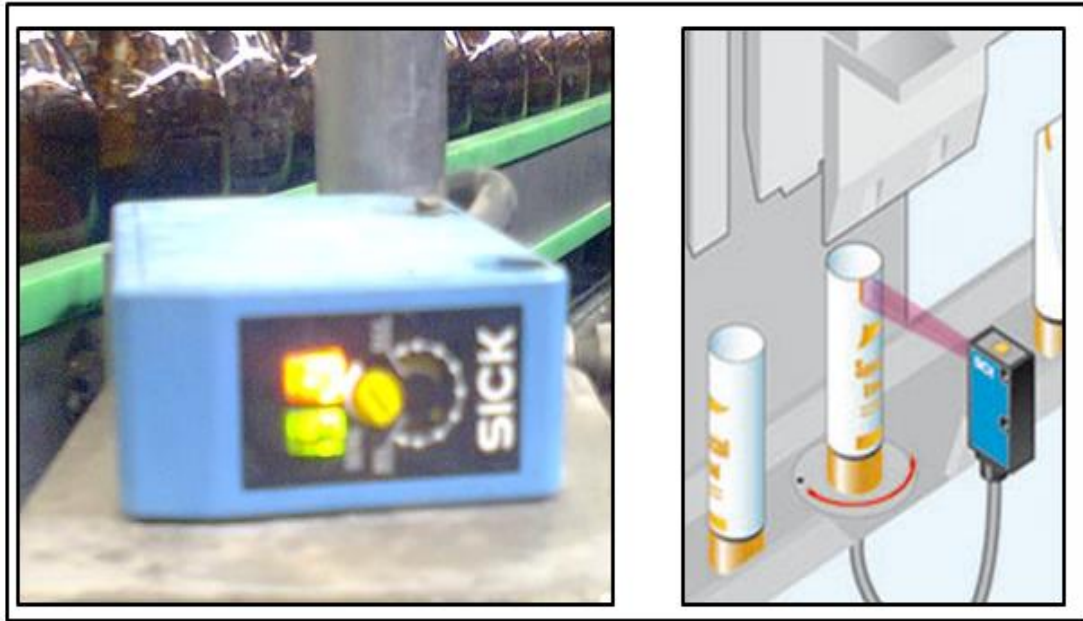


Figura 140. Electroválvula 3/2 y pistón

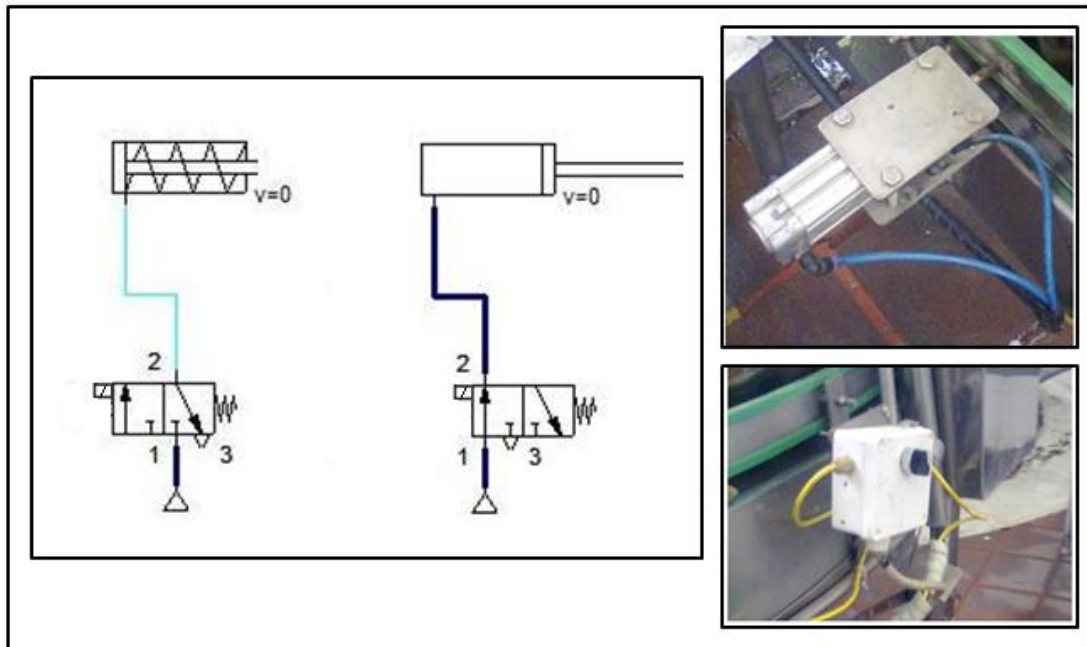
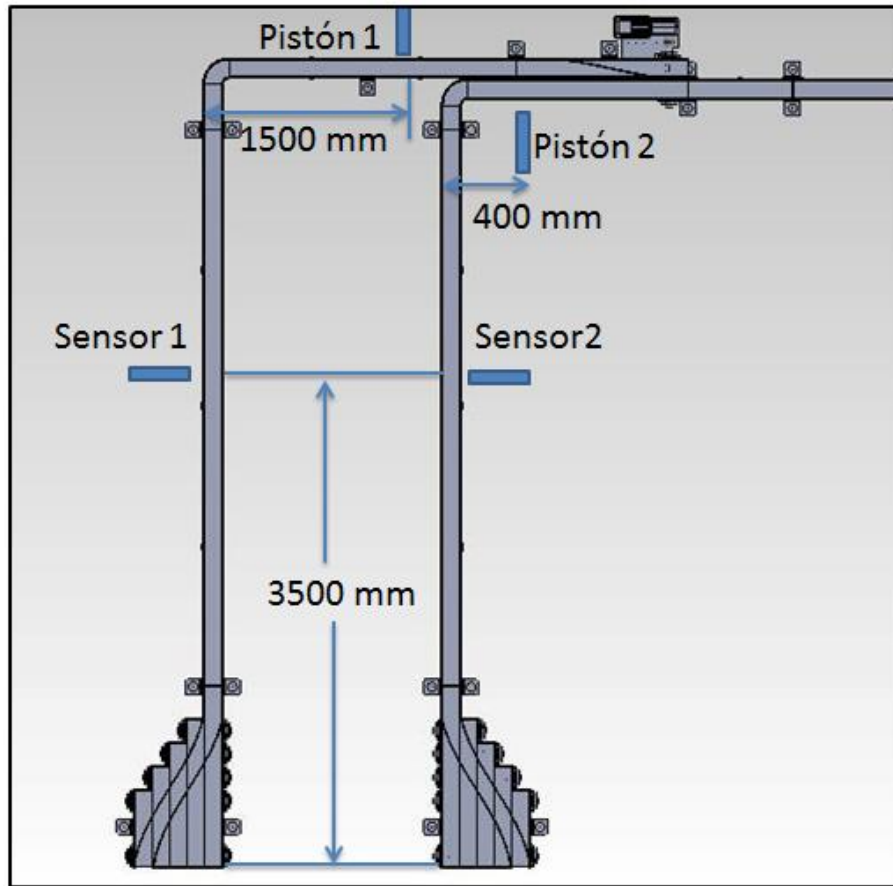


Figura 141. Ubicación de los componentes del control.



Inicialmente al encender los inspectores se abre el camino para la línea del transportador dos que es la principal, y se mantiene la línea del transportador uno cerrada (Figura 142.) hasta que el sensor uno detecte que se llenó esta sección del transportador (Figura 143.). En este momento se cierra el paso para el transportador dos mediante la electroválvula dos y se espera un tiempo de dos segundos (Figura 144.) hasta activar la electroválvula uno que abre paso al camino de botellas del transportador uno (Figura 145.), este tiempo con el fin de evitar un choque con los últimos envases que salen de la línea de rechazo dos, esta duración es mínima ya que el recorrido que realizan las botellas desde la electroválvula uno hasta la unión de transportadores es mucho mayor que la distancia que hay entre la electroválvula dos y dicha unión.

Figura 142. Paso de botellas en el transportador uno y transportador dos cerrado

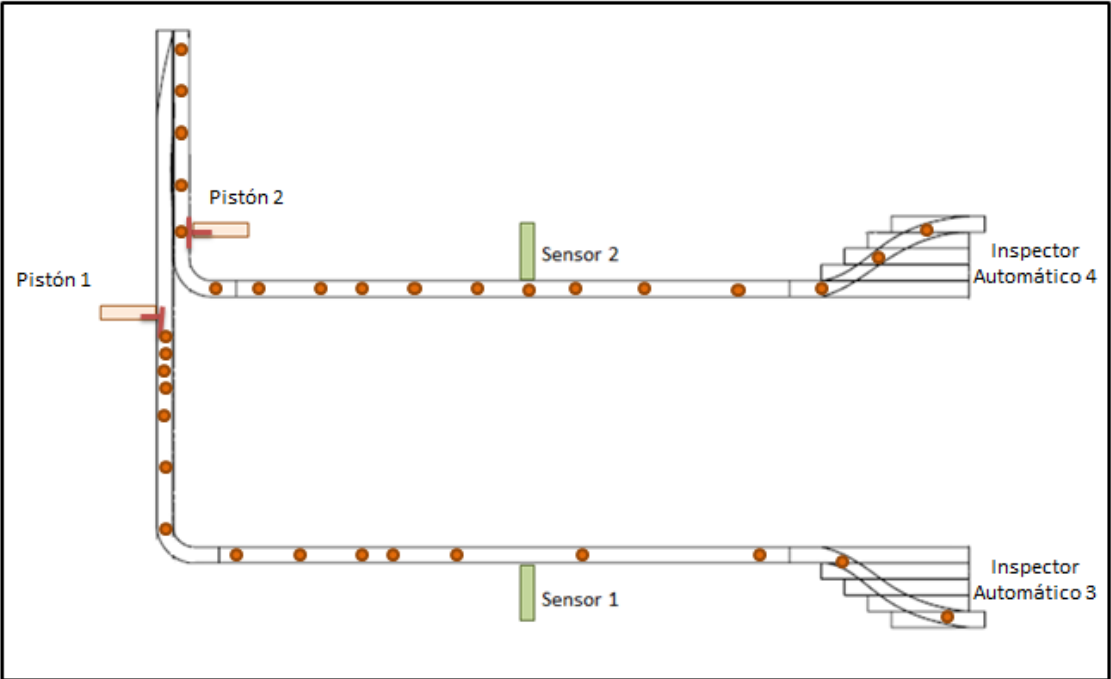


Figura 143. Transportador uno lleno hasta el sensor uno

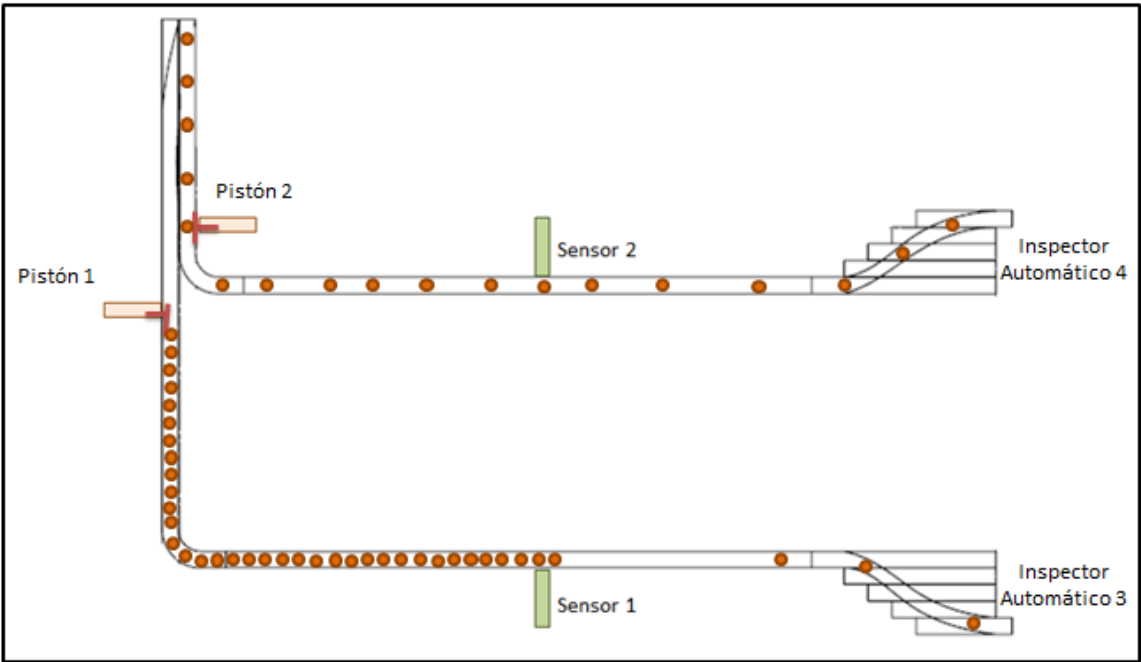


Figura 144. Paso de botellas del transportador dos cerrado por la electroválvula dos

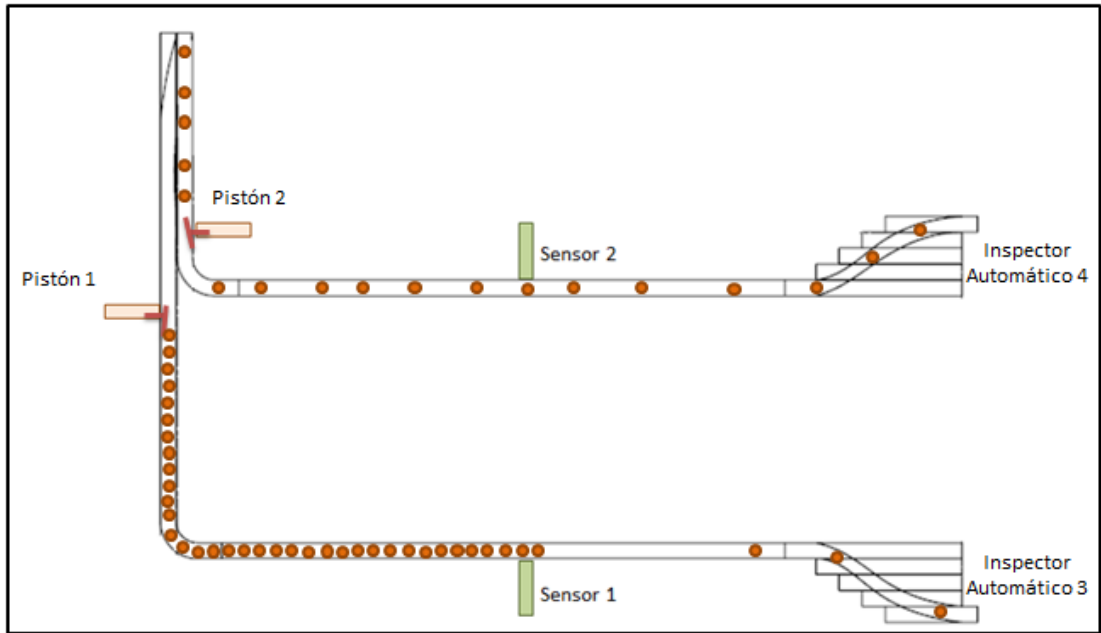
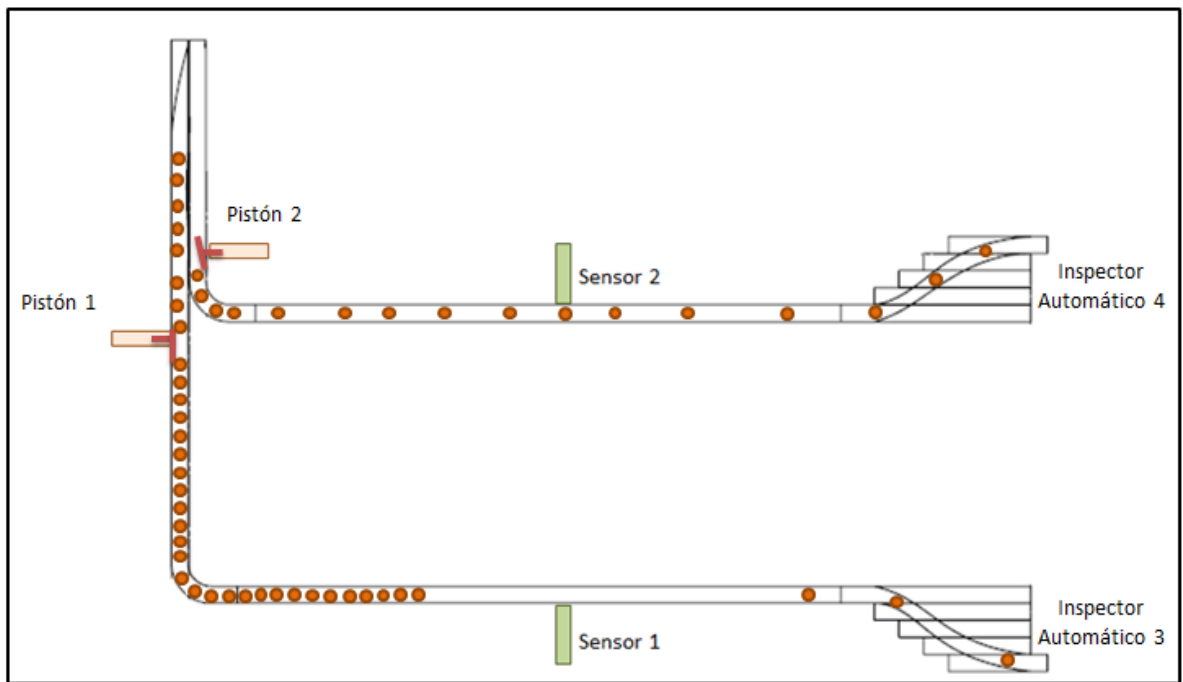


Figura 145. Paso de botellas del transportador uno por medio de la electroválvula uno



El paso de envases del transportador dos deberá estar obstruido un tiempo de 16 segundos con el fin de movilizar en su totalidad las botellas hasta donde las detectó el sensor uno (Tabla 57.), o en caso de que se llene el transportador dos detectado por su sensor (Figura 146.) será necesario cerrar la electroválvula uno, esperar un tiempo de 8 segundos hasta que los envases que pasan por esta no se entrometan en el paso de los que van en el transportador dos (Figura 147.), después abrir la electroválvula dos y dar paso a la acumulación de botellas (Figura 148.).

Tabla 57. Tiempos de demora de las botellas en realizar su recorrido

CALCULO DE TIEMPOS DE ESPERA DE LAS BOTELLAS			
$X_1 = 1691 + 1500$			
$V = \frac{X_2}{t_2}$		$V = \frac{X_1}{t_1}$	
Variables de entrada			
V	12,25	m/min	Velocidad tangencial de los transportadores
X_2	1,61	m	Distancia desde el pistón 1 hasta la unión de transportadores
Variables de salida			
X_1	3,191	m	Distancia desde el sensor 1 hasta el pistón 1
t_1	15,63	s	Tiempo que tarda la botella en ir del sensor 1 hasta el pistón 1
t_2	7,89	s	Tiempo que tarda la botella en ir del pistón 1 a la unión de transportadores

El procedimiento es repetitivo y siempre se le dará prioridad al transportador dos que es el que más rechazo tiene. El cuadro de asignaciones para el proceso de control se presenta en la tabla 58 y el procedimiento utilizado en el diagrama de escalera se presenta en la figura 149.

Figura 146. Llenado del transportador 2 hasta el sensor dos cuando no ha pasado el tiempo de desalojo del transportador 1

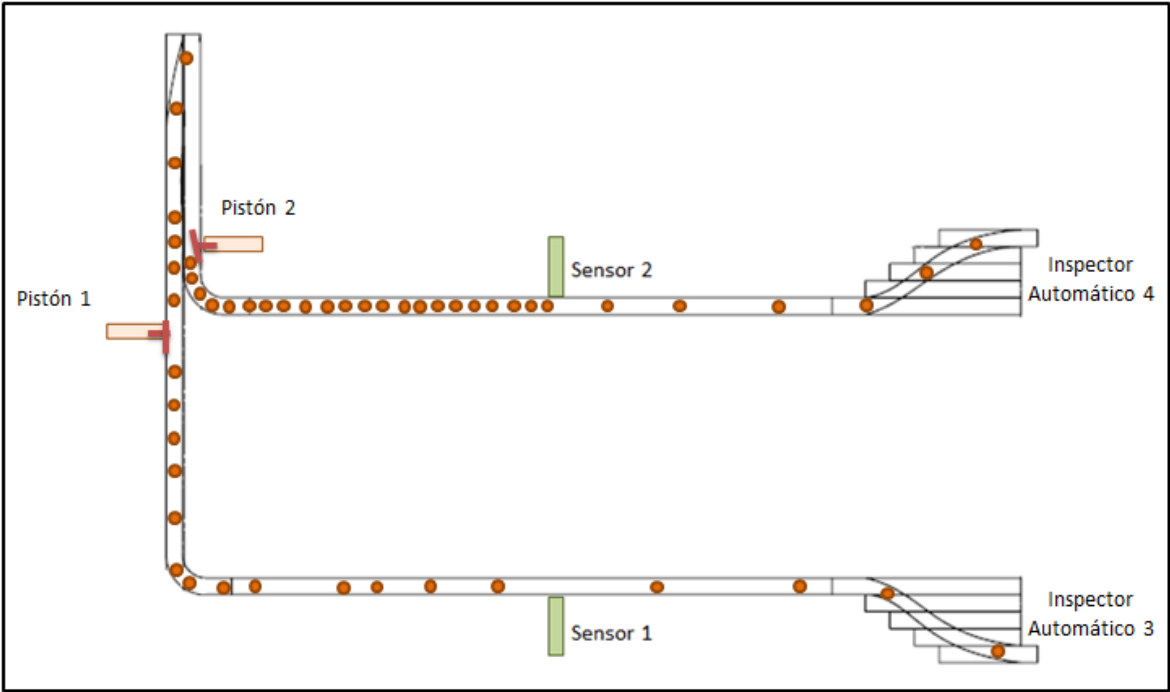


Figura 147. Camino de botellas del transportador uno obstruido

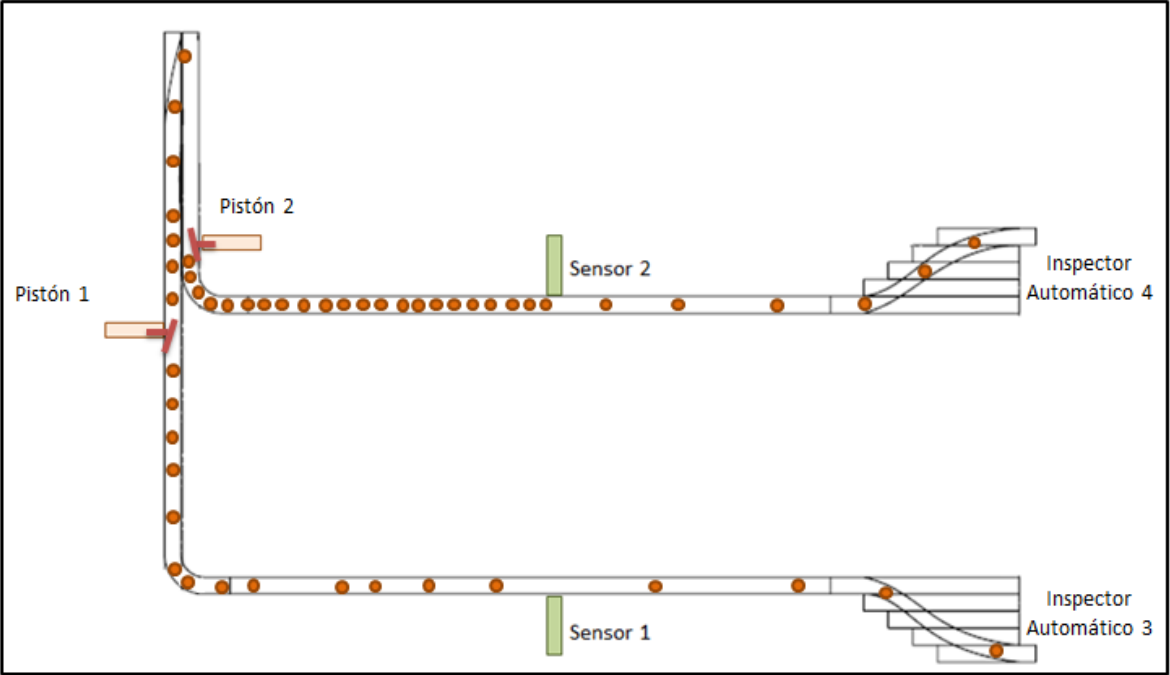


Figura 148. Paso de botellas del transportador dos después de desocupar el transportador uno

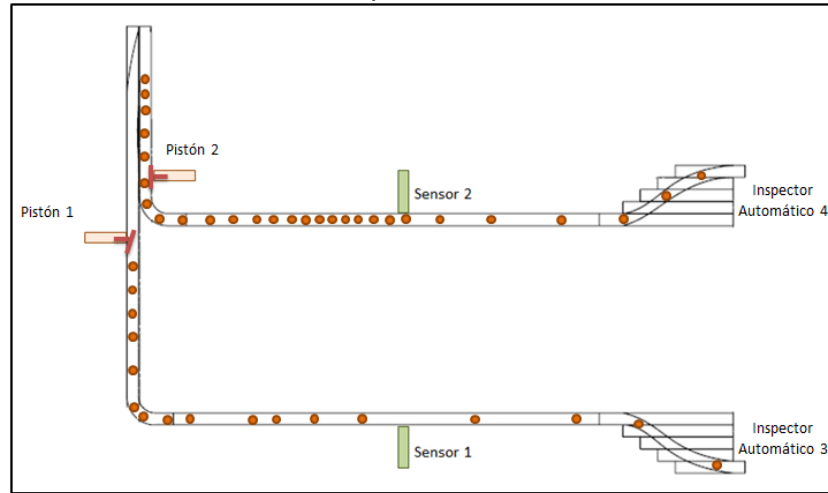
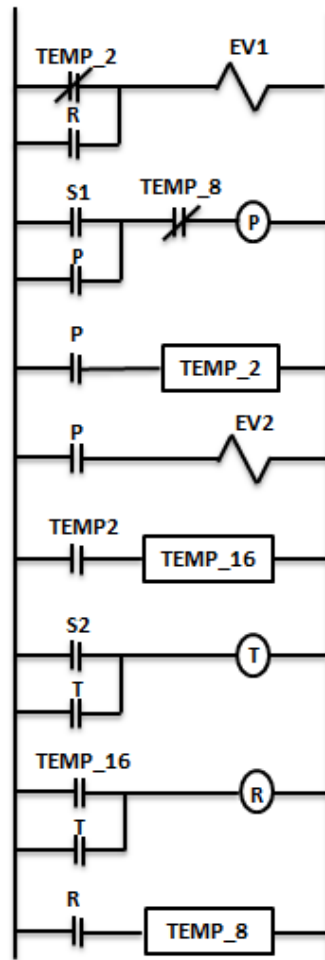


Tabla 58. Cuadro de asignaciones para la unión de los transportadores uno y dos

Comando	Descripción	Función
S1	Sensor del transportador 1	Sensor fotoeléctrico que se encarga de detectar en qué momento el transportador uno se llena hasta el punto de su ubicación.
S2	Sensor del transportador 2	Sensor fotoeléctrico que se encarga de detectar en qué momento el transportador dos se llena hasta el punto de su ubicación.
EV1	Electroválvula 3/2 del transportador 1	Electroválvula activada por solenoide que al activarse retira el pistón uno ejerciendo presión sobre el perfil lateral del transportador uno.
EV2	Electroválvula 3/2 del transportador 2	Electroválvula activada por solenoide que al activarse retira el pistón dos ejerciendo presión sobre el perfil lateral del transportador dos.
TEMP_2	Temporizador OFF de 2 segundos	Temporizador que después de recibir la señal demora 2 segundos enviar la señal al contactor.
TEMP_8	Temporizador OFF de 8 segundos	Temporizador que después de recibir la señal demora 8 segundos enviar la señal al contactor.
TEMP_16	Temporizador OFF de 16 segundos	Temporizador que después de recibir la señal demora 16 segundos enviar la señal al contactor.
P	Marca Interna	Relé que cumple la función de activar y desactivar la electroválvula dos, actúa como memoria del sensor uno y activa el inicio del temporizador dos.
T	Marca Interna	Relé que funciona como memoria del sensor dos y activa el proceso que se realiza después de detectar el transportador dos lleno sin terminar el tiempo estimado para desocupar el uno.
R	Marca Interna	Relé que activa el temporizador de 8 segundos y envía la señal para cerrar el paso de botellas del transportador uno cuando el dos se ha llenado.

Figura 149. Diagrama de escalera para la unión de los transportadores uno y dos



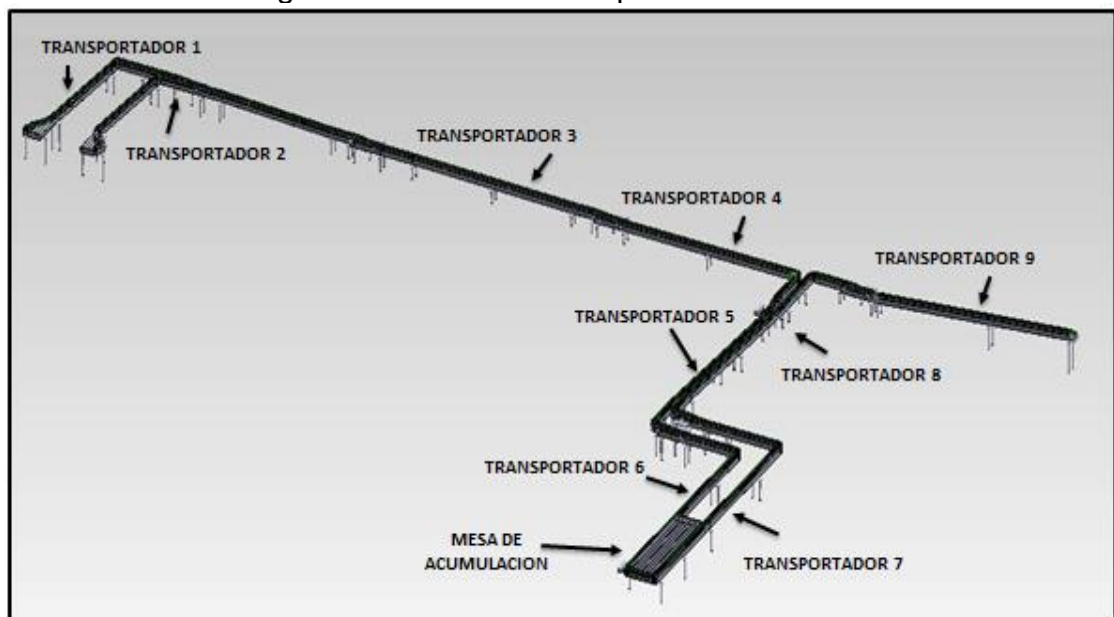
7. CONSIDERACIONES CONSTRUCTIVAS

Para pasar del diseño conceptual al montaje en la planta, es necesario dejar claras las consideraciones constructivas que aseguren el buen funcionamiento del transportador después de implementarlo en el proceso de embotellado. El procedimiento de diseño y montaje está limitado por las especificaciones de la empresa, ya que al ser una entidad que maneja una gran cantidad de transportadores debe normalizar sus características y componentes con el fin de estandarizar el mantenimiento y el funcionamiento de estos.

7.1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TRANSPORTADOR DISEÑADO.

Según el diseño planteado, deberá instalarse un sistema transportador compuesto por nueve transportadores unifilares (Figura 150.) que se encargan de llevar las botellas rechazadas por los inspectores automáticos a una mesa de trabajo, y de allí regresarlas a la lavadora en caso de corregir el daño por el cual los inspectores automáticos las rechazaron.

Figura 150. Sistema transportador diseñado



Los nueve transportadores que componen el sistema, así como la mesa de trabajo han sido diseñados cada uno con dimensiones específicas que se adaptan a la planta, lo cual requiere un perfecto ensamble, y sus características y componentes se presentan en formato de planos en el anexo F.

7.1.1. Descripción detallada del recorrido de la botella en el transportador diseñado: Los transportadores en su totalidad utilizarán cadenas tabletop 3 ¼ conforme a la selección que se llevó a cabo en el capítulo 5, tendrán una longitud máxima de 10 m y podrán presentar ángulos máximos de ascenso de 8° y descenso de 6° por especificaciones de la empresa.

Las botellas rechazadas por los inspectores automáticos inician su recorrido en el transportador uno y dos cuando por medio de una curvatura generada por cinco cadenas y una guía (Figura 151.) se separan del transportador que dirige las botellas útiles inspeccionadas a la llenadora (Figura 152.).

Figura 151. Curvatura inicial de los transportadores uno y dos

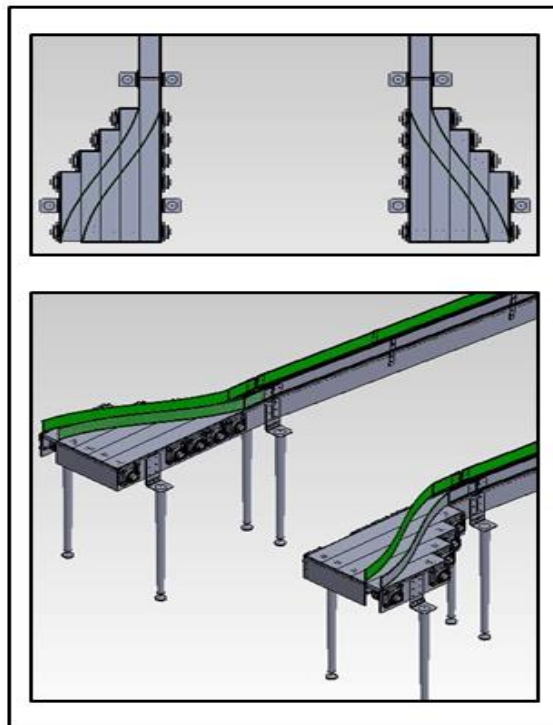
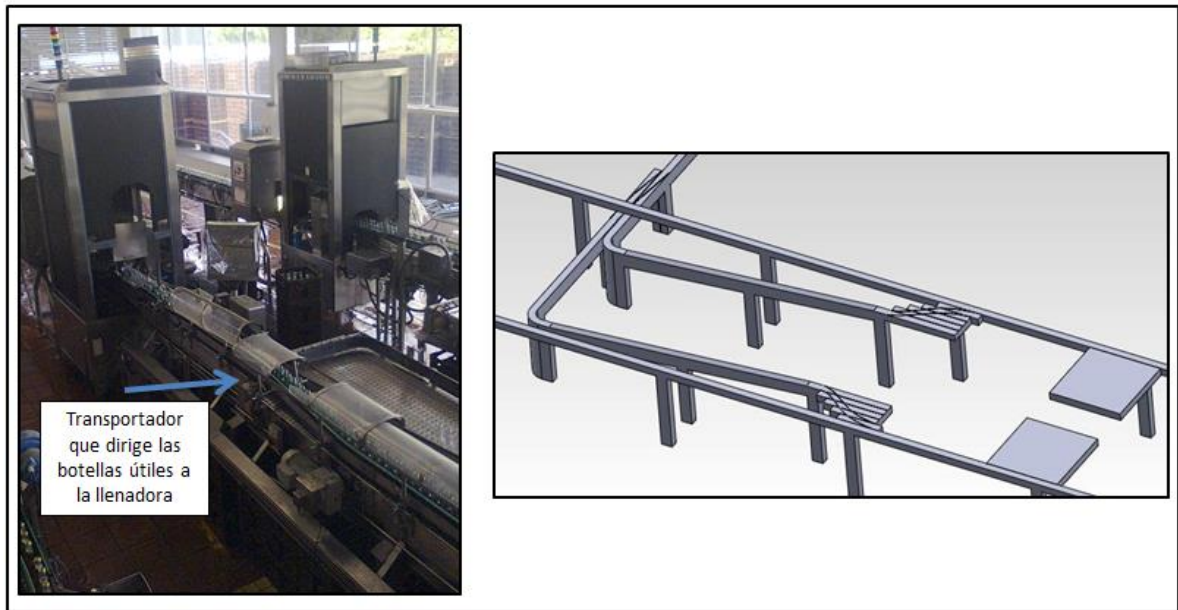


Figura 152. Transportador que lleva las botellas útiles a la llenadora



A continuación se disminuye el nivel de las botellas con un ángulo de inclinación de 4.83° (Figura 153.) hasta llegar a una altura de 850 mm que permite esquivar el sistema de transporte que se dirige a la llenadora, allí los transportadores de salida de los dos inspectores (Transportador uno y dos) realizan una curva de 90° y unen sus caminos (Figura 154.) por medio de la automatización especificada en el capítulo 6.

Figura 153. Ángulo de inclinación de los transportadores uno y dos

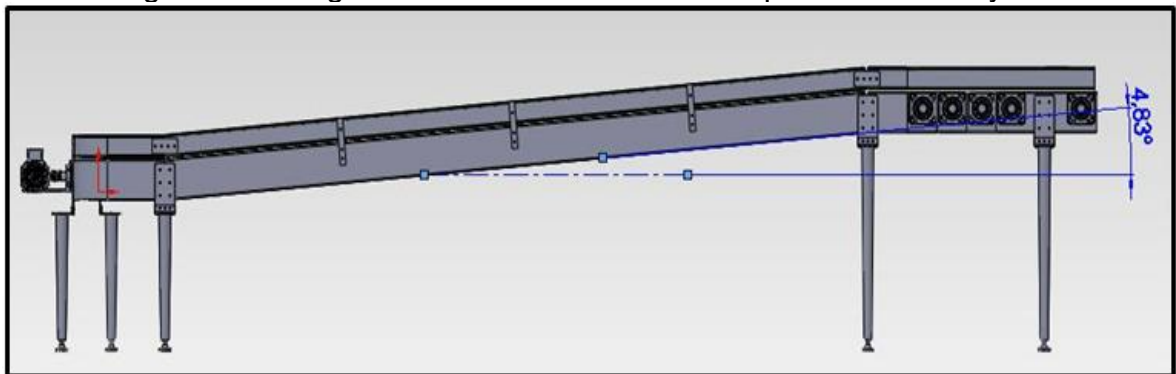
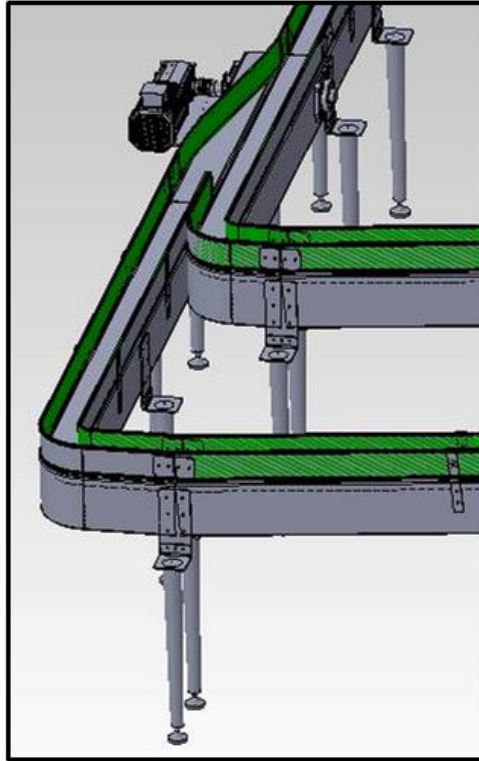


Figura 154. Giro y unión de los transportadores uno y dos



A partir de la unión de los transportadores las botellas continúan su descenso con un ángulo de inclinación de 2.24° hasta alcanzar una altura de 700 mm, donde se desplazan un tramo recto para realizar el acople al transportador tres (Figura 155.), y a continuación con un nuevo ángulo de inclinación de 0.83° se obtiene la altura de 620mm necesaria para esquivar el transportador que obstruye el camino y está montado actualmente (Figura 156.).

Luego se acopla el transportador cuatro y se realiza un giro de 90° que direcciona el camino hacia la mesa de trabajo (Figura 157.), el nivel va aumentando después en el transportador cinco con un ángulo de 3.21° hasta alcanzar una altura de 950mm que corresponde a la altura total de la mesa de trabajo, la cual se mantiene en otras dos curvaturas de 90° (Figura 158.) pues el transportador seis debe llegar recto al lugar de trabajo.

Figura 155. Unión del transportador dos al tres

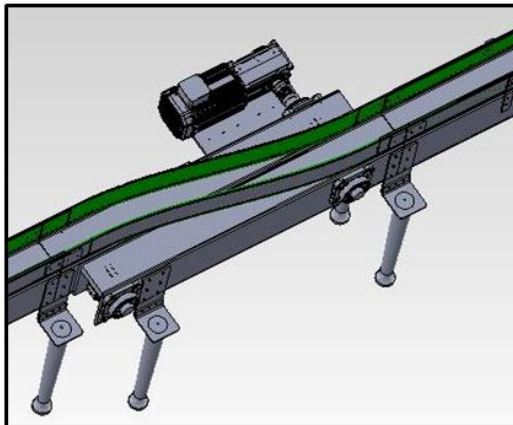


Figura 156. Transportador que obstruye el camino

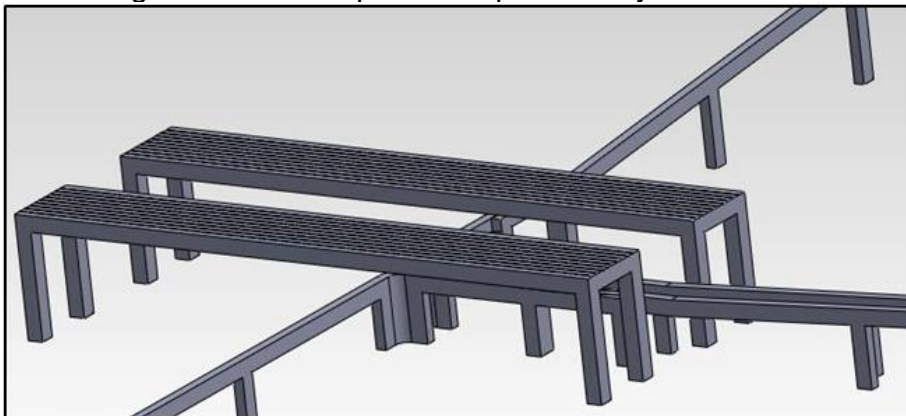


Figura 157. Giro de 90° del transportador 4

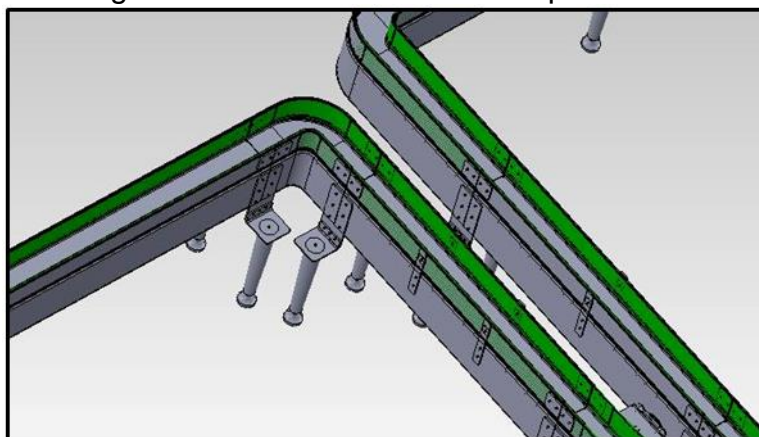
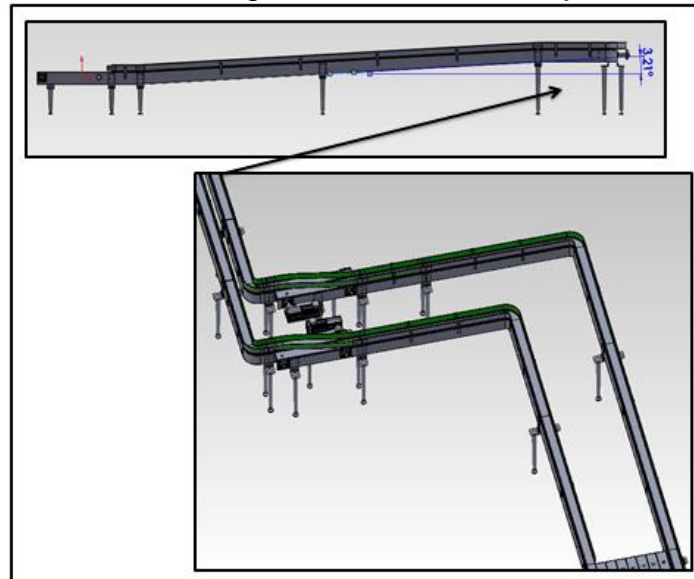


Figura 158. Ángulo de ascenso del transportador 5 y curvas del transportador 6 hasta llegar a la mesa de trabajo



Las botellas llegan en el transportador seis a una mesa de trabajo compuesta por siete cadenas de 3.5 m de longitud que acumulan los envases y una cadena de retorno (Transportador 7.) que regresa las botellas corregidas a la lavadora (Figura 159.), esta debe quedar separada el espesor de una baranda. La mesa se ubicará paralela a la salida de botellas limpias de la lavadora (Figura 160.) por el exterior de la planta para facilitar la circulación de los envases con defectos no corregibles.

