



FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

**“MEJORA DEL DISEÑO DE LA CARROCERÍA DE
LOS CAMIONES DE REPARTO DE LA EMPRESA
BACKUS PARA REDUCIR COSTOS POR MERMA”**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Autor:

Piero Joseph Villacorta Acosta

Asesor:

Elmer Tello De La Cruz

Trujillo – Perú

2018

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACION DE LA TESIS

Asesor:

Ing. Tello De La Cruz Elmer

Jurado 1:

Ing. Javez Valladares Santiago

Jurado 2:

Ing. Rodriguez Pajares Carmen Olga

Jurado 3:

Ing. Aguilar Ticona Patricia del Carmen

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	14
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	17
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	38
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN	44
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS	47
ANEXOS	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Operacionalización de Variables.....	17
Tabla 2 : Cantidad de botellas rotas, semana 1,2,3,4.	19
Tabla 3 : Cálculos previos	28
Tabla 4 : Intervalos de Clase	28
Tabla 5 : Marca de clases, frecuencia, frecuencia acumulada, % de frecuencia..	29
Tabla 6 : Total de botellas rotas durante 4 semanas.....	30
Tabla 7 : Calculo con sistema estadístico, valor esperado.	31
Tabla 8 : Cantidad y Costo de materiales a emplear para modificar los vehículos.	33
Tabla 9 : Cuadro de costos por uso de personal.	35
Tabla 10 : Cuadro de secuencia de adaptación de los vehículos.	35
Tabla 11 : Costo total por semana: Camiones mejorados X Costo por mejora.....	36
Tabla 12 : Costo que genera cada camión por botellas rotas.	37
Tabla 13 : Cuadro semanal de ahorro neto.....	39
Tabla 14 : Flujo económico.	41
Tabla 15 : Calculo del tiempo de recuperación.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Reparto de producto en las calles de Iquitos-Perú</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2 : Diagrama de Ishikawa, aplicado al proceso de reparto.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 3 : Reunión con operadores de montacargas CD Iquitos.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 4 : Reunión con personal de reparto CD Iquitos</i>	<i>12</i>
<i>Figura 5 : Rotura de cajas por mal diseño de carrocería interna en vehículos.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 6 : Colocación de sogas en carrocería interna para evitar rotura de cajas.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 7 : Encuesta realizada a personal de reparto.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 8 : Diseño de soportes articulados con el equipo de mantenimiento.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 9 : Vista superior de distribución de producto en las 8 bahías del camión.</i>	<i>32</i>
<i>Figura 10 : Soportes articulados fabricados para la modificación de la carrocería.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 11 : Instalación de soportes articulados superiores.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 12 : Instalación de soportes articulados inferiores.</i>	<i>34</i>
<i>Figura 13 : Capacitación de desmontaje y montaje del soporte articulado.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 14 : Proceso de carga y descarga de unidad piloto D6N-730 en CD Iquitos.....</i>	<i>44</i>

RESUMEN

En la actualidad la empresa BACKUS decidió renovar su flota de camiones a nivel nacional, optando por la marca Freightliner, con motor Mercedes Benz, la carrocería fue diseñada e instalada en México, dicha carrocería tiene el piso en V, con la intención que el producto tenga una inclinación hacia adentro, Cabe mencionar que el separador que va en el medio de la carrocería no es el adecuado, ya que el producto se cae de un lado hacia otro, ocasionando mermas (rotura de producto).

Se intentó dar solución colocando sogas las cuales cuando se mojaban en el momento del lavado creaban hongos y daban un mal olor, sin mencionar de deterioro prematuros que estas sufrían.

Aplicando mis conocimientos mecánicos diseñe una mejora en la carrocería de dichos camiones, teniendo como unidad piloto el camión de placa D6N-730 las pruebas se realizaron en el CD Iquitos, teniendo resultados positivos para lo cual se realizó un nuevo diseño interno con lo que se eliminó el costo de botellas rotas que eran mensualmente de S/.185 808 y con un análisis económico para diez meses se alcanzó un beneficio costo de 2.173 , luego se logró la aprobación de gerencia para que se instale en toda la flota de camiones de la Región Oriente (Iquitos, Pucallpa, Tarapoto, Moyobamba, Yurimaguas, Satipo, Chanchamayo, Huánuco Tingo María), posteriormente dicho proyecto se expuso en la ciudad de Lima y se optó por replicarlo a nivel nacional.

Palabras claves: Modificación, ahorro, beneficio costo, diseño.

ABSTRACT

At present, the company BACKUS decided to renew its fleet of trucks nationwide, opting for the Freightliner brand, with Mercedes Benz engine, the body was designed and installed in Mexico, said body has the floor in V, with the intention that the product Has an inclination in. It should be mentioned that the separator that goes in the middle of the body is not suitable, as the product falls from one side to another, causing shrinkage (product breakage). They tried to give solution by placing ropes which when wet at the time of washing created fungi and gave a bad smell, not to mention premature deterioration that they suffered.

Applying my mechanical skills to design an improvement in the bodywork of these trucks, having as pilot unit the D6N-730 plate truck the tests were performed on the CD Iquitos, having positive results for which a new internal design was made, Eliminated the cost of broken bottles that were monthly of s / 185 808 and with an economic analysis for ten months a cost benefit of 2,173 was reached, soon the management approval was obtained so that it is installed in all the fleet of trucks of the Region (Iquitos, Pucallpa, Tarapoto, Moyobamba, Yurimaguas, Satipo, Chanchamayo, Huánuco Tingo María), later this project was exposed in the city of Lima and was chosen to replicate it at a national level.