Figura 159. Mesa de trabajo

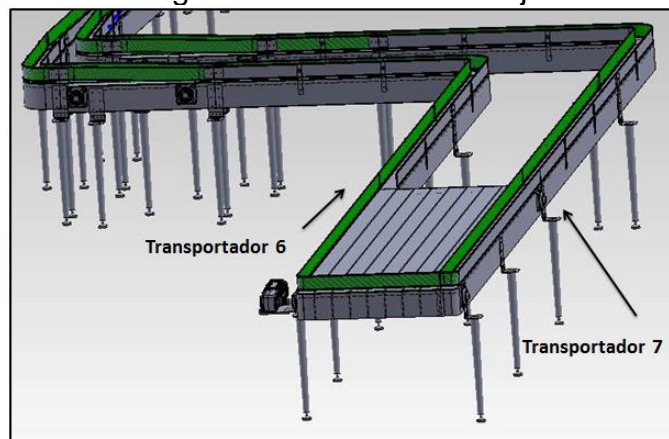


Figura 160. Sitio de ubicación de la mesa de trabajo



El transportador que sale de la mesa de trabajo (Transportador 7.) continua su recorrido paralelo al trayecto de entrada y disminuye su nivel con un ángulo de inclinación de 3.21° en el transportador ocho, en la misma sección que aumenta el nivel el transportador de entrada a la mesa (Figura 161.), para llegar a la altura de 620mm que le permite cruzar el transportador que obstruye el paso hacia la lavadora, al cruzar este obstáculo se aplica un ángulo de ascenso de $6,55^\circ$ en el transportador nueve que permite alcanzar la altura de 1250mm correspondiente a la entrada de botellas seleccionadas a la lavadora (Figura 162.)

Figura 161. Transportador de salida de la mesa de trabajo paralelo los transportadores de entrada.

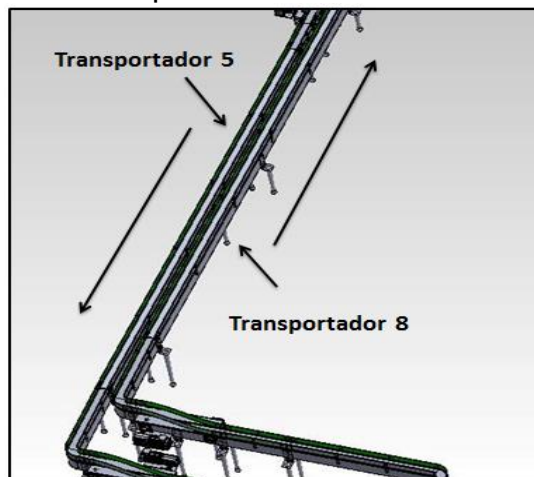


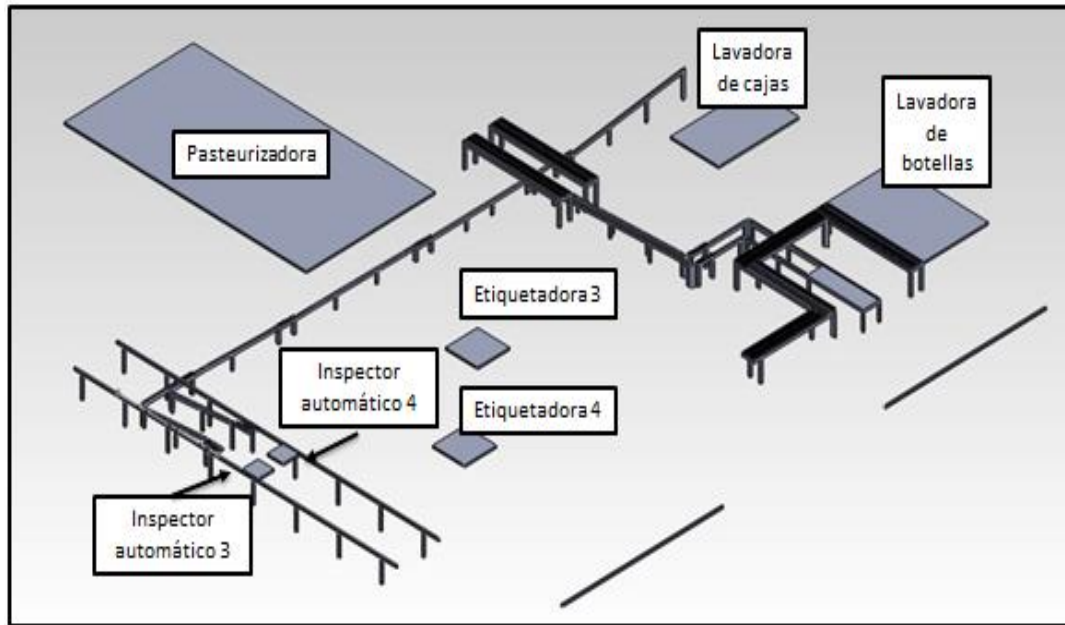
Figura 162. Ángulo de entrada al transportador de la planta que se dirige a la lavadora



Para finalizar los envases útiles ingresan a la lavadora, se limpian y al salir de allí pasan de nuevo por los inspectores automáticos para ser utilizados en caso de ser aptos para su aplicación.

7.1.2. Adaptación del diseño a la planta: Debido a que actualmente la planta de embotellado cuenta con dos líneas de producción, la ubicación del diseño se realizó conforme al espacio disponible, y los desniveles del recorrido de la botella se adaptaron pensando en esquivar los transportadores que ya están instalados (Figura 163.).

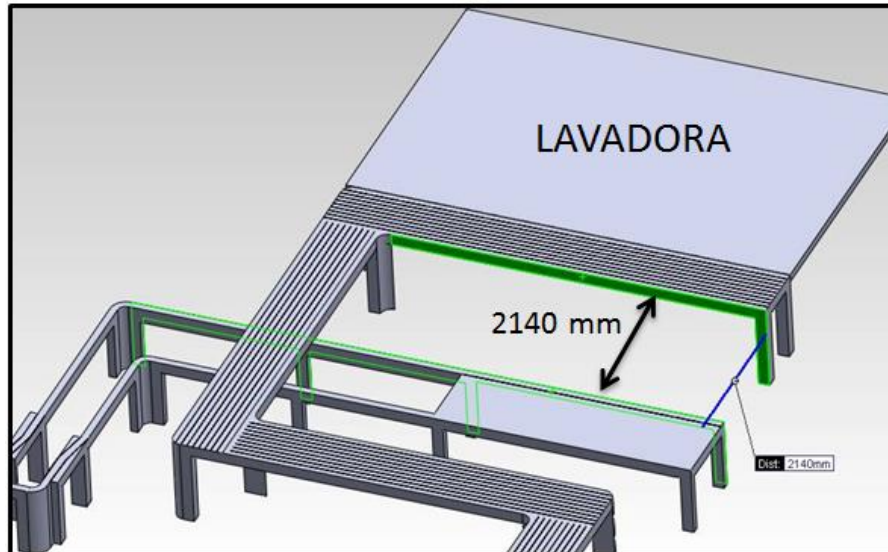
Figura 163. Ubicación del sistema diseñado en la planta de embotellado



La velocidad del sistema transportador de 12.25 m/min especificada en la tabla 22, es constante y se impuso por Bavaria con el fin de evitar cambios bruscos a la salida de los inspectores automáticos, pues allí se manejan velocidades que están alrededor de esta y al tener una variación muy grande la botella se expone a perder su equilibrio y caer.

El sitio de trabajo se ubicó alrededor de la planta pensando principalmente en el fácil desalojo de las canastas llenas con botellas no útiles, su ubicación se encuentra cercana al área designada para eliminar las botellas inservibles lo cual reduce el recorrido de los montacargas. Ya que se encuentra en la salida de botellas limpias de la lavadora, es necesario asegurar una zona limpia para evitar la suciedad de estas, por lo tanto se debe tener una distancia mínima entre transportadores de 1000 mm (Figura 164.) con el fin de asegurar la no intervención del sistema montado en el proceso realizado actualmente por la planta.

Figura 164. Ubicación de la mesa de trabajo con respecto a la salida de botellas de la lavadora



7.2. COMPONENTES DEL TRANSPORTADOR.

Como se especificó anteriormente, el transportador diseñado ha sido acoplado a las especificaciones dadas por Bavaria, y algunos componentes seleccionados son utilizados en los transportadores actuales, por lo tanto la empresa cuenta con un inventario en donde se mantienen algunos elementos que se utilizarán para la implementación del sistema diseñado, lo que reducirá el costo inicial de la inversión para la empresa.

7.2.1. Elementos de inventario: La empresa actualmente cuenta con un inventario de repuestos comunes que requiere el mantenimiento o reparación de los sistemas de transporte, la facilidad que se tiene en este caso para ellos es que no necesitan tiempo de pedido e inmediatamente podrán ser utilizados. Estos se muestran en la tabla 59.

Ya que los transportadores de acumulación actuales así como el transportador unifilar de envío de botellas a la lavadora serán desmontados (Figura 165.), se

tendrán partes que servirán para el nuevo montaje, las cuales se especifican en la tabla 59.

Figura 165. Transportadores reutilizables para el nuevo diseño



7.2.2. Elementos a comprar: La empresa cuenta con distribuidores autorizados que se encargan de suministrar los elementos de cada campo en específico en un tiempo límite. Al pedir la cotización a cada uno de ellos se encontró que el máximo tiempo de entrega lo ocupan los componentes de la cadena transportadora y es de un mes, por lo tanto el inicio del montaje en cuanto a pedido de materiales se rige a partir de estos materiales. La lista de los componentes que se deben comprar se encuentra en la tabla 59.

En el caso de algunos elementos como ejes y platinas, la empresa comprará la materia prima y realizará los procesos necesarios como cortes y torneados en cada caso para obtener las dimensiones incluidas en los planos del anexo F.

Tabla 59. Elementos requeridos, de inventario, del transportador reutilizable y a comprar

Materiales	Unidades de medida	Elementos/Cantidad			
		Requeridos	Inventario (Stock)	Transportador reutilizado	Comprar
MOTOREDUCTOR SALIDA 30 RPM, 1.1 Kw con eje	UN	8	1	5	2
ACOPLE EJE (MOTORREDUCTOR-CATARINA)	UN	8	1	5	2
CADENA TABLETOP INOX MAGNETICA 3 1/4" (Para transportadores con curva)	M	180	40	0	140
CADENA TABLETOP RECTA INOX 3 1/4"	M	66	20	77	0
CURVA MAGN. 90º 1 VIA x 3 1/4.	UN	8	2	0	6
RODAMIENTO CON BRIDA 40 MM	UN	52	6	36	10
RODAMIENTO 40 MM	UN	27	19	8	0
ACERO INOXIDABLE REDONDO 40 MM (Ejes para las Catarinas)	CM	1335	200	630	505
CUÑA DE ACERO DE 12 X 8 mm (12" LARGO).	UN	1	0	0	1
ACERO INOX REDONDO 20 mm (Eje para rodillos y patines)	M	10	0	6	4
LAMINA INOXIDABLE. 200mmxAncho 10 mm (Estructura) 10 metros largo	UN	19	0	6	13
PERFIL EN C 3 metros de largo (Guías laterales)	UN	64	10	21	33
PERFIL LATERAL ACERO INOX. 40x8 (mm) (Platina guía para el perfil	CM	19200	0	6500	12700
RODILLO DE RETORNO	UN	72	0	42	30
PATIN TENSOR	UN	9	0	5	4
RUEDA DE REENVIO Z=21 (Poliamida)	UN	33	5	21	7
RUEDA DENTADA PLASTICA Z=21 40 mm BIPART (Poliamida)	UN	16	0	11	5
ACOPLE DE GUIAS LATERALES	UN	71	40	31	0
ACOPLE DE GUIAS LATERALES CON ESTRUCTURA	UN	95	53	42	0
ACOPLE ESTRUCTURA CON PATAS DE ANCLAJE	UN	103	69	34	0
PATAS DE ANCLAJE 80000 N	UN	103	69	34	0

7.3. MONTAJE

El proceso de montaje será realizado por el personal encargado y especializado de la empresa ya que el diseño requiere de precisión y conocimiento del tema, debido a que al no seguir las dimensiones y criterios establecidos el sistema podrá fallar y las perdidas en dado caso serían elevadas, así mismo, el tiempo de montaje con este personal será el mínimo, en este caso el tiempo aproximado después de contar con los materiales en su totalidad hasta la puesta en marcha es de dos fines de semana, el cual deberá ser aplicado en época de temporada baja, con el fin de eliminar al máximo costos de implementación y evitar pérdidas en el tiempo de construcción.

Es necesario parar la línea de producción los días en que se vaya a realizar la conexión final ya que se modificará la salida de rechazo de los inspectores

automáticos, por lo cual se debe detener la salida de botellas mientras se ubica un nuevo transportador, además hay que tener en cuenta que para el proceso de montaje el personal encargado deberá realizar obras en una zona que cuenta con transportadores de botellas tanto llenas como vacías y puede contaminar el producto elaborado.

7.4. CRONOGRAMA

El primer paso para la implementación del transportador diseñado en la planta de embotellado de Bavaria es la aprobación del presupuesto, después de esto se deberá contar con un tiempo aproximado de tres meses para la puesta en marcha de este, el cual se ve reflejado paso a paso en la tabla 60.

Tabla 60. Cronograma del montaje y puesta en marcha después de estar aprobado el presupuesto

PASOS	DESCRIPCIÓN	QUINCENAS					
		MES 1-1	MES 1-2	MES 2-1	MES 2-2	MES 3-1	MES 3-2
1	Solicitud y aprobación del presupuesto para el proyecto		■				
2	Definición de los términos técnicos y costos	■					
3	Solicitud de materiales que suministrará Bavaria		■				
4	Tramites de pedidos y asignación de proveedores			■			
5	Elaboración del contrato			■			
6	Entrega de materiales al proveedor del servicio				■		
7	Fabricación de partes por Bavaria					■	
8	Montaje, ajustes y puesta en marcha (incluye control eléctrico)						■

7.5. COSTOS

Como se nombró en los componentes del transportador, la planta cuenta con un inventario donde se encuentran algunos de los elementos necesarios para el montaje, lo que reduce el costo inmediato del montaje y elimina tiempo de pedido de materiales, aunque en el costo total de la implementación del transportador deben tenerse en cuenta, pues después de utilizar los elementos necesarios, estos deberán ser devueltos al inventario.

Los costos totales de la implementación del sistema de transporte se observan en tres partes: el costo de materiales, el costo de mano de obra y el costo de la parada de la línea de producción.

7.5.1. Costo de materiales: Será necesario adquirir los componentes del transportador seleccionados, además de la materia prima para realizar las platinas laterales y los ejes. La tornillería, soldadura o sistemas de unión no se tendrá en cuenta pues la empresa cuenta con estos elementos que no tienen un costo significativo con respecto a los demás necesarios y podrán incluirse en el 10% del valor total que se destinará a imprevistos. La lista de los materiales necesarios junto con sus precios ofrecidos por la empresa el día 27 de junio se encuentra en la tabla 61. La validez de los precios se mantiene durante el año 2014 o hasta que los precios de la materia prima presenten variación mayor al 3%.

7.5.2. Costo de la mano de obra: El costo de fabricación y montaje mecánico está a cargo del personal encargado y especializado de Bavaria, se cotizó en su totalidad desde la llegada de los materiales hasta el montaje completo. El sistema de control, automatización y puesta en marcha del transportador deberá llevarse a cabo al culminarse el montaje mecánico y su costo incluirá los materiales utilizados para este caso. Y las cadenas tendrán un sistema de lubricación

constante, el cual será montado por el personal especializado de la empresa. En la tabla 62 se observa el costo total de la mano de obra necesaria para la fabricación y el montaje.

Tabla 61. Costo de materiales

Materiales	Unidades de medida	Inventario (Stock)	Comprar	Valor unitario	Costo de inventario	Costo de compra
MOTOREDUCTOR SALIDA 30 RPM, 1.1 Kw con eje	UN	1	2	\$ 2.100.000,00	\$ 2.100.000,00	\$ 4.200.000,00
ACOPLE EJE (MOTORREDUCTOR-CATARINA)	UN	1	2	\$ 57.000,00	\$ 57.000,00	\$ 114.000,00
CADENA TABLETOP INOX MAGNETICA 3 1/4" (Para transportadores con curva)	M	40	140	\$ 49.900,00	\$ 1.996.000,00	\$ 6.986.000,00
CADENA TABLETOP RECTA INOX 3 1/4"	M	20	0	\$ 28.460,00	\$ 569.200,00	\$ -
CURVA MAGN. 90º 1 VIA x 3 1/4.	UN	2	6	\$ 4.800.000,00	\$ 9.600.000,00	\$ 28.800.000,00
RODAMIENTO CON BRIDA 40 MM	UN	6	10	\$ 101.800,00	\$ 610.800,00	\$ 1.018.000,00
RODAMIENTO 40 MM	UN	19	0	\$ 28.000,00	\$ 532.000,00	\$ -
ACERO INOXIDABLE REDONDO 40 MM (Ejes para las Catarinas)	CM	200	505	\$ 3.200,00	\$ 640.000,00	\$ 1.616.000,00
CUÑA DE ACERO DE 12 X 8 mm (12" LARGO).	UN	0	1	\$ 35.000,00	\$ -	\$ 35.000,00
ACERO INOX REDONDO 20 mm (Eje para rodillos y patines)	M	0	4	\$ 19.400,00	\$ -	\$ 77.600,00
LAMINA INOXIDABLE. 200mmxAncho 10 mm (Estructura)	M	0	13	\$ 1.110.350,00	\$ -	\$ 14.434.550,00
PERFIL EN C 3 metros de largo (Guías laterales)	UN	10	33	\$ 20.500,00	\$ 205.000,00	\$ 676.500,00
PERFIL LATERAL ACERO INOX. 40x8 (mm) (Platina guía para el perfil en C)	CM	0	12700	\$ 190,00	\$ -	\$ 2.413.000,00
RODILLO DE RETORNO	UN	0	30	\$ 800,00	\$ -	\$ 24.000,00
PATIN TENSOR	UN	0	4	\$ 14.000,00	\$ -	\$ 56.000,00
RUEDA DE REENVIO Z=21 (Poliamida)	UN	5	7	\$ 28.000,00	\$ 140.000,00	\$ 196.000,00
RUEDA DENTADA PLASTICA Z=21 40 mm BIPART (Poliamida)	UN	0	5	\$ 48.500,00	\$ -	\$ 242.500,00
ACOPLE DE GUIAS LATERALES	UN	40	0	\$ 11.200,00	\$ 448.000,00	\$ -
ACOPLE DE GUIAS LATERALES CON ESTRUCTURA	UN	53	0	\$ 10.800,00	\$ 572.400,00	\$ -
ACOPLE ESTRUCTURA CON PATAS DE ANCLAJE	UN	69	0	\$ 21.300,00	\$ 1.469.700,00	\$ -
PATAS DE ANCLAJE 80000 N	UN	69	0	\$ 34.700,00	\$ 2.394.300,00	\$ -
TOTAL PARCIAL					\$ 21.334.400,00	\$ 60.889.150,00
TOTAL						\$ 82.223.550,00

Tabla 62. Costo de la mano de obra

SERVICIO	PRECIO
SERVICIO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE	\$ 12.000.000
SISTEMA DE LUBRICACIÓN DE CADENA	\$ 300.000
MONTAJE ELECTRICO FUERZA Y CONTROL	\$ 2.000.000
TOTAL	\$ 14.300.000

7.5.3. Costo total: Para finalizar se presentan en su totalidad los costos pertenecientes a la fabricación, montaje y puesta en marcha del transportador diseñado (Tabla 63.). Es necesario tener presente un valor del 10% para imprevistos que se puedan presentar en el proceso de montaje.

Tabla 63. Inversión total de la instalación del transportador

TIPO DE COSTO	VALOR
COSTO DE MATERIALES	\$ 82.223.550,00
COSTO DE MANO DE OBRA	\$ 14.300.000,00
	\$ 96.523.550,00
IMPREVISTOS (10%)	\$ 9.652.355,00
IVA (16%)	\$ 16.988.144,80
TOTAL	\$ 123.164.049,80

7.5.4. Recuperación de la inversión: Los inspectores automáticos están programados para apagarse en caso de llenarse el transportador que acumula las botellas fuera de estos, cuando esto ocurre la línea de producción completa se para y esto genera pérdidas a la empresa, por lo tanto es esencial asegurar que esto no suceda con el nuevo sistema transportador implementado. Por información dada por la empresa (Tabla 64.) se conoce que en la actualidad el tiempo de parada promedio de la línea por este motivo es de 66,4 minutos diarios (Tabla 65.), ya que el espacio con el que se cuenta para acumular las botellas no es suficiente y a una máxima capacidad se cuenta con un tiempo de llenado de cinco minutos según datos de la empresa, además de que los operarios deben realizar un gran esfuerzo para inspeccionar y seleccionar los envases.

Con el nuevo diseño implementado es posible asegurar que las botellas tendrán suficiente espacio para acumularse después de salir de los inspectores pues tienen una longitud de 45 metros y una mesa de acumulación que como fue calculado en la tabla 24 con una capacidad máxima de 4550 bot/hora demora 9.682 minutos en llenarse, además hay un tiempo de 3,67 minutos mientras se llena en su totalidad la longitud del sistema transportador con su máxima capacidad y una velocidad tangencial de 12,25 m/min. Ya que se tiene un tiempo total con la máxima capacidad de rechazo de 13,35 minutos es posible asegurar que el tiempo de parada actual promedio se reducirá en 37,45 por ciento (Tabla 66.).

Tabla 64. Información ofrecida por Bavaria del tiempo de parada de la línea dos por concepto de envase defectuoso

línea	Concepto parada	Clasificación	Descripción	TIEMPO (min)	FecCreac
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	37,0	01/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Pilsen R 330cc X 30 Pro	10,0	01/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Pilsen R 330cc X 30 Pro	24,0	02/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila R 330cc X 30 Pro	110,0	02/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	120,0	03/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	6,0	04/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila R 330cc X 30 Pro	23,0	04/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Poker R 330cc X 30	29,0	04/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Poker R 330cc X 30	70,0	05/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Pony Malta R 330cc X 30	60,0	07/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	17,0	07/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	120,0	08/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	47,0	09/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Pilsen R 330cc X 30 Pro	40,0	09/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Pilsen R 330cc X 30 Pro	119,0	10/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Pilsen R 330cc X 30 Pro	13,0	11/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila R 330cc X 30 Pro	75,0	11/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	37,0	12/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila R 330cc X 30 Pro	13,0	12/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	58,0	13/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	94,0	14/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Pilsen R 330cc X 30 Pro	9,0	14/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Club Col R 330cc X 30 N	108,0	15/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Pilsen R 330cc X 30 Pro	37,0	15/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Club Col R 330cc X 30 N	63,0	16/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	12,0	21/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	64,0	22/04/2014
000000002	Envase defectuoso	TIEMPO PERDIDO OTRAS CAUSAS PARA AJUSTES	Aguila Lig R 330 X 30 Evt	112,0	23/04/2014

Fuente: Bavaria

Tabla 65. Cálculo del tiempo diario promedio de parada por envase defectuoso

Fecha	Tiempo de parada
01/04/2014	47,0
02/04/2014	134,0
03/04/2014	120,0
04/04/2014	58,0
05/04/2014	70,0
06/04/2014	0,0
07/04/2014	77,0
08/04/2014	120,0
09/04/2014	87,0
10/04/2014	119,0
11/04/2014	88,0
12/04/2014	50,0
13/04/2014	58,0
14/04/2014	103,0
15/04/2014	145,0
16/04/2014	63,0
17/04/2014	0,0
18/04/2014	0,0
19/04/2014	0,0
20/04/2014	0,0
21/04/2014	12,0
22/04/2014	64,0
23/04/2014	112,0
PROMEDIO	66,4

Según el tiempo de parada reducido se sabe que quincenalmente las pérdidas se reducirán en 11'628.704 pesos (Tabla 67.), lo cual contribuirá con la recuperación de la inversión.

Tabla 66. Cálculo del porcentaje de mejora del transportador diseñado

PORCENTAJE DE MEJORA DEL SISTEMA TRANSPORTADOR DISEÑADO			
$Porcentaje = \frac{t_a}{t_d} * 100$			
Variables de entrada			
t_a	5	min	Tiempo de llenado del transportador actual
t_d	13,35	min	Tiempo de llenado del transportador diseñado
Variables de salida			
$Porcentaje$	37,45	%	Aumento porcentual de la capacidad

Tabla 67. Reducción de pérdidas quincenales

DISMINUCIÓN DEL COSTO QUINCENAL POR PARADAS			
$D_{diaria} = t_{pa} - t_{pd}$ $t_{pd} = \frac{Porcentaje * t_{pa}}{100}$ $R_{cp} = Costo_{hora} * D_{quincenal}$ $D_{quincenal} = \frac{D_{diaria} * 14}{60}$			
Variables de entrada			
t_{pa}	66,4	min	Tiempo promedio diario de parada actual
$Porcentaje$	37,45	%	Porcentaje de mejora del sistema transportador diseñado
$Costo_{hora}$	\$ 1.200.000,00	pesos	Costo de una hora de parada
Variables de salida			
t_{pd}	24,87	min	Tiempo promedio de parada con el nuevo sistema transportador
D_{diaria}	41,53	min	Disminución diaria del tiempo de parada con el nuevo diseño
$D_{quincenal}$	9,69	horas	Disminución de tiempo de parada quincenal
R_{cp}	\$ 11.628.704,12	pesos	Reducción de costo de perdidas quincenales por la disminución del tiempo de parada

Así mismo con el transportador diseñado se reducirá personal encargado en la zona de trabajo, pues en la actualidad por cada turno de 8 horas existen dos personas encargadas de sacar las canastas llenas de botellas vacías del lugar de

trabajo, otra persona afuera de la planta que inspeccione y seleccione los envases que son útiles y los que no, y un operario más encargado de llevar las canastas en el montacargas desde el lugar de trabajo hasta el sitio de inspección fuera de la planta y luego de llevar las botellas útiles de nuevo a la línea de producción, en su totalidad cuatro operarios. De estos trabajadores únicamente serán necesarios dos para el nuevo diseño, uno que se ubique en la mesa de trabajo para inspeccionar y seleccionar los envases, dejando en el mismo lugar las canastas con botellas no útiles y otro para que allí con ayuda del montacargas pueda llevarlas afuera de la planta para ser desechadas.

Por lo tanto los 6 operarios que restan podrán ser reubicados en la planta para cumplir otras funciones y se tendrá mayor mano de obra sin necesidad de realizar nuevos contratos, de esta forma la empresa ahorrará por sueldo y prestaciones de seis trabajadores un valor de 5'552.598.00 pesos mensuales (Tabla 68.), los cuales contribuirán con la recuperación de la inversión.

Tabla 68. Reducción de gasto en sueldos y prestaciones de 6 operarios

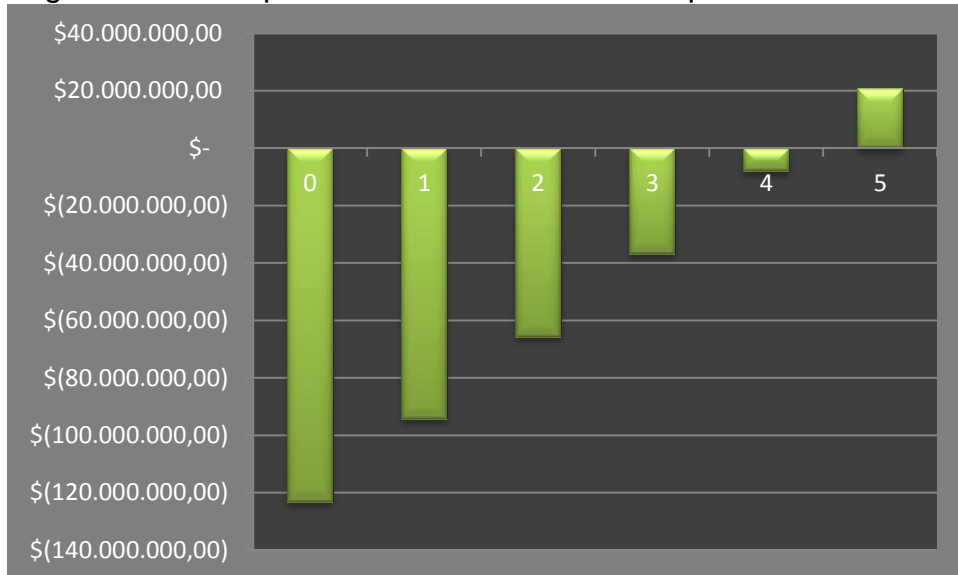
CONCEPTO DE PAGO	Valor Unitario	Valor Total
SMMLV	\$ 616.000,00	\$ 3.696.000,00
AUXILIO DE TRANSPORTE	\$ 72.000,00	\$ 432.000,00
VACACIONES	\$ 25.667,00	\$ 154.002,00
CESANTIAS	\$ 57.333,00	\$ 343.998,00
PRIMA DE SERVICIOS	\$ 57.333,00	\$ 343.998,00
SALUD	\$ 24.600,00	\$ 147.600,00
PENSIONES	\$ 24.600,00	\$ 147.600,00
RIESGOS PROFESIONALES NIVEL V	\$ 42.900,00	\$ 257.400,00
TOTAL	\$ 920.433,00	\$ 5.522.598,00

La inversión de la implementación será recuperada en cinco meses (Tabla 69.) y es posible asegurar que después este tiempo la empresa seguirá reduciendo pérdidas, debido a que los gastos seguirán siendo mínimos (Figura 166.), los necesarios para realizar el mantenimiento que debido a que está normalizado no son significativos para Bavaria.

Tabla 69. Recuperación de la inversión mediante la disminución de costos

MES	DISMINUCION DE COSTOS		RECUPERACION DE LA INVERSION MENSUAL
	SUELDO Y PRESTACIONES	TIEMPO DE PARADA REDUCIDO	
0	\$ 5.522.598,00	\$ 23.257.408,24	\$ (123.164.049,80)
1	\$ 5.522.598,00	\$ 23.257.408,24	\$ (94.384.043,56)
2	\$ 5.522.598,00	\$ 23.257.408,24	\$ (65.604.037,32)
3	\$ 5.522.598,00	\$ 23.257.408,24	\$ (36.824.031,08)
4	\$ 5.522.598,00	\$ 23.257.408,24	\$ (8.044.024,84)
5	\$ 5.522.598,00	\$ 23.257.408,24	\$ 20.735.981,40

Figura 166. Recuperación de la inversión en el paso de los meses



8. SECCIÓN DE INSPECCION Y SELECCIÓN

Debido a que el diseño contará con una zona de trabajo donde un operario desempeñará labores, es necesario asegurar que este se sentirá cómodo y trabajará con agrado, para así garantizar la efectividad en las tareas asignadas. Como punto de comparación se tendrá en cuenta el puesto de trabajo actual con las condiciones de trabajo a las cuales está expuesto el empleado y el proceso de inspección y selección que debe realizar.

8.1. PUESTO DE TRABAJO ACTUAL.

El sistema que tiene implementado la empresa para el proceso de inspección y selección se basa en desplazar las botellas que salen de los inspectores automáticos por medio de transportadores un tramo de 4 metros y mantener una acumulación en este punto para que allí el operario realice el proceso de inspección y selección de las botellas que son útiles y las que no lo son, y manualmente coloque los envases que aún pueden ser utilizados en un transportador ubicado adelante e inferiormente de la acumulación. Este proceso debe ser repetitivo y cuenta con un empleado más para realizar este proceso y evitar que la acumulación llegue a los inspectores y pare la línea de producción. Las botellas no útiles deben sacarse del puesto de trabajo en canastas por debajo del transportador que se dirige a la lavadora y allí son recogidas por un montacargas que las lleva afuera de la planta para ser desechadas.

8.1.1. Encuesta a los operarios sobre la situación actual: Se conoce por comentarios de los operarios que el trabajo realizado en este puesto es agotador y que el cansancio afecta su desempeño, ya que deben movilizar grandes cargas y estar el constante movimiento para cambiar los envases de lugar. Para conocer específicamente las falencias del diseño actual se realiza una encuesta a algunos

de los operarios que laboran en este puesto, en la cual se pueden observar los motivos del agotamiento y la opinión que tienen ellos de su desempeño.

La encuesta realizada se compone de las siguientes preguntas y se realizó a tres operarios que en diferentes horarios se desempeñan en el lugar de trabajo actual, estas encuestas se incluyen en el Anexo D.

- Describa su función de trabajo.
- ¿Considera que debe realizar esfuerzo extra al desempeñar sus labores diarias? ¿Qué clase de esfuerzo?
- ¿Cómo califica el esfuerzo que debe realizar diariamente en sus funciones laborales?
Bajo ____
Medio ____
Alto ____
- ¿En cuánto tiempo se agota físicamente cuando está trabajando?
Antes de dos horas ____
De dos a 7 horas ____
Más de 7 horas ____
- En caso de sentir cansancio en su horario laboral, ¿Qué solución propone para eliminar el cansancio que siente por las labores asignadas?
- ¿En qué rango su salud se ha visto afectada por el esfuerzo que realiza en su trabajo?
Nada ____
Medio ____
Alto ____
- ¿Las condiciones de ambiente de su puesto de trabajo son óptimas para laborar?
Si ____
No ____

- ¿Considera que las tareas que usted debe desempeñar son para ser realizadas por un solo operario?
Si ____
No ____
- ¿Siente que el agotamiento físico afecta su desempeño?
Si ____
No ____

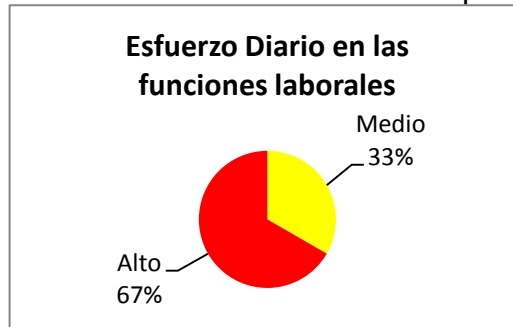
8.1.2. Análisis de las encuestas realizadas: Según los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los tres operarios (Anexo D.) se comprobó que las labores ejercidas son agotadoras y afectan el desempeño de los empleados en las labores asignadas. El esfuerzo más común que se presentó fue el realizado al momento de bajar las botellas útiles al transportador que las dirige a la lavadora (Figura 167.), pues este procedimiento afecta principalmente su espalda, por lo cual deciden pasar todos los envases a las canastas y esperar a que fuera de la planta sean inspeccionados y seleccionados.

Figura 167. Procedimiento agotador para los operarios



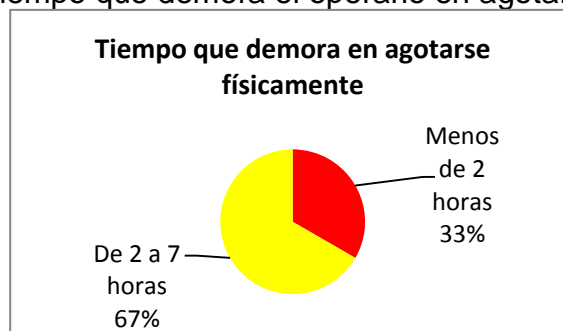
Los operarios aseguran que deben realizar algún esfuerzo al desempeñar sus labores diarias (Figura 168.) y dos de ellos dicen que el esfuerzo realizado es alto, por lo cual es necesario evitar principalmente el cambio de altura entre transportadores y disminuir la distancia que deben mover las canastas llenas de envases no útiles.

Figura 168. Esfuerzo diario de los operarios



Como se pudo observar en las encuestas, los operarios sienten agotamiento físico antes de terminar su jornada laboral (Figura 169.), por lo tanto no se puede esperar un excelente desempeño si ellos no se encuentran en las condiciones óptimas para realizar sus tareas, es indispensable encontrar la forma de disminuir este cansancio para que el operario se sienta cómodo y su trabajo sea eficiente.

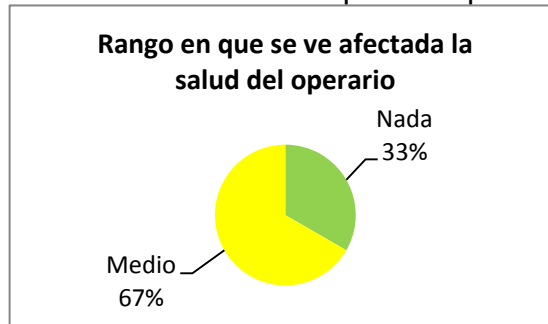
Figura 169. Tiempo que demora el operario en agotarse físicamente



Así mismo, es posible observar que el agotamiento físico recae en la salud de los operarios (Figura 170.), como se nombró anteriormente esto se ve reflejado en los

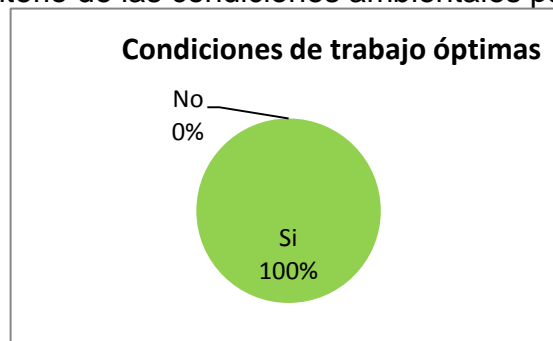
dolores de espalda que les causa el tener que bajar la botella de nivel o mover las canastas llenas de envases no útiles en una posición incorrecta. Esto es un signo vital de la importancia de encontrar una solución tanto para empleados como para la empresa, ya que estas condiciones pueden afectar la vida de quien está expuesto a ellas así como puede aumentar costos provenientes de problemas de salud en operarios para la empresa.

Figura 170. Afectación de la salud de los operarios por las labores asignadas



Es importante resaltar que el lugar actual de ubicación del puesto de trabajo cuenta con condiciones ambientales óptimas para el desempeño de las labores (Figura 171.) ya que el sitio de ubicación no cuenta con maquinaria pesada a su alrededor, únicamente se encuentran los transportadores que se dirigen a la llenadora. Por lo tanto, se debe tener en cuenta este aspecto en el nuevo diseño, pues al empeorar las condiciones actuales se retrocede en proceso de mejoramiento planteado desde un principio.

Figura 171. Criterio de las condiciones ambientales para los operarios



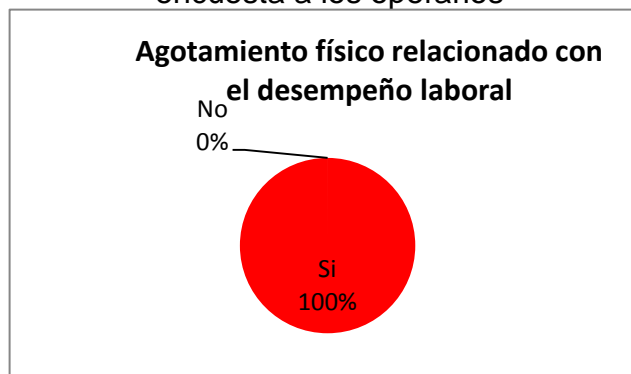
Los operarios encuestados en su totalidad estuvieron de acuerdo con que la carga laboral de su puesto de trabajo es muy grande para una sola persona (Figura 172.) y por tal motivo no consideran la posibilidad de quitar un empleado de este puesto, pues actualmente por turno ejercen dos operarios en este lugar.

Figura 172. Posibilidad de dejar un solo operario en el puesto de trabajo



Se concluye a partir de las encuestas que el principal problema a retirar en el nuevo diseño es el agotamiento físico de los operarios, pues este disminuye la efectividad del desempeño laboral de cada uno (Figura 173.). Principalmente hay que evitar posiciones incómodas, cambio de nivel de trabajo y esfuerzos de carga para que el empleado realice sus labores con agrado y pueda utilizar sus energías en realizar su trabajo eficientemente.

Figura 173. Relación del agotamiento físico con el desempeño laboral según encuesta a los operarios



Para finalizar y partiendo de la opinión de los operarios que actualmente laboran en el puesto de trabajo es necesario buscar una solución que cumpla con las características que hacen eficiente el diseño actual y que corrija las incomodidades con las cuales deben trabajar los empleados. Como el diseño fue realizado partiendo de las características que se creía eran parte fundamental de la solución, se espera que al comparar las dos opciones los resultados del nuevo puesto de trabajo sean los esperados y cumplan con las expectativas creadas a partir de la encuesta realizada a los empleados que conocen a fondo el puesto de trabajo actual.

8.2. PUESTO DE TRABAJO DISEÑADO

El lugar designado para ubicar el nuevo puesto de trabajo cuenta con el espacio suficiente para que el operario realice sus labores y ya que se ubica alrededor de la planta tiene condiciones ambientales favorables para los operarios que se ubiquen allí. Además, por encontrarse alrededor de la planta facilita la salida de botellas no útiles y entrega al montacargas.

8.2.1. Adecuación del prototipo de mesa propuesto: Con el fin de realizar pruebas a los operarios con el nuevo proceso de inspección y selección planteado en el diseño del sistema transportador y con la ayuda de Bavaria, se adecuó un transportador amplio que hace parte de la línea de producción número uno como prototipo de mesa propuesta (Figura 174). Allí los trabajadores realizaron pruebas de inspección y selección de envase (Figura 175.) y diligenciaron una nueva encuesta basados en la reacción que tuvieron al realizar sus funciones cotidianas en un lugar de trabajo diferente.

8.2.2. Encuesta realizada a los operarios acerca del trabajo realizado en el prototipo de mesa propuesto: La encuesta realizada a los operarios en la mesa

de trabajo adecuada varía con respecto la realizada en el sitio actual de trabajo ya que aquí no se tiene certeza del comportamiento que genera el constante trabajo en el puesto, pues las pruebas fueron realizadas en un tiempo de dos horas. Además la ubicación del prototipo adecuado de la mesa propuesta no es la misma que la que se le dará al diseño planteado.

Figura 174. Prototipo de mesa propuesta



Figura 175. Pruebas de inspección y selección en el prototipo de mesa propuesta



Las preguntas corregidas realizadas en la nueva encuesta para el diseño propuesto son las siguientes.

- ¿Considera que debe realizar esfuerzo extra al desempeñar sus labores diarias? ¿Qué clase de esfuerzo?
Bajo ____
Medio ____
Alto ____
- ¿Cómo califica el esfuerzo que debe realizar en sus funciones laborales?
Bajo ____
Medio ____
Alto ____
- ¿Se agotó físicamente el tiempo que estuvo trabajando?
Si ____
No ____
- ¿En qué rango vio afectada su salud por el esfuerzo que realizó en su trabajo?
Nada ____
Medio ____
Alto ____
- ¿Considera que las tareas que usted debe desempeñar son para ser realizadas por un solo operario?
Si ____
No ____

8.2.3. Análisis de los resultados de las encuestas: Los resultados de las encuestas presentadas en el anexo D demuestran que el nuevo proceso de inspección y selección disminuye el cansancio en los operarios y hace que ellos trabajen de forma activa y eviten problemas de salud. Aunque es un estudio realizado a una pequeña población, por la variación en los resultados de la primera encuesta y de la segunda se puede asegurar que el nuevo diseño mejora la calidad de trabajo de los empleados.

Comparando las respuestas obtenidas se puede observar una mejora con respecto a las encuestas anteriores. El nivel de esfuerzo alcanzó su mayor porcentaje en nivel bajo (Figura 176.), los operarios no sintieron agotamiento físico mientras estuvieron trabajando (Figura 177.), pues la altura de la mesa y la cercanía de los caminos de las botellas hacen que el trabajo realizado sea cómodo.

Figura 176. Nivel de esfuerzo de los operarios en la nueva mesa de trabajo

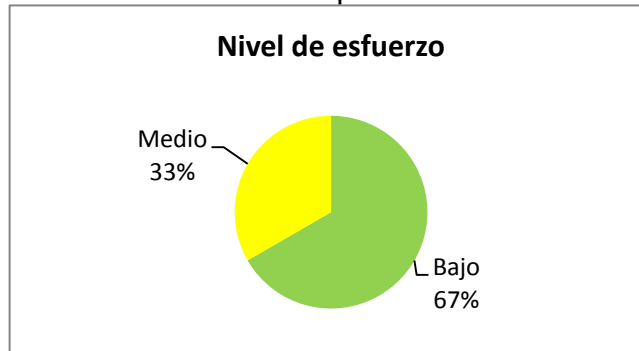
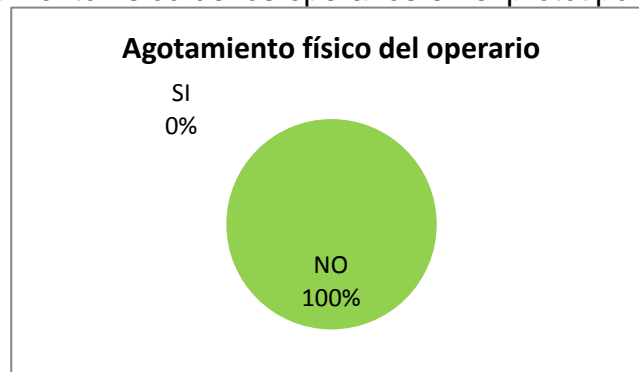


Figura 177. Agotamiento físico de los operarios en el prototipo de mesa propuesta



Además de los beneficios ya presentados, en este caso el operario no vio afectada su salud (Figura 178.) ni su espalda que en el diseño actual fue el mayor inconveniente, y así mismo opinó que este proceso si es válido para realizarse por un solo operario (Figura 179.) si sentir agotamiento ni esforzarse de más q innecesariamente.

Figura 178. Rango de afectación de la salud de los operarios en el nuevo puesto de trabajo diseñado

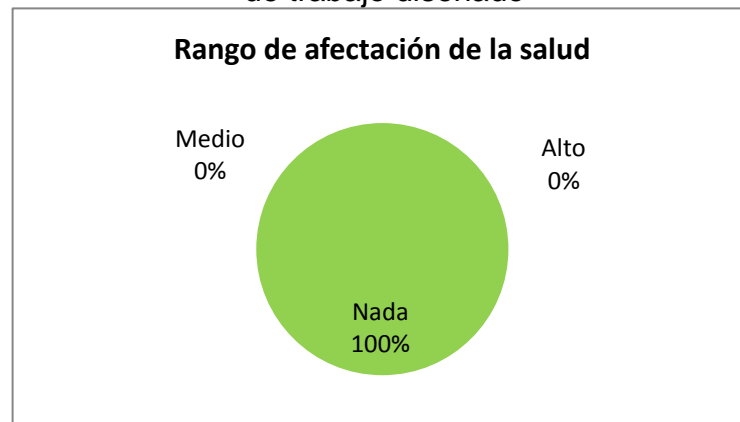


Figura 179. Posibilidad de dejar un solo operario desempeñando las labores del lugar de trabajo según los encuestados



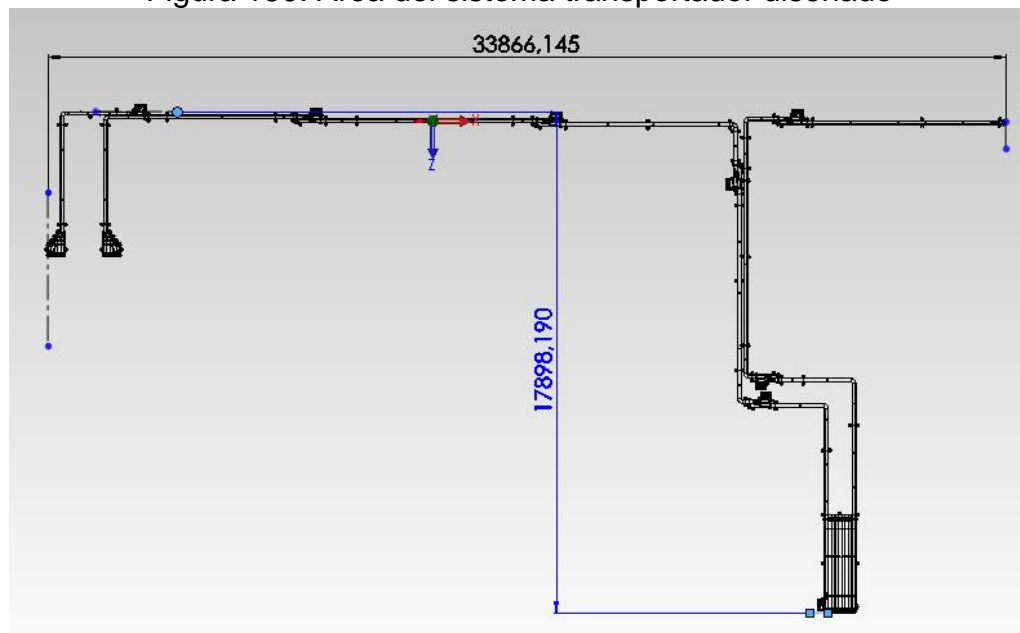
Para finalizar y partiendo de los resultados obtenidos de las encuestas en cada uno de los sitios de trabajo es posible demostrar que al instalarse el nuevo diseño el operario evitará esfuerzos extras a realizar en el puesto de trabajo y podrá desempeñar sus funciones de inspección y selección sólo.

9. APLICACIÓN A UN MODELO A ESCALA LONGITUDINAL

La construcción del modelo a escala se realiza con el fin de mostrar la funcionalidad del diseño realizado. La escala del modelo es de 1:25 debido al gran tamaño del diseño real, este presenta una longitud de 90 metros y se ubica en un área de 34x18m (Figura 180.), por lo tanto dicha escala se aplicará únicamente a la longitud, ya que no es posible realizar una reducción de 1:25 al ancho de la cadena transportadora, pues este es de 3 ¼ pulgadas y con la escala aplicada sería de 0,13 pulgadas (3 mm).

En este proyecto de grado se optó por realizar un modelo a escala debido a que el presupuesto de montaje del diseño en escala real para la planta es muy alto y para que la empresa lo apruebe es necesario pasar peticiones y esperar a que se apruebe la propuesta. Vale la pena aclarar que el diseño planteado ya se encuentra en este proceso con el fin de ser instalado en la planta de embotellado de Bucaramanga.

Figura 180. Área del sistema transportador diseñado

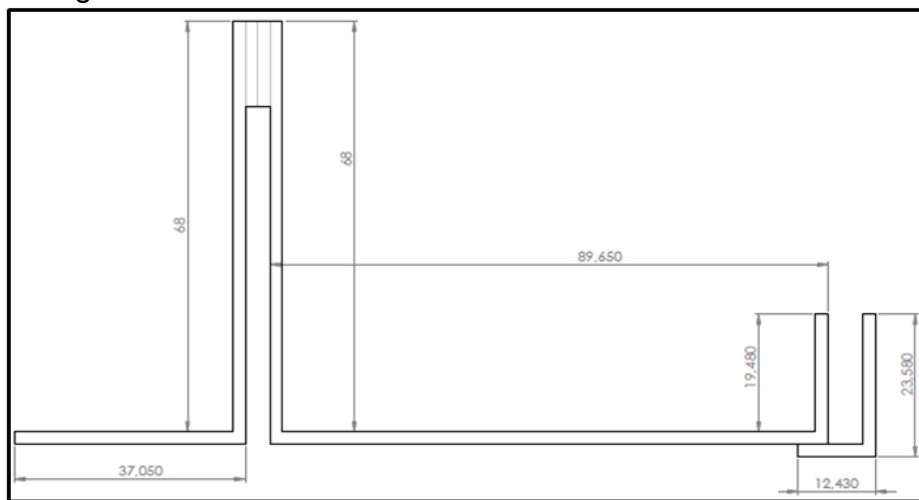


9.1. FUNCIONALIDAD DEL MODELO A ESCALA.

El modelo construido debe demostrar el comportamiento que tendrá el desplazamiento de la botella en ciertos puntos específicos donde se podría considerar crítico el transporte. La comparación de diseños no podrá ser exactamente real, ya que por las dimensiones y costos de los materiales seleccionados para el transportador real resulta complejo trasladarlos al modelo a escala y se ha optado por simular el comportamiento de estos con elementos similares.

Ya que el diseño presentado tiene gran cantidad de curvas y todas realizan la misma función, para el modelo a escala se redujeron cuatro con el fin de facilitar el montaje (Figura 181.)

Figura 181. Recorrido de las botellas en el modelo a escala



Los puntos que se consideraron como críticos para el transporte de botellas son las curvas y la mesa de acumulación.

9.1.1. Funcionalidad en las curvas del modelo a escala: El diseño real cuenta con una fuerza magnética que no deja salir la cadena de su puesto de trabajo en

las curvas, el fabricante especifica que es seguro utilizar este tipo de cadenas y el único inconveniente posible es que con una velocidad alta las botellas se salgan de su rumbo, en este caso se puede despreciar esta posibilidad ya que la velocidad que manejan estos transportadores es constante, por lo tanto y teóricamente se asegura el buen funcionamiento de los transportadores en estos puntos. En el modelo a escala debe comprobarse que la botella se desplazará correctamente en este tramo y que su velocidad no afectará el equilibrio de las botellas vacías.

9.1.2. Funcionalidad de la mesa de acumulación del modelo a escala: La función de la mesa de acumulación en el diseño realizado es permitir como su nombre lo dice que las botellas que rechazan los inspectores automáticos se acumulen en ella hasta que el operario haga su respectiva inspección y clasificación. La planta de embotellado de Bavaria cuenta actualmente con espacios donde llega una cantidad de botellas y se mantienen por determinado tiempo mientras se realiza la siguiente función (Figura 182.). En el modelo a escala es necesario verificar que los envases que llegan a la mesa no se caerán sino que al no tener más camino hacia el frente y con ayuda de una guía frontal se acumulen en el puesto de trabajo.

Figura 182. Acumulador de botellas actual



9.2. MATERIALES

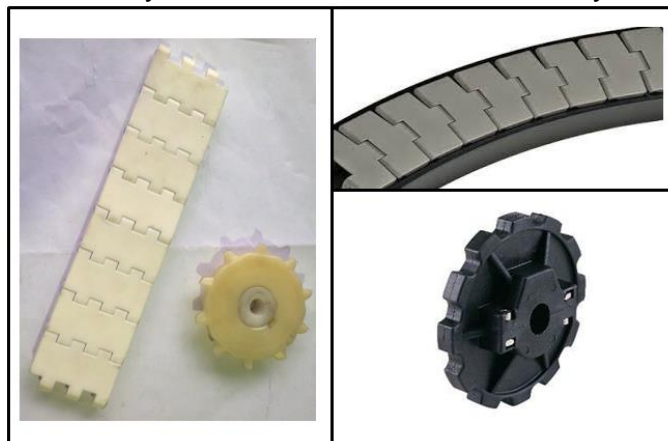
Como se nombró anteriormente, los materiales utilizados deberán simular los que se seleccionaron para el diseño pero no deberán ser explícitamente iguales, ya que resulta complejo adquirir estos elementos con las mismas características en diferentes dimensiones.

Cada componente fue remplazado por un elemento que realiza la misma función que el diseño real.

9.2.1. Cadena de transporte y Catarina de transmisión: Ya que el transporte se realiza por medio de cadenas impulsadas por catarinas de transmisión es necesario ubicar en este puesto así mismo una cadena con eslabones cuya Catarina de transmisión permita realizar recorridos cortos, pues en la escala el transportador más pequeño tiene una longitud de 12 cm y el radio de la Catarina es una función principal para la realización de estos.

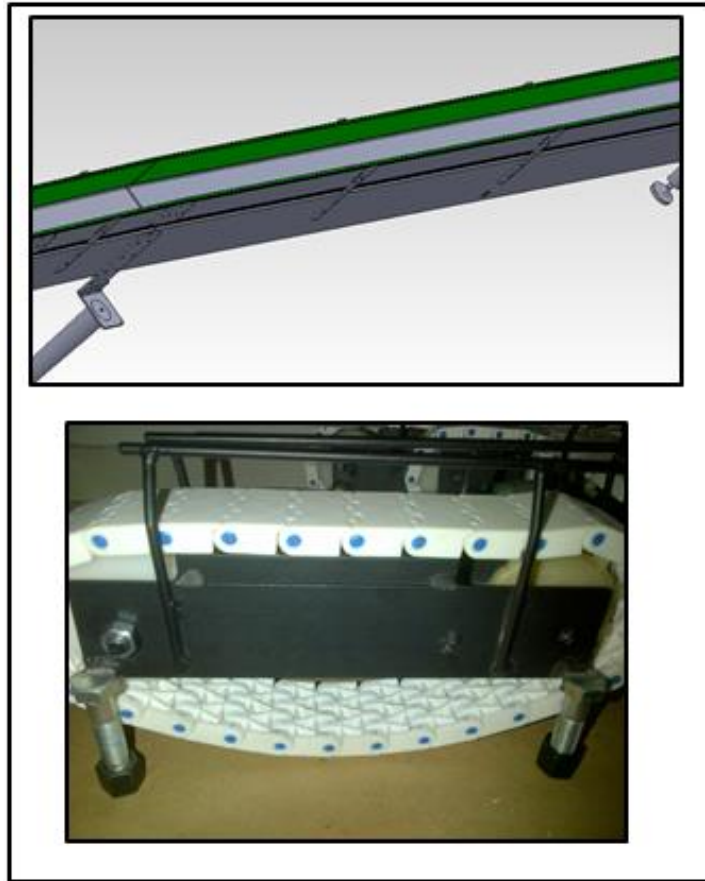
Se encontró en el mercado y se seleccionó una cadena de 5 cm de ancho fabricada en plástico con eslabones de 3 cm de largo cuya Catarina cuenta con 10dientes, un diámetro del eje de 1 pulgada y un diámetro exterior de 8 cm (Figura 183.).

Figura 183. Cadena y Catarina del modelo a escala y del modelo real



9.2.2. Platinas laterales: Las láminas laterales de acero inoxidable pertenecientes a la estructura real se remplazaron por platina de 2"x 1/8" (Figura 184.) con el fin de mantener rigidez en el montaje y evitar rotura del material. Como el modelo no tendrá mayor uso, el material de las platinas no tiene gran importancia en la adaptación.

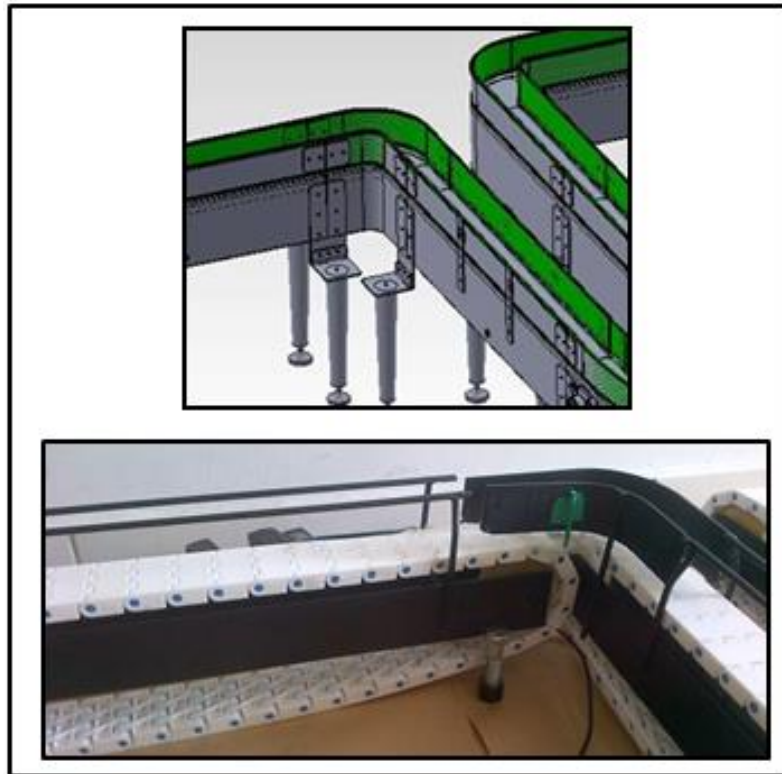
Figura 184. Láminas laterales del diseño real y del modelo a escala



9.2.3. Guías de la cadena: Las guías por las cuales se desplazará la cadena transportadora se simularon como ángulos milimétricos (25 mm x 2,50 mm) que mantienen firme el recorrido de la botella y evitan que la cadena tenga desniveles que puedan afectar el recorrido de los envases.

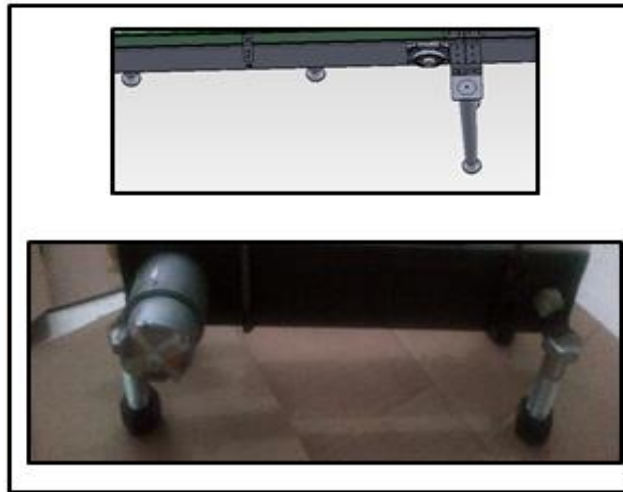
9.2.4. Guías laterales: Bavaria utiliza en sus transportadores láminas de acero inoxidable laterales con el fin de mantener el equilibrio de las botellas. Para el modelo a escala y debido a que este no manejará gran cantidad de botellas se utilizarán tubos laterales que mantengan los envases en su lugar durante el recorrido recto y en las curvas para mantener el equilibrio se utilizarán platinas dobladas que marquen el recorrido a seguir por las botellas (Figura 185.).

Figura 185. Guías laterales del diseño real y del modelo a escala.



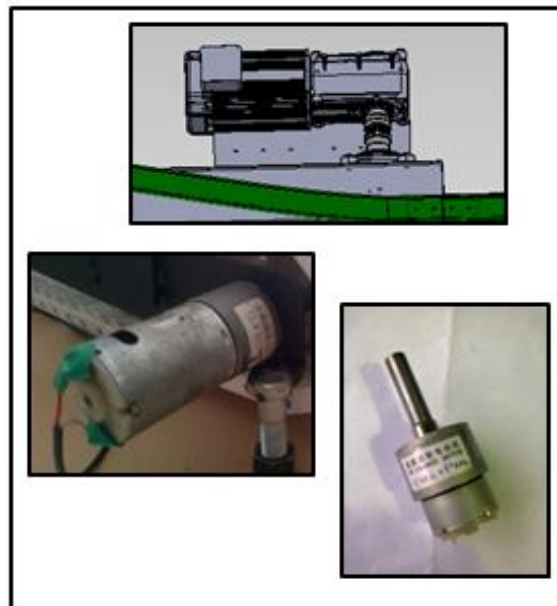
9.2.5. Soportes de fijación: En Bavaria es posible graduar el nivel de cada transportador por ajuste de tornillo como se especificó en la selección. Cada transportador del modelo a escala cuenta con 4 fijaciones al piso, para ellas se utilizaron tornillos de $\frac{1}{2}$ pulgada, rígidos para que sean capaces de soportar el peso de la estructura y con una tuerca cada uno que define la altura de cada transportador (Figura 186.).

Figura 186. Soportes de fijación al piso del diseño planteado y del modelo a escala



9.2.6. Motores: Ya que la velocidad del modelo a escala se definió como 100 mm/s es necesario utilizar un motor que gire lento y que además sea de corriente continua para que con la variación de voltaje sea posible graduar su velocidad angular según lo requerido por cada transportador. Se seleccionaron motores de 60rpm para cada transportador excepto para la mesa (Figura 187.), para la cual se utilizó un motor de 45 rpm cuya fuerza es mayor.

Figura 187. Motores utilizados en el diseño real y en el modelo a escala



9.2.7. Rueda de reenvío: Debido a que esta rueda no ejercerá función de transferencia de movimiento, y únicamente funcionará como guía para la cadena no es necesario que sea igual que la Catarina de transmisión, se reemplazó por un eje de UHM al cual se le realiza un torneado para lograr un diámetro de 70mm (Figura 188.).

Figura 188. Rueda loca utilizada en el modelo a escala.



9.2.8. Eje de transmisión: Ya que el diámetro de eje de la Catarina es de 1 pulgada y colocar un eje con ese diámetro aumentaría en gran cantidad el peso total de la estructura se optó por realizar un buje de UHM e incrustarlo en el hueco del eje de la Catarina (Figura 189.) y a él unir un eje de 10mm que reduce el peso total.

Figura 189. Buje utilizado en la Catarina seleccionada para acoplar el eje

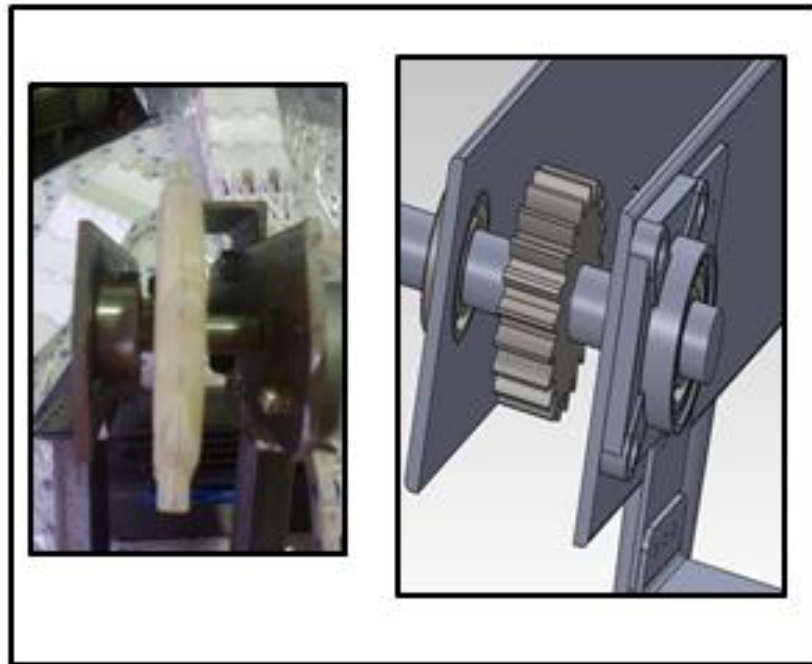


9.3. CONSTRUCCION.

Las longitudes de cada transportador se definieron inicialmente por las platinas, las cuales se cortaron a la distancia especificada en planos más un diámetro de Catarina para que el recorrido del transportador sea medido de centro a centro.

El motor fue acoplado con tornillos a la platina y a este se unió el eje de 10 mm con ayuda de un prisionero. A este eje se adaptó la Catarina de transmisión y se incrustó a un rodamiento soldado a la otra lámina lateral (Figura 190.). En el otro extremo del transportador se ubicó un eje con la rueda loca, a la cual se le realizó un diámetro interno mayor a 10 mm para evitar la utilización de rodamientos en los lados.

Figura 190. Eje de la Catarina motriz del diseño real y del modelo a escala



Para la mesa de trabajo se acoplaron el eje las 3 catarinas de transmisión y en el eje de reenvío dos ruedas locas (Figura 191.) para montar las 3 cadenas que componen ese subsistema (Figura 192.).

Figura 191. Ejes de la mesa de trabajo

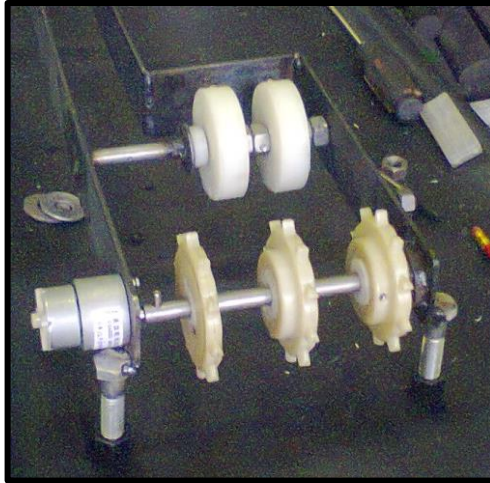


Figura 192. Subsistema de la mesa de trabajo

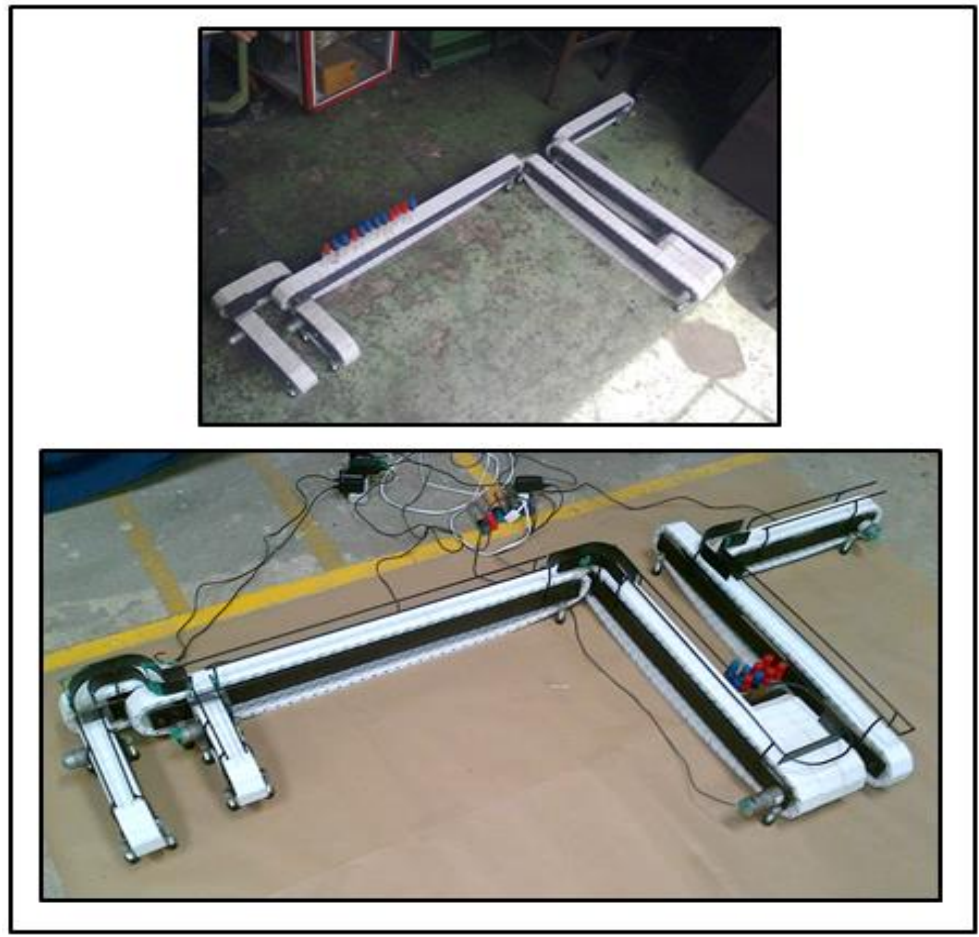


La guía de la cadena y guías laterales de la botella fueron soldadas a la estructura debido a que el espacio de unión no es suficiente para ubicar tornillería.

Las cabezas de los tornillos de media pulgada que funcionan como anclaje al piso se unieron a la estructura por medio de soldadura en cada esquina del transportador y la tuerca ubicada en el inferior se ajustó para encontrar la altura requerida.

Finalmente se colocó la cadena en cada transportador con el fin de ubicar una lámina de transición en las curvas que ayude a pasar la botella de un transportador a otro. Teniendo todos los componentes de cada transportador instalados se realiza la unión de estos y se obtiene como resultado final el modelo a escala completo con el recorrido de las botellas (Figura 193.).

Figura 193. Modelo a escala



9.4. PRUEBAS.

Como se nombró anteriormente el prototipo debe demostrar la funcionalidad del modelo diseñado principalmente en la mesa de acumulación y las curvas.

Cada transportador cuenta con un motor de corriente continua que permite variar la velocidad con la variación de voltaje, ya que cada transportador soportará una carga diferente correspondiente a la fricción ejercida y el peso de la cadena, no es posible establecer qué voltaje requerirá cada uno para cumplir con el parámetro de velocidad establecido, por lo tanto se realizó el cálculo experimental de la velocidad con fuentes de diferente voltaje provenientes de cargadores.

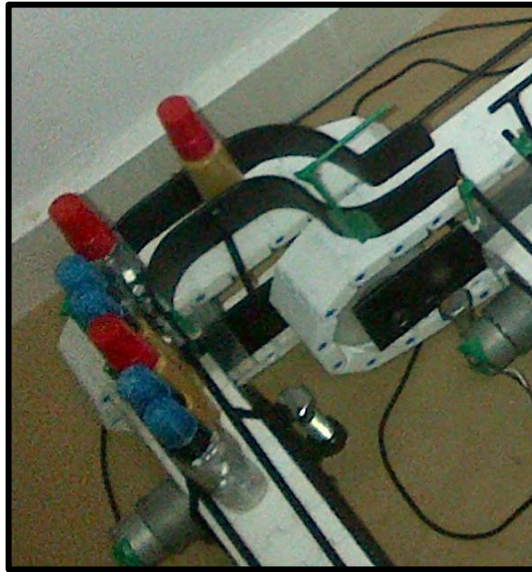
Para finalizar se conectaron todos los transportadores y se inició el recorrido de las botellas plásticas, las cuales se llenaron con arena y agua con el fin de simular el peso que tienen las botellas de vidrio.

9.4.1. Observaciones de las pruebas: Al iniciar el recorrido de las botellas en el modelo a escala del transportador se tuvo que cambiar la ubicación de las láminas de transición ubicadas en las curvas, pues al cambiar de niveles las botellas se cayeron hacia adelante (Figura 194.), la solución fue reubicar estas dejándolas una mínima distancia por debajo de la cadena de ingreso y bajar milimétricamente el transportador que recibe las botellas para que la transición sea óptima (Figura 195.).

Figura 194. Problemas en la curva



Figura 195. Funcionamiento óptimo de las curvas



En cuanto al desplazamiento por un transportador se notó normalidad en las botellas, estas no perdieron su equilibrio y se mantuvieron firmes en cada tramo del recorrido (Figura 196.).

Figura 196. Desplazamiento de botellas en tramo recto



Al llegar a la mesa las botellas se cayeron ya debido a que la cadena no se mantiene unida todo el tiempo a la Catarina (Figura 197.), pues el peso de las

botellas es mínimo, en el caso del diseño total se tendrá más peso y además una fuerza magnética que mantenga la cadena siempre unida a la Catarina de transmisión, por lo tanto la solución dada al modelo fue colocar más peso a las botellas para tener la acumulación deseada (Figura 198.).

Figura 197. Botellas caídas en la mesa de acumulación

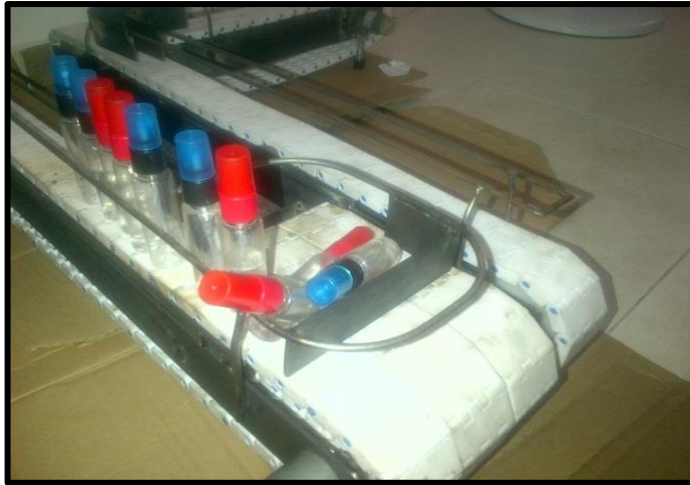


Figura 198. Funcionamiento óptimo de la mesa de acumulación



Ya que la longitud de los eslabones supera el diámetro de las botellas no es posible garantizar en su totalidad el eficiente funcionamiento de transporte en el

momento en que la cadena llega a la Catarina, pues el eslabón se levanta y debido a que la botella no tiene gran peso puede caerse. Esto no ocurrirá en el montaje del sistema real diseñado, pues aquí se asegura un peso óptimo, un diámetro de botella mayor a la longitud del eslabón, así como una fuerza magnética extra que mantiene la cadena siempre en su puesto de trabajo.

9.5. PRESUPUESTO

En el numeral 9.2 se especificó cada material utilizado para la construcción del prototipo, debido a que fueron materiales de fácil acceso el tiempo de pedido fue mínimo y el costo no alcanza a llegar a ser el 2% del costo del modelo real (Tabla 70.)

Tabla 70. Costo total del prototipo

ELEMENTO	Unidades de medida	Cantidad	Valor Unidad	Valor Total
Motor 12V - 60 RPM	UN	6	\$ 23.500,00	\$ 141.000,00
Motor 12V - 45 RPM	UN	1	\$ 45.000,00	\$ 45.000,00
Banda transportadora PLA - 030C	M	10	\$ 24.360,00	\$ 243.600,00
Piñón PIU-PLA030-10-1 Eje redondo 1 pul CUÑA	UN	10	\$ 40.600,00	\$ 406.000,00
Rodamiento 10mm	UN	7	\$ 2.000,00	\$ 14.000,00
Eje 10 mm	M	1	\$ 8.000,00	\$ 8.000,00
PLATINA HO 2" x 1/8" x 6MTS	UN	1,5	\$ 16.800,00	\$ 25.200,00
ÁNGULO HO 25MM x 2.50 MM x 6MTS	UN	1	\$ 13.500,00	\$ 13.500,00
TUBO 1/4" x 6MTS	UN	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
UHM (ULTRAPOL)	M	1	\$ 9.000,00	\$ 9.000,00
TORNILLERIA		1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
MANO DE OBRA		1	\$ 500.000,00	\$ 500.000,00
				\$ 1.430.300,00
IMPREVISTOS (10%)				\$ 143.030,00
TOTAL				\$ 1.573.330,00

10. CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema de transporte para la planta de embotellado de Bavaria en Bucaramanga, el cual se encarga de mejorar el proceso que siguen las botellas que son rechazadas por los inspectores automáticos al salir de la lavadora. Este diseño simplifica el recorrido que estas realizan en la planta, disminuye el tiempo de parada por acumulación de botellas a la salida de los inspectores y mejora las condiciones de trabajo del operario.
- Se construyó un modelo funcional a escala longitudinal 1:25 que demuestra el recorrido de las botellas en la planta, corrobora la función de la mesa de acumulación e indica el recorrido en tramos curvos de botellas de plástico de 100mm de altura y 20mm de diámetro.
- Se seleccionó la ubicación más adecuada para el sistema transportador en la planta de embotellado, esquivando los transportadores ya existentes con ángulos de inclinación permisibles y ubicando la mesa de trabajo en un sitio alrededor de la planta para facilitar el recorrido de las botellas no útiles.
- Se concluyó que la inversión realizada al implementar el sistema de transporte diseñado se recuperará en cinco meses ya que al disminuir el tiempo promedio de parada de la línea de producción los gastos que tendrá la empresa disminuirán también, lo cual recae en menos pérdidas monetarias para la empresa. A partir de este momento y mensualmente la disminución de costos seguirá constante.
- Para la empresa fueron llamativos los beneficios que se obtienen con la implementación del sistema de transporte para las botellas rechazadas por los inspectores automáticos, pues la inversión a realizarse justifica la disminución de costos. Al presentarle el proyecto a los encargados del embotellado, se

tomó la decisión de continuar con el proceso de implementación y actualmente dicho proceso se encuentra en la aprobación del presupuesto.

- Se logró gran acogida por parte de los operarios que realizaron pruebas en el prototipado del puesto de trabajo, pues en este lugar el esfuerzo que ellos realizan actualmente se disminuye y según ellos pueden realizar sus labores diarias en mejores condiciones y por lo tanto ser más eficientes.
- La selección de componentes se llevó a cabo con base en los materiales y elementos utilizados por la empresa, ya que por cuestiones de mantenimiento o inventario es necesario normalizar los repuestos o piezas necesarias, además es requisito de todas las plantas del país seguir los mismos criterios y mantener procesos similares.
- La construcción del prototipo ayudó a determinar los puntos críticos que tienen las botellas para pasar de un transportador a otro en las curvas, por lo tanto para la realización del sistema real se hace obligatorio el uso de curvas magnéticas que aseguren el desplazamiento de los envases en estos tramos y que además mantengan la cadena en su puesto.
- El proceso de diseño y selección se realizó con base en los estándares que manejan actualmente las plantas de embotellado de la cervecería Bavaria en todo el país. Este proceso estuvo guiado por el personal encargado con el fin de establecer las condiciones adecuadas y evitar selecciones incorrectas.
- El transporte de botellas realizado por el modelo funcional muestra el recorrido de botellas en diferentes tramos que se realizaron en el diseño real, pero no es exactamente igual debido a que los materiales utilizados para el montaje en la planta son especialmente diseñados para este uso, y los seleccionados en el

modelo funcional son una simulación de estos y en la cotidianidad tienen otras funciones.

- Se utilizaron herramientas computacionales para la realización del proyecto, el diseño CAD/CAE se desarrolló mediante Solidworks, y los cálculos se efectuaron con plantillas de EXCEL que permiten una fácil iteración en caso de modificar las variables.

11. RECOMENDACIONES

- Mantener constantemente lubricadas las cadenas de transporte para que las botellas puedan desplazarse con más facilidad y se eviten caídas.
- Realizar mantenimiento al sistema de transporte instalado junto con los demás componentes de la planta en un cronograma establecido por la empresa.
- Parar la línea de producción en el momento en que se realice el montaje del sistema transportador para evitar la contaminación del producto elaborado y transportado en los demás transportadores.
- Realizar el montaje en jornada de fin de semana cuando el pedido requerido es mínimo y es posible adelantar la elaboración del producto requerido entre semana.
- Evitar la unión de elementos metálicos en el momento de instalación con el fin de prevenir la creación de chispa entre ellos al iniciar el movimiento.
- Realizar el proceso de montaje por personal especializado, ya que debe ser construido a detalle, pues algún error causaría grandes pérdidas.
- Realizar el pedido de materiales con el tiempo establecido en el cronograma para evitar tiempos extras en la adquisición de estos y así mismo en la implementación y puesta en marcha.

BIBLIOGRAFIA

BAVARIA S.A. Historia de la cerveza. [En línea]. Bavaria (Bogotá, Colombia) Bavaria, Sep. 2014; [citado 11 Jun, 2014]. Disponible en internet: http://www.bavaria.co/7-381/historia_de_la_cerveza_lc/

CASTELLANOS FUENTES, Fernando Enrique. Análisis de diseño de un sistema de alimentación alterna a las bandas CV-29 y CV-168 del complejo CERROMATOSO S.A. Bucaramanga, 2002. Trabajo de grado (Ingeniero Mecánico). Universidad Industrial de Santander.

DEUTSCHMAN, Aaron; MICHLES, Walter; WILSON, Charles. Diseño de máquinas, Teoría y práctica. 2da ed. México: Continental, 1897. P 122-362.

INFORMACION de Pedro Faustino Monroy, Jefe de mantenimiento de la planta de embotellado de la empresa Bavaria S.A. Bucaramanga, 2014.

MATWEB MATERIAL PROPERTY DATA. AISI 4140 Steel, annealed at 815°C (1500°F) furnace cooled 11°C (20°F)/hour to 665°C (1230°F), air cooled, 25 mm (1 in.) round. [online]. Blacksburg, (VA); [cited 24 Jun, 2014]. Available from Internet: <http://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=7b75475aa1bc41618788f63c6500d36b>

MOTT, Robert L. Diseño de elementos de máquina. 2^{da} ed. México: Prentice hall hispanoamericana, 1992. P 414-443.

POSSO SOTO, Raúl. Manejo y Transporte de Materiales, Aparatos de transporte continuo. 3^r tomo. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 1984. Volumen 3.

ANEXOS

Anexo A. Catálogo de productos 2007, REXNORD/MCC, Cadenas TABLETOP Y
MATTOP

CATÁLOGO | REXNORD® / MCC®
DE PRODUCTOS 2007 | CADENAS TABLETOP® Y MATTOP®



FLATTOP EUROPE

CADENAS DE CHARNELA DE ACERO

En 1938, Rexnord introdujo la primera cadena del mundo de charnela de metal con ojales de bisagra y tabilla integrada. En la actualidad, las líneas de productos Rexnord y MCC de cadenas de charnela de acero ofrecen un gran número de materiales, tipos y calidades, proporcionando una solución para cualquier aplicación. Las cadenas de charnela de acero son ideales para el manejo de botellas de cristal, contenedores PET, barriles, cajas y muchos otros productos.

CARACTERÍSTICAS

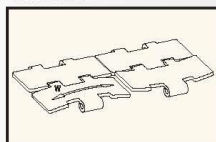
- Rugosidad

Cuando los productos se deslizan en una cadena, la base afectará a la rugosidad de la cadena. Las pruebas realizadas por Rexnord han mostrado que durante los primeros días tras la instalación, la rugosidad inicial cambia a un nivel inferior que se mantiene durante la vida útil normal de la cadena. La rugosidad es una característica importante, aunque no es el factor determinante entre rendimiento bueno y excelente.

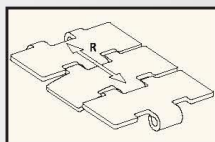
- Propiedades de deslizamiento

Estas dependen del material base y de los tratamientos aplicados durante el proceso de fabricación. Para asegurar propiedades de deslizamiento superiores, Rexnord utiliza en las cadenas varios materiales patentados, específicamente diseñados para aplicaciones con cadenas de charnela. En la página siguiente se ofrece más información sobre estos materiales.

- Planitud



PLANITUD EN LA DIRECCIÓN DE ANCHO



PLANITUD EN LA DIRECCIÓN DE FUNCIONAMIENTO

Durante todo el proceso de producción, la planitud se mide en las direcciones de funcionamiento (R) y de ancho (W). La planitud en la dirección de ancho es importante cuando los productos se deslizan lateralmente de una cadena a la otra. Por este motivo, las secciones transversales de todas las cadenas Rexnord y MCC son convexas en lugar de cóncavas, para evitar que los productos se caigan. Debido al cuidadoso control existente en la producción, estas cadenas ofrecen excelentes valores de planitud lateral, los cuales se indican en las tablas de la página de cada cadena.

La planitud es también un factor importante cuando un producto se desliza de un eslabón de la cadena al siguiente, ya que los productos se caerán si la planitud no es la adecuada, provocando pérdidas de producción en la línea. Las cadenas de charnela de acero MCC y Rexnord ofrecen una excelente planitud en la dirección de funcionamiento.

- Carga de trabajo

La carga con la que una cadena se rompe no es relevante para establecer si una determinada cadena es adecuada para una aplicación específica. Más importante es la carga máxima de trabajo que puede soportar una cadena antes de que se deforme permanentemente. El programa de cálculo de cadenas de Rexnord ayuda a determinar qué cadena es la adecuada para aplicaciones específicas, teniendo en cuenta la longitud del transportador, la velocidad de la cadena, el nivel de acumulación, la lubricación, el tipo de producto y el peso.

- Acabado superficial

Algunos clientes prefieren las cadenas de charnela en acero con acabado superficial para mejorar su deslizamiento. En la tabla de especificaciones de la página del producto se muestra si se ha realizado la operación de acabado superficial.

- Bisagras refrentadas

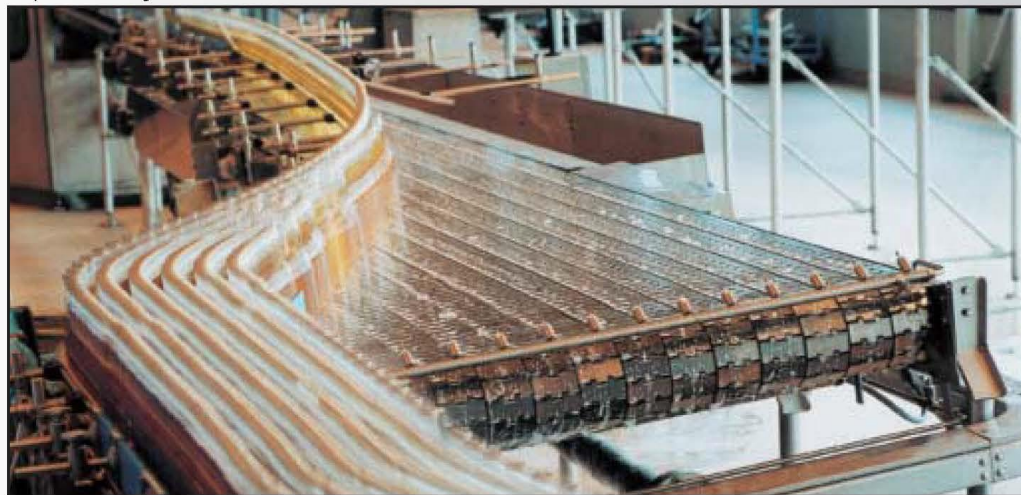
El rendimiento de la cadena en transferencias laterales a alta velocidad, como en alineadores sin presión, se mejora con bisagras refrentadas, permitiendo un contacto suave con las guías de deslizamiento. De esta manera se minimizan las vibraciones y se mejora el manejo del producto. La mayoría de las cadenas Rexnord de giro lateral cuentan con bisagras refrentadas, dado que tienen un contacto continuo con la curva. Comprobar en las especificaciones de la cadena si dispone de bisagras refrentadas.