Keywords: Modification, savings, cost benefit, design.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Dado el crecimiento de la demanda de cerveza en diversas zonas de nuestro país en 2.3% anual y logrando una satisfacción del cliente de 78 sobre una meta de 64 y pasando en ingresos a s/ 3 495,762 de s/ 3 293,171, y con el deseo de cubrir el mercado potencial la empresa BACKUS se propuso incrementar su flota vehicular, para ello se decidió renovar su flota de camiones a nivel nacional, optando por la marca Freightliner, con motor Mercedes Benz, la carrocería fue diseñada e instalada en México, dicha carrocería tiene el piso en V, con la intención que el producto tenga una inclinación hacia adentro, no se pensó en el balanceo excesivo ya que la suspensión es con bolsas de aire y los caminos en nuestro país no son todos asfaltados.

Cabe mencionar que cuando se inició el uso de los vehículos se empezó a tener botellas rotas, dado que su diseño no era el adecuado para nuestras carreteras y el terreno agreste que se tiene en muchas partes del país, el separador que va en el medio de la carrocería no es el adecuado, ya que el producto se cae de un lado hacia otro, ocasionando mermas (rotura de botellas). La consecuencia de seguir con esta realidad sería la de alargar los tiempos de despacho (pérdida de tiempo re acomodando), y exponiendo la seguridad de la operación (cajas cayeron sobre estibador, termino con golpes y cortes) y por supuesto generando costos adicionales por tener lotes de entrega en menos cantidad y adicionalmente molestias de partes de los clientes que no se les entregaba toda la cantidad de producto que había solicitado.

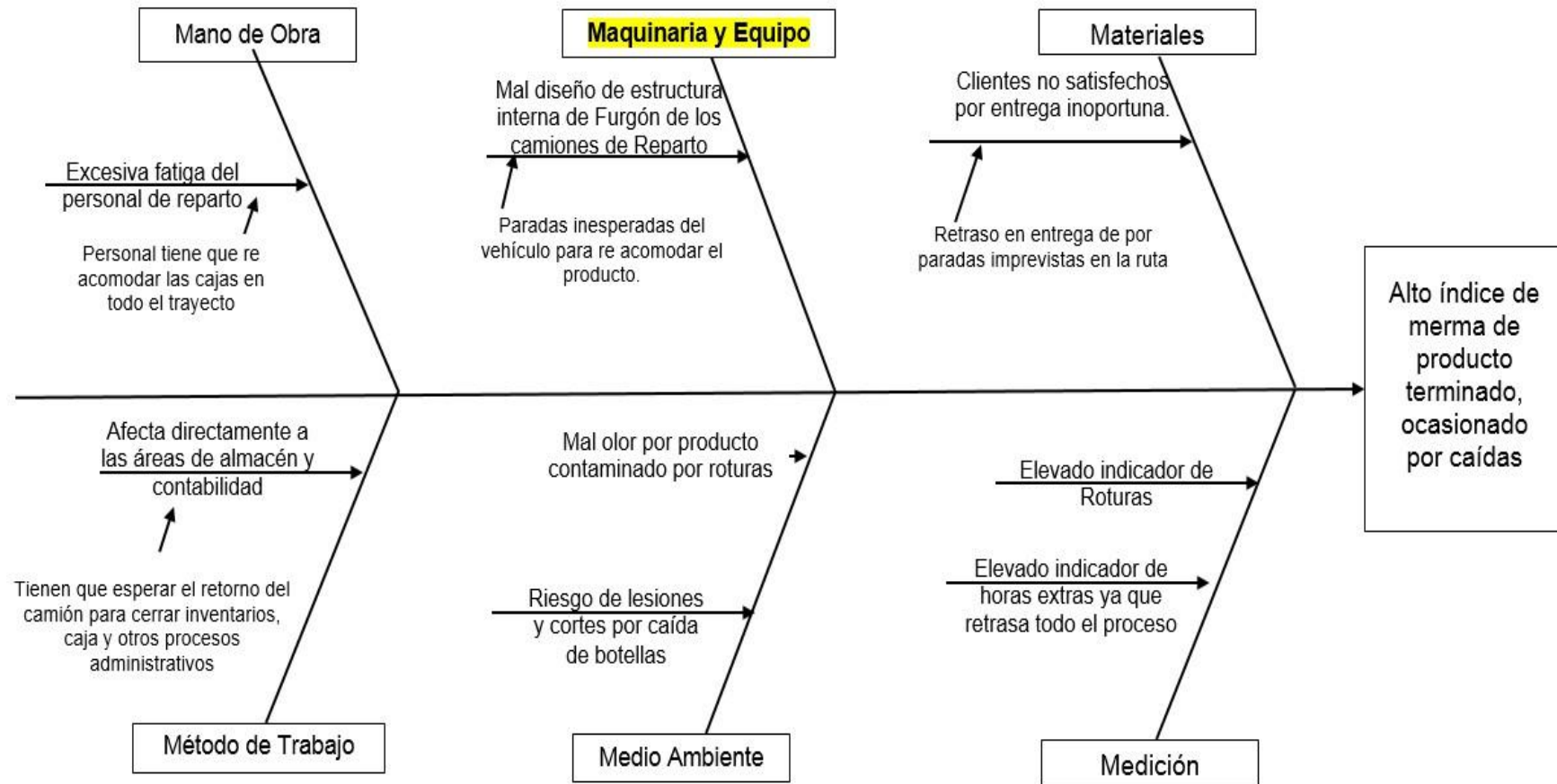
Figura 1 Reparto de producto en las calles de Iquitos-Perú



A continuación, se presentará detalladamente las causas principales de los problemas que presentan las Áreas de almacén, administración, contabilidad y reparto a través de los diagramas de Ishikawa.