Series	Ra µm
Serie MCC 10	0,5
Serie MCC 60 y 66	0,3
Serie Rex SSC OPTI-Plus	0,5
Serie Rex SS	0,5
Serie Rex SSB	0,5
Serie Rex S	no aplicable

RUGOSIDAD MEDIA DE LA CADENA DE CHARNELA DE ACERO

Series	Planitud mm
Cadenas MCC Sideline®	0,10
Cadenas estándar MCC	0,15
Cadenas Rexnord SSC OPTI-Plus®	0,10
Cadenas estándar Rexnord	0,15

PLANITUD EN LA DIRECCIÓN DE FUNCIONAMIENTO



CADENAS DE CHARNELA DE ACERO

PROGRAMA

Las cadenas de charnela de acero se encuentran disponibles en los siguientes materiales:

REXNORD	
SSC/SSR	Aleación OPTI-Plus patentada de acero inoxidable al cromo-níquel ferrítico, que ofrece una alta resistencia, así como una excelente resistencia al desgaste. Estas cadenas cuentan con un acabado superficial y están equipadas con pasadores en material AISI 431 (1.4057).
SS 805/815/881	Acero austenítico inoxidable al cromo-níquel con propiedades similares al material 18/8, que ofrece una buena resistencia a los productos químicos. Estas cadenas están equipadas con pasadores en acero austenítico inoxidable.
SS 802/812	Acero inoxidable de cromo ferrítico de uso general, que ofrece una buena vida útil ante el desgaste y una alta resistencia. Estas cadenas están equipadas con pasadores en material AISI 431(1.4057).
S/SC	Acero al carbono endurecido a fondo, muy adecuado para cristalería y otras aplicaciones abrasivas en seco, que ofrece cargas de trabajo extremadamente altas y una excelente resistencia al desgaste. Estas cadenas cuentan con pasadores de acero al carbono endurecido.
SSB	Acero austenítico inoxidable con una resistencia a los productos químicos muy alta para entornos corrosivos en los que haya bases o ácidos fuertes. Puesto que el material SSB es prácticamente no magnético, se utiliza en aplicaciones en las que el magnetismo de la cadena pueda provocar fallos de funcionamiento en el sistema. Cuenta con pasadores de acero austenítico inoxidable.
La descripción de la cadena Rexnord comienza con el material, seguido del número 8.. correspondiente al tipo y, por último, el ancho K. Por ejemplo, SSC 8811 TAB-K450 es una cadena TAB de giro lateral Opti-Plus con un ancho de 4 1/2".	
MCC	
Serie 10	Acero inoxidable ferrítico de cromo al 17% especialmente tratado para aplicaciones generales, que ofrece una larga vida útil ante el desgaste y una alta resistencia, junto con buenas propiedades de deslizamiento. Cuenta con pasadores en material AISI 431(1.4057).
Serie 60	Acero inoxidable ferrítico al cromo-níquel especial para aplicaciones a alta velocidad y de altas prestaciones, que requieren una transferencia muy suave de productos (inestables). Ofrece excelentes propiedades de deslizamiento y las más altas cargas de trabajo. Estas cadenas están equipadas con pasadores en material AISI 431(1.4057).
Serie 66	Acero inoxidable ferrítico al cromo-níquel especial como la serie 60. No obstante, se utiliza un material patentado para el pasador, que ofrece una excelente vida útil ante el desgaste en aplicaciones abrasivas, mejorando notablemente su vida útil.
La descripción de la cadena MCC comienza con el material, seguido de la letra S correspondiente a cadena recta, M de Magnetflex, B de tipo bevel o T de TAB de las cadenas de giro lateral, seguido del ancho y, por último, la ejecución: S de línea de deslizamiento (Slideline), X para X-line, M de Maxline y R de goma (Rubber). Por ejemplo, 60 S 31 XM es una cadena de la serie 60 de cadena recta de un ancho de 3 1/4" con línea de Maxline y X-line.	

Las cadenas **Slideline** presentan unas tolerancias muy ajustadas con respecto a la planitud y al acabado superficial.

Las cadenas **X-Line** ofrecen un acabado superficial de alta precisión y de propiedades extremas.

Las cadenas **Maxline** ofrecen un máximo apoyo del producto, por su máxima superficie de platillo.

MATERIAL DE LA CADENA	APLICACIÓN							
	Manipulación en masa	Alineador estándar	Alineador de alta velocidad	Húmedo abrasivo	Seco abrasivo	Productos químicos	Inclinación	Manejo de cajas
Serie 10								
SS 812/802								
Serie 60								
Serie 66								
SSC Opti-Plus®								
SS 815/805/881								
S/SC 815								
SSB								
Caucho								

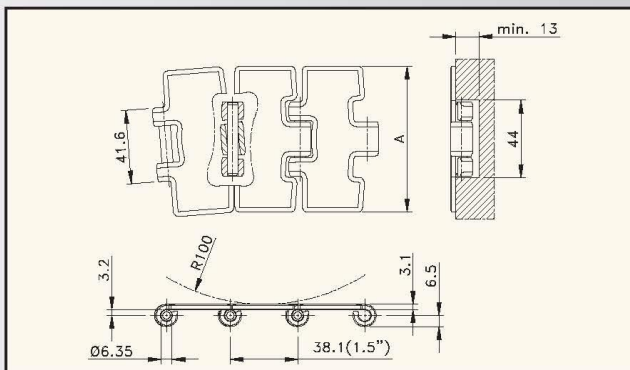
Mejor elección

Opcional

CADENAS DE CHARNELA DE ACERO



**MAGNETFLEX®
BISAGRA SIMPLE
MAXLINE**



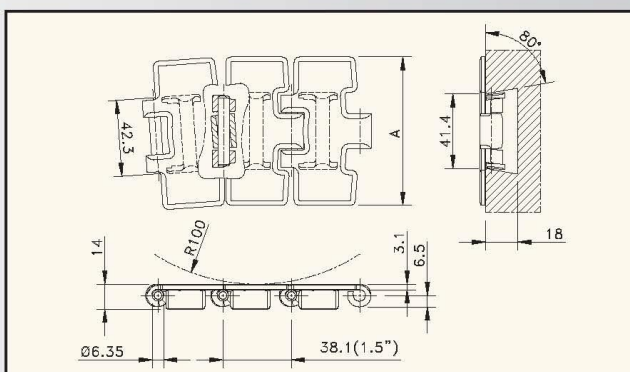
Tipo de cadena	Nº de código	Ancho		Peso	Planitud de la superficie (máx.)	Acabado superficial	Bisagras refrentadas	Carga de trabajo (máx.)
		mm	pulgadas					
SERIE 10								
10 M 31 M	767.13.31	82,5	3,25	2,50	0,18	no	sí	4950
10 M 42 M	767.13.42	114,3	4,50	3,12	0,25	no	sí	
10 M 72 M	767.13.72	190,5	7,50	4,59	0,60	no	sí	
SERIE 60								
60 M 31 M	767.53.31	82,5	3,25	2,50	0,18	no	sí	6000
60 M 31 XM	767.69.31	82,5	3,25	2,50	0,08	no	sí	
60 M 84 XM	767.69.84	84,0	3,30	2,52	0,08	no	sí	
60 M 42 M	767.53.42	114,3	4,50	3,12	0,25	no	sí	
60 M 72 M	767.53.72	190,5	7,50	4,59	0,60	no	sí	
SERIE 66								
66 M 31 XM	767.09.31	82,5	3,25	2,50	0,08	no	sí	6000
66 M 84 XM	767.09.84	84,0	3,30	2,52	0,08	no	sí	
66 M 72 M	767.03.72	190,5	7,50	4,59	0,60	no	sí	

Longitud estándar: 3,048 m - 10 pies (80 eslabones)

Radio de giro lateral mín. 500 mm.





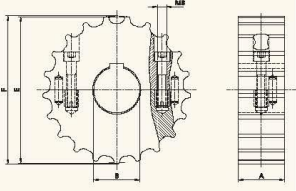

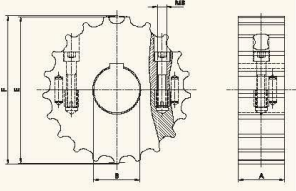
**GIRO LATERAL
TIPO BEVEL DE BISAGRA
SIMPLE MAXLINE**



Tipo de cadena	Nº de código	Ancho		Peso	Planitud de la superficie (máx.)	Acabado superficial	Bisagras refrentadas	Carga de trabajo (máx.)
		mm	pulgadas					
OPTI-PLUS								
SSC 8811-K325	10.115.21.11	82,5	3,25	2,90	0,18	sí	no	6000
SSC 8811-K350	10.115.21.12	88,9	3,50	3,10	0,18	sí	no	
SSC 8811-K450	10.115.21.14	114,3	4,50	3,60	0,25	sí	no	
SSC 8811-K750	10.115.21.16	190,5	7,50	5,30	0,60	sí	no	

Longitud estándar: 3,048 m - 10 pies (80 eslabones). Radio de giro lateral mín. 500 mm.

CADENAS DE CHARNELA DE ACERO

Tipo de piñón	Nº de código	Nº de dientes	Eje		Diámetro primitivo E	Diámetro exterior F	Ancho (dientes) C	Ancho del cubo A	Diámetro del cubo H	 página 205
			B	mm						
RODILLOS LOCOS Y PIÑONES PARTIDOS, MECANIZADOS - KUS 815										
PIÑONES, EJES MÉTRICOS										
KUS815 17-25	753.62.11	17	25	105,5	104,5	40,0	40,0	-	 	
KUS815 17-30	753.62.21	17	30							
KUS815 17-35	753.62.31	17	35							
KUS815 17-40	753.62.41	17	40							
KUS815 19-25	753.62.12	19	25	117,3	116,3	40,0	40,0	-		
KUS815 19-30	753.62.22	19	30							
KUS815 19-35	753.62.32	19	35							
KUS815 19-40	753.62.42	19	40							
KUS815 19-50	753.62.62	19	50	129,3	130,0	40,0	40,0	-		
KUS815 21-25	753.62.13	21	25							
KUS815 21-30	753.62.23	21	30							
KUS815 21-35	753.62.33	21	35							
KUS815 21-40	753.62.43	21	40	141,2	141,9	40,0	40,0	-		
KUS815 21-50	753.62.63	21	50							
KUS815 23-25	753.62.14	23	25							
KUS815 23-35	753.62.34	23	35							
KUS815 23-40	753.62.44	23	40	153,2	153,9	40,0	40,0	-		
KUS815 23-50	753.62.64	23	50							
KUS815 25-25	753.62.15	25	25							
KUS815 25-30	753.62.25	25	30							
KUS815 25-35	753.62.35	25	35	165,2	165,9	40,0	40,0	-		
KUS815 25-40	753.62.45	25	40							
KUS815 25-50	753.62.65	25	50							
KUS815 27-25	753.62.16	27	25							
KUS815 27-30	753.62.26	27	30	165,2	165,9	40,0	40,0	-		
KUS815 27-35	753.62.36	27	35							
KUS815 27-40	753.62.46	27	40							
KUS815 27-50	753.62.66	27	50							
RODILLOS LOCOS, EJES MÉTRICOS										
KUS815 17-25	753.61.11	17	25	105,5	104,5	40,0	40,0	-	 	
KUS815 17-30	753.61.21	17	30							
KUS815 17-35	753.61.31	17	35							
KUS815 17-40	753.61.41	17	40							
KUS815 19-25	753.61.12	19	25	117,3	116,3	40,0	40,0	-		
KUS815 19-30	753.61.22	19	30							
KUS815 19-35	753.61.32	19	35							
KUS815 19-40	753.61.42	19	40							
KUS815 19-50	753.61.62	19	50	129,3	130,0	40,0	40,0	-		
KUS815 21-25	753.61.13	21	25							
KUS815 21-30	753.61.23	21	30							
KUS815 21-35	753.61.33	21	35							
KUS815 21-40	753.61.43	21	40	141,2	141,9	40,0	40,0	-		
KUS815 21-50	753.61.63	21	50							
KUS815 23-25	753.61.14	23	25							
KUS815 23-30	753.61.24	23	30							
KUS815 23-35	753.61.34	23	35	153,2	153,9	40,0	40,0	-		
KUS815 23-40	753.61.44	23	40							
KUS815 23-50	753.61.64	23	50							
KUS815 25-25	753.61.15	25	25							
KUS815 25-30	753.61.25	25	30	165,2	165,9	40,0	40,0	-		
KUS815 25-35	753.61.35	25	35							
KUS815 25-40	753.61.45	25	40							
KUS815 25-50	753.61.65	25	50							
KUS815 27-25	753.61.16	27	25	165,2	165,9	40,0	40,0	-		
KUS815 27-30	753.61.26	27	30							
KUS815 27-35	753.61.36	27	35							
KUS815 27-40	753.61.46	27	40							
KUS815 27-50	753.61.66	27	50							
Para series de cadenas de acero: Rexnord: 812 (excepto TAB y bisagra mini), 815 MCC: Cadena recta con bisagra simple, bisagra simple Magnetflex, TAB de altas prestaciones										

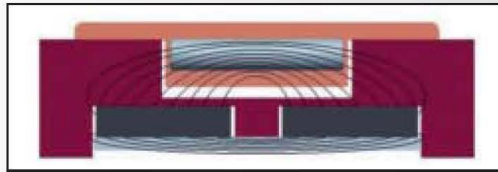
CURVAS Y GUÍAS RECTAS

Para las cadenas de giro lateral de acero y de plástico, Rexnord ofrece los correspondientes perfiles de curva. Sin duda, Magnetflex® está considerado a nivel mundial como el mejor sistema de curva. En el programa se incluyen también curvas y pistas rectas para cadenas de tipo bevel y TAB.

Sistema Magnetflex®

El sistema MCC Magnetflex se ha convertido en el estándar mundial en la industria de embotellado. Las excelentes ventajas de este sistema patentado han hecho que éste sea elegido por los fabricantes líderes mundiales de equipos originales. Es un sistema combinado para cadenas tanto de plástico como de acero. Los imanes situados debajo de la pista retienen la cadena con fiabilidad.

Magnetflex es el único sistema en el que dos imanes cubren casi toda la base de la curva en lugar de sólo la pista. Se forma un campo magnético muy amplio al estar los imanes conectados mediante una placa de acero. A diferencia de otras curvas magnéticas, ésta proporciona una fuerza que retiene las cadenas de plástico con pasadores de acero al igual que las cadenas de acero. Otra ventaja consiste en que la posición de este imán presenta sólo una ligera reducción en la fuerza de retención cuando la cadena se levanta, en el caso de haber suciedad o cristales rotos, sin saltar de la pista. Mientras que en otros sistemas las cadenas pueden bloquearse y atascarse en el perfil de la curva por la existencia de suciedad, en el sistema Magnetflex la cadena tan sólo se levanta ligeramente y continúa funcionando. Los imanes se sitúan en la curva en ángulos fijos en lugar de distancias fijas para asegurar que los imanes no generen vibraciones cuando el sistema tira de la cadena para que pase por la curva.



CURVA MAGNETFLEX CON 2 IMANES PARA MEJORAR LA RETENCIÓN DE LA CADENA

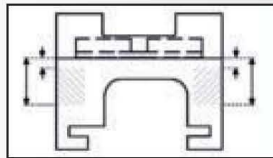


CURVA MAGNÉTICA HABITUAL CON SÓLO 1 IMÁN

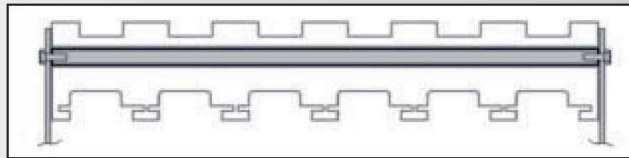
Los imanes aseguran que todas las cadenas estén perfectamente colocadas en la curva sin inclinarse. En otros sistemas, la tensión de la cadena provoca que ésta elimine el juego existente en su guía, lo que causa que los bordes de la cadena se levanten. Esta situación hace que los productos se caigan, en especial en curvas con múltiples vías y al desplazarse el transportador a alta velocidad.

Otra ventaja importante del sistema Magnetflex es la fácil instalación de las cadenas y la perfecta higiene que permite este sistema. Esto se debe a la pista abierta y rectangular de la curva. Las cadenas se pueden instalar con facilidad desde arriba como si la curva fuese una pieza recta del transportador. Igualmente, las cadenas se pueden levantar fácilmente de la pista para realizar el mantenimiento y la limpieza, sin romper la cadena o ni siquiera extraerla de la construcción del transportador.

Las curvas Magnetflex se pueden instalar en el bastidor del transportador de distintas maneras. Las partes superior y de retorno se pueden suministrar atornilladas y con inserciones para montar la curva ensamblada en el bastidor del transportador. La opción que se utiliza con mayor frecuencia en curvas de varias pistas es entregar las partes superior y de retorno por separado. Después, se montan contra una barra transversal del transportador. En este caso, tanto la superficie como la de retorno están equipadas con inserciones u orificios. En ambas opciones incorporadas, el orificio y las inserciones pueden ser estándar o específicas de cliente.

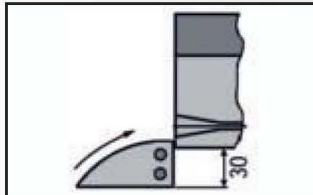


PARTES SUPERIOR Y DE RETORNO EMPERNADAS

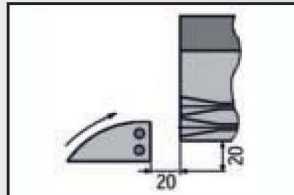


PARTES SUPERIOR Y DE RETORNO MONTADAS CONTRA UNA BARRA TRANSVERSAL

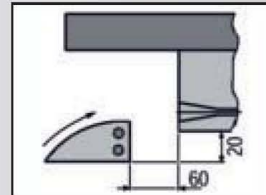
La mayoría de las curvas Magnetflex están equipadas con una patín de retorno. La finalidad de esta zapata mecanizada es ajustar la cadena en el nivel correcto para entrar en la parte de retorno de la curva. La posición de la patín de retorno está determinada por el diseño de la parte de retorno (nivelado o escalonado) y por el tipo de cadena. El diseño escalonado se utiliza cuando el paso existente entre las pistas es demasiado pequeño para permitir que las cadenas se desplacen al mismo nivel en el retorno. En ese caso, se crean dos niveles de pistas en la parte de retorno: un nivel en el que se encuentran las pistas impares (1, 3, 5, etc.) y otro en el que se encuentran las pistas pares. La altura de una parte de retorno escalonada (normalmente 63 mm) es siempre superior a la de un retorno no escalonado (normalmente 55 mm).



PORTE DE RETORNO AL MISMO NIVEL



PORTE DE RETORNO ESCALONADA



CADENA MALLA

Una ejecución especial de una curva Magnetflex la constituye una curva CIP (Cleaning in Place o Limpieza del lugar), equipada con tubos y boquillas atomizadoras. Se abre el máximo posible para limpiar bien la cadena de acero o de plástico y el perfil de la curva desde su interior. La curva CIP se puede integrar en un sistema CIP existente.

CURVAS Y GUÍAS RECTAS

Las curvas Magnetflex se encuentran disponibles en cuatro materiales distintos. El material estándar, Combi-A, es polietileno de alta calidad. Resulta adecuado para la mayoría de las aplicaciones lubricadas con cadenas de acero y de plástico. En entornos limpios y con velocidades bajas de la cadena, el material Combi-A se puede utilizar también en aplicaciones de funcionamiento en seco. Para aplicaciones de funcionamiento en seco con cadenas de plástico TableTop, se recomienda utilizar los materiales Combi-L y Combi-S. Estos materiales pueden funcionar con velocidades más altas de la cadena. El material Combi-S ofrece el campo de aplicación más amplio, mientras que el material Combi-L proporciona una mejor reducción del nivel de ruido. El programa de cálculo de Rexnord determina la carga PV (presión-velocidad) en la curva en una determinada aplicación y aconsejará en qué aplicación la carga y la velocidad requieren curvas Combi-L o Combi-S. Para aplicaciones lubricadas y abrasivas (carga y descarga) o aplicaciones abrasivas de funcionamiento en seco (cristalería) con cadenas de acero (inoxidable), el material Combi-G es el más adecuado. Este polietileno reforzado con cerámica ofrece una excelente resistencia al desgaste.



DE IZQUIERDA A DERECHA: COMBI-A, -G, -S Y -L

MATERIAL DE LA CURVA	APLICACIÓN						
	Cadenas de plástico, cadenas de acero inoxidable, limpias y lubricadas	Cadenas de acero inoxidable, abrasivas y lubricadas	Cadenas de plástico, lubricadas y abrasivas	Cadenas de acero, abrasivas, de baja velocidad y funcionamiento en seco	Cadenas de plástico, limpias, de baja velocidad y funcionamiento en seco	Cadenas de plástico limpias de alta velocidad y funcionamiento en seco	Cadenas de plástico, abrasivas, de alta velocidad y funcionamiento en seco
Combi-A							
Combi-L							
Combi-S							
Combi-G							

Mejor elección

Opcional

TAB y tipo bevel

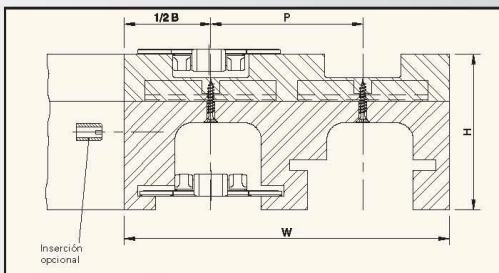
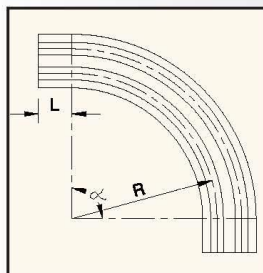
En muchos segmentos de la industria, las pistas rectas y las curvas de TAB y tipo bevel son una solución económica si la estabilidad del producto transportado, la lavabilidad y la facilidad de instalación no son cuestiones de interés clave. Se encuentran disponibles para cadenas TableTop, Multiflex y Plate Top. Los perfiles mecanizados de la TAB y el tipo bevel retienen las cadenas de una manera mecánica. Para estas pistas, se utiliza polietileno de alta calidad y resistente al desgaste. Como estándar, son de color negro, pero en circunstancias especiales también se pueden hacer en los materiales utilizados para las curvas Magnetflex. Las pistas se suministran según las dimensiones estándar de la industria, con una superficie e inferior separada (más común) o combinada. Ambas partes se pueden instalar separadas mediante una barra transversal del transportador, o utilizando inserciones desde el lateral. Las descripciones de la TAB y del tipo bevel, tal como KTU013 500 1, indican el tipo, radio y número de cordones respectivamente. El número de código incluye la sección superior y de retorno.

Curvas personalizadas

Existen más de 50 ejecuciones estándar para distintos anchos, tipos y pasos de cadena, materiales, longitudes del lado de entrada y de salida, y patrones de orificio/inserción. Si estas versiones estándar no satisfacen necesidades específicas de transportador, es posible pedir versiones personalizadas. Para ello, se deben definir los siguientes parámetros: Tipo y ancho de la cadena, ancho básico (ancho de una curva de una sola pista), radio (hasta el centro de la primera pista), longitud y de avance de salida (sección recta antes y después de la curva), paso entre las pistas, ángulo de la curva, número de vías, altura de la superficie, altura de la parte de retorno, tamaño y posición de los orificios, tamaño y posición de las inserciones y tamaño de la inserción de la zapata de retorno. Se pueden suministrar tanto curvas estándar como específicas de cliente en tan solo algunos días laborales.



CURVAS MAGNETFLEX



TABLAS DE SELECCIÓN

Seleccione la curva que desee consultando las tablas de izquierda a derecha. Encontrará más información en las páginas especificadas.

Para tipos de cadena	Radio	Paso	Ancho básico	Longitud del lado de entrada	Altura total	Número de versión	Consulte la página	
	R	P	B	L	H			
	mm	mm	mm	mm	mm			
PARA CADENAS CON UN ANCHO DE TABLILLA 3,25"/3,30"								
Acero/plástico	500	85	100	0	82 / 90	C7	111	
				100	100	90	C6	111
				100	100	90	C4	108
			111	100	100	100	C14	112
			89	100	125	82	C1	107
			90	100	100	82	C2	107
		590	180	110	0	82	C3	108
	100			100	82	C5B	109	
	100			100	82	C5A	109	
		750	85	111	100	90	C42	114
		860	-	100	125	82	C5C	110
		1000	-	100	0	82	C5D	110
	85		111	100	90	C43	114	
Acero	500	85	111	100	100	CIP4	121	
PARA CADENAS CON UN ANCHO DE TABLILLA 4,50"								
Acero/plástico	500	120	129	125	90	C21A	113	
	610	120	129	125	90	C22A	113	
PARA CADENAS CON UN ANCHO DE TABLILLA 7,50"								
Acero	610	196	214	125	90	C61	115	
	860	-	214	0	82	C66	116	
	1000	-	214	0	82	C65	116	
Acero/plástico	610	195	200	100	95	C81	117	
	860	-	214	0	87	C86	117	
PARA CADENAS CON UN ANCHO DE TABLILLA 10,00"								
HDFM 1000 (SG)	860	-	290	0	87	C91	118	
PARA CADENAS CON UN ANCHO DE TABLILLA 12,00"								
HDFM 1200 (SG)	860	-	340	0	87	C96	118	
PARA CADENAS LBP								
RHMD 325 LBP	500	90	100	100	90	LBP2	119	
HDFM 750 LBP	860	-	214	0	95	LBP861	119	
HDFM 1000 LBP	860	-	290	0	95	LBP91	120	
HDFM 1200 LBP	860	-	340	0	95	LBP96	120	
PARA CADENA MALLA								
FGM 1050/FTM 1060	500	85	100	100	90	CB6	121	
FTM 1055 K330	500	85	100	100	90	CC6	122	
FTM 1055 K450	500	120	129	125	90	CC21	122	

Todas estas curvas Magnetflex incluyen una patín de retorno, excepto C7. Las inserciones son opcionales; las inserciones M8 o M10 de la parte de retorno y las inserciones M6 o M8 de la zapata de guía se pueden suministrar según el dibujo detallado que proporcione. Si necesita una curva Magnetflex especial, serán necesarios los siguientes parámetros:

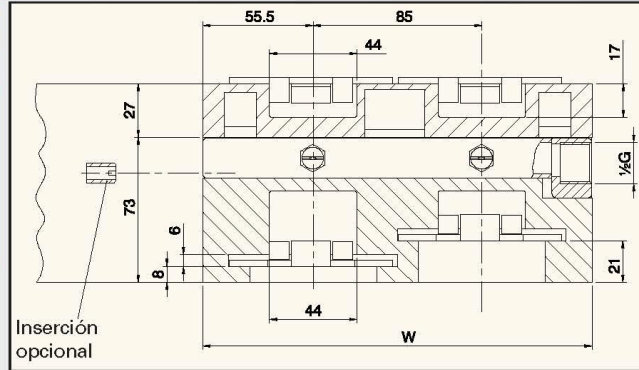
1. Ancho básico
2. Radio
3. Longitud de avance
4. Paso
5. Ángulo
6. Número de vías

Con respecto a curvas de TAB y tipo bevel, consulte la página 123-128.

CURVAS MAGNETFLEX



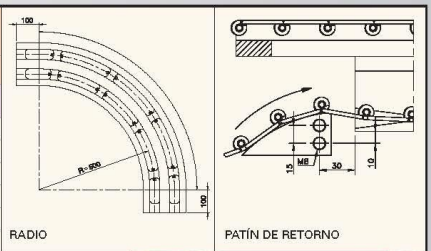
MAGNETFLEX®
VERSIÓN CIP4



página 15, 22

MATERIAL
página 205

Nº de vías	1	2	3	4	5	6
Ancho W	111 mm	196 mm	281 mm	366 mm	451 mm	536 mm
VERSIÓN CIP4						
15°	785.45.16	785.45.17	785.45.18	785.45.19	785.45.20	785.45.21
30°	785.45.31	785.45.32	785.45.33	785.45.34	785.45.35	785.45.36
45°	785.45.46	785.45.47	785.45.48	785.45.49	785.45.50	785.45.51
60°	785.45.61	785.45.62	785.45.63	785.45.64	785.45.65	785.45.66
75°	785.45.76	785.45.77	785.45.78	785.45.79	785.45.80	785.45.81
90°	785.45.01	785.45.02	785.45.03	785.45.04	785.45.05	785.45.06

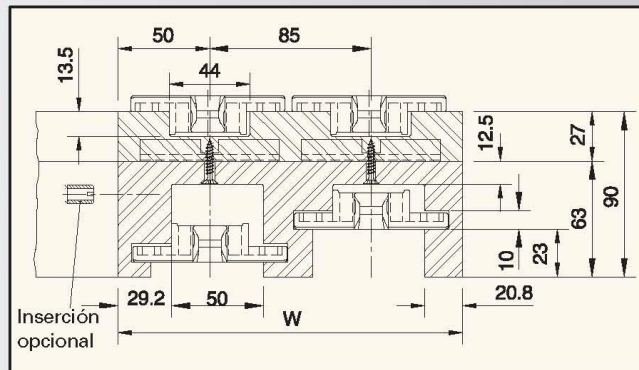


Más de 6 vías, bajo pedido.

• Para cadenas de acero: 10/60/66 M 31 M, 60/66 M 31 SM, 66 M 31 RM, 60/66 M 84 SM



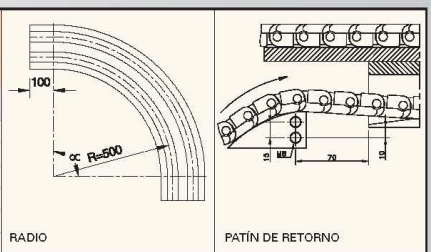
MAGNETFLEX®
COMBI-A
VERSIÓN CB6



página 62, 63

MATERIAL
página 205

Nº de vías	1	2	3	4	5	6
Ancho W	100 mm	185 mm	270 mm	355 mm	440 mm	525 mm
VERSIÓN CB6						
15°	604.14.16	604.14.17	604.14.18	604.14.19	604.14.20	604.14.21
30°	604.14.31	604.14.32	604.14.33	604.14.34	604.14.35	604.14.36
45°	604.14.46	604.14.47	604.14.48	604.14.49	604.14.50	604.14.51
60°	604.14.61	604.14.62	604.14.63	604.14.64	604.14.65	604.14.66
75°	604.14.76	604.14.77	604.14.78	604.14.79	604.14.80	604.14.81
90°	604.14.01	604.14.02	604.14.03	604.14.04	604.14.05	604.14.06



Más de 6 vías, bajo pedido.

• Para cadenas de plástico: FGM 1050, FTM 1060

MATERIALES

Producto	Material de la cadena	Material del pasador
CADENAS DE CHARNELA DE ACERO		
Serie 10	AISI 430 (Werkstoff N° 1.4016); acero inoxidable con un 17% de cromo especial que mejora la resistencia a la corrosión, la vida útil ante el desgaste y la dureza	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
Serie 60 Star	Acero inoxidable al cromo-níquel especial que ofrece excelentes propiedades de deslizamiento, mejora la resistencia a la corrosión, aumenta la vida útil ante el desgaste y proporciona una alta resistencia	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
Serie 66	Acero inoxidable al cromo-níquel especial que ofrece excelentes propiedades de deslizamiento, mejora la resistencia a la corrosión, aumenta la vida útil ante el desgaste y proporciona una alta resistencia	Acero inoxidable ultrarresistente al desgaste
SSC SSR	Aleación OPTI-Plus patentada de acero inoxidable al cromo-níquel ferrítico, que ofrece una gran dureza y una excelente resistencia al desgaste	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
SS 805/815/881	Acero austenítico inoxidable al cromo-níquel con propiedades similares al material 18/8, que ofrece una buena resistencia a los productos químicos	Acero inoxidable austenítico
SS 802/812	Acero inoxidable de cromo ferrítico, que ofrece una óptima vida útil ante el desgaste y una alta resistencia	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
S	Acero al carbono endurecido a fondo, adecuado para cristalería y otras aplicaciones abrasivas en seco, que ofrece cargas de trabajo extremadamente altas y una excelente resistencia al desgaste	Acero al carbono endurecido
SC		
SSB 815	Acero austenítico inoxidable con una resistencia a los productos químicos muy alta para entornos corrosivos en los que haya bases o ácidos fuertes. Al ser prácticamente no magnético, se utiliza en aplicaciones en las que el magnetismo de la cadena pueda provocar fallos de funcionamiento en el sistema	Acero inoxidable austenítico
Caucho	Elastómero especial con una dureza de 70 Shore A	
CADENAS DE CHARNELA DE PLÁSTICO		
XL	Acetal autolubricado y de super baja fricción, que mejora la vida útil ante el desgaste y ofrece una alta resistencia. Color: Marrón claro	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
LF	Acetal de baja fricción (POM) y mezcla especial de lubricantes, que reducen el desgaste hasta en un 15% con respecto al acetal sencillo; destinado a aplicaciones de alto rendimiento a velocidades entre moderadas y altas. Color: Marrón claro	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
HP	Acetal de alto rendimiento con lubricación interna (POM), que reduce el desgaste hasta en un 40% con respecto al acetal sencillo; destinado a aplicaciones de alta velocidad y lubricación reducida o funcionamiento en seco. Color: Gris	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
PS	Poliacetal con lubricación interna para aplicaciones de alta velocidad, que mejora la vida útil ante el desgaste. Color: Gris	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
WX	Compuesto de poliamida que aumenta la vida útil ante el desgaste en circunstancias abrasivas hasta cinco veces en comparación con el acetal sencillo; destinado a utilizarse en aplicaciones de manipulación de cristalería y cuando la cadena esté expuesta a arena y suciedad. Color: Verde claro	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
D	Acetal con alta fricción y resistente al desgaste; alternativa económica. Color: Gris	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
LBP	Acetal XLA resistente al desgaste y de fricción extrabajada con aditivos autolubricantes especiales. Color: Antracita Los rodillos están hechos de un plástico especial que absorbe el ruido y resistente al desgaste; color: Berenjena. Ejes de rodillos: Acero inoxidable AISI 304 (Werkstoff N° 1.4301)	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
Super-Grip	Poliéster resistente al desgaste. Color: Antracita. Material de la caucha: Elastómero especial con una dureza de 70 Shore A. Color: Berenjena	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
XLG	Acetal autolubricado y de super baja fricción, que mejora la vida útil ante el desgaste y ofrece una alta resistencia; aprobado por FDA. Color: Verde-azul	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
CADENAS PARA TRANSPORTADORES DE CAJAS Y MULTIFLEX		
HP	Acetal de alto rendimiento con lubricación interna (POM), que reduce el desgaste hasta en un 40% con respecto al acetal sencillo. Color: Gris	Acero inoxidable
LF	Acetal de baja fricción (POM) y mezcla especial de lubricantes que reducen el desgaste hasta en un 15% con respecto al acetal sencillo. Color: Marrón claro	Acero inoxidable 1700 K; acero inoxidable chapado en zinc
WX	Compuesto de poliamida que aumenta la vida útil ante el desgaste en circunstancias abrasivas hasta cinco veces en comparación con el acetal sencillo. Color: Verde claro	Acero inoxidable
WLF	Acetal de baja fricción (POM) y mezcla especial de lubricantes que reducen el desgaste hasta en un 15% con respecto al acetal sencillo. Color: Blanco	Acero inoxidable 1700 K; acero inoxidable chapado en zinc
AC	Acetal Armor Clad con tablillas de acero endurecido	Acero chapado en zinc
Disco - cubo	Poliamida reforzada Acetal de alto rendimiento y baja fricción (ND 1700 FL/TR); latón (880)	
XL	Acetal autolubricado y de super baja fricción, que mejora la vida útil ante el desgaste y ofrece una alta resistencia. Color: Marrón claro	AISI 431 (Werkstoff N° 1.4057)
NC	Acetal especial resistente al desgaste. Color: Blanco	AISI 301 (Werkstoff N° 1.4310)
BL	Acetal. Color: Azul, RAL 5005	AISI 301 (Werkstoff N° 1.4310)
CADENAS PLATE TOP		
Cadena base	Estándar: Acero al carbono SS: Acero inoxidable	
Tablilla	Acetal de baja fricción (POM) y mezcla especial de lubricantes que reducen el desgaste hasta en un 15% con respecto al acetal sencillo. Color: Marrón claro Acetal de alto rendimiento con lubricación interna (POM), que reduce el desgaste hasta en un 40% con respecto al acetal sencillo. Color: Gris Compuesto de poliamida WX que aumenta la vida útil ante el desgaste en circunstancias abrasivas hasta cinco veces en comparación con el acetal sencillo. Color: Verde claro Policarbonato WPC que ofrece resistencia ante productos que se caigan sobre la cadena. Color: blanco	

MATERIALES

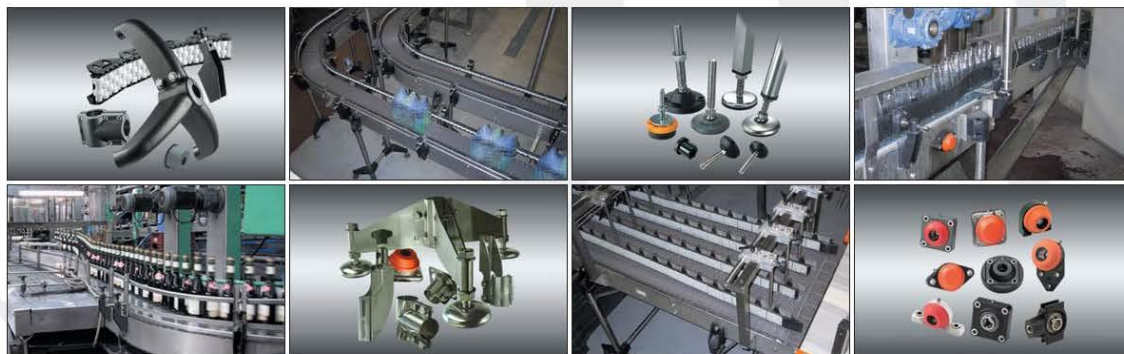
Componente	Material
CURVAS	
Superficie de las curvas de Combi-A y CIP	MCC 1200, polietileno de peso molecular ultraalto, que ofrece una óptima resistencia al desgaste y la abrasión con un peso molecular superior a 9 millones g/mol. Color: Berenjena
Superficie de las curvas de Combi-G	MCC 2000, polietileno de peso molecular ultraalto, con aditivos de cerámica especialmente integrados, que ofrecen una excelente resistencia a la abrasión con un peso molecular superior a 9 millones g/mol. Color: Verde-amarillo
Superficie de las curvas de Combi-S	MCC 3500, poliamida especial que ofrece una óptima resistencia al desgaste en líneas de funcionamiento en seco en las que las cadenas de plástico se mueven a altas velocidades. Color: Gris sulfito
Superficie de las curvas de Combi-L	MCC 3000, polietileno de peso molecular ultraalto, que ofrece una reducción del nivel de ruido y límites de PV alta con un peso molecular superior a 9 millones g/mol. Color: Azul claro
Todas las partes de retorno	MCC 1002, mezcla de polietileno de alta calidad de peso molecular ultraalto, que ofrece una buena resistencia al desgaste y la abrasión con un peso molecular superior a 3-7 millones g/mol. Color: Negro
Placas de revestimiento	Acero inoxidable AISI 430 (Werkstoff N° 1.4016)
Tornillos	Acero inoxidable
Inserciones (opcional)	Latón
Patín de retorno	MCC 1200, polietileno de peso molecular ultraalto, que ofrece una buena resistencia al desgaste y la abrasión con un peso molecular superior a 9 millones g/mol. Color: Negro
Tubos de las curvas CIP	Acero inoxidable AISI 303 (Werkstoff N° 1.4305)
Boquillas de las curvas CIP	Acero inoxidable AISI 303 (Werkstoff N° 1.4305)
Curvas con TAB	MCC 1003, polietileno de peso molecular ultraalto, que ofrece una buena resistencia al desgaste y la abrasión con un peso molecular superior a 1 millón g/mol
- inserciones (opcional)	Latón

Piñón	Material
PIÑONES Y RODILLOS LOCOS PARA CADENAS DE CHARNELA	
N/NS/SSW/SIW	Poliamida reforzada súper dura, resistente al desgaste y la abrasión
KU(S)/KXT/NSX(T)/NX(T)/SD/SS/SI	Poliamida
ST	Acero al carbono
Pernos	Acero inoxidable AISI 304 (Werkstoff N° 1.4301)
Inserciones	Latón
PIÑONES Y RODILLOS LOCOS PARA CADENAS MULTIFLEX	
KU/N/NX/NXT	Poliamida
ZN	Acero chapado en zinc
GG	Hierro fundido
PIÑONES PARA CADENAS PARA TRANSPORTADORES DE CAJAS	
KU	Poliamida
SR	Poliamida reforzada súper dura, resistente al desgaste y la abrasión
Cubo	Acero al carbono con acabado en negro o acero inoxidable
PIÑONES PARA MALLAS MODULARES	
SSW 500/1000 NS 1500/5996/5700/7700/8500/7956 N 1500 SS 2500 RPA	Poliamida reforzada; resistencia extraalta, resistente al desgaste y la abrasión
CS 500/1000/505/1255 KU 1500/4700/5936/7700/8500/7956 KUS 1500/7700	Poliamida; súper dura, resistente al desgaste y la abrasión
SS 1005/505/1255 SI 1005	Plástico especial; súper duro, resistente al desgaste y la abrasión
KU 1010 CS 2010 KUS 6390	Polietileno
N 5996/4700/5936	Acetal; resistente al desgaste
CS/SS 2000 POM	Acetal; resistente al desgaste
Pernos y tuercas	Acero inoxidable AISI 304 (Werkstoff N° 1.4301)
Inserciones	Latón

Anexo B. Catálogo de productos 2009: MARBETT, Componentes para transportador, elementos de soporte y nivelación, soportes autoalineantes

CATÁLOGO PRODUCTOS
2009

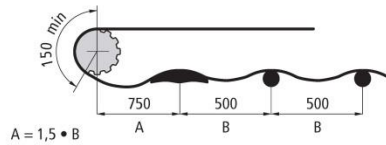
MARBETT®
COMPONENTES PARA TRANSPORTADOR
ELEMENTOS DE SOPORTE Y NIVELACION
SOPORTES AUTOALINEANTES



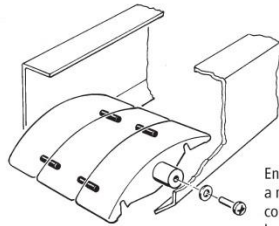
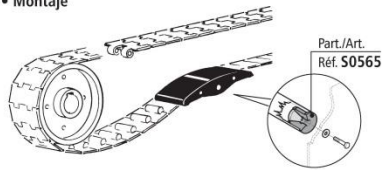
FlatTop Europe

REXNORD
PRECISION. POWER. PERFORMANCE.

• Posición



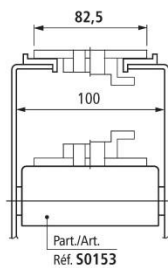
• Montaje



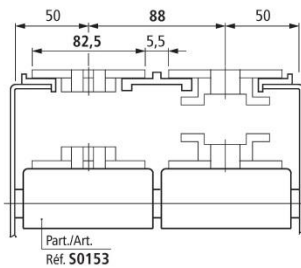
En los transportes a más vías, la fijación con tornillo hace que las patin estén firmemente unidas

• Cadenas de bisagra TableTop® / Cadenas PlateTop

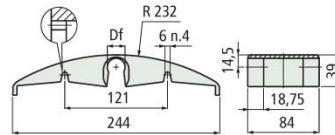
Ancho cadena 82,5 mm (K 325)



Ancho cadena 82,5 mm (K 325) / Paso 88 mm



■ Patin tensor cadena



Part. **S0153**

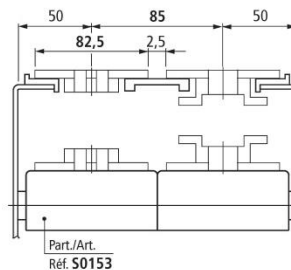


Montaje a presión

Ø eje mm	Ø agujero Df mm	Material	Code
			UNL™ (violeta)
18	18,5	Polietileno PE (verde)	608692N1
		Poliamida PA (negra)	684221N1
		UNL™ (violeta)	609433N1
20	20,5	Polietileno PE (verde)	684231N1
		UNL™ (violeta)	609433N1

- El nuevo material UNL™ rumorosidad reducida se recomienda sólo para cadenas LBP.
- La versión en PE Polietileno (verde) se recomienda tanto para cadenas plásticas como de acero.
- La versión en Poliamida PA (negra) se recomienda sólo para cadenas de acero.
- Se recomienda el uso de un sólo patin tensor de cadena después de la catenaria, a excepción de las cadenas LBP que pueden funcionar con mas patines tensores de cadena.
- Confección : 15 piezas.

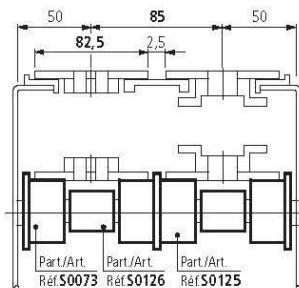
Ancho cadena 82,5 mm (K 325) / Paso 85 mm



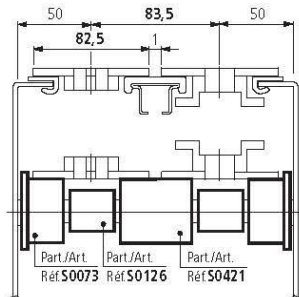
- **Mejor elección**
- **Standard**
- **A petición** : cantidad mínima requerida. Consulte a nuestro Customer Service para conocer la disponibilidad.

Código para pedido = Part. + Code

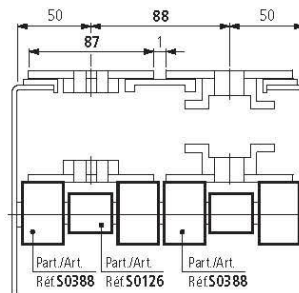
Ancho cadena 82,5 mm (K 325) / Paso 85 mm



Ancho cadena 82,5 mm (K 325) / Paso 83,5 mm

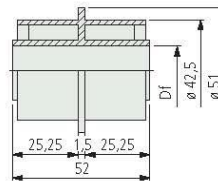


Ancho cadena 87 mm (K 343) / Paso 88 mm



Los transportadores con varias vías con cadenas de 82,5 mm de anchura/ 88 mm de paso, pueden ser transformados y adaptados para el transporte de botellas de PET con base petaloide o de otros productos con escasa estabilidad. Simplemente sustituyendo las cadenas (de 82,5 de anchura por las de 87 mm) y las guías de desplazamiento, el sistema de conversión consiste en reducir la brecha (1 mm contra 5,5 mm) manteniendo inalterable la estructura del transportador (paso 88 mm).

Rodillo doble L52



Ø eje mm	Ø agujero Df mm	Code
12	12,5	63898
16	16,5	63908
18	18,5	63918
20	20,5	68873

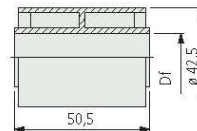
- Material : polietileno PE (negro).
- Confección : 100 piezas.

Part. S0125



Ø 42,5 mm

Rodillo



Ø eje mm	Ø agujero Df mm	Code
12	12,5	63858
16	16,5	63868
18	18,5	63878
20	20,5	63888

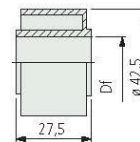
- Material : polietileno PE (negro).
- Confección : 100 piezas.

Part. S0421



Ø 42,5 mm

Rodillo



Ø eje mm	Ø agujero Df mm	Code
12	12,5	66116
16	16,5	66126
18	18,5	66136
20	20,5	66146

- Material : polietileno PE (negro).
- Confección : 100 piezas.

Part. S0388



Ø 42,5 mm

● **Mejor elección**

● **Standard**

● **A petición** : cantidad mínima requerida. Consulte a nuestro Customer Service para conocer la disponibilidad.

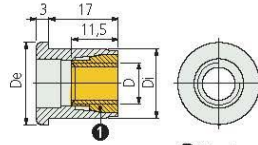
Código para pedido = Part. + Code

Part. S0565



para tubos de Ø18-20 mm

■ Tapón para tubos



Dimensiones tubo					Cóno de expansión		
Ø ext mm	Espesor mm	Ø int mm	Filete D	De mm	Di mm	Code	
Ø 18	1,5	15	M8	18	15	698661	
	2	14	M6	18	14	698671	
Ø 20	1,5	17	M8	20	17	698681	
			M10	20	17	698691	

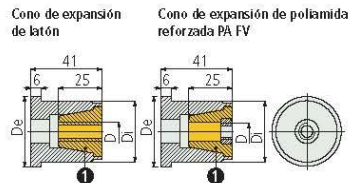
- Material : tapón de poliamida PA (negra), cóno de expansión de latón.
- Estado de suministro : el cóno de expansión se suministra aparte.
- Peso : 0,01Kg.
- Confección : 100 piezas.
- Par máx. de apriete aconsejado : 1 Kgm.

Part. S0179



para tubos de Ø38-42,4 mm

■ Tapón para tubos



Dimensiones tubo					Cóno de expansión		
Ø ext mm	Espesor mm	Ø int mm	Filete D	De mm	Di mm	Code	
• Cóno de expansión de latón							
Ø 38	1,5	35	M8	40	34,8	69513	
			M10	40	34,8	69523	
Ø 42,4	1,5	39,4	M8	44,5	39,2	69533	
			M10	44,5	39,2	69543	
• Cóno de expansión de poliamida reforzada PA FV							
Ø 38	1,5	35	M8	40	34,8	54881	
			M10	40	34,8	52641	
Ø 42,4	1,5	39,4	M8	44,5	39,2	54891	
			M10	44,5	39,2	52651	

- Material : tapón de poliamida reforzada PA FV (negra), cóno de expansión de latón o de poliamida reforzada PA FV.
- Peso : 0,10 Kg.
- Confección : 50 piezas.
- Par máx. de apriete aconsejado : 2,5 Kgm (para M8), 4 Kgm (para M10).

• Resistencia a la flexión del Part. S0179

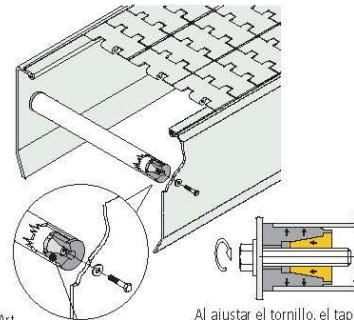


- **Mejor elección**
- **Standard**
- **A petición** : cantidad mínima requerida. Consulte a nuestro Customer Service para conocer la disponibilidad.

Código para pedido = Part. + Code

S62

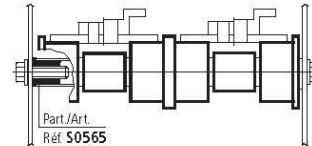
• Montaje de los Part. S0565 - S0179



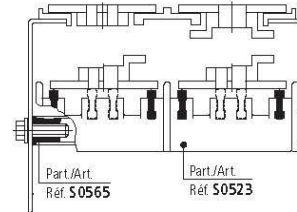
Part./Art. Ref S0565-S0179

Al ajustar el tornillo, el tapón se expande bloqueando el tubo.

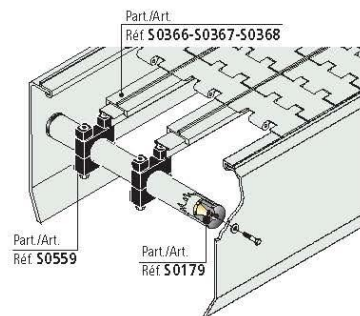
- Ejemplo de utilización del Part. S0565 en la sujeción de los rodillos de desplazamiento para el retorno cadena



- Ejemplo de utilización del Part. S0565 en la sujeción de los distanciadores para el retorno de la cadena en forma de serpiente



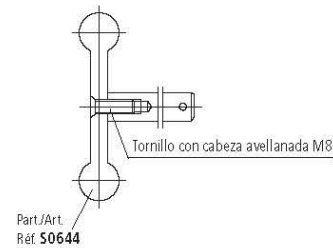
- Ejemplo de utilización del Part. S0179 en la sujeción de los perfiles guía-cadenas Part. S0366-S0367-S0368



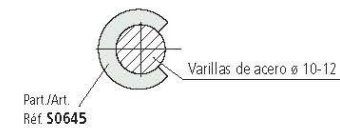
- **Uso Part. S0644**
Envases de resistencia media (ej: hojalata, vidrio).



- **Ejemplo de fijación Part. S0644**

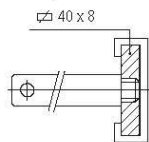


- **Uso Part. S0645**
Revestimiento de las varillas de acero.

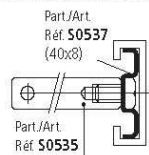


- **Sistemas de fijación Part. S0539**
Montaje / desmontaje sobre perfilados planos.

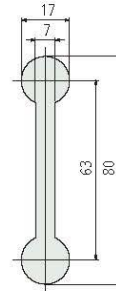
- Fijación con plato.



- Fijación con perfilado metálico Part. S0537.



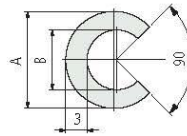
■ Guía lateral



Color	Largo metros	Code	Peso kg/m
Negro	3	652322	-
Verde	3	652332	-

- Material : polietileno UHMWPE.
- Coeficiente de dilatación lineal : 2×10^{-4} .
- Para el cálculo de la dilatación térmica ver pág. S212.
- Confección : 36 metros.

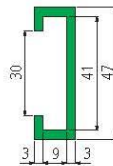
■ Perfil para varillas de acero



Uso	A mm	B mm	Code	Peso kg/m
para varillas ø 10	14	9	652342	-
para varillas ø 12	17	11	652352	-

- Material : polietileno UHMWPE (blanco).
- Coeficiente de dilatación lineal : 2×10^{-4} .
- Estado de suministro : en rollos.
- Confección : 50 metros.

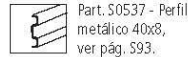
■ Guía lateral (extra-plana)



Color	Largo metros	Code	Peso kg/m
Negro	3	689301	-
	6	689321	0,23
Verde	3	689291	-
	6	689311	-

- Material : polietileno PE 500.000.
- Coeficiente de dilatación lineal : $2,5 \times 10^{-4}$.
- Para el cálculo de la dilatación térmica ver pág. S212.
- Confección : 48 metros (con largo de 3 m).
- 96 metros (con largo de 6 m).

- Accesorios :



Part. S0537 - Perfil metálico 40x8, ver pág. S93.

Part. S0644



Part. S0645



Part. S0539



● **Mejor elección**

● **Standard**

● **A petición** : cantidad mínima requerida. Consulte a nuestro Customer Service para conocer la disponibilidad.

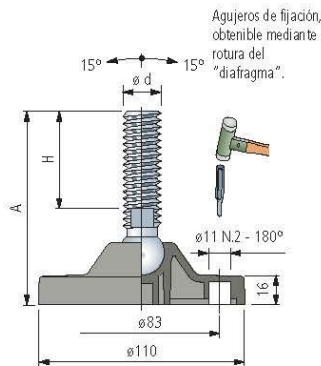
Código para pedido = Part. + Code



Pies con Rótula en poliamida reforzada

marbett®

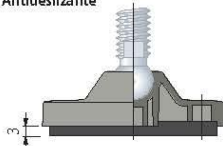
Part. **R0479**



Agujeros de fijación,
obtenible mediante
rotura del
"diafragma".

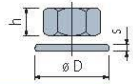
Accesorios

Antideslizante



- Code : R0000630062.
- Material : goma NBR (negra), 70 Shore.
- Fijación : a presión.
- Confección : 16 piezas.

Tuerca + Arandela



	Code		h	s	øD	s
	Acero inox AISI 304	Acero zincado	mm	mm	mm	mm
M12	R0000630192	R0000630122	10	19	24	2,5
M14	R0000630202	R0000630132	11	22	28	2,5
M16	R0000630212	R0000630142	13	24	30	3
M20	R0000630222	R0000630152	16	30	37	3
M24	R0000630232	R0000630162	19	36	44	4

Confección : 8 piezas.

- ✓ Mejor elección
- ✓ Standard
- A petición



Espárrago en acero inoxidable

M12	100	55	1	-	-	10	627223	8000
	145	100	1	-	-	10	627233	
	195	150	1	-	-	10	627243	
M14	120	76	-	1a	-	11	633382	15000
	145	100	-	1a	-	11	627253	
	195	150	-	1a	-	11	627263	
M16	110	64	-	1a	-	13	633392	15000
	125	81	-	1a	-	13	633402	
	170	124	-	1a	-	13	633412	
	195	151	-	1a	-	13	633422	
	215	169	-	1a	-	13	627273	
M20	235	190	-	1a	-	13	627283	15000
	130	84	-	1a	-	16	633432	
	195	149	-	1a	-	16	633442	
M24	255	208	-	1a	-	16	627293	15000
	130	79	-	1a	-	19	627303	
	195	146	-	1a	-	19	633452	
M24	230	179	-	1a	-	19	627313	15000
	260	209	-	1a	-	19	627323	

Espárrago en acero zincado

M12	115	70	1	-	-	10	627333	8000
M14	100	56	-	1a	-	11	633472	15000
	95	48	-	1a	-	13	627343	
M16	105	61	-	1a	-	13	633482	15000
	140	96	-	1a	-	13	633492	
	160	116	-	1a	-	13	633502	
	175	131	-	1a	-	13	627353	
	195	151	-	1a	-	13	633512	
	210	165	-	1a	-	13	627363	
	245	201	-	1a	-	13	627373	
M20	125	74	-	1a	-	16	627383	15000
	140	100	-	1a	-	16	633522	
	160	113	-	1a	-	16	627393	
M24	190	150	-	1a	-	16	633532	15000
	260	214	-	1a	-	16	633542	
	130	81	-	1a	-	19	633552	
M24	195	146	-	1a	-	19	633562	15000
	340	288	-	1a	-	19	627403	

Espárrago en poliamida reforzada (negra) con inserción en acero

M16	110	54	-	-	3	24	627502	6000
M20	130	69	-	-	3	30	627512	
	190	129	-	-	3	30	627522	

Código para pedido = Part. + Code

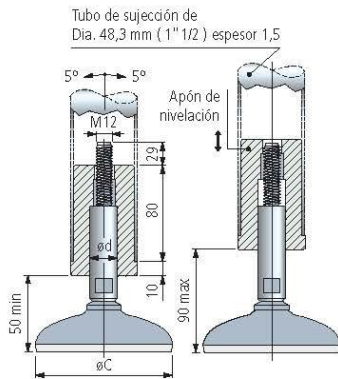
- Material de la base : poliamida reforzada PA FV (negra).
- Nota : Espárrago tipo 1 con esfera en poliamida reforzada.
- Confección : 16 piezas.
- Antideslizante suministrado a parte.
- Largos diferentes bajo pedido.
- Fmax. = carga máxima aplicable en condiciones estáticas.

Pies con Rótula esterilizables en acero inoxidable

mar/bett®

Part. **R0750**
Part. **R0751**
Part. **R0752**

NEW



Montaje

Puede ser empleada
con tubo de sujeción
de dia. 48,3 mm (1" 1/2),
espesor 1,5 mm.



- Mejor elección
- Standard
- A petición

Part. R0750

$\varnothing C$ mm	$\varnothing d$ (mm)	mm	Code	F max. (N)
Pies en acero inoxidable				
	16	13	602123	12000
	20	16	602133	

Part. R0751

$\varnothing C$ mm	$\varnothing d$ (mm)	mm	Code	F max. (N)
Pies en acero inoxidable				
	16	13	602143	12000
	20	16	602153	

Part. R0752

$\varnothing C$ mm	$\varnothing d$ (mm)	mm	Code	F max. (N)
Pies en acero inoxidable				
	16	13	602163	12000
	20	16	602173	

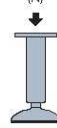
Código para pedido = Part. + Code

- Material :
Esparrago en acero inoxidable austenítico.
Base en acero inoxidable austenítico.
Antideslizante en goma vulcanizada NBR (gris), 75 Shore.
Tuerca de ajuste en poliamida reforzada con Microbar® PAFV (Blanca).
Tuerca en latón niquelado.
- Confección : 8 piezas.
- Largos diferentes bajo pedido.
- Fmax. = carga máxima aplicable en condiciones estáticas.

R46

- Mejor elección
- Standard
- ✓ A petición

F max.
(N)



Ø C
mm

Code

Pies en acero inoxidable

Ø C mm	Code	F max. (N)
ø120	611233	80000

Código para pedido = Part. + Code

- Material :
ésparrago y tuercas en acero inoxidable austenítico.
Base en acero inoxidable austenítico.
Antideslizante en goma vulcanizada NBR (negra), 95 Shore.
- Confección : 8 piezas.
- Largos diferentes bajo pedido.
- Fmax. = carga máxima aplicable en condiciones estáticas.

Part. **R0773**

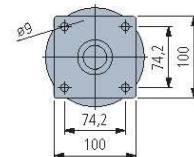
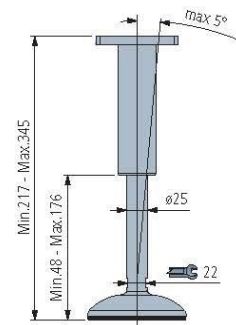
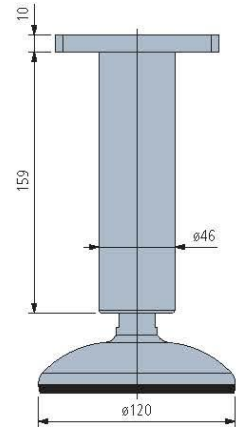


NEW

PATENT



**CARGA DE TRABAJO ELEVADA
IDEAL PARA MAQUINAS**



Soportes brida cuadrada

UCF/C - SUCF/C - HCF/C - SHCF/C



- Protección hermética del rodamiento
- Fijación eje mediante tornillos prisioneros o collarin excéntrico
- Soportes de poliamida PA FV
Elevada resistencia mecánica y térmica.
Reten contra polvo, humedad, lavados, vapores, agentes químicos de agresividad mediana.
- Soportes de polipropileno PP FV
Reten contra agentes químicos de agresividad elevada.
Capacidad de carga inferior.
- Soportes con Brida Sólida
Se diferencian de las versiones con brida estándar por la estructura de superficie cerrada esterilizable.
- Soportes con protección antibacteriana Microban®
Microban® es eficaz contra las bacterias que pueden crecer en los alimentos como E.coli, Salmonela, Listeria, S-aureus, Campilobacterias.

■ Materiales

Soporte de poliamida PA FV

- Cuerpo de poliamida reforzada PA FV (negra)
- Tapa de protección de polipropileno PP (naranja) con Microban®
- Reten con reborde auxiliar guardapolvo/junta tórica de goma NBR (negra)
- Engrasador de bola de latón niquelado
- Casquillo de refuerzo agujeros de fijación/arandela de acero inoxidable AISI 304.

Soporte de poliamida PA FV con Microban®

- Cuerpo de poliamida reforzada PA FV (azul) con Microban®
- Tapa de protección de polipropileno PP (naranja) con Microban®
- Reten con reborde auxiliar guardapolvo/junta tórica de goma NBR (negra)
- Engrasador de bola de latón niquelado
- Casquillo de refuerzo agujeros de fijación / arandela de acero inoxidable AISI 304.

Soporte de polipropileno PP FV con Microban®

- Cuerpo de polipropileno reforzado PP FV (blanco) con Microban®
- Tapa de protección de polipropileno PP (naranja) con Microban®
- Reten con reborde auxiliar guardapolvo/junta tórica de goma NBR (negra).
Bajo pedido suministrables de goma Viton (marrón).
El Viton ofrece una elevada resistencia a los agentes químicos
- Engrasador de bola de acero inoxidable AISI 316
- Casquillo de refuerzo agujeros de fijación/arandela de acero inoxidable AISI 316.

■ Temperatura de trabajo continuo

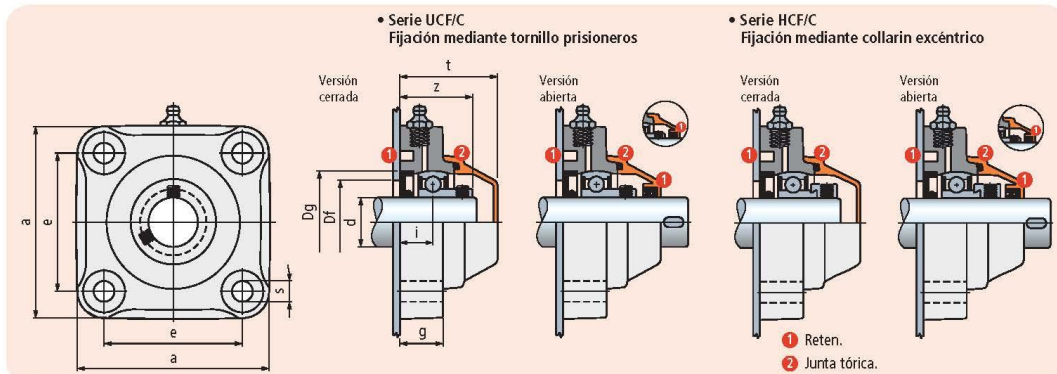
en aire : - 20 a + 60°C.

■ Error máximo de alineamiento del eje : 2°.

■ Rodamiento



- Serie YAT (fijación mediante tornillos prisioneros)
- Serie YET (fijación mediante collarin excéntrico)
- Acero al cromo
- Reten hermética de 1 pantalla
- Engrase inicial con grasa de litio / calcio
- Reengrasable.



B10

UCF/C - SUCF/C - HCF/C - SHCF/C

Ø d mm	Serie	Material soporte			Dimensiones en mm										Planilla agujero ²⁾ Df		Rodamiento	Peso Kg	Recambios	
		Poliamida PA FV Brida Estándar (negra) Tapa (naranja)	Poliamida PA FV con Microban® Brida Sólida (azul) Tapa (naranja)	Polipropileno PP FV con Microban® Brida Sólida (blanca) Tapa (naranja)	e	a	s	g	i	z	t	Dg	max.	min.	Tapa naranja					
		Code																		Code
Soportes con fijación mediante tornillos prisioneros • Versión cerrada																				
25	UCF 205 C	64573	651172	680932	70	98	11	22,5	16,8	36,3	49,5	52	50	45	YAT 205	0,40	681952			
25*	SUCF 205 C	603043	-	-	83	110	11	26	19,3	38,8	54	52	50	45	YAT 205	0,50	681952			
30	UCF 206 C	63112	651182	680942	83	110	11	26	20	41	56	62	60	50	YAT 206	0,56	63154			
35	UCF 207 C	64018	651192	680952	92	120	11	26	19,5	43	59	72	70	55	YAT 207	0,72	682022			
35*	SUCF 207 C	680522 ¹⁾	668982	680962	83	110	11	26	19,5	43	61	72	70	55	YAT 207	0,67	63539			
40	UCF 208 C	68916	651202	680972	102	131	11	30	22	47,3	65,5	80	78	65	YAT 208	0,95	63539			
40*	SUCF 208 C	61819	651212	680982	83	110	11	26	19	44,3	66	80	78	65	YAT 208	0,88	600882			
45*	SUCF 209 C	686592 ¹⁾	686672	686752	102	131	11	30	23	48,8	73	85	83	75	YAT 209	1,10	686972			
50*	SUCF 210 C	686602 ¹⁾	686682	686762	102	131	11	30	23	52	73	90	88	80	YAT 210	1,20	686972			
Soportes con fijación mediante tornillos prisioneros • Versión abierta																				
25	UCF 205 C	64623	651272	680992	70	98	11	22,5	16,8	36,3	49,5	52	50	45	YAT 205	0,40	681972			
25*	SUCF 205 C	603053	-	-	83	110	11	26	19,3	38,8	54	52	50	45	YAT 205	0,50	681972			
30	UCF 206 C	63172	651282	681002	83	110	11	26	20	41	56	62	60	50	YAT 206	0,56	69965			
35	UCF 207 C	64028	651292	681012	92	120	11	26	19,5	43	59	72	70	55	YAT 207	0,72	682032			
35*	SUCF 207 C	680582 ¹⁾	668992	681022	83	110	11	26	19,5	43	61	72	70	55	YAT 207	0,67	615692			
40	UCF 208 C	68926	651302	681032	102	131	11	30	22	47,3	65,5	80	78	65	YAT 208	0,95	63549			
40*	SUCF 208 C	61829	651312	681042	83	110	11	26	19	44,3	66	80	78	65	YAT 208	0,88	600892			
45*	SUCF 209 C	686612 ¹⁾	686692	686772	102	131	11	30	23	48,8	73	85	83	75	YAT 209	1,10	686992			
50*	SUCF 210 C	686622 ¹⁾	686702	686782	102	131	11	30	23	52	73	90	88	80	YAT 210	1,20	687002			
Soportes con fijación mediante collarín excéntrico • Versión cerrada																				
25	HCF 205 C	680452	680712	681052	70	98	11	22,5	16,8	40,3	49,5	52	50	45	YET 205	0,44	681952			
25*	SHCF 205 C	603063	-	-	83	110	11	26	19,3	42,8	54	52	50	45	YET 205	0,57	681952			
30	HCF 206 C	621501	651372	681062	83	110	11	26	20	46,7	56	62	60	50	YET 206	0,63	63154			
35	HCF 207 C	680462	680722	681072	92	120	11	26	19,5	48,9	59	72	70	55	YET 207	0,90	682022			
35*	SHCF 207 C	680642 ¹⁾	669022	681082	83	110	11	26	19,5	48,9	61	72	70	55	YET 207	0,85	63539			
40*	SHCF 208 C	62439	651382	681092	83	110	11	26	19	51,7	66	80	78	65	YET 208	1,07	600882			
45*	SHCF 209 C	686632 ¹⁾	686712	686792	102	131	11	30	23	56	73	85	83	75	YET 209	1,29	686972			
50*	SHCF 210 C	686642	686722	686802	102	131	11	30	23	56	73	90	88	80	YET 210	1,39	686972			
Soportes con fijación mediante collarín excéntrico • Versión abierta																				
25	HCF 205 C	680472	680732	681102	70	98	11	22,5	16,8	40,3	49,5	52	50	45	YET 205	0,44	681972			
25*	SHCF 205 C	603073	-	-	83	110	11	26	19,3	42,8	54	52	50	45	YET 205	0,57	681972			
30	HCF 206 C	621481	651412	681112	83	110	11	26	20	46,7	56	62	60	50	YET 206	0,63	69965			
35	HCF 207 C	680482	680742	681122	92	120	11	26	19,5	48,9	59	72	70	55	YET 207	0,90	682032			
35*	SHCF 207 C	680692 ¹⁾	669032	681132	83	110	11	26	19,5	48,9	61	72	70	55	YET 207	0,85	615692			
40*	SHCF 208 C	62449	651422	681142	83	110	11	26	19	51,7	66	80	78	65	YET 208	1,07	600892			
45*	SHCF 209 C	686652 ¹⁾	686732	686812	102	131	11	30	23	56	73	85	83	75	YET 209	1,29	686992			
50*	SHCF 210 C	686662 ¹⁾	686742	686822	102	131	11	30	23	56	73	90	88	80	YET 210	1,39	687002			

Código para pedido = B0000 + Code

* = Versión especial.

¹⁾ = Brida sólida.

²⁾ = Respeten los valores Df máx. / Df mín. para evitar que se salga el retén y permitir el escape de aire durante el reengrase.

Confección : 6 piezas.

● Mejor elección

● Standard

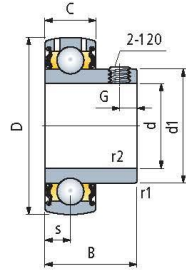
● A petición

Rodamientos

Rodamientos con fijación mediante tornillo prisioneros

Sometidos a engrase inicial con grasa al litio/calcio de larga vida • Reengrasable.

Serie YAT

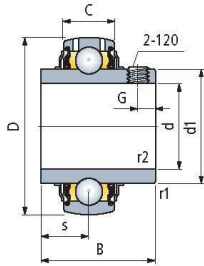


d mm	Tipo rodamiento	Dimensiones en mm						Coeficiente de carga				
		d1	D	B	C	s	G	r1, r2 min.	Pasadores de fijación	dín. ¹⁾ C N	estát. Co N	Peso Kg
17	YAT 203	24,2	40	22,1	12	6,2	4	0,3	M6x0,75	9500	4750	0,07
20	YAT 204	28,2	47	25,5	14	7,2	4,5	0,6	M6x0,75	12700	6550	0,11
25	YAT 205	33,7	52	27,2	15	7,7	5	0,6	M6x0,75	14000	7800	0,14
30	YAT 206	39,7	62	30,2	18	9,2	5	0,6	M6x0,75	19500	11200	0,23
35	YAT 207	46,1	72	33	19	9,7	6	1	M6x0,75	25500	15300	0,31
40	YAT 208	51,8	80	36	21	10,7	8	1	M6x0,75	30700	19000	0,43
45	YAT 209	56,8	85	37	22	11,2	7	1	M6x0,75	33200	21600	0,48
50	YAT 210	62,5	90	38,8	22	11,2	8	1	M8x1	35100	23200	0,54

Acero al cromo.

¹⁾ = Valores válidos para aplicaciones en ejes con tolerancia de elaboración ≤ h 6. En los demás casos multiplicar el valor por 0,77.

Serie YAR 2F

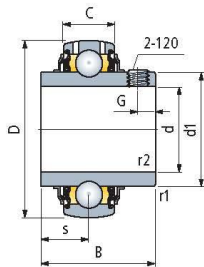


d mm	Tipo rodamiento	Dimensiones en mm						Coeficiente de carga				
		d1	D	B	C	s	G	r1, r2 min.	Pasadores de fijación	dín. ¹⁾ C N	estát. Co N	Peso Kg
17	YAR 203 2F	24,2	40	27,4	12	11,5	3,5	0,3	M6x0,75	9500	4750	0,09
20	YAR 204 2F	28,2	47	31	14	12,7	4,5	0,6	M6x0,75	12700	6550	0,14
25	YAR 205 2F	33,7	52	34,1	15	14,3	5	0,6	M6x0,75	14000	7800	0,17
30	YAR 206 2F	39,7	62	38,1	18	15,9	5	0,6	M6x0,75	19500	11200	0,28
35	YAR 207 2F	46,1	72	42,9	19	17,5	6	1	M6x0,75	25500	15300	0,41
40	YAR 208 2F	51,8	80	49,2	21	19	8	1	M8x1	30700	19000	0,55
45	YAR 209 2F	56,8	85	49,2	22	19	8	1	M8x1	33200	21600	0,60
50	YAR 210 2F	62,5	90	51,6	22	19	9	1	M10x1	35100	23200	0,69

Acero al cromo.

¹⁾ = Valores válidos para aplicaciones en ejes con tolerancia de elaboración ≤ h 6. En los demás casos multiplicar el valor por 0,77.

Serie YAR 2RF acero inox



d mm	Tipo rodamiento	Dimensiones en mm						Coeficiente de carga				
		d1	D	B	C	s	G	r1, r2 min.	Pasadores de fijación	dín. ¹⁾ C N	estát. Co N	Peso Kg
20	YAR 204 2RF	28,2	47	31	14	12,7	4,5	0,6	M6x0,75	10800	6550	0,14
25	YAR 205 2RF	33,7	52	34,1	15	14,3	5	0,6	M6x0,75	11900	7800	0,18
30	YAR 206 2RF	39,7	62	38,1	18	15,9	5	0,6	M6x0,75	16250	11200	0,29
35	YAR 207 2RF	46,1	72	42,9	19	17,5	6	1	M6x0,75	21600	15300	0,42
40	YAR 208 2RF	51,8	80	49,2	21	19	8	1	M8x1	26000	19000	0,56

Acero inoxidable AISI 420.

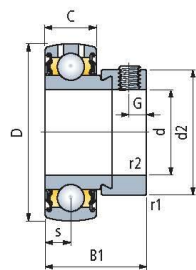
¹⁾ = Valores válidos para aplicaciones en ejes con tolerancia de elaboración ≤ h 6. En los demás casos multiplicar el valor por 0,77.

Rodamientos con fijación mediante collarín excéntrico

Sometidos a engrase inicial con grasa al litio/calcio de larga vida • Reengrasable

- Mayor resistencia a las vibraciones • Idóneos para aquellas aplicaciones en las que el sentido de trabajo del árbol es unidireccional (no se puede invertir el sentido de rotación)
- La fijación se obtiene girando el collarín excéntrico. El apriete del pasador de réten impide al collar la inversión del sentido de rotación (aflojamiento).

Serie YET



d mm	Tipo rodamiento	Dimensiones en mm						Coeficiente de carga				
		d2	D	B1	C	s	G	r1, r2 min.	Pasadores de fijación	dín. ¹⁾ C N	estát. Co N	Peso Kg
17	YET 203	28,6	40	28,6	12	6,5	4,75	0,3	M6x0,75	9500	4750	0,10
20	YET 204	33	47	31	14	7,5	5	0,6	M6x0,75	12700	6550	0,16
25	YET 205	37,4	52	31	15	7,5	5	0,6	M6x0,75	14000	7800	0,18
30	YET 206	44,2	62	35,7	18	9,0	6	0,6	M8x1	19500	11200	0,30
35	YET 207	55,6	72	38,9	19	9,5	7	1	M10x1,25	25500	15300	0,49
40	YET 208	60,3	80	43,7	21	11	7	1	M10x1,25	30700	19000	0,62
45	YET 209	63,5	85	43,7	22	11	6,75	1	M10x1	33200	21600	0,65
50	YET 210	67,5	90	43,7	22	11	6,75	1	M10x1	35100	23200	0,70

Acero al cromo.

¹⁾ = Valores válidos para aplicaciones en ejes con tolerancia de elaboración ≤ h 6. En los demás casos multiplicar el valor por 0,77.

Elementos de cálculo

Selección del tamaño de un rodamiento

El tamaño de un rodamiento destinado a una cierta aplicación, debería elegirse en base a su capacidad de carga respecto de las cargas que debe soportar y de las exigencias relativas a la duración de vida y seguridad de funcionamiento. Sin embargo, en la mayoría de los casos, el factor que determina la selección del tamaño de un rodamiento es el eje, cuyo diámetro ha sido ya preestablecido por el proyecto de la máquina.

Procedimiento de cálculo de los soportes autoalineantes

El procedimiento de cálculo de los soportes autoalineantes, consiste en controlar que la duración de funcionamiento del rodamiento sea satisfactoria:

- 1) Se calcula la vida nominal según las fórmulas que aparecen abajo, teniendo en cuenta el tipo de esfuerzo al que está sometido el rodamiento.
- 2) La vida nominal del rodamiento deberá ser conforme a los valores previstos de la duración del producto que se indican en la Tabla 1 que aparece abajo.

Duración del producto

Para la elección del tamaño del rodamiento es indispensable saber la duración de vida apropiada para la aplicación específica a la que está destinado. Dicha duración depende del tipo de máquina, de las horas de funcionamiento diarias/ anuales y de las exigencias de seguridad de funcionamiento. A falta de experiencia práctica, en la Tabla 1 se han indicado los valores orientativos de la duración de vida que se aconsejan para varias aplicaciones.

Tabla 1 - Valores orientativos de la duración de vida L_{10h}

Tipo de máquina	Duración de vida L_{10h} horas
Máquinas que trabajan ocasionalmente	4000 ÷ 8000
Máquinas que funcionan 8 horas al día no completamente utilizadas	10000 ÷ 20000
Máquinas que funcionan 8 horas al día completamente utilizadas	20000 ÷ 30000
Máquinas que funcionan 24 horas al día	40000 ÷ 80000

Rodamientos sometidos a esfuerzo dinámico

Sufren un esfuerzo dinámico los rodamientos que giran bajo carga (o bien, un anillo del rodamiento cumple una rotación respecto al otro). En la mayor parte de los casos, los soportes autoalineantes están sometidos a un esfuerzo dinámico.

Fórmula de cálculo de la duración nominal

Por vida de funcionamiento de un rodamiento se desprende el número de revoluciones o el número de horas que el rodamiento puede alcanzar, antes de que se presenten los primeros signos de fatiga del material (exfoliación o erosiones de los anillos/elementos rodantes).

El procedimiento de cálculo de la duración nominal es válido para todos los tipos de rodamiento:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^3 \text{ Vida en millones de revoluciones.}$$

Cuando los rodamientos giran a una velocidad constante resulta más práctico calcular la duración en horas:

$$L_{10h} = \frac{16666}{n} \cdot \left(\frac{C}{P} \right)^3 \text{ Vida en horas.}$$

L_{10} = vida en millones de revoluciones.

L_{10h} = vida en horas.

C = coeficiente de carga dinámica (N). Los valores aparecen representados en las tablas de las dimensiones de los soportes.

P = carga dinámica equivalente (N). Véanse las fórmulas de cálculo en la tabla 2.

n = número de revoluciones (r.p.m.).

Vida útil





En la mayoría de los casos para los rodamientos de los soportes autoalineantes basta calcular la vida L_{10} ó L_{10h} según las fórmulas anteriormente mencionadas. Gracias a la nueva teoría de la vida se puede calcular una vida correcta que tenga en cuenta en los cálculos, la influencia de la lubricación y la contaminación por parte de partículas sólidas así como la carga límite de fatiga P_u (los valores aparecen representados en las tablas de los rodamientos).

Para el cálculo de la vida útil, soliciten la asistencia de la oficina técnica comercial.

Elementos de cálculo

■ Cálculo de la carga dinámica equivalente P

Tabla 2 - Fórmulas de cálculo de la carga dinámica equivalente P

Serie rodamiento	Dirección de la carga que pesa sobre el rodamiento	Fórmula de cálculo de la carga dinámica equivalente P (N)
YAT YET YAR 2F YAR 2RF		$P = Fr$
		$P = X \cdot Fr + Y \cdot Fa$
1200		$P = Fr$
		$P = Fr + Y1 \cdot Fa$ con $\frac{Fa}{Fr} \leq e1$ $P = 0,65 \cdot Fr + Y2 \cdot Fa$ con $\frac{Fa}{Fr} > e1$

P = carga dinámica equivalente (N).
 Fr = carga radial sobre el rodamiento (N).
 Fa = carga axial sobre el rodamiento (N).
 x, Y = factores de carga. Véase tabla 3.
 e1, Y1, Y2 = factores. Véase tabla 4.

Tabla 3 - Factores de carga x, y

Relación $\frac{Fa}{Co}$	e	Con: $\frac{Fa}{Fr} \leq e$		Con: $\frac{Fa}{Fr} > e$	
		x	y	x	y
0,025	0,22	1	0	0,56	2
0,04	0,24	1	0	0,56	1,8
0,07	0,27	1	0	0,56	1,6
0,13	0,31	1	0	0,56	1,4
0,25	0,37	1	0	0,56	1,2
0,5	0,44	1	0	0,56	1

Tabla 4 - Factores e1, Y1, Y2, Yo

\varnothing agujero rodamiento mm	Factores e1, Y1, Y2, Yo			
	e1	Y1	Y2	Yo
20	0,30	2,1	3,3	2,2
25	0,28	2,2	3,5	2,5
30	0,25	2,5	3,9	2,5
35	0,23	2,7	4,2	2,8
40	0,22	2,9	4,5	2,8

Co = Coeficiente de carga estática (N).
 Los valores aparecen representados en las tablas de las dimensiones de los soportes.

■ Coeficientes relativos a las condiciones de funcionamiento

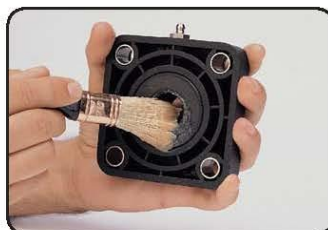
Quando se calcula la vida de un rodamiento, debería ser habitual incluir los coeficientes relativos a las condiciones de funcionamiento para tener en cuenta las variaciones de carga que se verifican durante el trabajo. Los coeficientes que se presentan a continuación se proporcionan en concepto de indicación en base a la experiencia.

Con cargas fijas / choques ligeros : multipliquen la carga dinámica equivalente P por : 1,2 ÷ 1,5
 Con cargas de choque moderados : multipliquen la carga dinámica equivalente P por : 1,7 ÷ 2,0

Montaje

■ Recomendaciones de montaje

- 1 - En los soportes de estanqueidad, engrasen los retenes de estanqueidad para evitar el funcionamiento en seco durante las primeras revoluciones del eje. Llenar de grasa el espacio situado entre los dos rebordes de estanqueidad.
- 2 - En todos los casos fijar en primer lugar la brida luego, apretar el rodamiento. Observando esta precaución el rodamiento asume en el eje la posición correcta sin que se produzcan cargas axiales previas. Apretar los tornillos diagonalmente (par máx. de apriete aconsejado con tornillos M10 = 5 kgm).



■ Fijación de los rodamientos mediante tornillos prisioneros

- 3 - En la tabla aparecen indicadas los pares máximos aconsejados de apriete de los pasadores y los tamaños de las llaves para cabezas huecas que deben emplearse.



Ø Agujero rodamiento mm	Tamaño llave para cabeza hueca - mm		Par máximo apriete Nm		
	Rodamientos YAT - YAR	Rodamientos YET	Rodamientos YAT - YAR	Rodamientos YAT - YAR	Rodamientos YET
17	3	3	3	4	4
20	3	3	3	4	4
25	3	3	3	4	4
30	3	3	4	4	4
35	3	3	5	4	4
40	3	3	5	4	4
45	3	4	5	4	6,5
50	4	5	5	6,5	16,5

■ Fijación de los rodamientos mediante collarin excéntrico

- 4 - Apretar el collarin excéntrico con un punzón, girando en el sentido de rotación del eje.
- 5 - Apretar a mano el pasador roscado. El tamaño de la llave para cabeza hueca y los valores aconsejados del par de apriete aparecen indicados en la tabla anterior (ref rodamientos YET).



■ Montaje / desmontaje de las tapas de protección

- 6 - Montaje. En las tapas abiertas engrasar el retén de estanqueidad para evitar el funcionamiento en seco durante las primeras revoluciones del eje. Llenar de grasa el espacio situado entre los dos rebordes de estanqueidad. El montaje se produce por resorte y exige un golpe suave con un martillo.
- 7 - Desmontaje. Introducir en la ranura correspondiente la punta de un destornillador y hacer palanca hacia el exterior.



Anexo C. Catálogo técnico: ERHSA, Acoplamientos elásticos

ACOPLAMIENTOS ELASTICOS

selección · dimensiones · mantenimiento



CRITERIOS DE SELECCION



COMO DIMENSIONAR CORRECTAMENTE UN ACOPLAMIENTO

Primero se debe determinar cual es el torque o par a transmitir por el elemento. En general esta tarea resulta sencilla conociendo los datos del equipo motriz (motor eléctrico, motor de combustión interna, etc.) y el tipo de máquina accionada.

Cálculo del torque:

$$Mt \text{ (Nm)} = \frac{7026 \times N \text{ (HP)} \times Fs}{n \text{ (r.p.m.)}}$$

Donde:

- Mt: Es el momento torsor expresado en Nm.
- N: Es la potencia que deberá transmitir el acoplamiento expresada en Hp.
- Fs: Es el factor de servicio seleccionado en función de la máquina motriz y la conducida.
- n: Número de rpm a las cuales girará el acoplamiento.

En el cálculo interviene el factor de servicio que se obtiene en función del tipo de máquina a acoplar, el tipo de máquina motriz y las horas diarias de funcionamiento.

El acoplamiento seleccionado, deberá tener como mínimo, una capacidad de transmisión nominal igual o superior a la calculada.

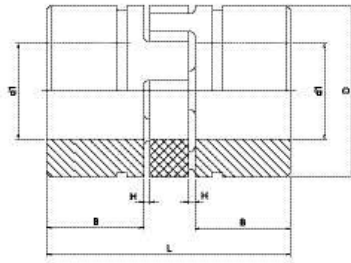
FACTORES DE SERVICIO:

MAQUINA MOTRIZ	DURACION DIARIA DE FUNCIONAMIENTO	FACTOR SEGUN TIPO DE CARGA (máquina conducida)		
		UNIFORME	GOLPES MODERADOS	GOLPES FUERTES
MOTOR ELECTRICO	DE 1-3 HORAS	1	1.5	2
	HASTA 10 HORAS	1.5	2	2.5
	24 HORAS	1.75	2.5	3
MOTOR DE COMBUSTION INTERNA 4-6 CILINDROS	DE 1-3 HORAS	1.5	1.75	2
	HASTA 10 HORAS	1.75	2	2.5
	24 HORAS	2	2.5	3
MOTOR DE COMBUSTION INTERNA 1-3 CILINDROS	DE 1-3 HORAS	1.75	2	2.5
	HASTA 10 HORAS	2	2.5	3
	24 HORAS	2.5	3	3.5

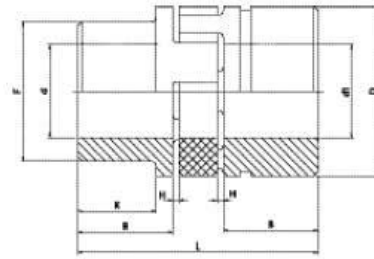
Una vez determinado el momento a transmitir, se deberá elegir el tipo de acople más adecuado para cada aplicación. Para simplificar la selección, se ilustran, en la siguiente tabla, algunas de las propiedades fundamentales de cada línea.