Figura 2 : Diagrama de Ishikawa, aplicado al proceso de reparto.

Diagrama Ishikawa del proceso de Distribución del CD Iquitos



1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el impacto de un nuevo diseño de la carrocería de camiones de reparto de la empresa BACKUS, en los costos de merma?

1.3. Justificación

Criterio teórico:

En la empresa Backus no se realiza de manera efectiva la carga, transporte y descarga de sus productos a consecuencia del mal diseño de la carrocería en el Área de Almacén, Transporte y Reparto, la presente mejora servirá para maximizar la eficiencia del uso de recursos del proceso y aumentar la rentabilidad.

Criterio aplicativo o práctico:

En el proyecto de investigación se hará efectiva la aplicación de técnicas y métodos de la Ingeniería Industrial para así poder solucionar el problema actual que la empresa esta afrontado.

Criterio valorativo:

Se pretende reducir costos.

Criterio académico:

La presente investigación contribuirá a demostrar la aplicación efectiva de la Ingeniería Industrial para las Áreas de Almacén, Transporte, Reparto y Mantenimiento, lo cual permitirá mejorar los conocimientos de los estudiantes durante la carrera de Ingeniería Industrial y así mismo puedan consultar esta investigación y utilizarla en proyectos de mejora.

1.4. Limitaciones

Las limitaciones que se presentaron fueron al elaborar un Piloto en una de las unidades, ya que se debieron pedir autorizaciones a distintas jefaturas y se contaba con muy poco presupuesto para la ejecución de dicho piloto.

Era visible el pesimismo de los conductores y personal de reparto, ya que decían que no iba a funcionar dicha mejora.

Dichas limitaciones se superaron una vez instalado el soporte articulado en la unidad piloto y con reuniones demostrando la funcionalidad de dicho proyecto.

Figura 3 : Reunión con operadores de montacargas CD Iquitos.



Figura 4 : Reunión con personal de reparto CD Iquitos



1.5. Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Reducir las mermas de la empresa BACKUS con la mejora del diseño de la carrocería de los camiones de reparto.

1.5.2 Objetivo Especifico

Evaluar la estructura interna de los camiones de reparto de la empresa BACKUS para realizar mejoras en su diseño.

Realizar mejoras en el diseño de la carrocería de los camiones de reparto para evitar la ruptura de botellas.

Capacitar al personal para el uso adecuado de la mejora implementada.

Calcular el costo – beneficio generado por la mejora del diseño de los camiones de reparto de la empresa Backus

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

a) Antecedentes

Antecedentes Nacionales

Como se menciona líneas arriba, la empresa Backus renovó su flota de camiones a nivel nacional, la deficiencia en el diseño de su carrocería ocasionaba roturas constantes.

Se colocó sogas como se observa en las imágenes para evitar la caída de cajas, sin embargo la soga creaba hongos y un mal olor cuando se mojaban en el momento de lavado de la unidad, además no era duraderas y tenían que renovarse e incurrían en un sobre costo.

Figura 5 : Rotura de cajas por mal diseño de carrocería interna en vehículos.



Figura 6 : Colocación de sogas en carrocería interna para evitar rotura de cajas.