DIMENSIONES

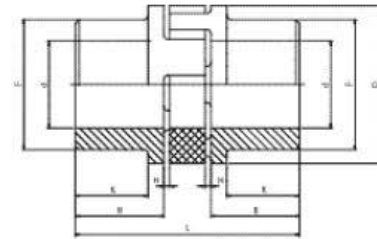
F/L



TIPO 1a/1a



TIPO 1/1a



TIPO 1/1

Acoplamiento elástico F/L

Este acoplamiento consta de una estrella de elastómero contenida por 2 cubos metálicos.

Es económico, absorbe vibraciones y es libre de mantenimiento.

MODELO	CAPACIDAD				DIMENSIONES (mm)									Tipo
	n_{max} RPM	M_{nom} HP/RPM	M_t Nm	Peso kg	$d1$ max	$d2$ max	D	B	F	H	K	L		
FL 19/24	14000	0.0015	10	0.33	24	-	40	25	-	2	-	66	1a/1a	
FL 24/28	10500	0.0036	25	0.65	28	-	55	30	-	2	-	78	1a/1a	
FL 28/38	8500	0.0065	46	1.2	38	-	65	35	-	2.5	-	90	1a/1a	
FL 38/45	7100	0.013	93	2.3	45	38	80	45	65	3	37	114	1/1a	
FL 42/55	6000	0.020	140	3.6	55	42	95	50	75	3	40	126	1/1a	
FL 48/60	5600	0.027	190	4.8	60	48	105	56	85	3.5	45	140	1/1a	
FL 55/70	4750	0.034	240	7.4	70	55	120	66	98	4	52	160	1/1a	
FL 65/75	4250	0.045	320	11	75	65	135	75	115	4.5	61	185	1/1a	
FL 75/90	3650	0.077	540	18	90	75	160	85	135	5	69	210	1/1a	
FL 90/100	2800	0.170	1200	30	100	90	200	100	160	5.5	81	245	1/1a	
FL 38	7100	0.013	93	2	-	38	80	45	65	3	37	114	1/1	
FL 42	6000	0.020	140	3.2	-	42	95	50	75	3	40	126	1/1	
FL 48	5600	0.027	190	4.4	-	48	105	56	85	3.5	45	140	1/1	
FL 55	4750	0.034	240	6.7	-	55	120	66	98	4	52	160	1/1	
FL 65	4250	0.045	320	10	-	65	135	75	115	4.5	61	185	1/1	
FL 75	3650	0.077	540	16	-	75	160	85	135	5	69	210	1/1	
FL 90	2800	0.170	1200	27.5	-	90	200	100	160	5.5	81	245	1/1	

Anexo D. Encuestas de satisfacción de la mesa de trabajo

①

ENCUESTA MESA DE TRABAJO ACTUAL

1. Describa su función de trabajo

yo selecciono las botellas que pueden ser envasadas y las coloco en el transportador. cuando se llenan de Saco en canastas de la línea.

2. ¿Considera que debe realizar esfuerzo extra al desempeñar sus labores diarias? ¿Qué clase de esfuerzo?

Si, debo levantar mucho peso

3. ¿Cómo califica el esfuerzo que debe realizar diariamente en sus funciones laborales?

Bajo

Medio

Alto

4. ¿En cuánto tiempo se agota físicamente cuando está trabajando?

Antes de dos horas

De dos a 7 horas

Más de 7 horas

5. En caso de sentir cansancio en su horario laboral, ¿Qué solución propone para eliminar el cansancio que siente por las labores asignadas?

Un lugar de trabajo más cómodo.

6. ¿En qué rango su salud se ha visto afectada por el esfuerzo que realiza en su trabajo?

Nada

Medio

①

Alto ____

7. ¿Las condiciones de ambiente de su puesto de trabajo son óptimas para laborar?

Si

No ____

8. ¿Considera que las tareas que usted debe desempeñar son para ser realizadas por un solo operario?

Si ____

No

9. ¿Siente que el agotamiento físico afecta su desempeño?

Si

No ____

Nota: Encuesta realizada por LINA MARCELA TORRES GÓMEZ y JOSE DAVID LOZANO, estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

①

ENCUESTA MESA DE TRABAJO DISEÑADA

1. ¿Considera que debe realizar esfuerzo extra al desempeñar sus labores diarias? ¿Qué clase de esfuerzo?

Selecciono las botellas que sirven y las coloco en el transportador.

2. ¿Cómo califica el esfuerzo que debe realizar diariamente en sus funciones laborales?

Bajo

Medio

Alto

3. ¿Se agotó físicamente el tiempo que estuvo trabajando?

Si

No

4. ¿En qué rango su salud se ha visto afectada por el esfuerzo que realiza en su trabajo?

Nada

Medio

Alto

5. ¿Considera que las tareas que usted debe desempeñar son para ser realizadas por un solo operario?

Si

No

Nota: Encuesta realizada por LINA MARCELA TORRES GÓMEZ y JOSE DAVID LOZANO, estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

2

ENCUESTA MESA DE TRABAJO ACTUAL

1. Describa su función de trabajo

Llevo las botellas del transportador de
acumulación de los inspectores al transportador
inferior o a las canastas para sacarlas

2. ¿Considera que debe realizar esfuerzo extra al desempeñar sus labores
diarias? ¿Qué clase de esfuerzo?

Si, cuando bajo las botellas al transportador
y cuando saco canastas

3. ¿Cómo califica el esfuerzo que debe realizar diariamente en sus funciones
laborales?

Bajo

Medio

Alto

4. ¿En cuánto tiempo se agota físicamente cuando está trabajando?

Antes de dos horas

De dos a 7 horas

Más de 7 horas

5. En caso de sentir cansancio en su horario laboral, ¿Qué solución propone para
eliminar el cansancio que siente por las labores asignadas?

No tener que moverme mucho para
realizar trabajo

6. ¿En qué rango su salud se ha visto afectada por el esfuerzo que realiza en su
trabajo?

Nada

Medio

2

Alto ____

7. ¿Las condiciones de ambiente de su puesto de trabajo son óptimas para laborar?

Si

No ____

8. ¿Considera que las tareas que usted debe desempeñar son para ser realizadas por un solo operario?

Si ____

No

9. ¿Siente que el agotamiento físico afecta su desempeño?

Si

No ____

Nota: Encuesta realizada por LINA MARCELA TORRES GÓMEZ y JOSE DAVID LOZANO, estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

2

ENCUESTA MESA DE TRABAJO DISEÑADA

1. ¿Considera que debe realizar esfuerzo extra al desempeñar sus labores diarias? ¿Qué clase de esfuerzo?

No mucho, solo inspeccionar botellas
y colocarlas en el mismo lugar pero
otro transportador.

2. ¿Cómo califica el esfuerzo que debe realizar diariamente en sus funciones laborales?

Bajo

Medio

Alto

3. ¿Se agotó físicamente el tiempo que estuvo trabajando?

Si

No

4. ¿En qué rango su salud se ha visto afectada por el esfuerzo que realiza en su trabajo?

Nada

Medio

Alto

5. ¿Considera que las tareas que usted debe desempeñar son para ser realizadas por un solo operario?

Si

No

Nota: Encuesta realizada por LINA MARCELA TORRES GÓMEZ y JOSE DAVID LOZANO, estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

3

ENCUESTA MESA DE TRABAJO ACTUAL

1. Describa su función de trabajo

Coger las botellas que salen de los inspectores y
las meto en canastas también las corro por debajo
de un transportador para que venga otro compañero y
se las lleve.

2. ¿Considera que debe realizar esfuerzo extra al desempeñar sus labores diarias? ¿Qué clase de esfuerzo?

Si porque es una labor muy repetitiva y a la
vez cansosa por la cantidad de botellas que toca
mover.

3. ¿Cómo califica el esfuerzo que debe realizar diariamente en sus funciones laborales?

Bajo

Medio

Alto

4. ¿En cuánto tiempo se agota físicamente cuando está trabajando?

Antes de dos horas

De dos a 7 horas

Más de 7 horas

5. En caso de sentir cansancio en su horario laboral, ¿Qué solución propone para eliminar el cansancio que siente por las labores asignadas?

Trabajar en un mismo sitio y con tiempo para,
mi labor

6. ¿En qué rango su salud se ha visto afectada por el esfuerzo que realiza en su trabajo?

Nada

Medio

3

Alto ____

7. ¿Las condiciones de ambiente de su puesto de trabajo son óptimas para laborar?

Si ____

No ____

8. ¿Considera que las tareas que usted debe desempeñar son para ser realizadas por un solo operario?

Si ____

No ____

9. ¿Siente que el agotamiento físico afecta su desempeño?

Si ____

No ____

Nota: Encuesta realizada por LINA MARCELA TORRES GÓMEZ y JOSE DAVID LOZANO, estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

3

ENCUESTA MESA DE TRABAJO DISEÑADA

1. ¿Considera que debe realizar esfuerzo extra al desempeñar sus labores diarias? ¿Qué clase de esfuerzo?

No, el esfuerzo disminuyo totalmente

2. ¿Cómo califica el esfuerzo que debe realizar diariamente en sus funciones laborales?

Bajo

Medio

Alto

3. ¿Se agotó físicamente el tiempo que estuvo trabajando?

Si

No

4. ¿En qué rango su salud se ha visto afectada por el esfuerzo que realiza en su trabajo?

Nada

Medio

Alto


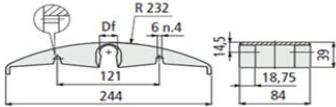

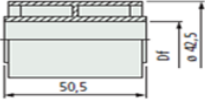
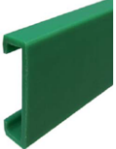
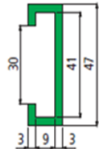

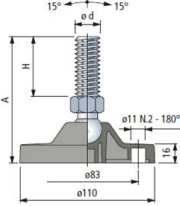

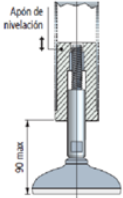
5. ¿Considera que las tareas que usted debe desempeñar son para ser realizadas por un solo operario?

Si

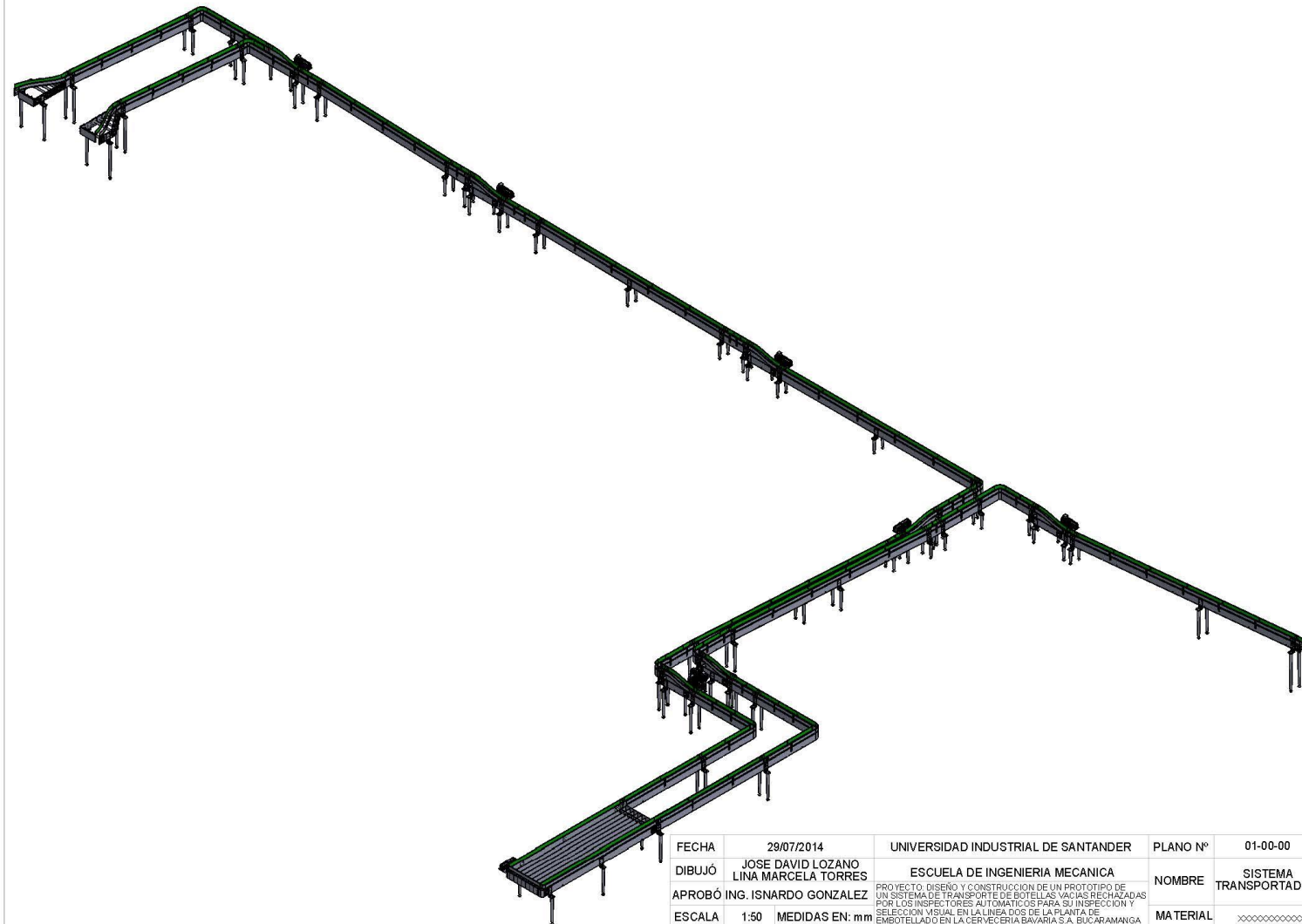
No

Nota: Encuesta realizada por LINA MARCELA TORRES GÓMEZ y JOSE DAVID LOZANO, estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander.

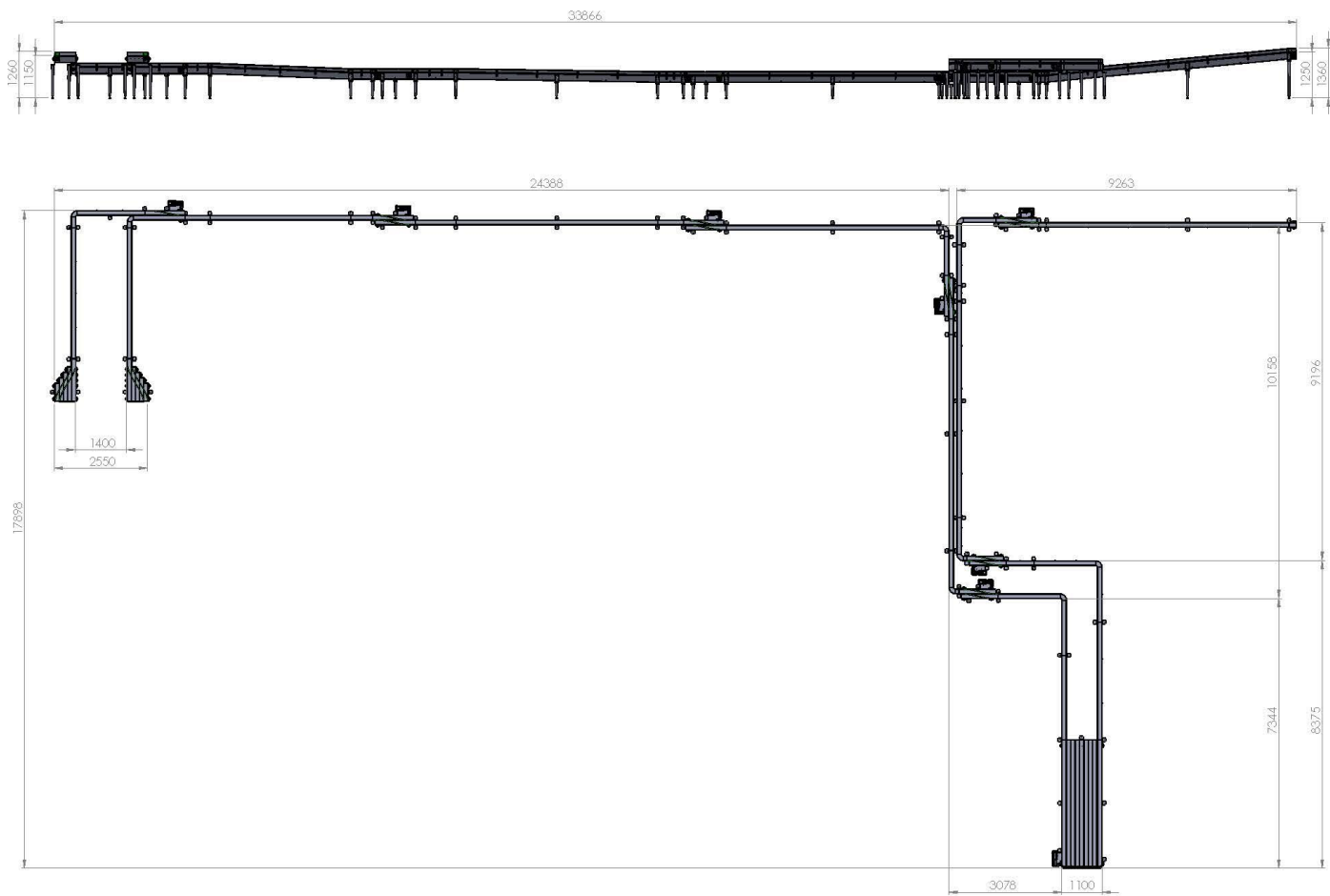
Anexo E. Tabla de selección de los elementos

PATIN TENSOR	S0153	684231N1		
RODILLO PARA RETORNO	S0421	63888		
GUIA LATERAL	S0539	689301		
ANCLAJE	R 0479	636271N		
CUERPO DEL ANCLAJE	R0773	611233		

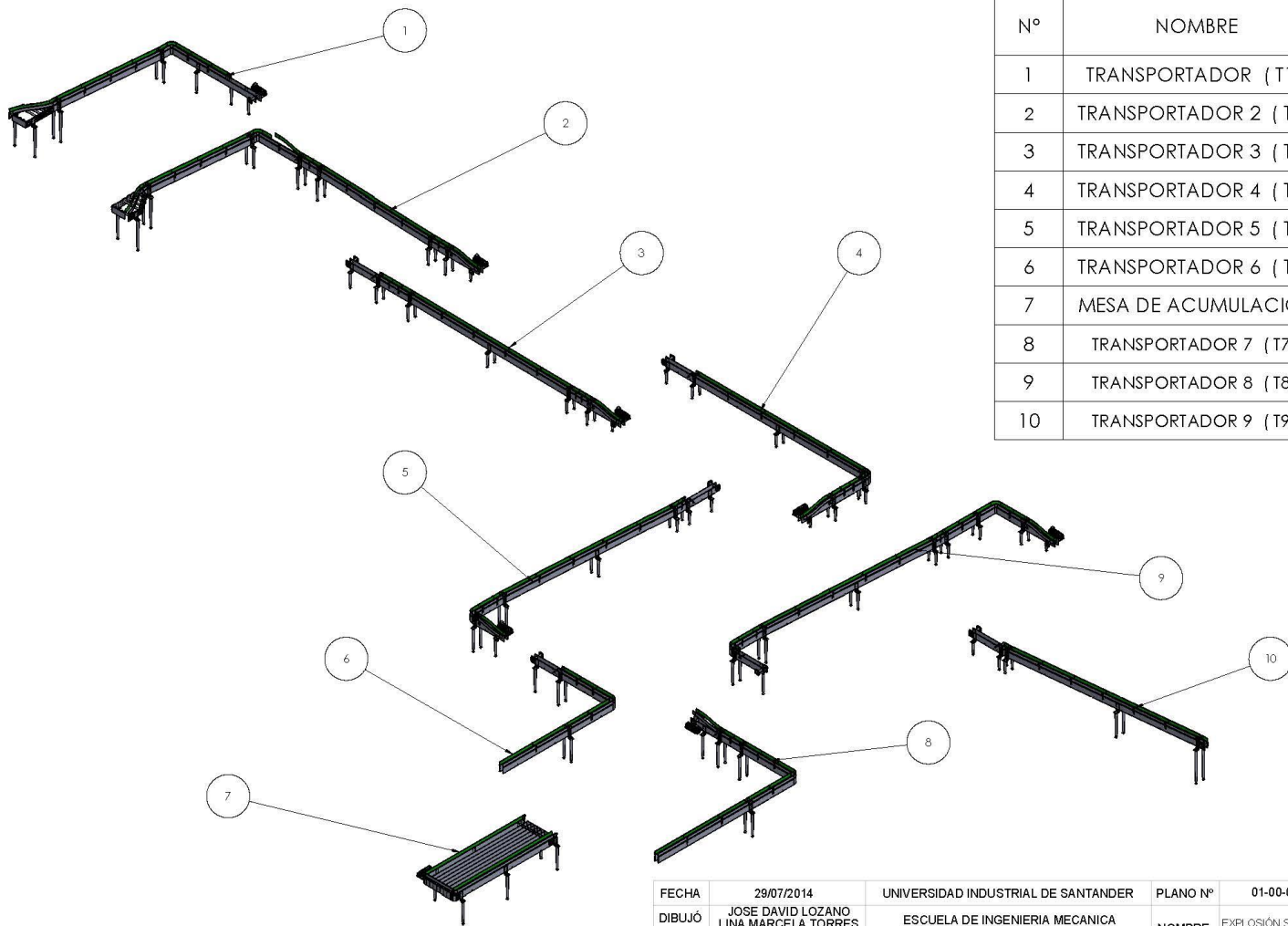
Anexo F. Planos



FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-00-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	SISTEMA TRANSPORTADOR
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VARIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:50	MEDIDAS EN: mm		

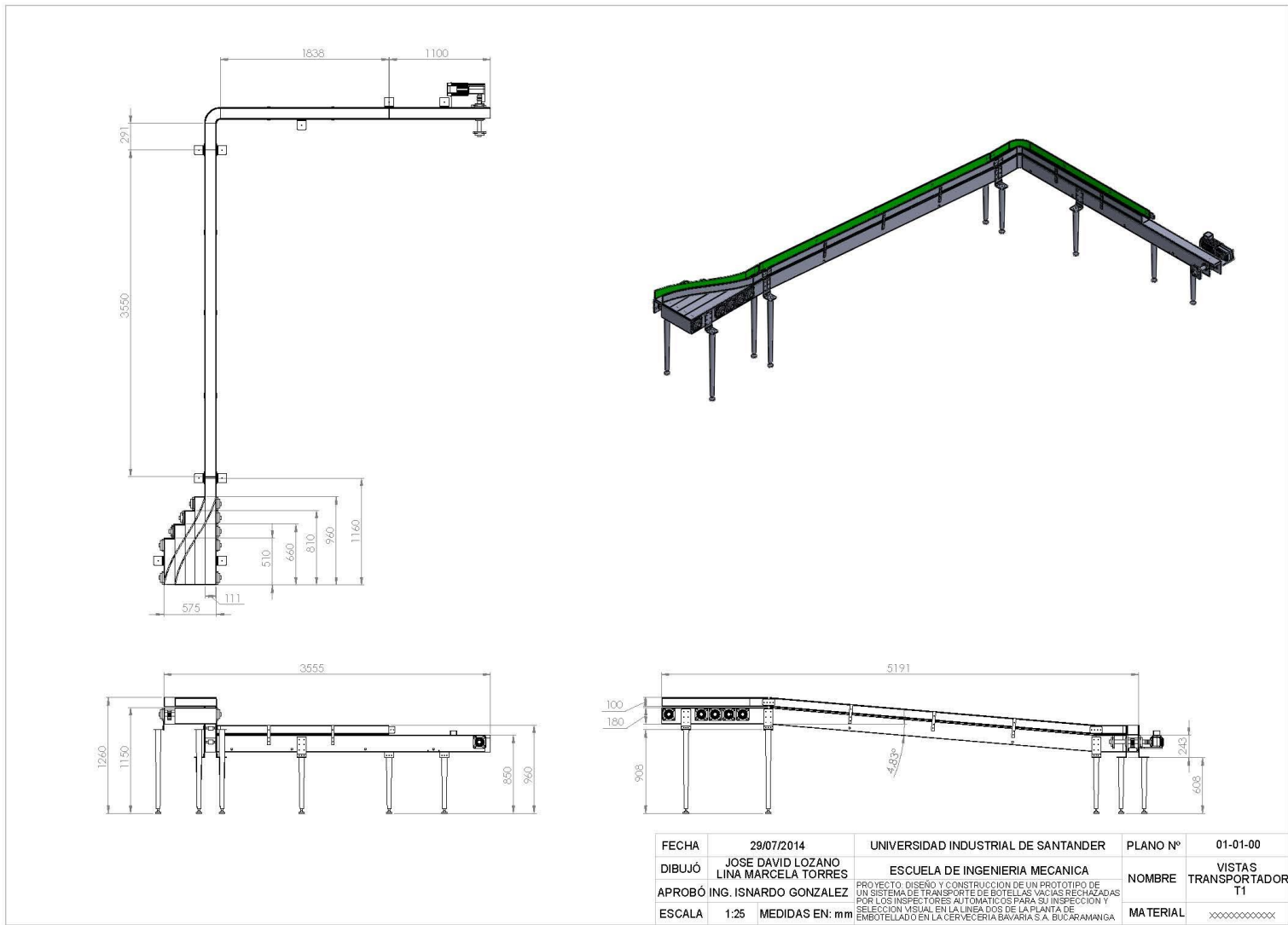


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-00-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS SISTEMA DE TRANSPORTE
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:70	MEDIDAS EN: mm		

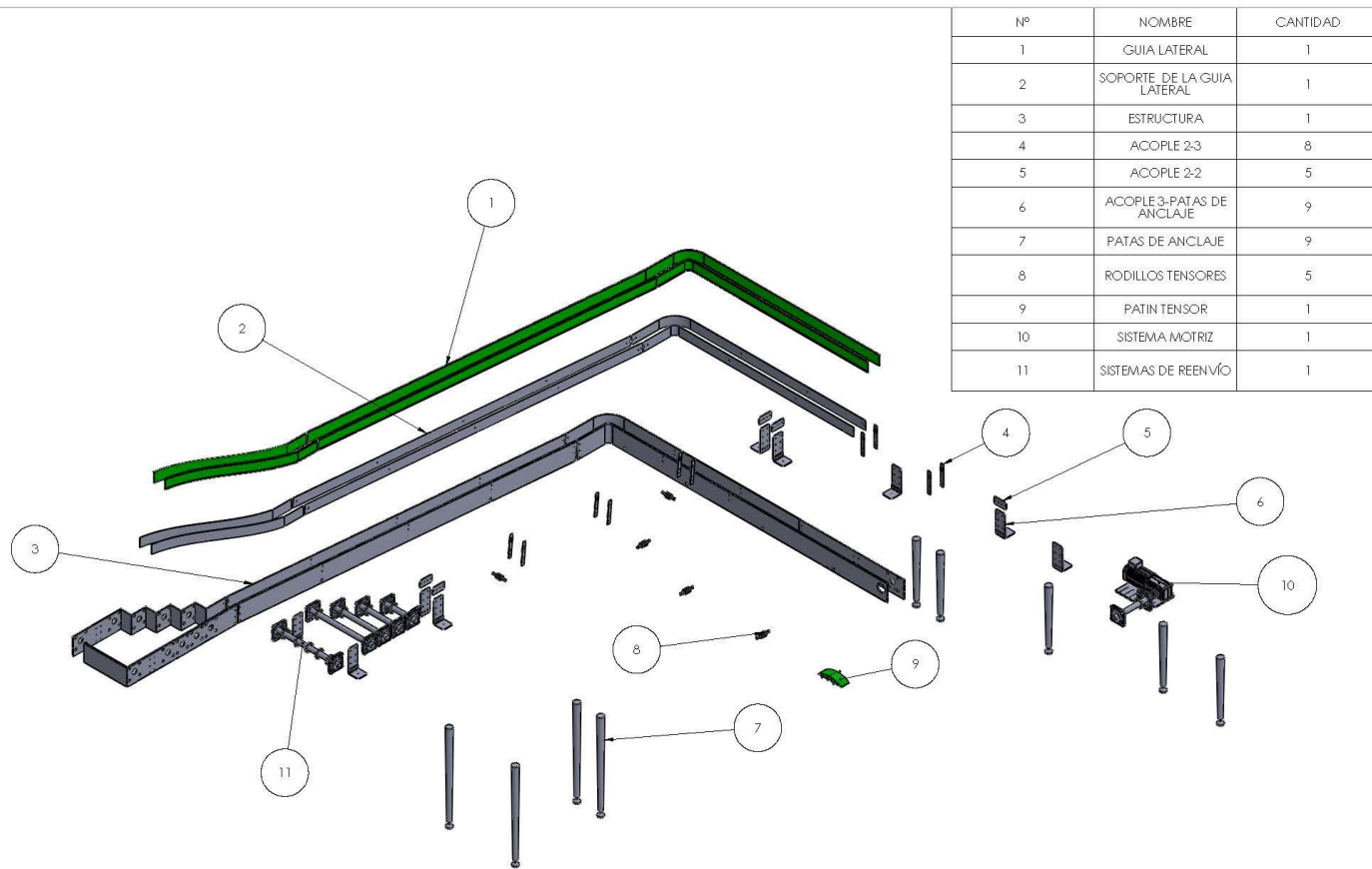


N°	NOMBRE
1	TRANSPORTADOR (T1)
2	TRANSPORTADOR 2 (T2)
3	TRANSPORTADOR 3 (T3)
4	TRANSPORTADOR 4 (T4)
5	TRANSPORTADOR 5 (T5)
6	TRANSPORTADOR 6 (T6)
7	MESA DE ACUMULACIÓN
8	TRANSPORTADOR 7 (T7)
9	TRANSPORTADOR 8 (T8)
10	TRANSPORTADOR 9 (T9)

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-00-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	EXPLOSIÓN SISTEMA TRANSPORTADOR
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIAS S.A. BUCARAMANGA		MATERIAL
ESCALA	1:60	MEDIDAS EN: mm		xxxxxxxxxxxx

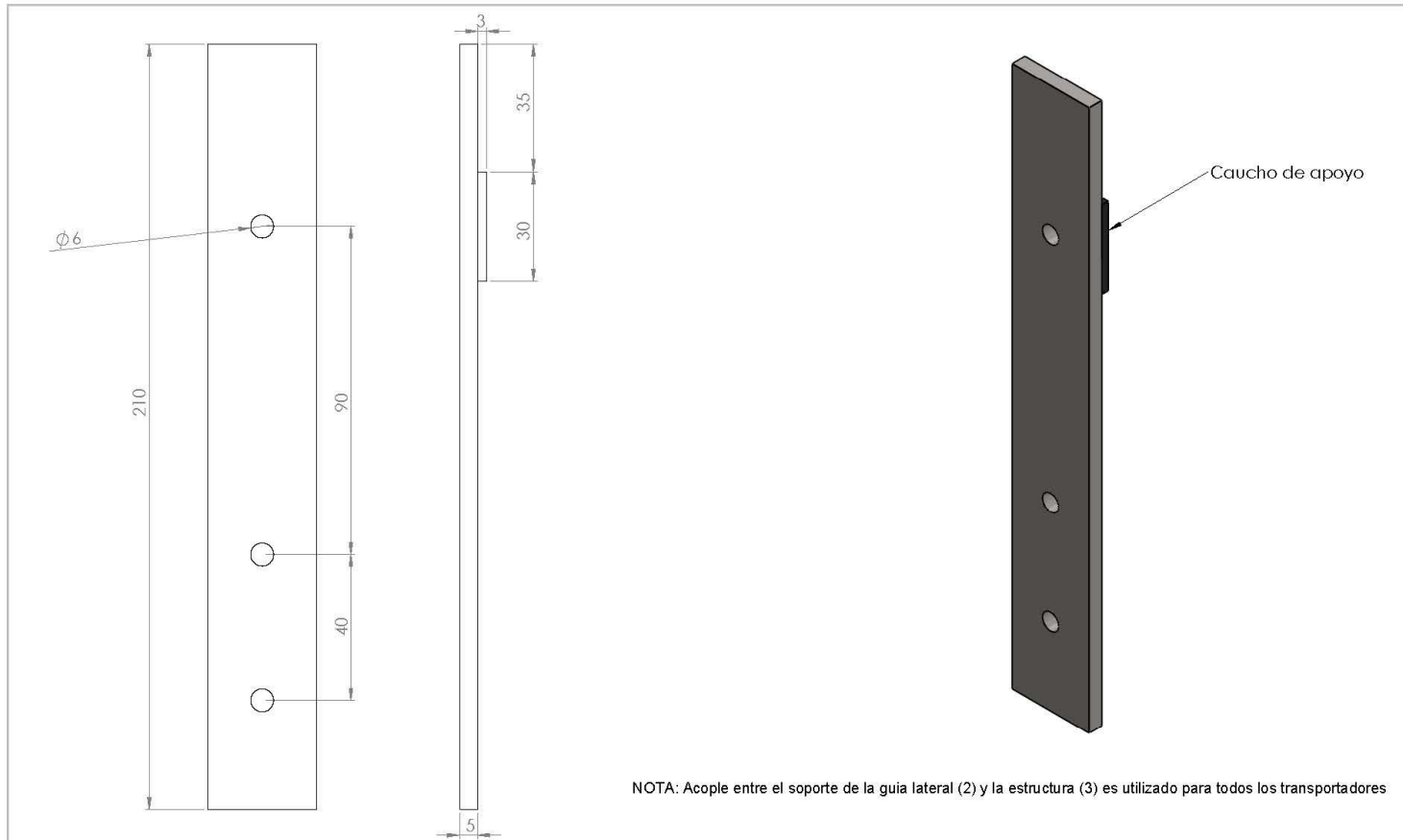


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-01-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS TRANSPORTADOR T1
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA		MATERIAL
ESCALA	1:25	MEDIDAS EN: mm		XXXXXXXXXX



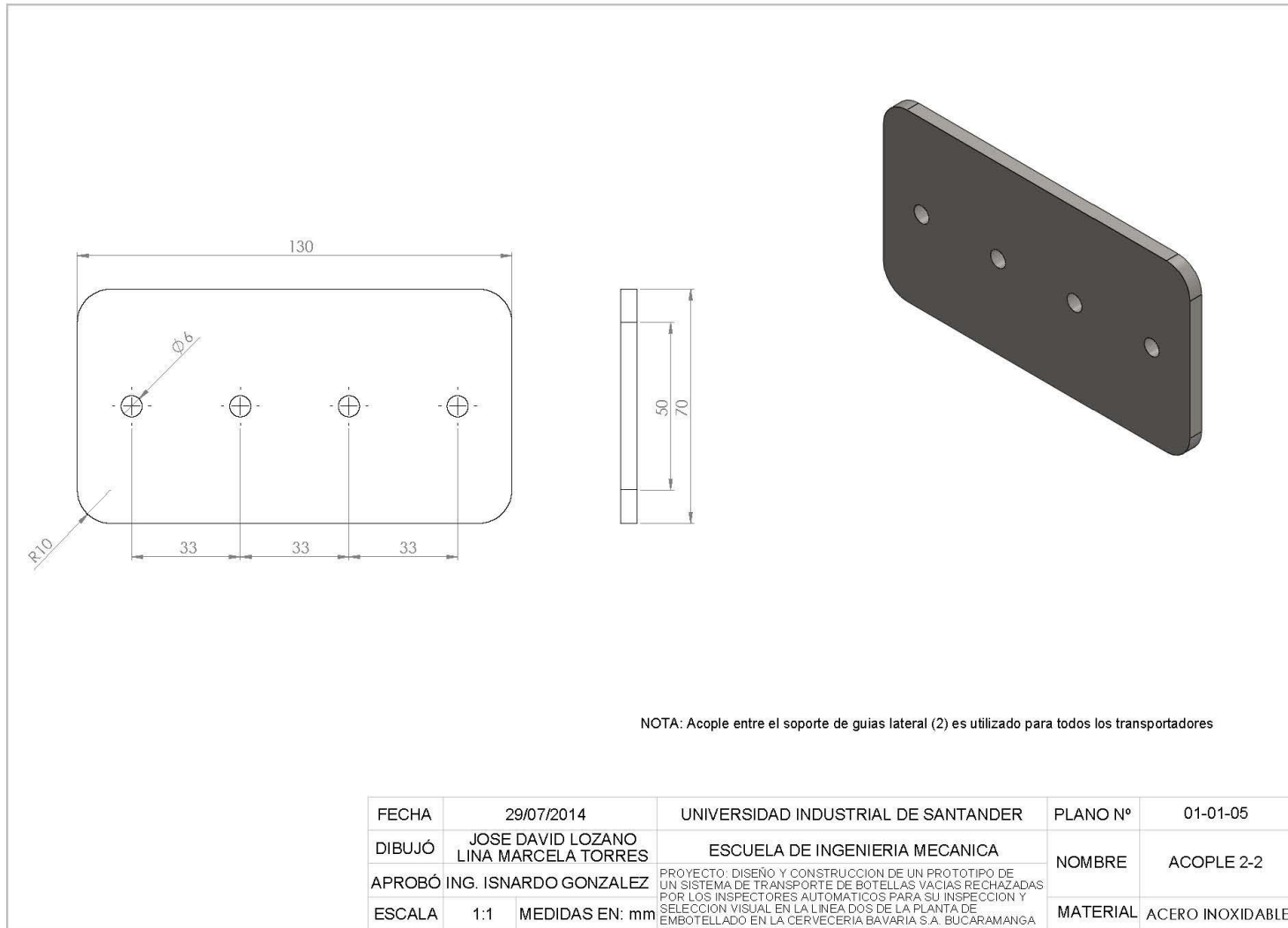
Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	8
5	ACOPLE 2-2	5
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	9
7	PATAS DE ANCLAJE	9
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	1
11	SISTEMAS DE REENVÍO	1

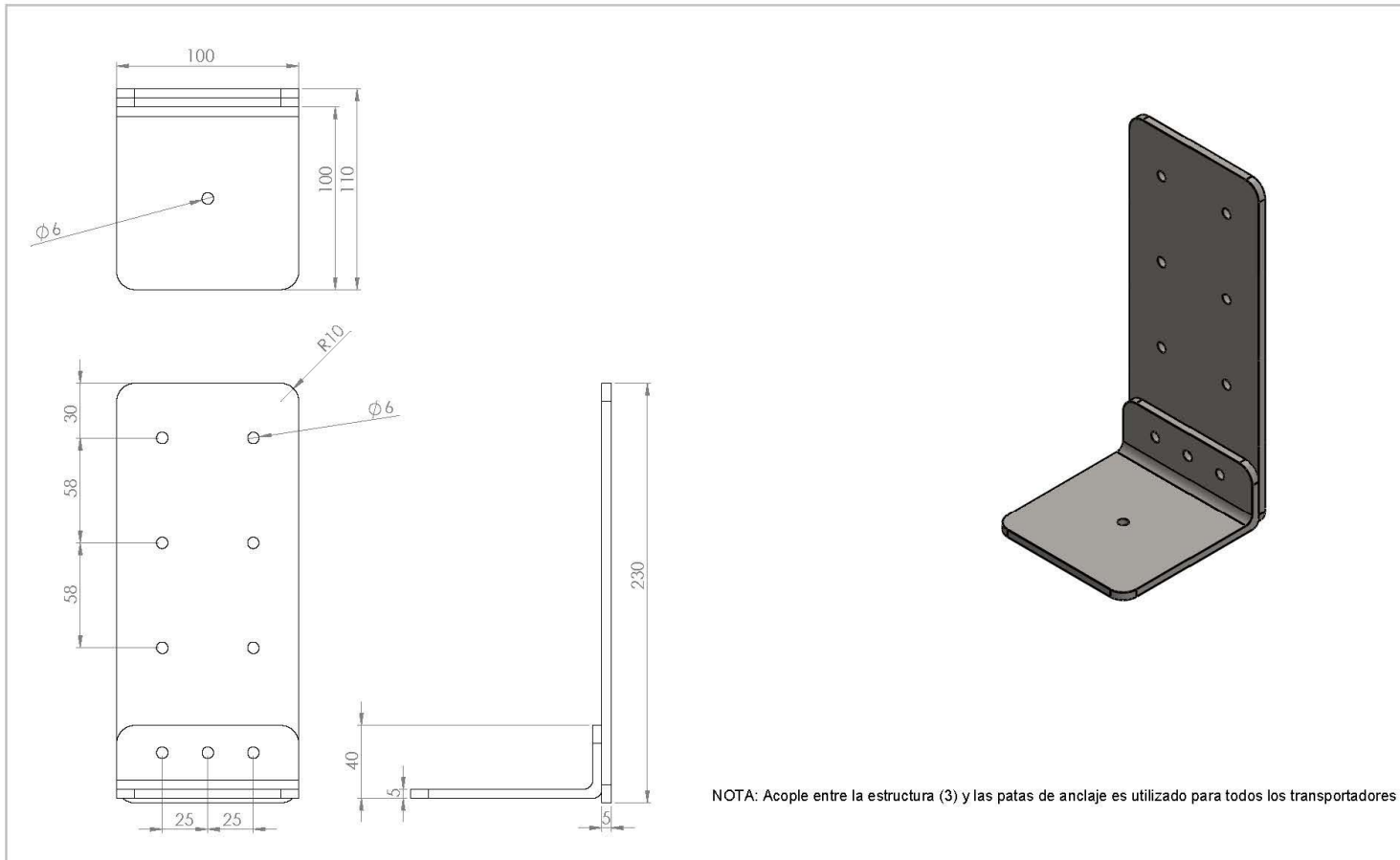
FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-01-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSION T1
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:20 MEDIDAS EN: mm			



NOTA: Acople entre el soporte de la guia lateral (2) y la estructura (3) es utilizado para todos los transportadores

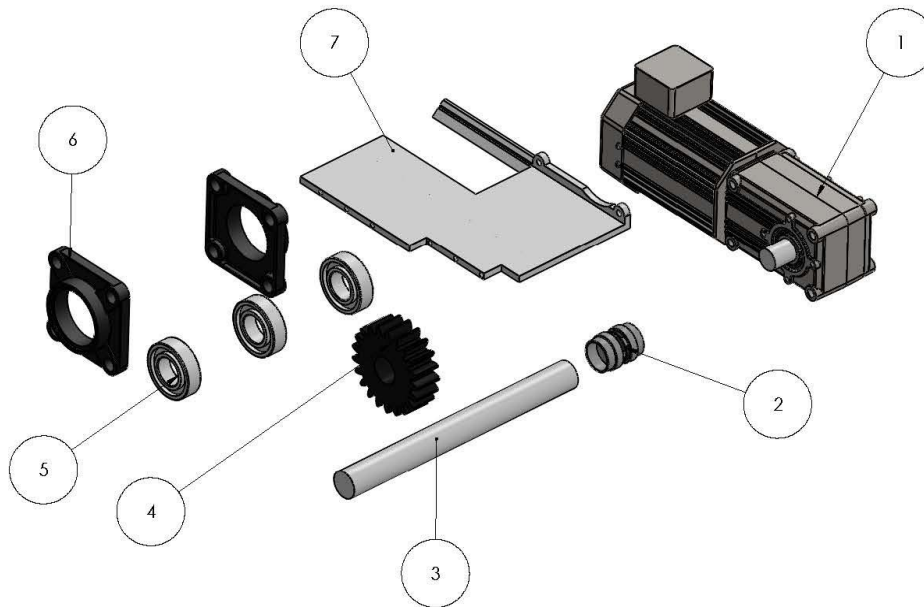
FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-01-04
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	ACOPLE 2-3
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	ACERO INOXIDABLE
ESCALA	1:1	MEDIDAS EN: mm		



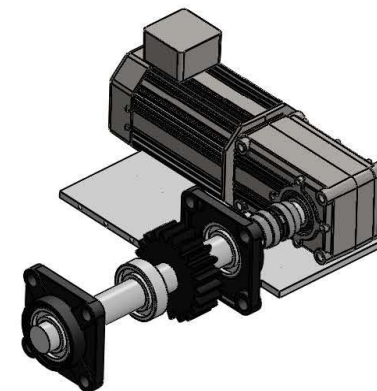


NOTA: Acople entre la estructura (3) y las patas de anclaje es utilizado para todos los transportadores