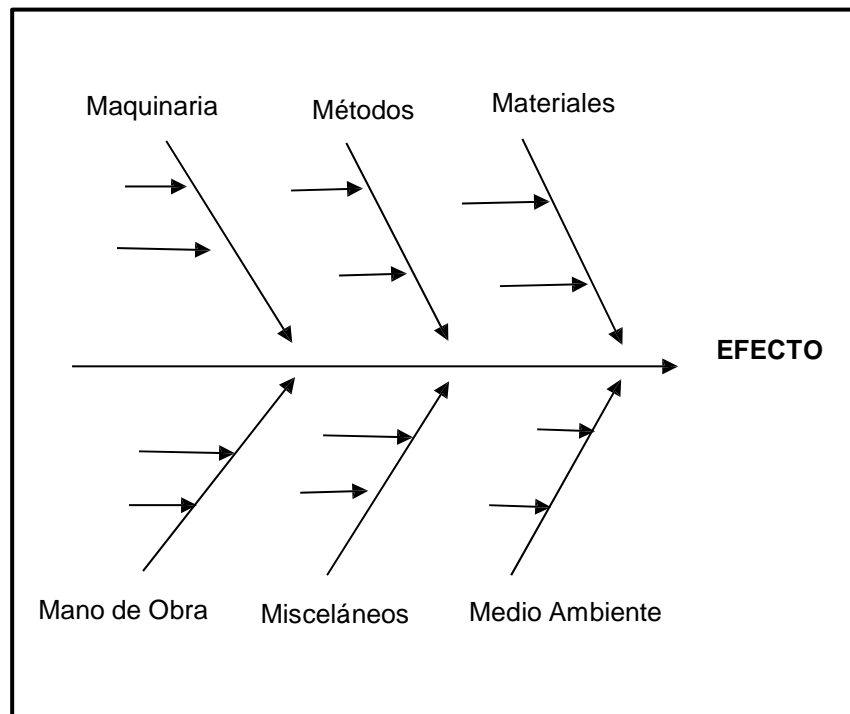


b) Bases teóricas

Diagrama Ishikawa

Nievel y Freivals (2010) consideran que los diagramas Ishikawa, también conocidos como diagramas de pescado o causa-efecto, fueron desarrollados por Ishikawa a principios de los años 50 cuando trabajaba en un proyecto de control de calidad para Kawasaki Steel Company. El método consiste en definir la ocurrencia de un evento no deseable o problema, es decir, como la “cabeza de pescado” y después identificar los factores que contribuyen, es decir, las causas, como el, “esqueleto de pescado” que sale del hueso posterior de la cabeza. Las causas principales se dividen en cuatro o cinco categorías principales: humanas, máquinas, métodos, materiales, entorno, administración, cada una dividida en subcausas. El proceso continúa hasta enumerar todas las causas posibles. Un buen diagrama tendrá varios niveles de huesos y proporcionará una visión global de un problema. Se espera que este proceso tienda a identificar las soluciones potenciales.

Diagrama N° 000: Diagrama Ishikawa y sus partes



Fuente: Nievel & Freivals, A. (2006)

Este diagrama será utilizado para identificar el problema y sus respectivas causas.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3. Hipótesis.

3.1 Formulación de la hipótesis.

La Mejora en el diseño de la carrocería de los camiones reduce las mermas de la empresa BACKUS.

3.2 Variables

3.2.1. Variable Dependiente:

Merma.

3.2.2. Variable Independiente:

Mejora en el diseño de la carrocería de los camiones de reparto de la empresa BACKUS.

3.3 Operacionalización de variables

Tabla 1 : Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Merma	Cantidad de productos dañados o deteriorados en el trayecto de entrega al cliente	Cantidad de merma	% de merma
		Costos por merma	Cantidad de dinero por pérdidas de botellas rotas
MEJORA DEL DISEÑO	Mejora estructural del diseño con la intención de generar un ahorro	Cantidad de dinero en material y mano de obra	Cantidad de dinero invertido por semana en camiones mejorados
		Cantidad de dinero que la empresa se perjudica	Cantidad de dinero que se pierde a la semana por botellas rotas:
		Dinero que se recupera por la modificación de camiones	Ahorro que se genera por camión a la semana cuando se ha realizado la modificación:
		Dinero que se distribuyó en materiales y mano de obra para modificar toda la flota	Cantidad de dinero a invertir en el total de camiones mejorados por semana
		Cantidad de dinero en material y mano de obra por periodo de modificación	Cantidad de dinero invertido por semana en camiones mejorados
		Dinero que se recupera por la modificación de todos los camiones	Cantidad de dinero ahorrado en la semana por tener camiones mejorados

3.4 Diseño de investigación

Experimental.

3.5 Unidad de estudio

La carrocería de los camiones.

3.6 Población

Está conformada por la flota de los camiones comprados y la carrocería instalada en México que es en cantidad de 347.

3.7 Muestra (muestreo o selección)

Está conformada por toda la flota de los camiones comprados a México que son en cantidad de 347.

3.8 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

Para lograr tener a la mano información se procedió a realizar una encuesta al personal de reparto, almacén, operadores de montacargas para saber si era posible realizar las modificaciones a los camiones, así como la elaboración de un formato para el recojo de datos de los costos por las mermas.

Figura 7 : Encuesta realizada a personal de reparto.



3.9 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Las técnicas usadas fueron validadas por el jefe de logística, así como el de transporte, lo que le dio más peso a la mejora que se realizó.

Historial de reportes diarios de los conductores de reparto, también la información fue complementada con el área de almacén.

4. Resultados

Objetivos Específicos.

Diagnosticar la situación actual del servicio de reparto de la empresa BACKUS.

Cuantiosas pérdidas mensuales acumuladas a nivel nacional por mal diseño de carrocería.

Al realizar el conteo de las botellas que se deterioraban semanalmente en los 347 camiones se obtuvieron las siguientes cantidades. Para lograr esta data se echó mano de la información de la empresa basado en los reportes de los conductores de cada unidad.

Representación con distribución de frecuencia.

Tabla 2 : Cantidad de botellas rotas, semana 1,2,3,4, los datos fueron proporcionados por el área de almacén de Backus.

DATOS				
CAMIONES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
1	50	45	48	53
2	45	38	32	42
3	37	33	28	29
4	45	34	47	46
5	47	48	45	37
6	49	46	37	46
7	48	43	45	43
8	47	46	51	43
9	46	51	38	42
10	48	47	43	41
11	51	44	45	38
12	48	38	37	37

13	53	45	45	36
14	54	46	46	33
15	47	41	38	34
16	49	50	48	36
17	51	47	44	32
18	48	38	49	35
19	47	45	39	36
20	45	43	38	37
21	42	44	48	35
22	47	47	47	34
23	39	48	44	32
24	46	39	45	32
25	38	46	39	38
26	43	43	48	35
27	39	39	39	34
28	42	46	42	36
29	45	43	46	32
30	53	42	43	30
31	29	41	48	37
32	45	37	49	41
33	34	36	47	36
34	38	35	45	35
35	37	44	49	38
36	44	46	47	42
37	36	43	49	39
38	39	38	38	41
39	44	39	50	40
40	37	41	47	42
41	36	38	46	43
42	35	39	43	38
43	39	44	47	39
44	71	60	74	87
45	66	74	70	66
46	64	61	78	77
47	73	71	71	69
48	65	71	78	77
49	62	71	70	81
50	73	71	64	70
51	66	59	79	89
52	69	74	77	84
53	67	65	66	86

54	62	62	68	82
55	62	59	64	88
56	64	67	77	69
57	73	69	74	75
58	70	58	63	86
59	66	71	63	79
60	73	69	75	78
61	66	65	62	76
62	62	56	71	77
63	62	57	74	79
64	65	68	73	84
65	60	62	70	71
66	61	61	73	84
67	64	57	78	86
68	73	72	78	73
69	70	59	77	66
70	64	64	73	80
71	62	69	64	86
72	64	65	68	79
73	71	67	64	72
74	68	71	65	68
75	73	66	75	73
76	72	67	74	80
77	68	60	77	74
78	61	71	77	79
79	60	60	65	73
80	65	68	74	80
81	70	67	70	86
82	67	60	75	82
83	63	63	64	80
84	63	63	71	82
85	59	67	66	81
86	63	74	73	81
87	69	56	70	83
88	65	72	71	82
89	60	59	71	71
90	66	60	67	86
91	66	66	68	71
92	70	71	68	77
93	61	69	78	83
94	68	73	78	79

95	69	64	79	79
96	72	57	63	74
97	69	68	69	84
98	69	61	75	68
99	71	67	77	71
100	62	64	71	84
101	70	71	74	79
102	64	69	80	70
103	60	56	62	85
104	65	56	74	66
105	62	63	66	67
106	72	61	80	87
107	68	58	79	68
108	70	68	76	75
109	63	72	72	72
110	65	70	65	82
111	62	74	67	82
112	59	67	75	89
113	62	74	77	75
114	66	61	62	82
115	65	68	63	71
116	73	56	66	68
117	59	66	70	84
118	68	67	69	90
119	64	58	78	78
120	60	73	80	69
121	67	63	70	70
122	70	72	75	83
123	73	61	77	83
124	73	72	70	78
125	62	65	63	68
126	68	67	68	76
127	61	70	79	79
128	60	66	67	67
129	70	64	72	78
130	64	57	73	78
131	62	60	74	81
132	67	72	68	74
133	62	64	80	75
134	65	61	78	77
135	65	65	76	81

136	73	60	77	79
137	72	65	78	68
138	66	65	68	85
139	72	66	66	77
140	61	64	67	72
141	59	62	65	90
142	71	69	63	78
143	73	69	66	86
144	72	70	64	74
145	68	63	80	77
146	59	68	80	85
147	63	68	69	86
148	69	68	65	69
149	73	60	75	85
150	61	61	78	89
151	67	63	68	82
152	63	65	70	77
153	66	71	64	76
154	73	60	76	79
155	70	65	76	83
156	63	73	68	79
157	62	72	64	84
158	70	63	80	89
159	72	74	68	72
160	65	67	68	78
161	65	66	63	76
162	73	69	70	69
163	72	66	64	72
164	67	65	70	78
165	73	66	75	89
166	73	69	65	80
167	64	74	73	83
168	61	60	75	84
169	68	71	69	90
170	65	60	76	67
171	60	69	64	71
172	63	66	62	78
173	62	65	63	78
174	73	68	72	69
175	73	58	80	78
176	69	56	76	85

177	65	60	78	87
178	71	68	76	75
179	67	57	64	84
180	62	66	79	83
181	72	59	69	79
182	65	67	62	86
183	60	73	68	77
184	72	71	63	76
185	59	74	62	83
186	71	71	80	90
187	72	59	74	83
188	60	62	63	84
189	73	60	79	67
190	60	64	75	69
191	69	63	70	83
192	72	69	68	88
193	72	68	66	68
194	64	72	71	73
195	67	60	66	67
196	59	69	68	70
197	72	73	66	75
198	70	60	73	70
199	68	66	79	71
200	73	70	71	73
201	60	61	66	78
202	71	65	79	71
203	65	68	80	88
204	70	67	65	73
205	71	67	62	86
206	62	59	68	85
207	64	65	76	90
208	68	57	64	84
209	67	69	64	74
210	66	74	68	87
211	61	71	67	77
212	70	62	80	89
213	73	71	77	75
214	60	63	67	89
215	73	68	78	83
216	64	69	69	87
217	65	73	63	75

218	69	58	72	86
219	72	72	69	79
220	63	62	78	86
221	67	73	73	70
222	61	64	76	68
223	62	73	63	76
224	65	63	79	73
225	60	65	70	75
226	71	57	77	74
227	68	68	77	71
228	69	70	79	69
229	71	59	75	82
230	65	62	64	90
231	67	60	79	78
232	66	67	75	90
233	60	61	74	75
234	63	56	63	69
235	65	66	78	82
236	67	61	67	83
237	73	61	75	80
238	59	74	63	79
239	66	64	75	66
240	61	73	68	69
241	67	68	69	82
242	67	57	79	83
243	66	58	74	90
244	70	74	76	76
245	71	72	72	78
246	63	57	74	74
247	63	63	74	86
248	62	56	75	80
249	62	71	68	67
250	63	65	63	74
251	61	57	79	87
252	67	71	71	84
253	60	70	74	82
254	65	73	77	89
255	70	70	70	83
256	61	58	72	80
257	59	70	70	84
258	64	66	63	87