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-01-06
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMÁTICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	ACERO INOXIDABLE
ESCALA	1:2	MEDIDAS EN: mm		

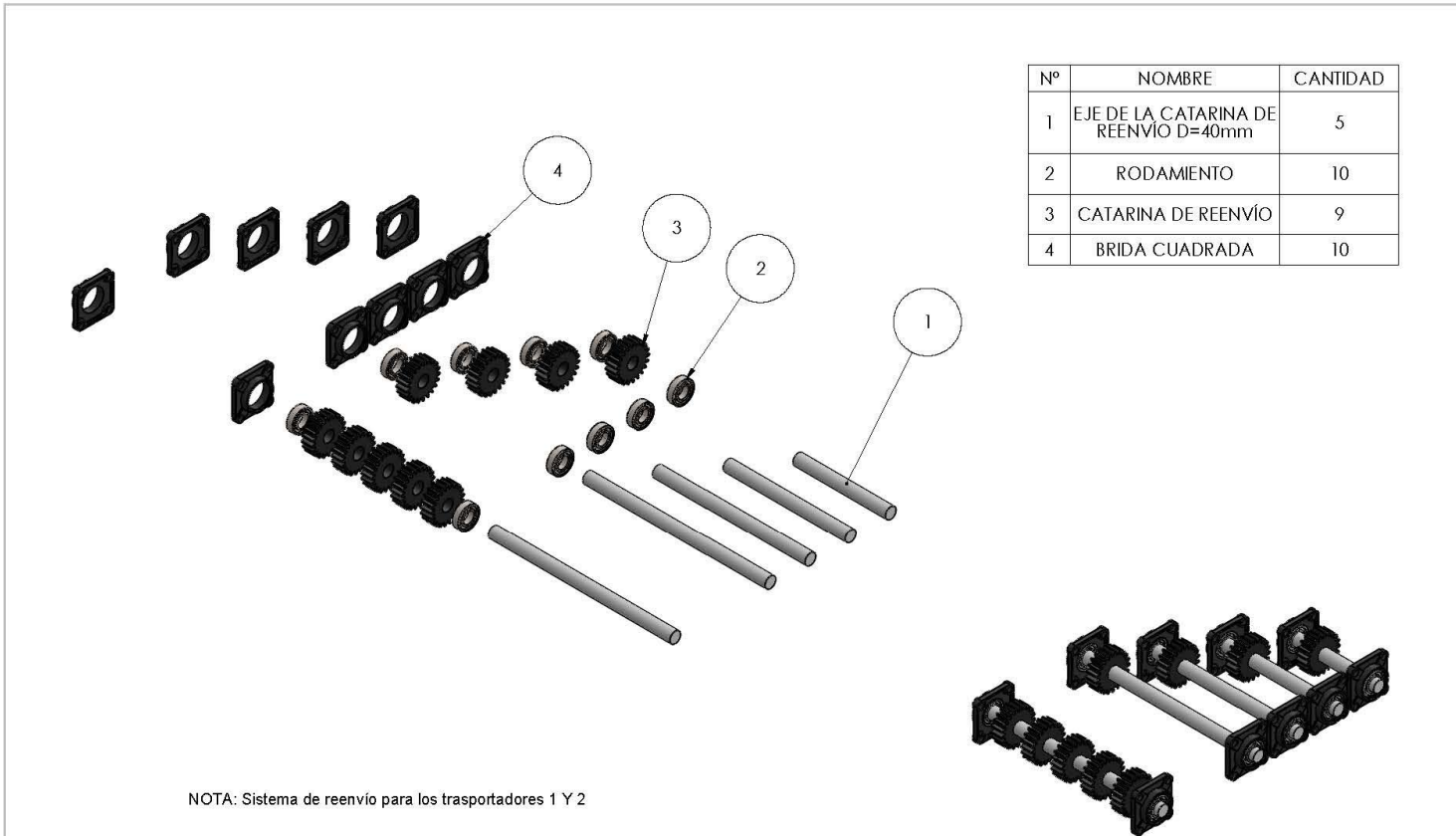


Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	MOTORREDUCTOR	1
2	ACOPLE	1
3	EJE DE LA CATARINA MOTRIZ D=40mm	1
4	CATARINA MOTRIZ	1
5	RODAMIENTOS	3
6	BRIDA CUADRADA	2
7	SOPORTE MOTOR	1



NOTA: Sistema motriz para todos los trasportadores excluyendo la mesa de acumulación

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-01-10
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN SISTEMA MOTRIZ
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA		
ESCALA	1:5			

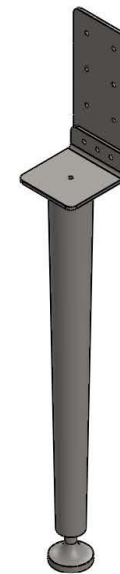
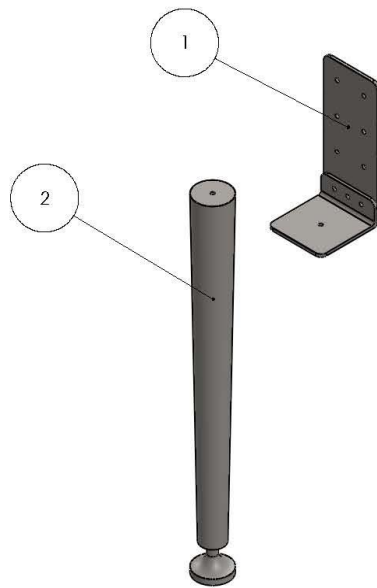


Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	EJE DE LA CATARINA DE REENVÍO D=40mm	5
2	RODAMIENTO	10
3	CATARINA DE REENVÍO	9
4	BRIDA CUADRADA	10

NOTA: Sistema de reenvío para los trasportadores 1 Y 2

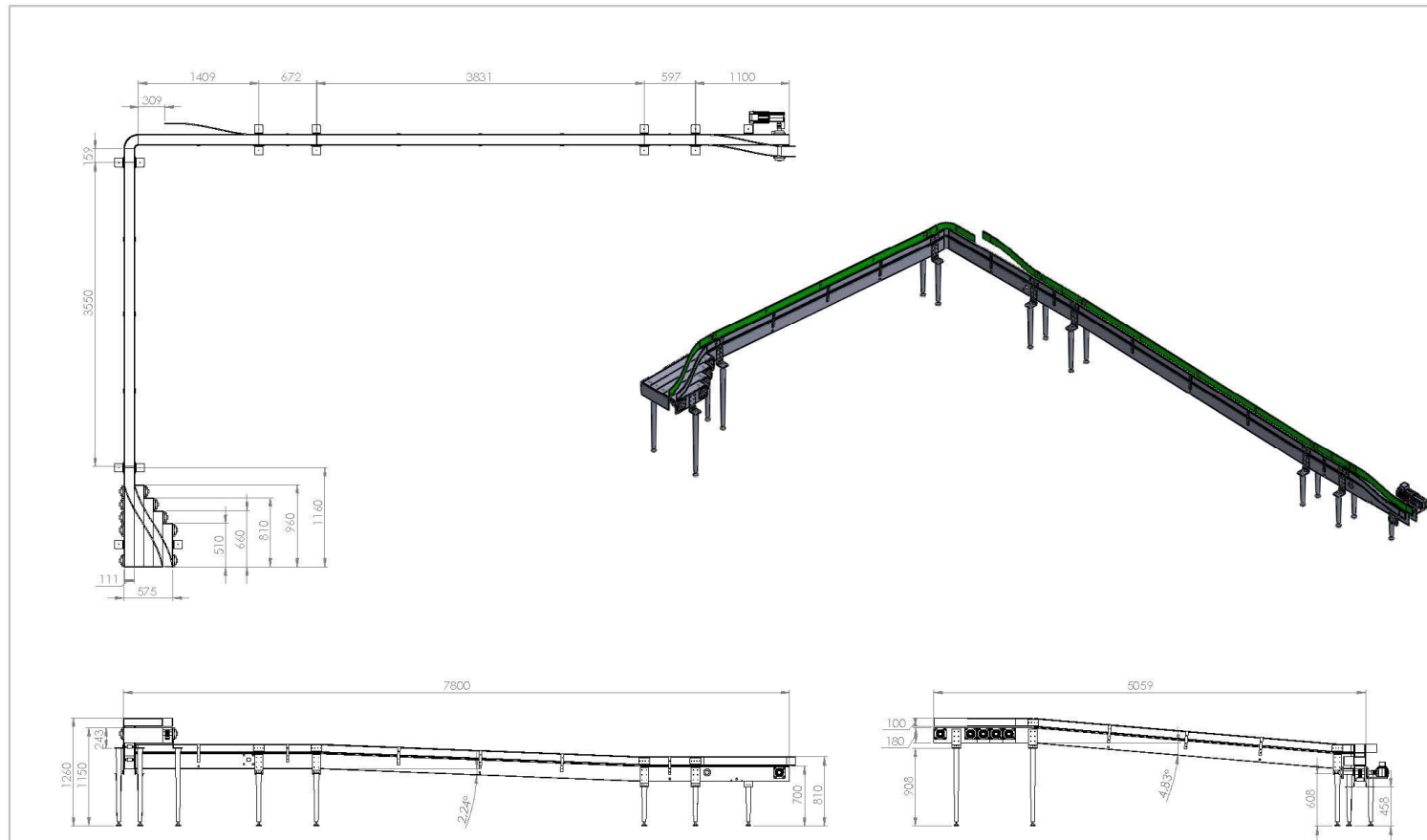
FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-01-11
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN SISTEMA DE REENVÍO
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxx
ESCALA	1:10		MEDIDAS EN: mm	

N°	NOMBRE
1	ACOPLE 3 - PATAS DE ANCLAJE
2	PATAS DE ANCLAJE

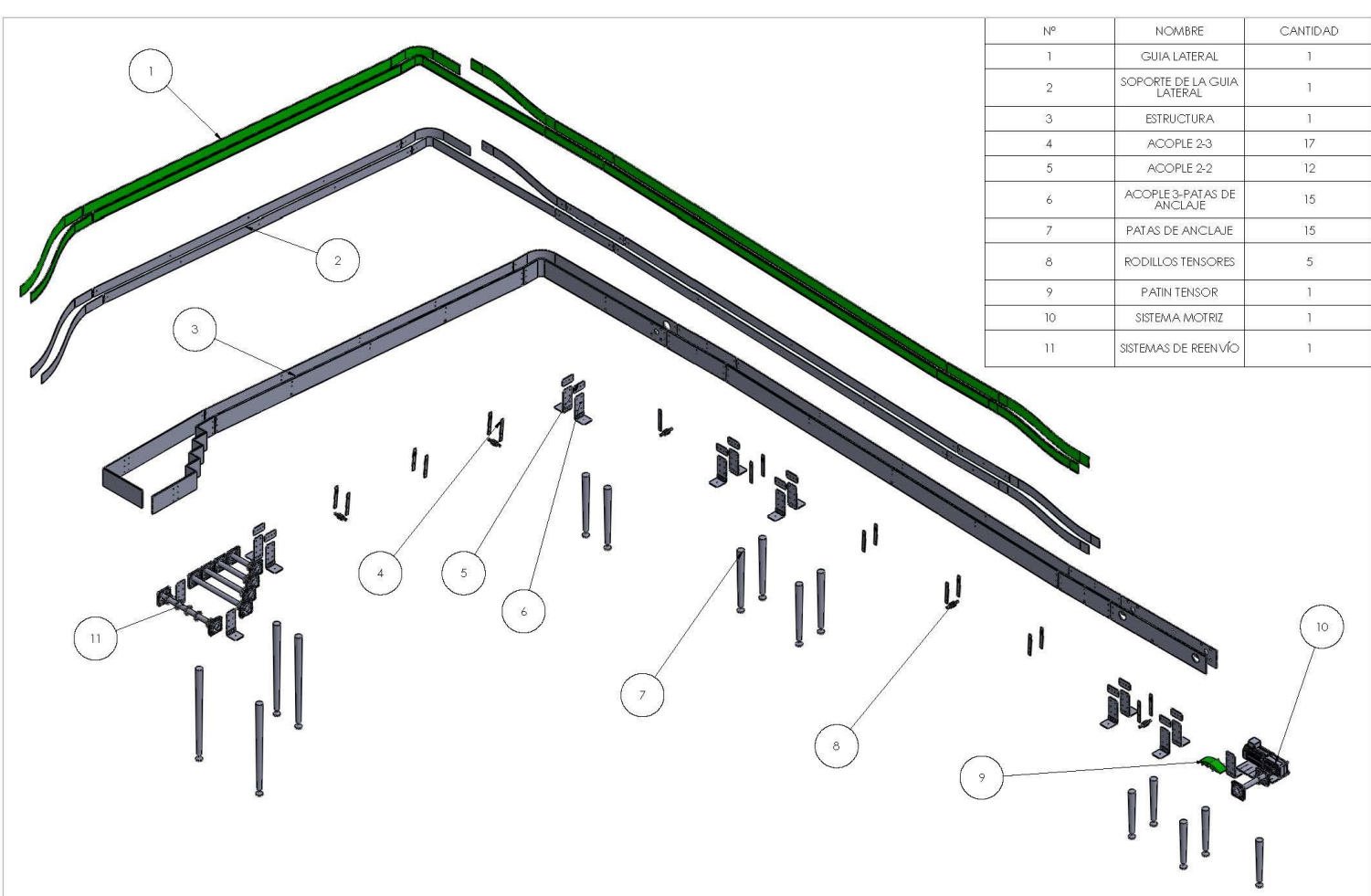


NOTA: Anclaje para todos los transportadores

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-01-12
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	ANCLAJE
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	ACERO INOXIDABLE
ESCALA	1:1	MEDIDAS EN: mm		

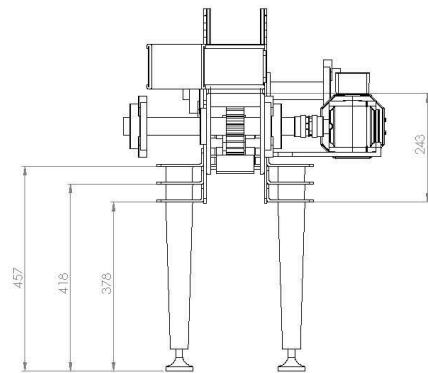
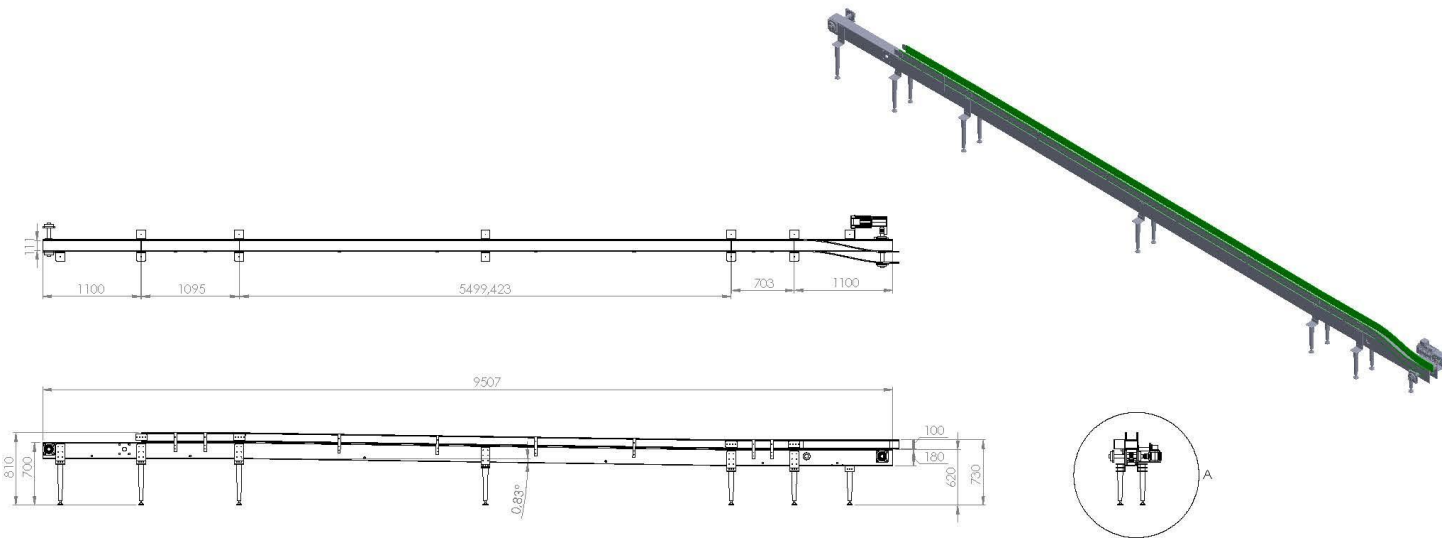


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-02-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS TRANSPORTADOR T2
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA		
ESCALA	1:30	MEDIDAS EN: mm	MATERIAL	XXXXXXXXXXXXXX



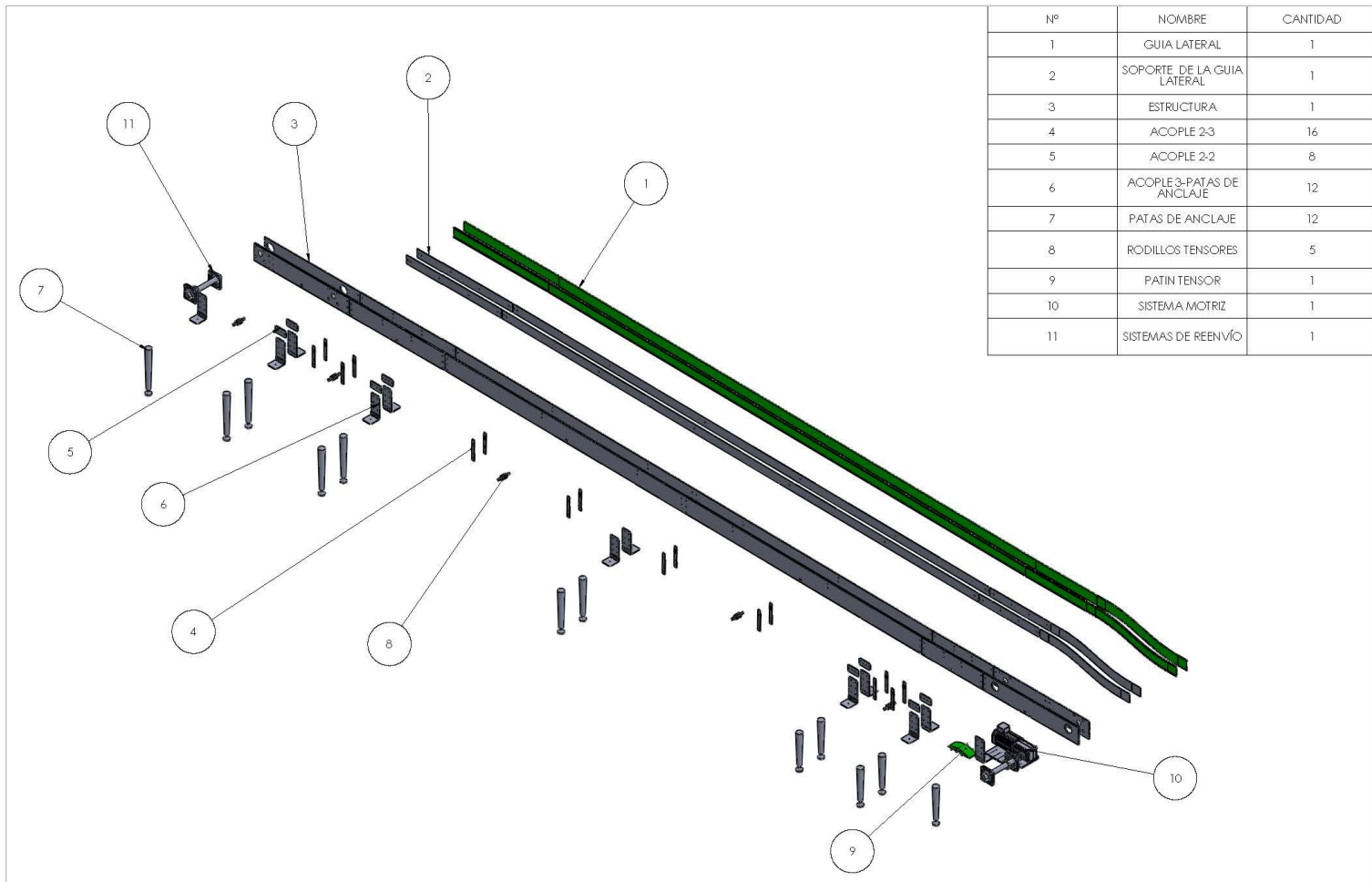
Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	17
5	ACOPLE 2-2	12
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	15
7	PATAS DE ANCLAJE	15
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	1
11	SISTEMAS DE REENVÍO	1

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-02-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN T2
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIAS A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:20	MEDIDAS EN: mm		



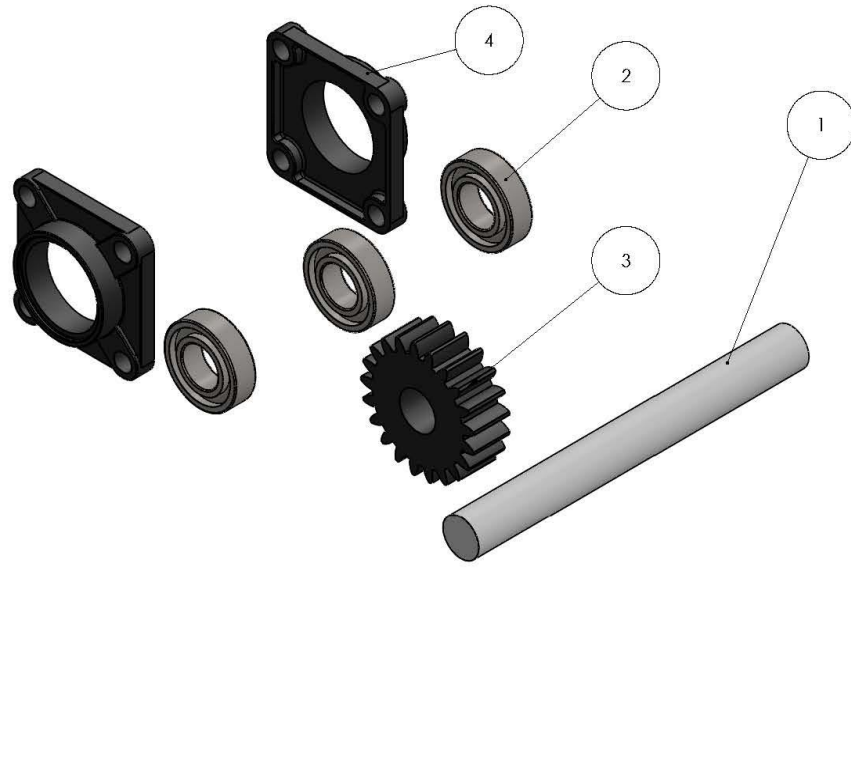
DETALLE A
ESCALA 1:6

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-03-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS TRANSPORTADOR T3
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA		MATERIAL
ESCALA	1:30	MEDIDAS EN: mm		xxxxxxxxxxxxxx



Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	16
5	ACOPLE 2-2	8
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	12
7	PATAS DE ANCLAJE	12
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	1
11	SISTEMAS DE REENVÍO	1

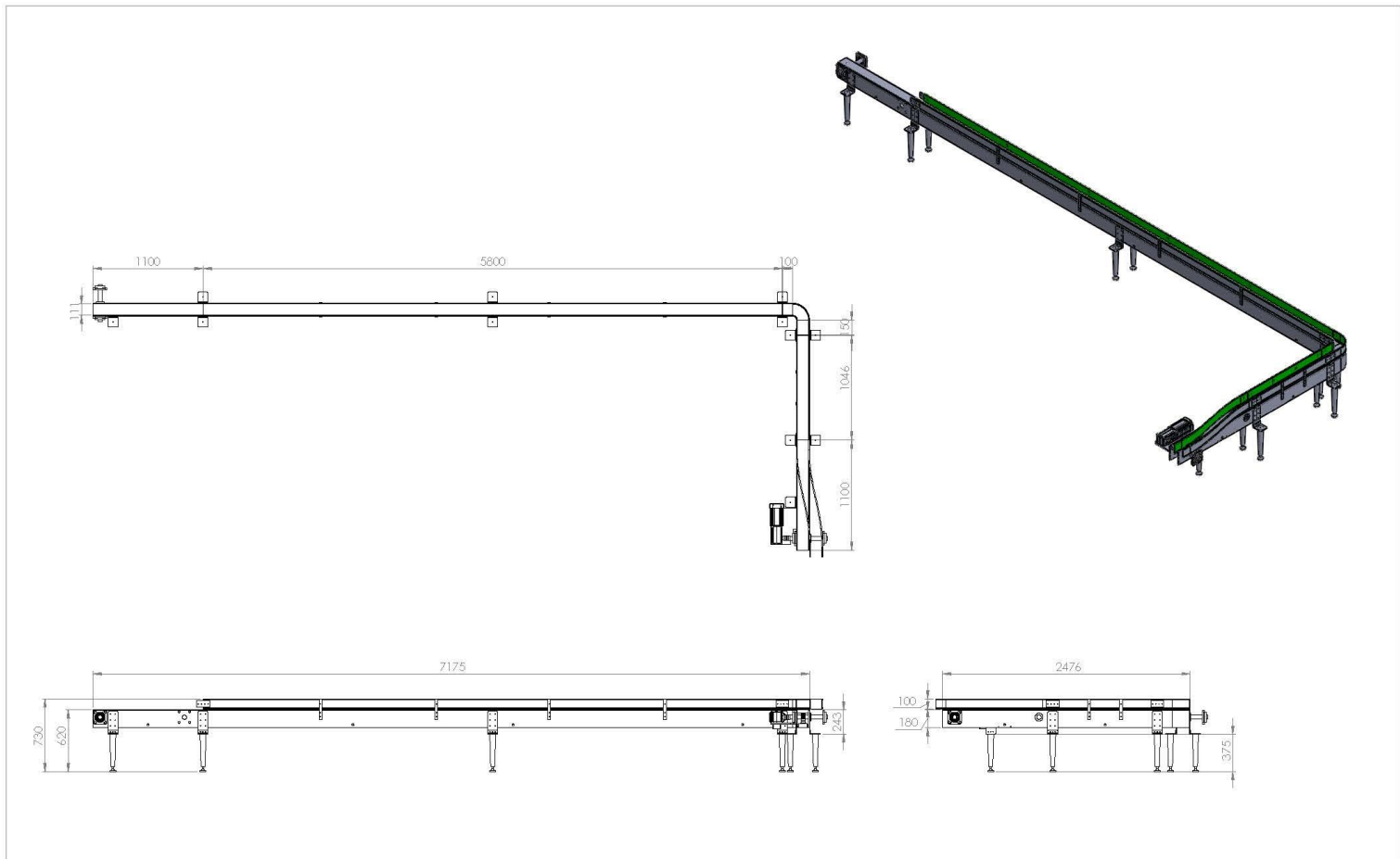
FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-03-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN T3
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:20	MEDIDAS EN: mm		



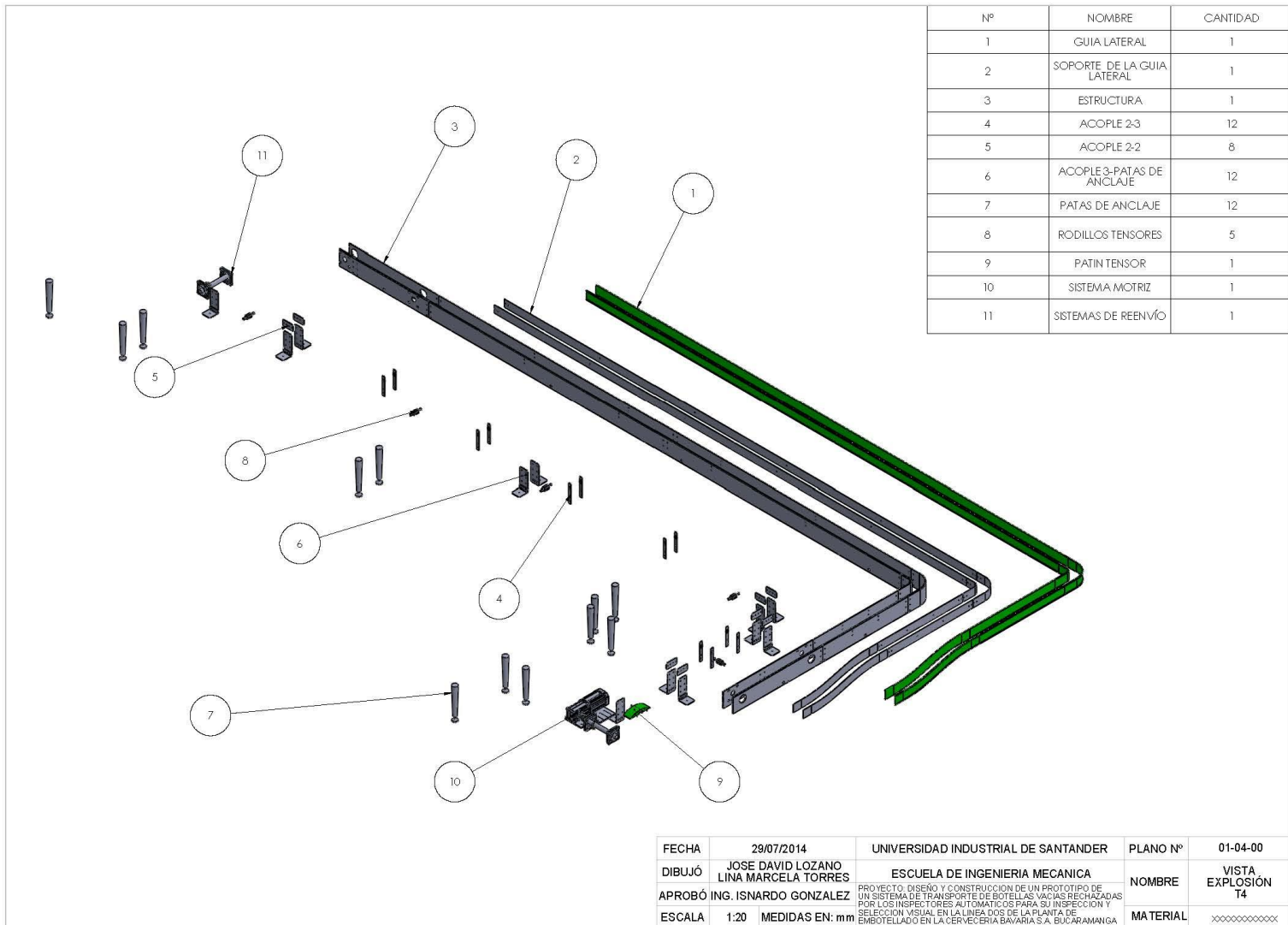
Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	EJE DE LA CATARINA DE REENVÍO D=40mm	1
2	RODAMIENTO	3
3	CATARINA DE REENVÍO	1
4	BRIDA CUADRADA	2

NOTA: Sistema de reenvío para todos los transportadores excluyendo 1,2 y la mesa de acumulación

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-03-11
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN SISTEMA DE REENVÍO
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:3		MEDIDAS EN: mm	

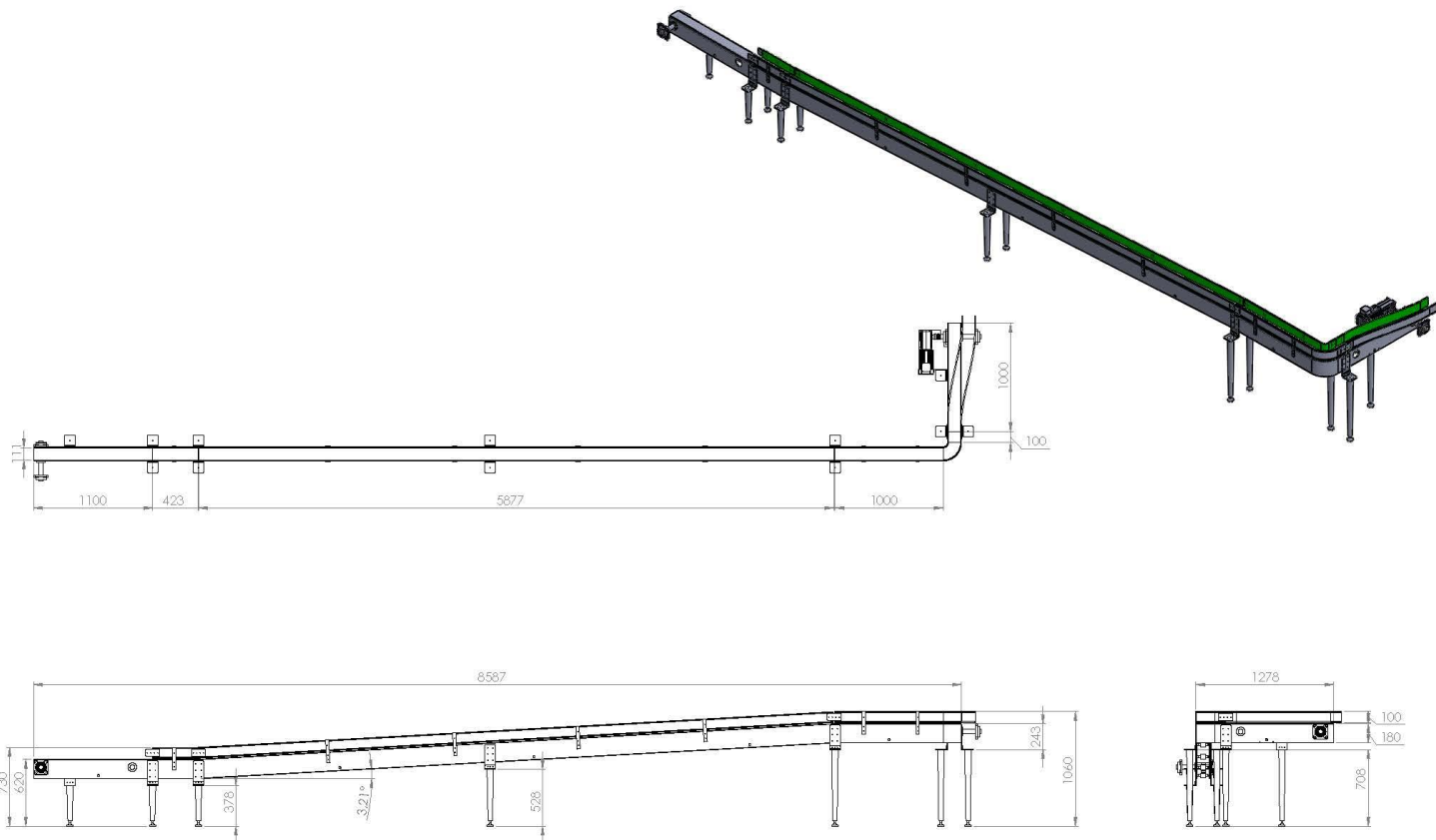


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-04-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS TRANSPORTADOR T4
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:25	MEDIDAS EN: mm		

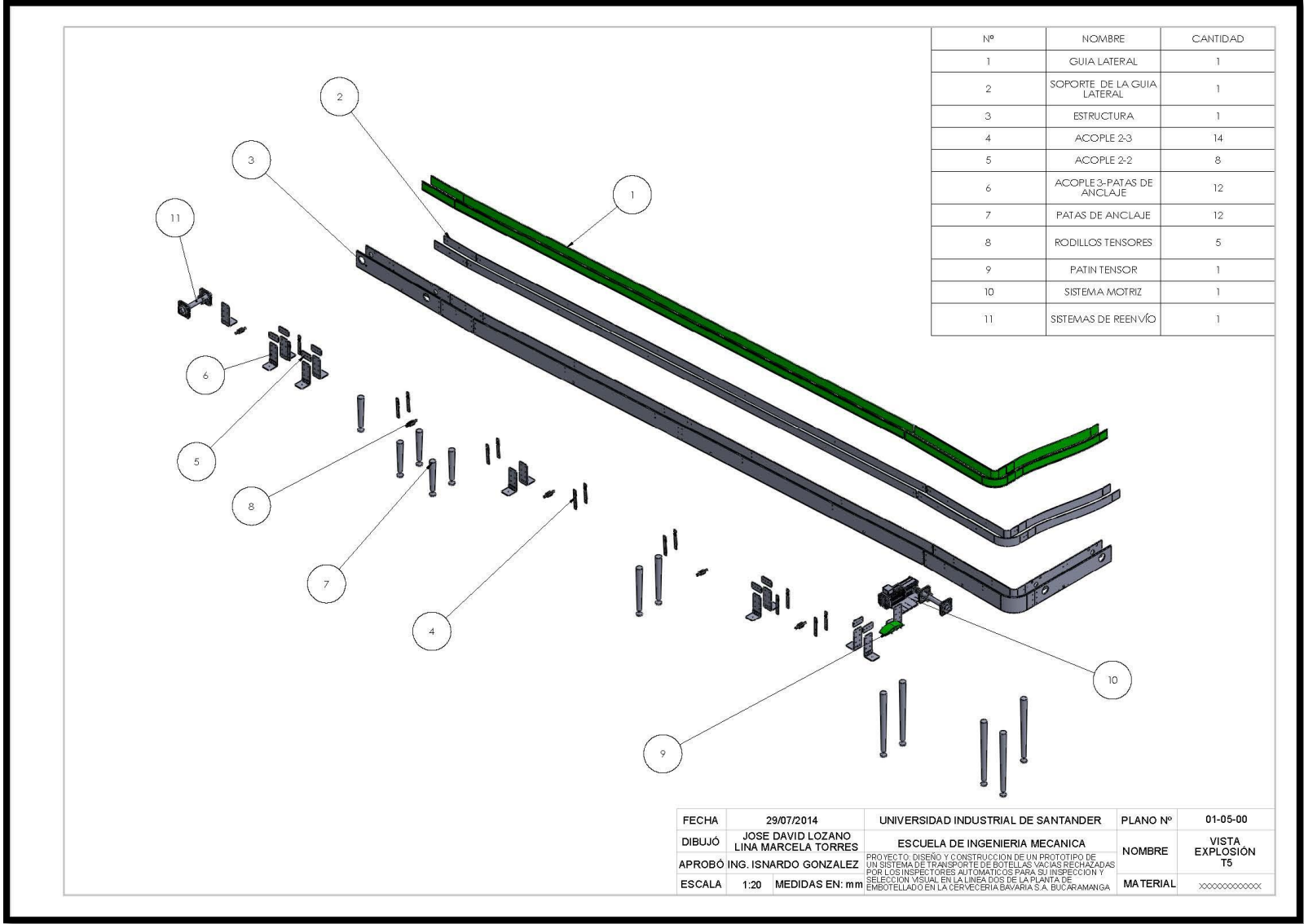


Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	12
5	ACOPLE 2-2	8
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	12
7	PATAS DE ANCLAJE	12
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	1
11	SISTEMAS DE REENVÍO	1

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-04-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN T4
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:20	MEDIDAS EN: mm		

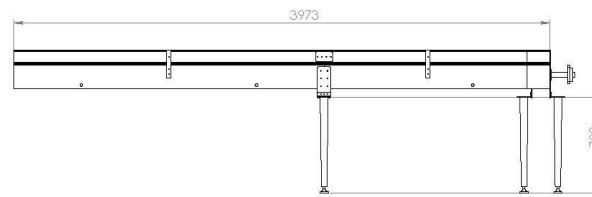
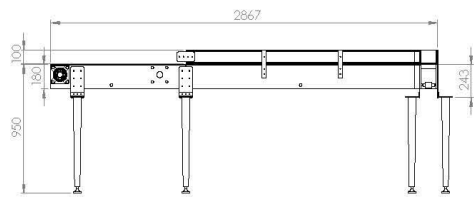
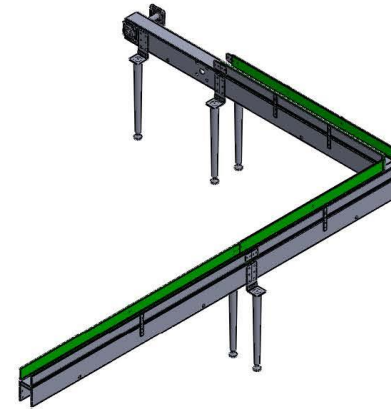
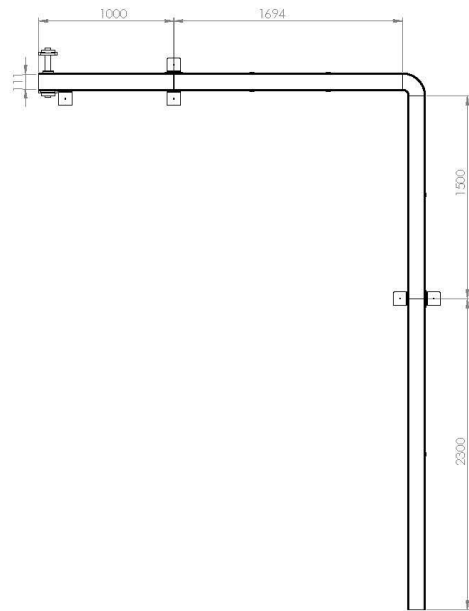


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-05-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS TRANSPORTADOR T5
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTTLEAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:25	MEDIDAS EN: mm		

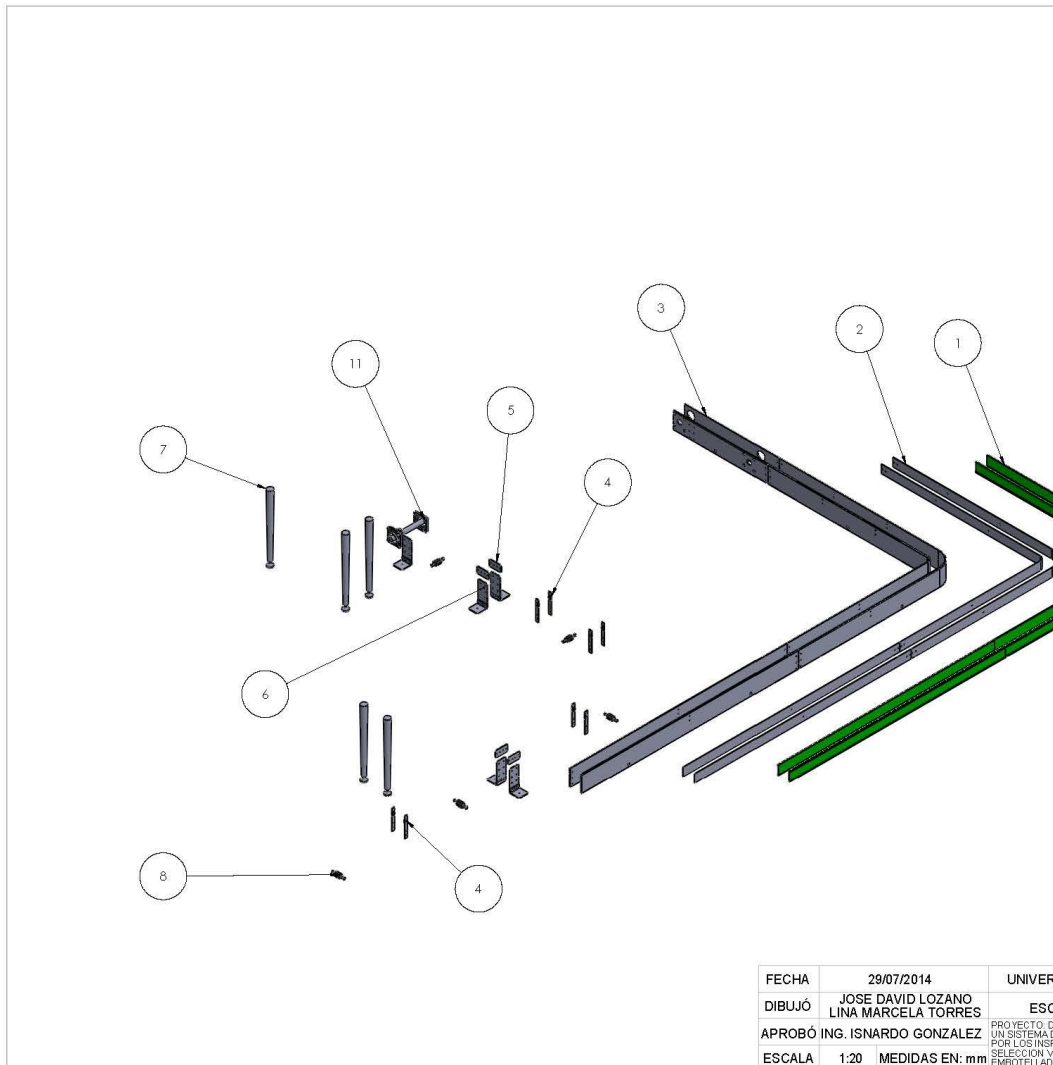


Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	14
5	ACOPLE 2-2	8
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	12
7	PATAS DE ANCLAJE	12
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	1
11	SISTEMAS DE REENVÍO	1