259	60	70	64	72
260	61	59	62	79
261	65	71	65	73
262	68	65	62	90
263	61	69	68	82
264	59	66	69	75
265	59	62	66	72
266	70	74	79	78
267	59	72	69	72
268	71	69	75	90
269	62	67	70	81
270	69	62	72	71
271	63	65	71	88
272	62	68	64	76
273	63	61	71	78
274	59	72	73	86
275	71	64	80	68
276	69	62	80	76
277	64	67	73	80
278	65	74	76	70
279	65	71	72	74
280	70	60	64	77
281	64	64	65	81
282	71	73	70	87
283	61	65	68	90
284	66	57	73	88
285	64	57	62	67
286	73	63	69	78
287	60	65	77	72
288	63	71	64	68
289	69	62	69	83
290	60	66	64	78
291	67	73	64	85
292	68	68	68	80
293	65	68	66	83
294	62	56	65	72
295	71	56	64	86
296	67	57	77	71
297	63	63	64	74
298	71	70	80	87
299	71	61	79	74

300	67	68	73	83
301	61	67	78	67
302	73	64	62	79
303	68	72	77	66
304	72	71	69	71
305	65	64	77	80
306	72	57	76	76
307	65	64	71	66
308	59	69	80	90
309	73	72	76	77
310	67	56	78	84
311	62	63	64	66
312	68	71	76	74
313	68	66	68	75
314	61	65	73	89
315	59	73	78	87
316	72	56	66	86
317	60	65	71	87
318	59	72	64	87
319	70	68	64	90
320	65	71	75	69
321	65	69	62	75
322	59	73	71	83
323	61	70	68	69
324	72	57	72	77
325	60	64	70	74
326	72	65	72	79
327	65	60	63	83
328	68	68	74	73
329	71	60	67	73
330	70	67	62	75
331	70	63	63	79
332	70	66	74	78
333	62	57	65	81
334	63	69	74	80
335	71	66	69	90
336	72	57	63	81
337	61	71	66	90
338	67	68	72	74
339	61	74	72	70
340	67	58	66	90

341	63	59	67	70
342	65	69	78	76
343	68	57	75	73
344	72	56	63	70
345	59	63	65	80
346	65	72	65	66
347	69	61	62	78

Tabla 3 : Cálculos previos, los datos fueron sacados de la tabla 2.

CALCULOS PREVIOS	
N° de datos	1388
Límite inferior	28
Límite superior	90
Rango	62
N° de Clases	12
Tamaño o clase de amplitud	5

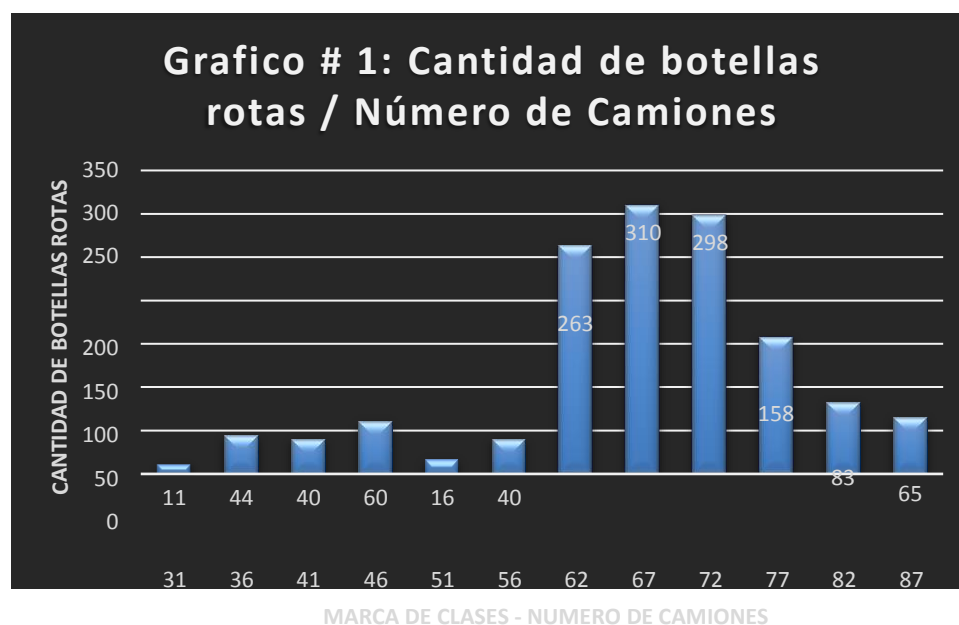
Tabla 4 : Intervalos de Clase, los datos fueron sacados de la tabla 2.