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-05-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSION TS
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:20	MEDIDAS EN: mm		

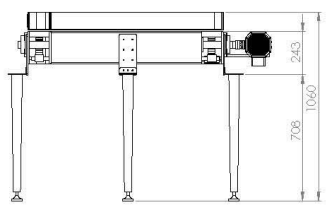
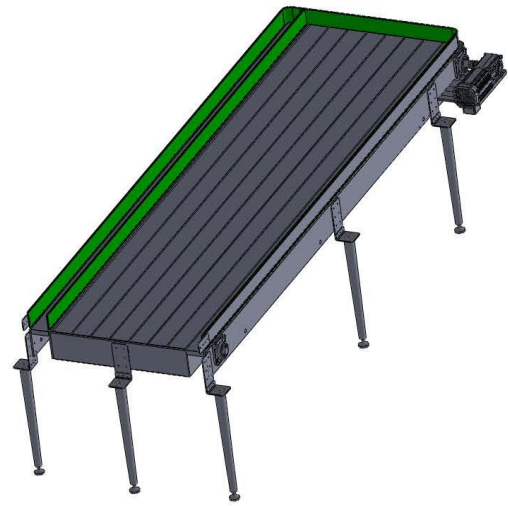
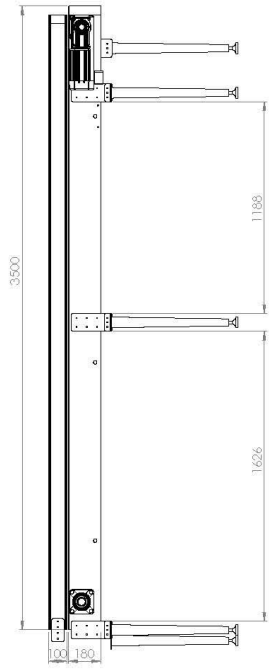
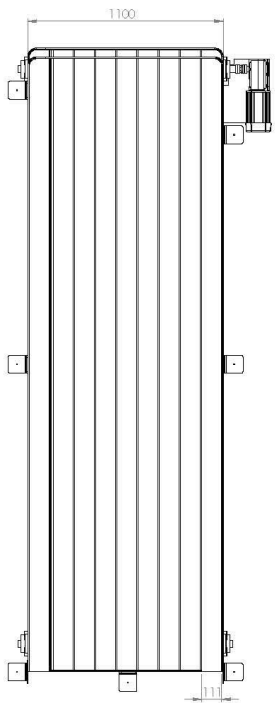


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-06-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS TRANSPORTADOR T6
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXX
ESCALA	1:20	MEDIDAS EN: mm		

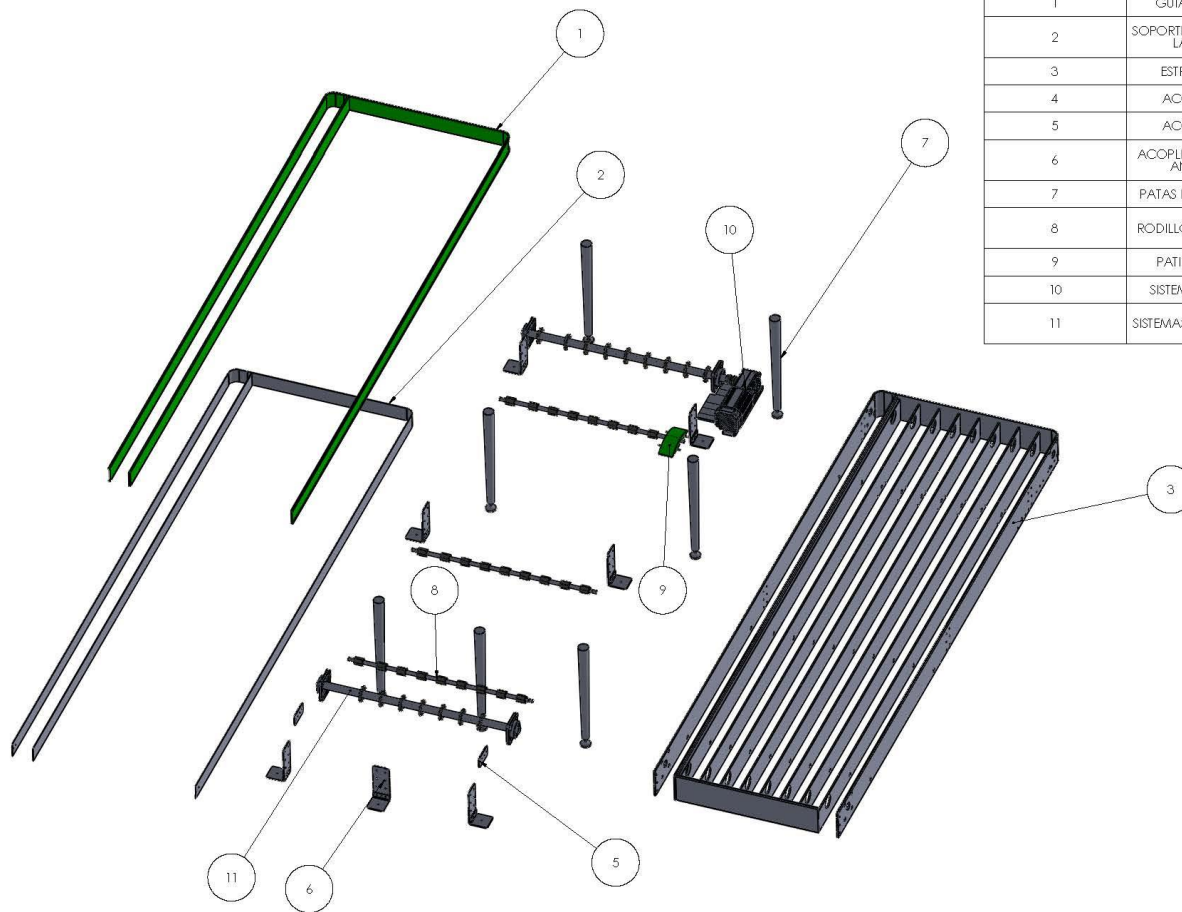


Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	8
5	ACOPLE 2-2	4
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	5
7	PATAS DE ANCLAJE	5
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	0
10	SISTEMA MOTRIZ	0
11	SISTEMAS DE REENVÍO	1

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-06-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSION T6
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXX
ESCALA	1:20	MEDIDAS EN: mm		

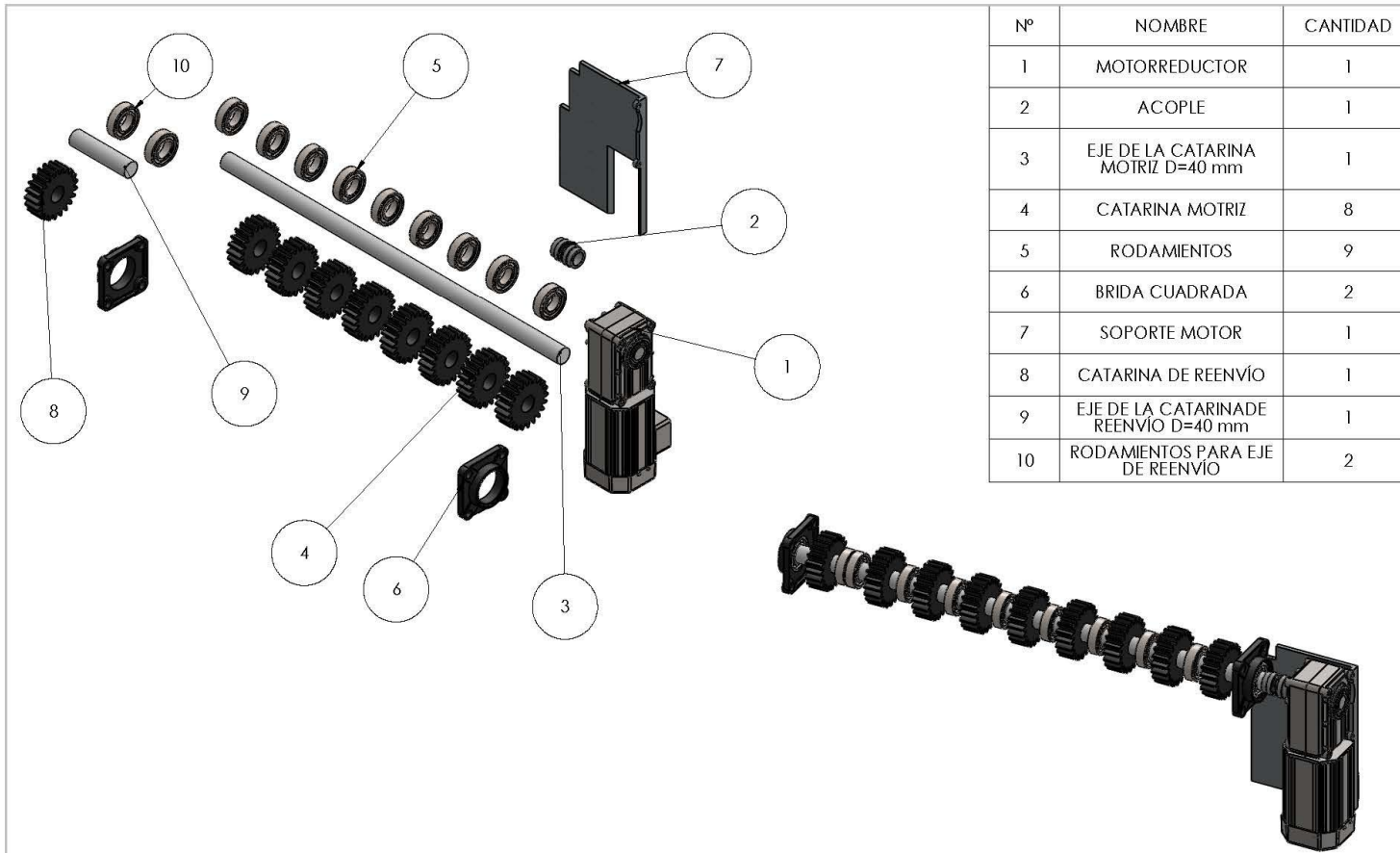


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-07-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS MESA DE ACUMULACION
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA'S A BUZARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXX
ESCALA	1:15	MEDIDAS EN: mm		



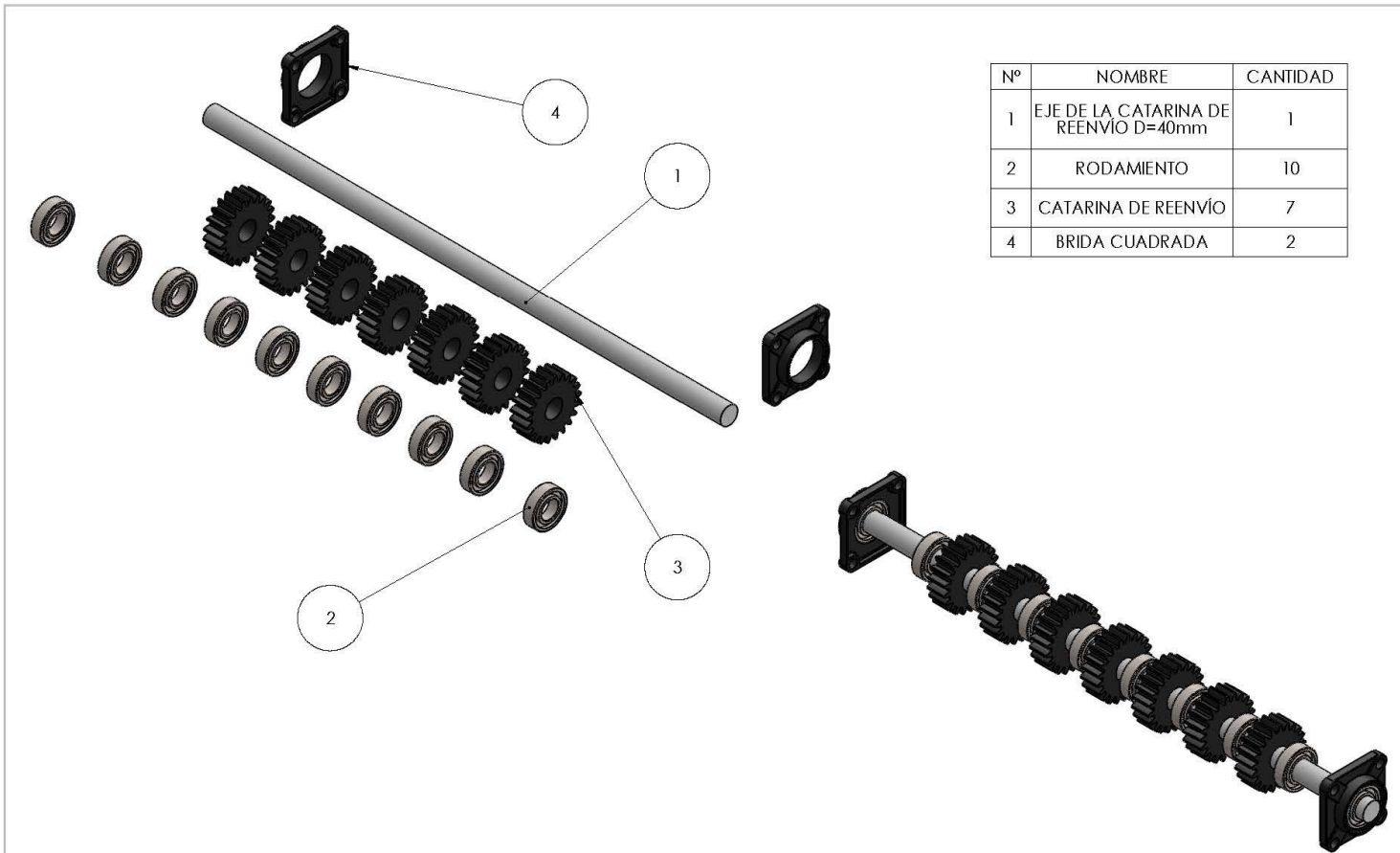
Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	0
5	ACOPLE 2-2	2
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	7
7	PATAS DE ANCLAJE	7
8	RODILLOS TENSORES	26
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	1
11	SISTEMAS DE REENVÍO	1

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-07-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSION MESA DE ACUMULACION
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:15	MEDIDAS EN: mm		



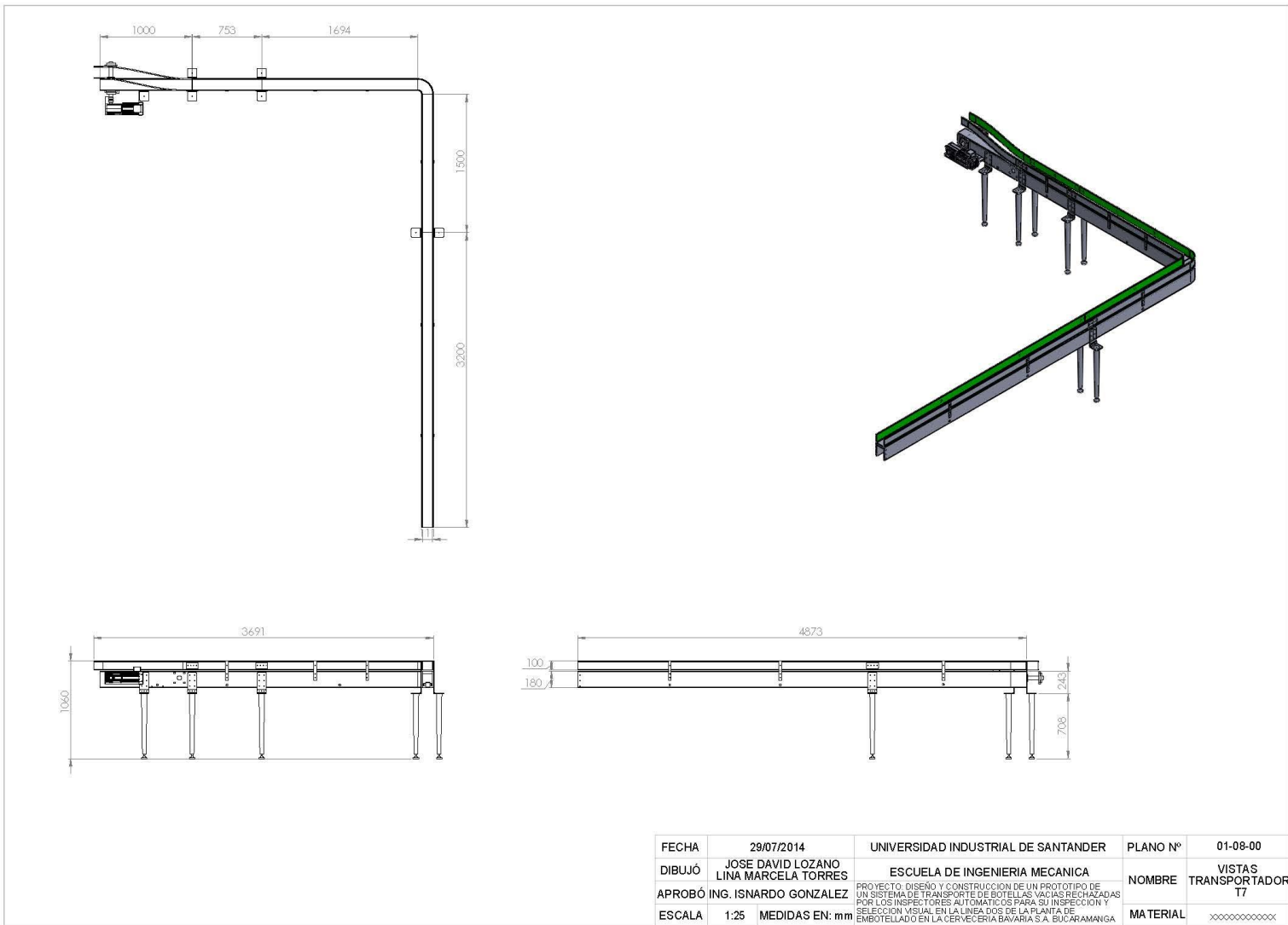
Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	MOTORREDUCTOR	1
2	ACOPLE	1
3	EJE DE LA CATARINA MOTRIZ D=40 mm	1
4	CATARINA MOTRIZ	8
5	RODAMIENTOS	9
6	BRIDA CUADRADA	2
7	SOPORTE MOTOR	1
8	CATARINA DE REENVÍO	1
9	EJE DE LA CATARINA DE REENVÍO D=40 mm	1
10	RODAMIENTOS PARA EJE DE REENVÍO	2

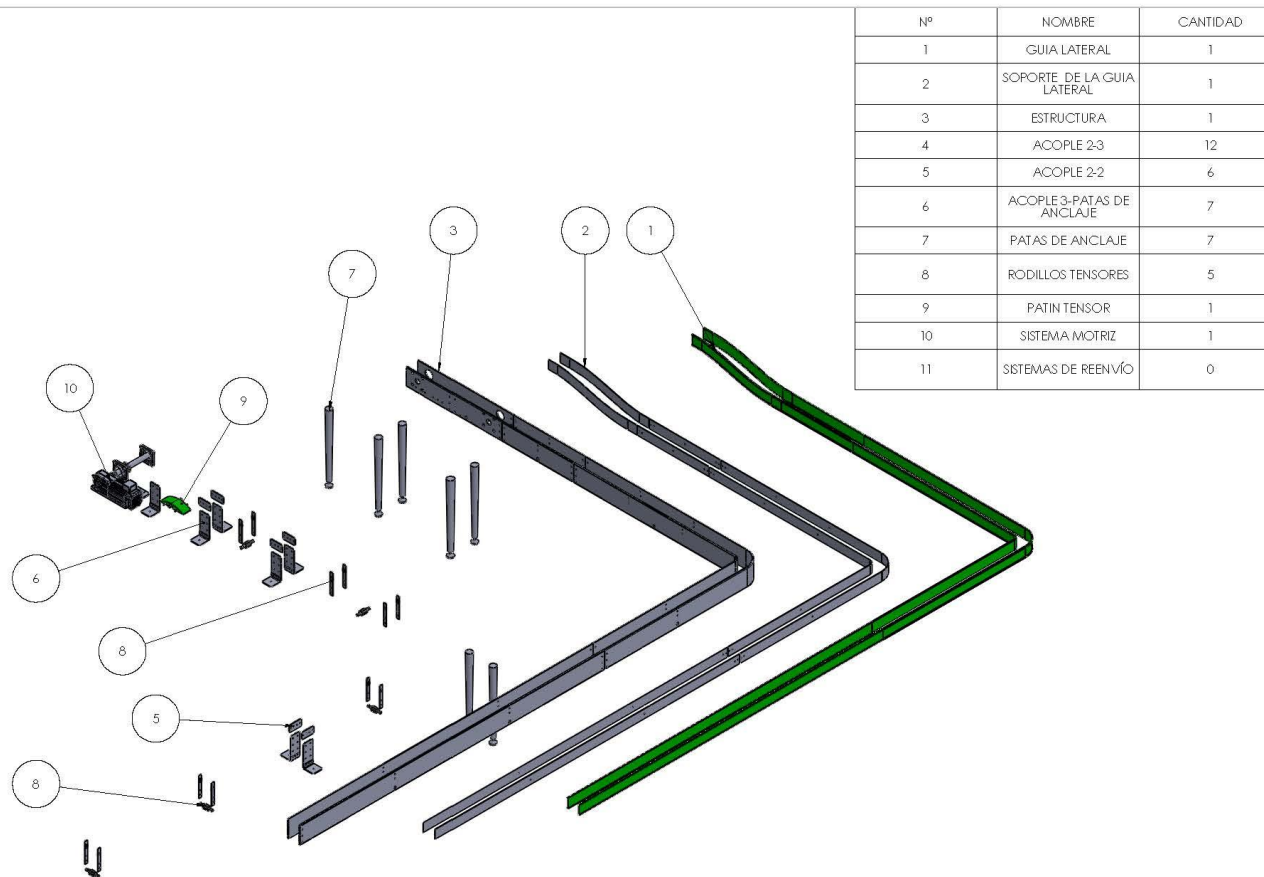
FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-07-10
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN SISTEMA MOTRIZ
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:8		MEDIDAS EN: mm	



Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	EJE DE LA CATARINA DE REENVÍO D=40mm	1
2	RODAMIENTO	10
3	CATARINA DE REENVÍO	7
4	BRIDA CUADRADA	2

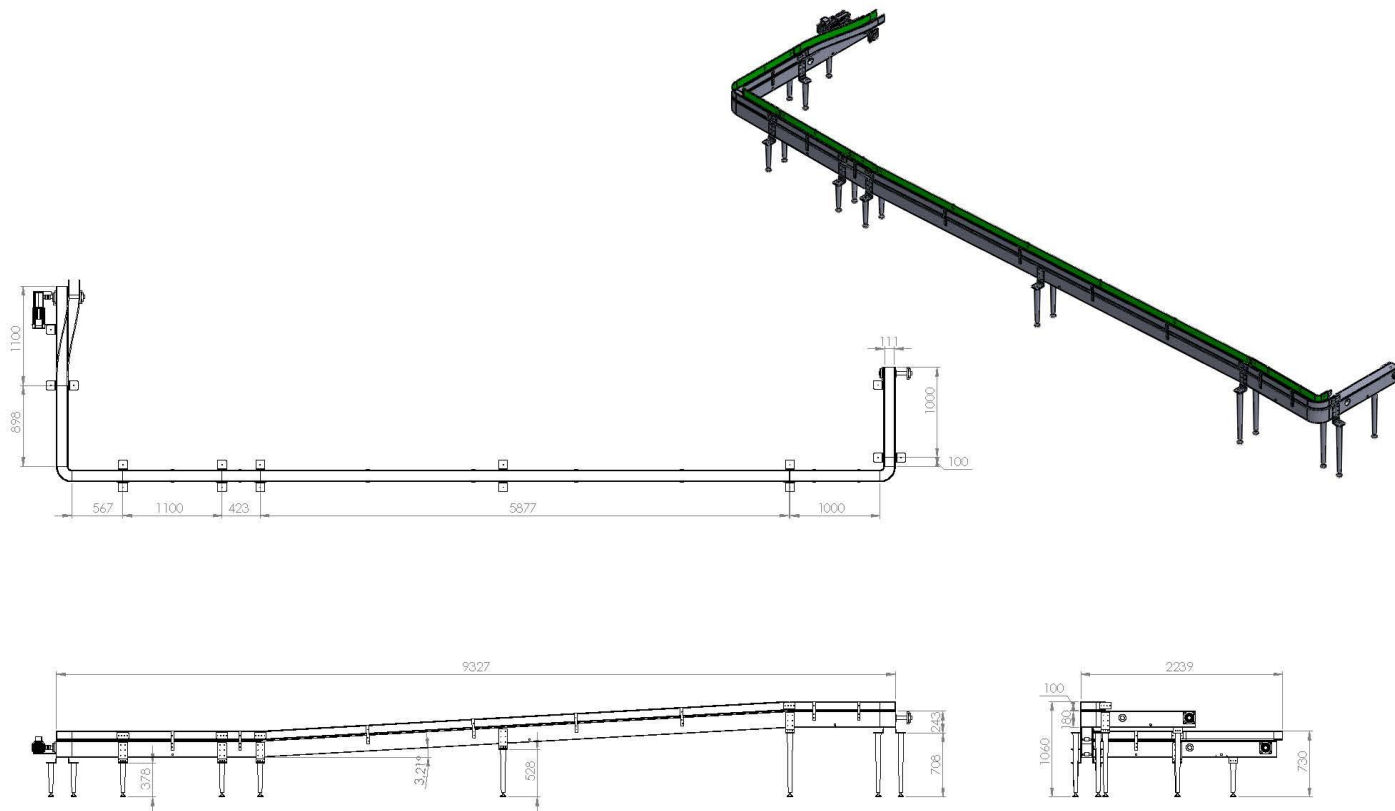
FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-07-11
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN SISTEMA DE REENVÍO
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:6		MEDIDAS EN: mm	



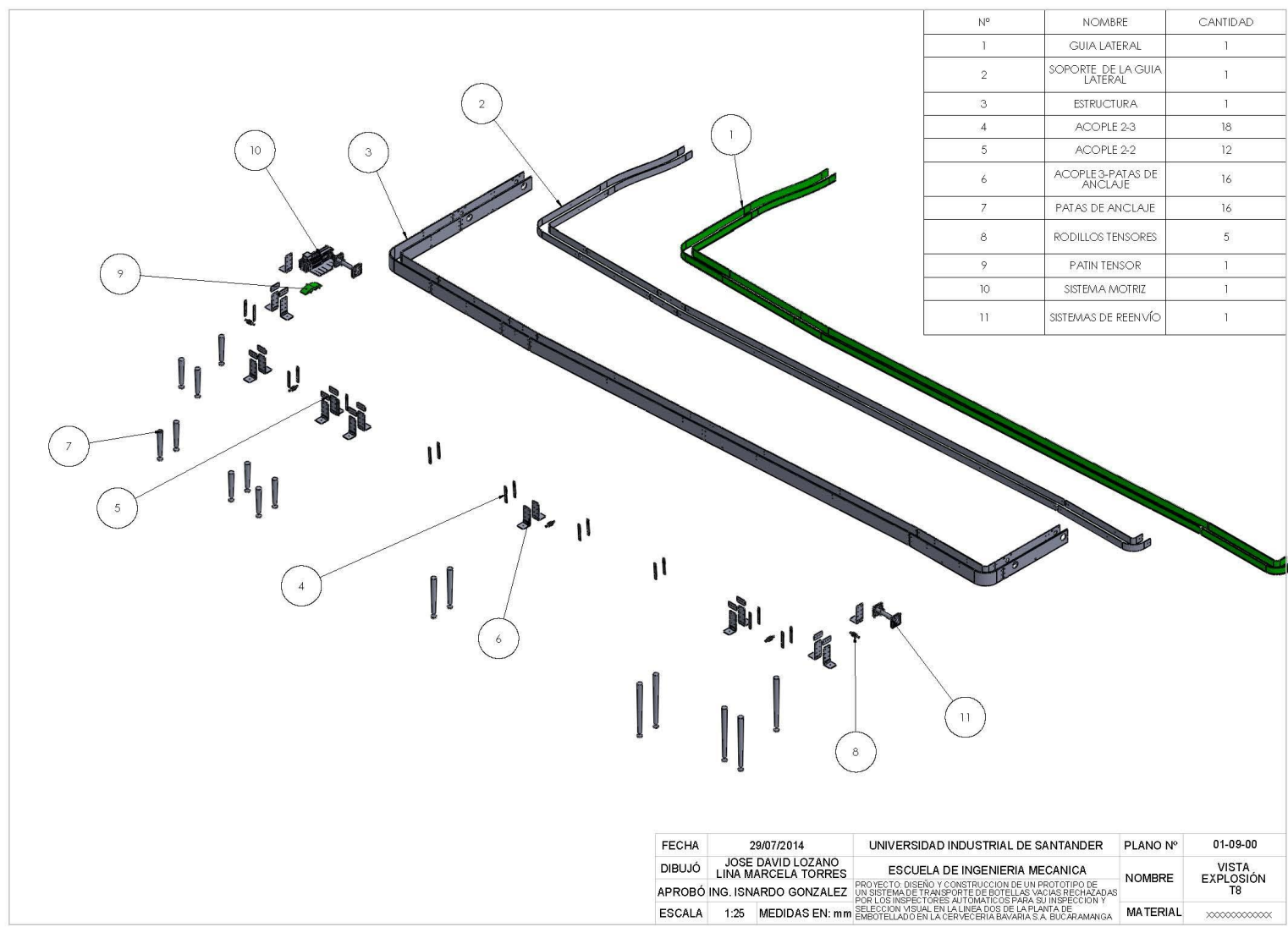


Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	12
5	ACOPLE 2-2	6
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	7
7	PATAS DE ANCLAJE	7
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	1
11	SISTEMAS DE REENVÍO	0

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-08-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN T7
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIAS A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:20	MEDIDAS EN: mm		

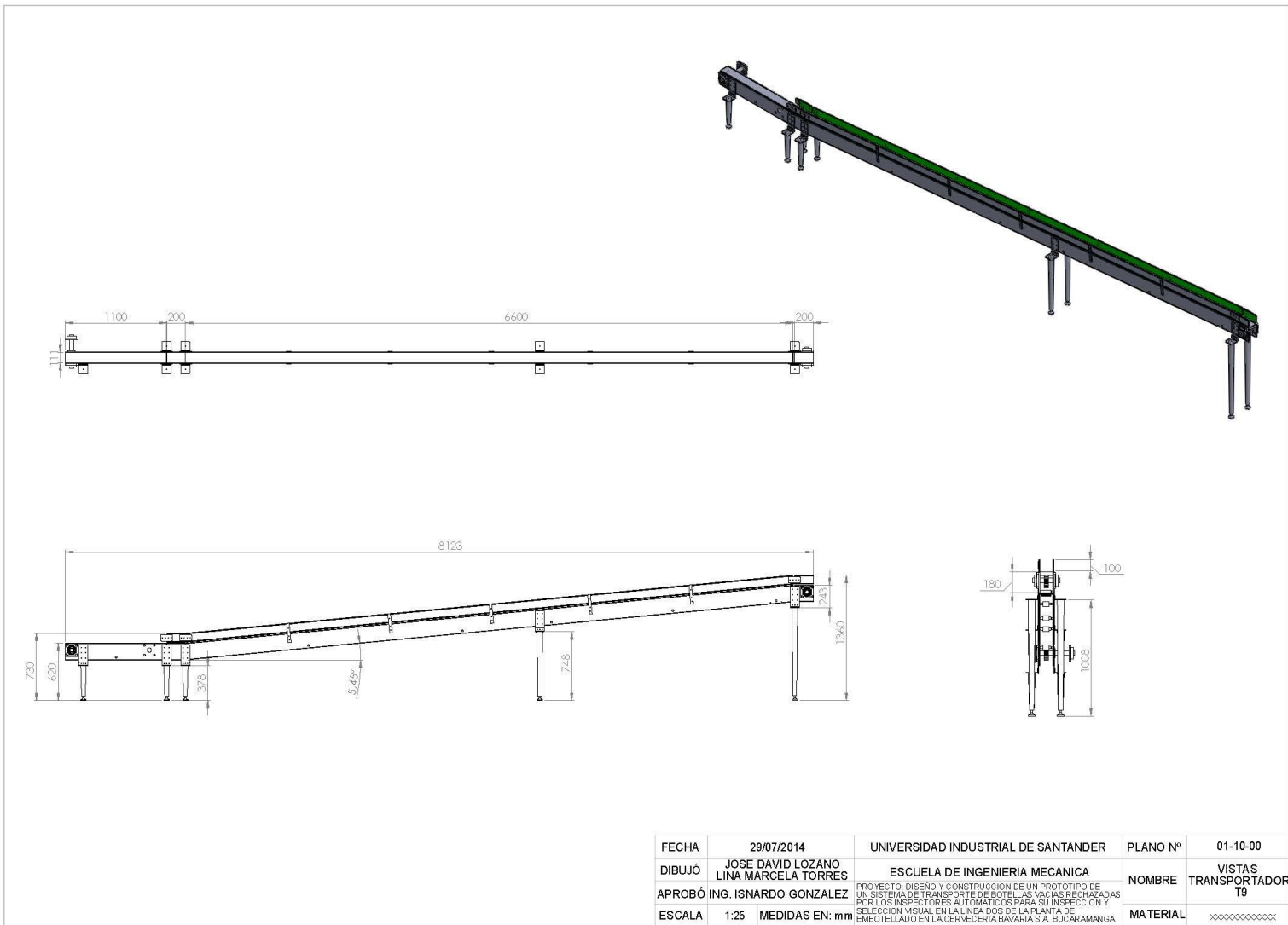


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-09-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS TRANSPORTADOR T8
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:30	MEDIDAS EN: mm		

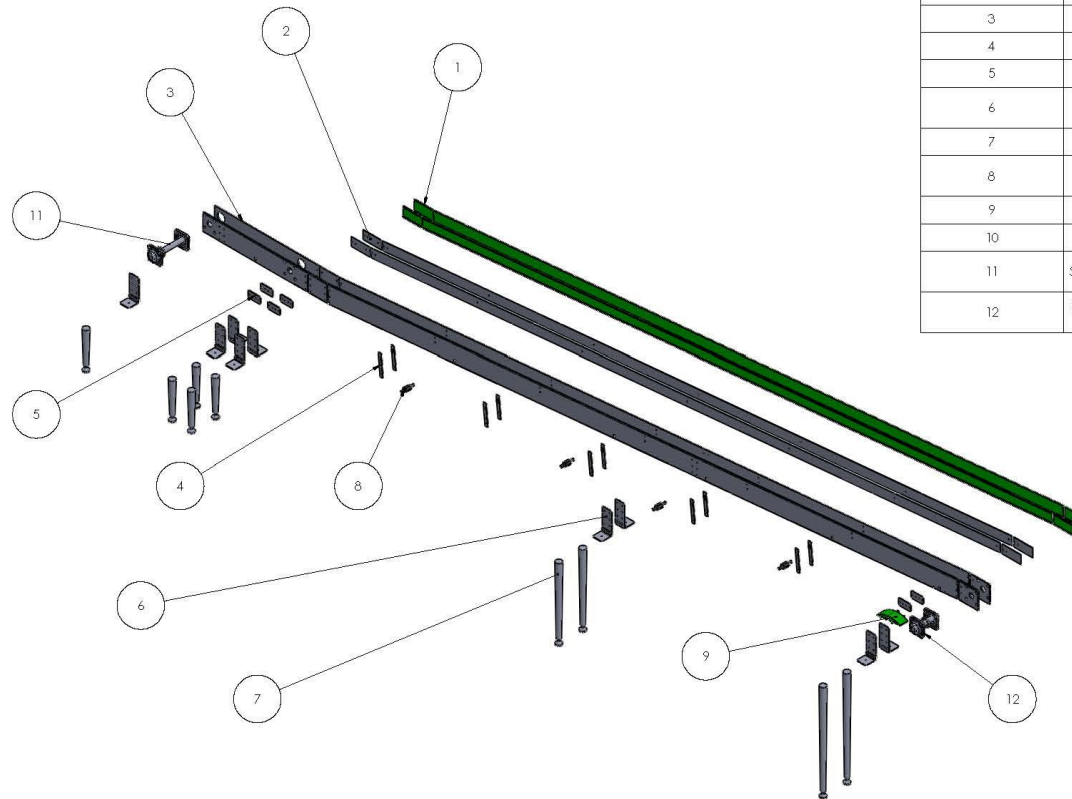


Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	18
5	ACOPLE 2-2	12
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	16
7	PATAS DE ANCLAJE	16
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	1
11	SISTEMAS DE REENVÍO	1

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-09-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSION T8
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VARIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:25	MEDIDAS EN: mm		

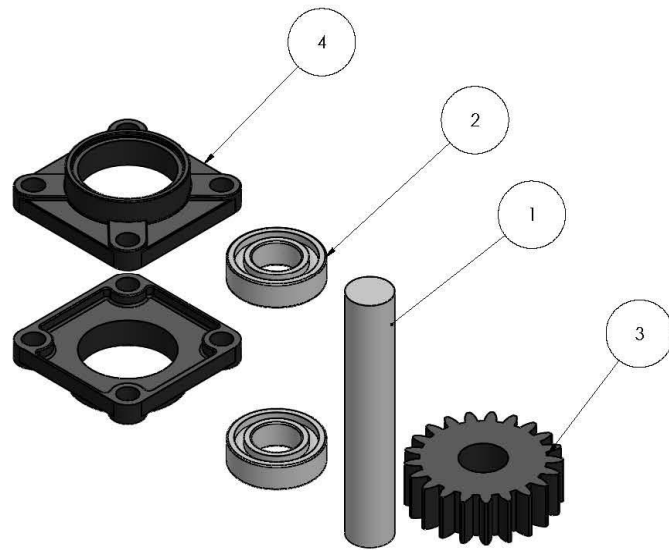


FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO N°	01-10-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTAS TRANSPORTADOR T9
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:25	MEDIDAS EN: mm		

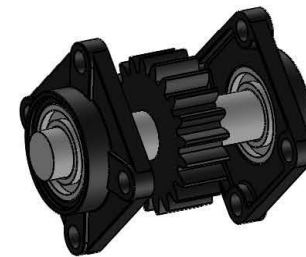


Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	GUIA LATERAL	1
2	SOPORTE DE LA GUIA LATERAL	1
3	ESTRUCTURA	1
4	ACOPLE 2-3	10
5	ACOPLE 2-2	6
6	ACOPLE 3-PATAS DE ANCLAJE	9
7	PATAS DE ANCLAJE	9
8	RODILLOS TENSORES	5
9	PATIN TENSOR	1
10	SISTEMA MOTRIZ	0
11	SISTEMAS DE REENVÍO	2
12	SISTEMA DE REENVÍO FIN	1

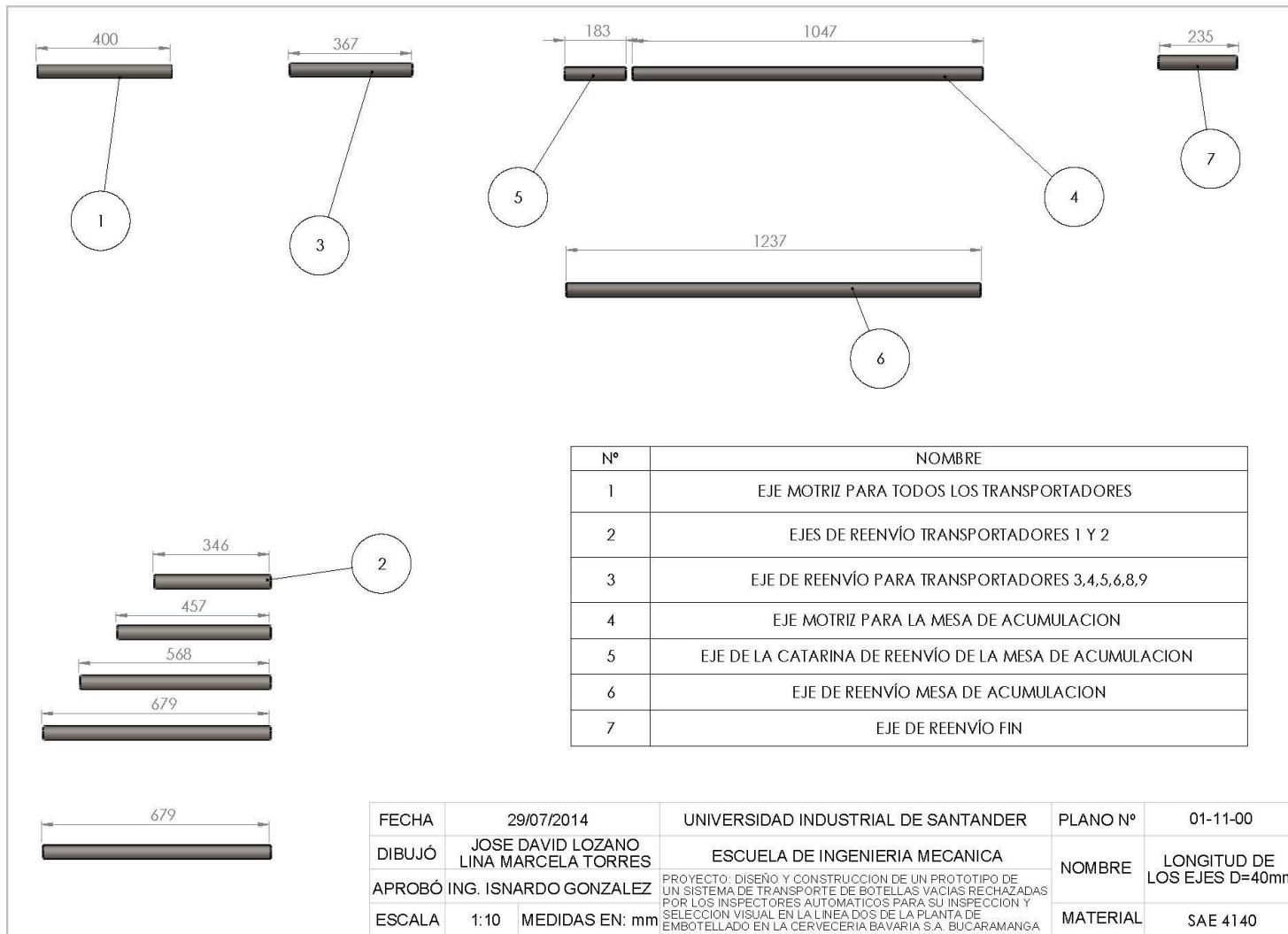
FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-10-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSION T9
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO, DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VARIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	XXXXXXXXXXXX
ESCALA	1:20	MEDIDAS EN: mm		



Nº	NOMBRE	CANTIDAD
1	EJE DE LA CATARINA DE REENVÍO D=40mm	1
2	RODAMIENTO	2
3	CATARINA DE REENVÍO	1
4	BRIDA CUADRADA	2



FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-10-12
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	VISTA EXPLOSIÓN SISTEMA DE REENVÍO FIN
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	xxxxxxxxxxxx
ESCALA	1:3	MEDIDAS EN: mm		



Nº	NOMBRE
1	EJE MOTRIZ PARA TODOS LOS TRANSPORTADORES
2	EJES DE REENVÍO TRANSPORTADORES 1 Y 2
3	EJE DE REENVÍO PARA TRANSPORTADORES 3,4,5,6,8,9
4	EJE MOTRIZ PARA LA MESA DE ACUMULACION
5	EJE DE LA CATARINA DE REENVÍO DE LA MESA DE ACUMULACION
6	EJE DE REENVÍO MESA DE ACUMULACION
7	EJE DE REENVÍO FIN

FECHA	29/07/2014	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER	PLANO Nº	01-11-00
DIBUJÓ	JOSE DAVID LOZANO LINA MARCELA TORRES	ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA	NOMBRE	LONGITUD DE LOS EJES D=40mm
APROBÓ	ING. ISNARDO GONZALEZ	PROYECTO: DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN PROTOTIPO DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE DE BOTELLAS VACIAS RECHAZADAS POR LOS INSPECTORES AUTOMATICOS PARA SU INSPECCION Y SELECCION VISUAL EN LA LINEA DOS DE LA PLANTA DE EMBOTELLADO EN LA CERVECERIA BAVARIA S.A. BUCARAMANGA	MATERIAL	SAE 4140
ESCALA	1:10	MEDIDAS EN: mm		