N° DE INTERVALOS	NÚMERO DE CAMIONES	
	Límite Inferior	Límite Superior
1	28	33
2	33	38
3	38	44
4	44	49
5	49	54
6	54	59
7	59	64
8	64	69
9	69	75
10	75	80
11	80	85
12	85	90

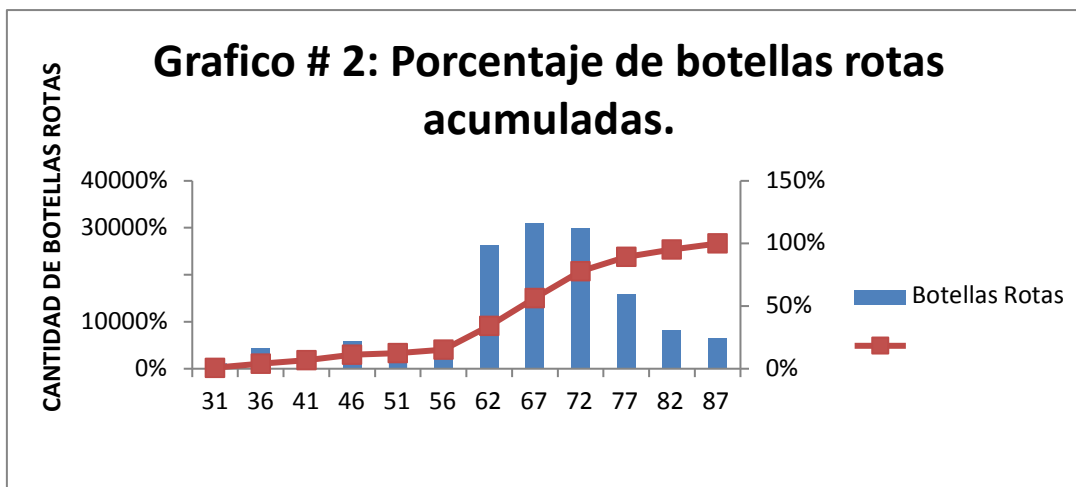
Tabla 5 : Número de botellas rotas según cantidad de camiones descargados.

Número Camiones		X_i	Botellas Rotas	F_i	%	% acu.
28	33	31	11	11	0.79%	0.79%
33	38	36	44	55	3.17%	3.96%
38	44	41	40	95	2.88%	6.84%
44	49	46	60	155	4.32%	11.17%
49	54	51	16	171	1.15%	12.32%
54	59	56	40	211	2.88%	15.20%
59	64	62	263	474	18.95%	34.15%
64	69	67	310	784	22.33%	56.48%
69	75	72	298	1082	21.47%	77.95%
75	80	77	158	1240	11.38%	89.34%
80	85	82	83	1323	5.98%	95.32%
85	90	87	65	1388	4.68%	100.00%

Fuente: Base de datos de la tabla número 2.



Fuente: Tabla 5, donde se observa cantidad de botellas rotas / Número de Camiones



Fuente: Tabla # 5, porcentaje acumulado de botellas rotas.

La manera en que este perjuicio se presentaba en la empresa era constante, lo que generó molestia e incomodidad de parte de los trabajadores, adicionalmente de posibles daños a los trabajadores que están asignados a cada vehículo.

Para cuantificar la cantidad de dinero que se estaba perdiendo por las botellas rotas se elaboró un formato donde se anotaban las cantidades semanales de botellas rotas que se producían en cada camión, recordemos que la cantidad de camiones son de 347.

Total de Botellas rota durante cuatro semanas

Tabla 6 : Total de botellas rotas durante 4 semanas.

CAMIONES	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	TOTAL
1	50	45	48	53	196
2	45	38	32	42	157
3	37	33	28	29	127
4	45	34	47	46	172
5	47	48	45	37	177

Fuente: Tabla # 2, base de datos brindada por el almacén.

Como la cantidad es variable, se propuso usar una fórmula de cálculo de un valor esperado basado en un sistema estadístico:

$$\text{Cajas promedio} = (a+b+4*m)/6$$

Donde:

A: cantidad pesimista

B: cantidad media

M: cantidad Esperada

Tabla 7 : Calculo con sistema estadístico, valor esperado.

camiones	pesimista	Medio(B)	Optimista(A)	Esperado(M)	CAJAS Promedio	costo (S/BOTELLA)
1	53	49	45	49	4.08	2
2	45	39.25	32	39	3.25	2
3	37	31.75	28	32	2.66	2
4	47	43	34	42.1	3.51	2
5	48	44.25	37	43.66	3.63	2
.
.
347	78	67.5	61	68.16	5.68	2

Calculando costo por botellas rotas:

$$C = \sum_{n=1}^{347} (\text{Cantidad de botellas esperadas}(n) * \text{costo de botella rota}(n))$$

$$n=1$$

$$=(23236 \text{ botellas esperadas})(s/2/\text{botella})= s/ 46452/\text{semana}$$

$$=s/ 185808/\text{mes}$$

Como se aprecia el costo es muy alto de persistir este escenario de transporte de cajas, por lo que fue necesario actuar y proponer una mejora del diseño de la carrocería de los camiones de reparto.

Propuesta de mejora del diseño de la carrocería de los camiones de reparto

Al analizar el diseño de los camiones y al analizar los diversos problemas como paradas inesperadas del vehículo para reacomodar las cajas, riesgo de parte de los trabajadores de sufrir lesiones, etc. Se propuso hacer modificaciones, estas modificaciones se fueron dando poco a poco, es decir por ensayo y error, en primera instancia se hicieron las mediciones, luego se analizó los puntos de soporte que se deberían ubicar, posteriormente el tipo de material y la comodidad que se debe tener para poder subir y bajar las cajas sin ningún otro problema.

Para ello se decidió la fabricación de soportes articulado de 2 piezas para cada quilla, el número de quillas (4 quillas). Se utilizó tubo cuadrado de 1"x1" y 2"x2", de 2mm de espesor para mayor resistencia.

Figura 8 : Diseño de soportes articulados con el equipo de mantenimiento.



Figura 9 : Vista superior de distribución de producto en las 8 bahías del camión.

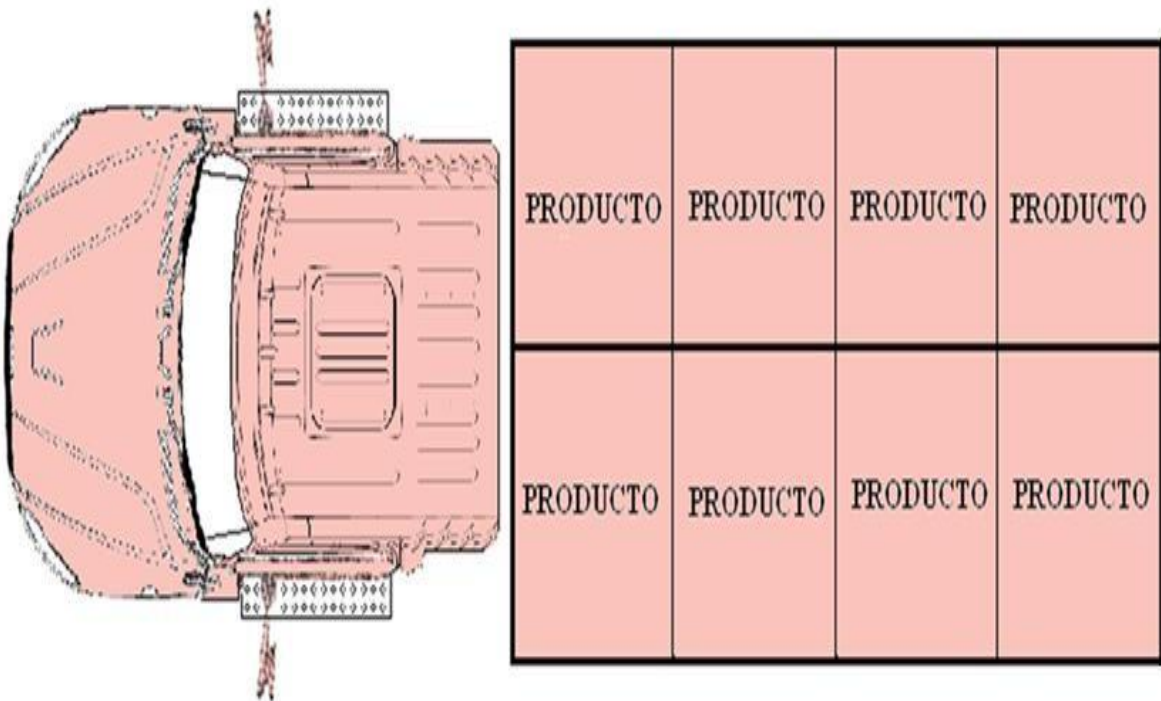


Figura 10 : Soportes articulados fabricados para la modificación de la carrocería.



Tabla 8 : Cantidad y Costo de materiales a emplear para modificar los vehículos.

Materiales	SOLES(s/)
tubo cuadrado de 2 pulgadas x 4 mm de espesor	50
tubo cuadrado de 1 pulgada x 4 mm de espesor	50
soldadura eléctrica	40
pernos de 3/8 de pulgadas	40
pintura anticorrosiva	15
arco de sierra, taladro	15
TOTAL	s/210/camión

En cuanto al personal se logró usar una jornada laboral de ocho horas para poder adaptar cada vehículo, esto para poder hacer los cortes del material, la soldadura de las quillas, el armado y el soldado interior. Se debe dar en cuenta que conforme los trabajadores mejoraban el proceso se les iba haciendo más fácil el proceso y se lograba hacer más cantidad de vehículo por día.

Figura 11 : Instalación de soportes articulados superiores.



Figura 12 : Instalación de soportes articulados inferiores.



Tabla 9 : Cuadro de costos por uso de personal.

PERSONAL	SOLES(S//HR)	HORAS	Total
2	15	8	s/120/camión

Para lograr el cambio de los 347 vehículos, se fue logrando en nueve semanas, en una semana se lograron adaptar 16 camiones de reparto, esto se duplico la segunda semana dado que los trabajadores lograron realizar el trabajo con mayor velocidad y precisión, además se logró añadir más trabajadores y lograr llegar a 50 camiones por semana.

Tabla 10 : Cuadro de secuencia de adaptación de los vehículos.

SEMANA	CAMIONES DISPONIBLES	CAMIONES MEJORADOS
1	347	16
2	331	32
3	299	50
4	249	50
5	199	50
6	149	50
7	99	50
8	49	49
9	0	0

El análisis de costos de la adaptación esta en base a los costos de materiales y mano de obra:

*Costo por Mejora: Costo de materiales + costo de mano de obra=
s/210+s/120= s/ 330*

Luego se calculó el costo semanal por mejora, el cual permitió ir poco a poco cambiando la totalidad de la flota llegando a un costo total de s/ 114 510.

Tabla 11 : Costo total por semana: Camiones mejorados X Costo por mejora.

SEMANA	CAMIONES DISPONIBLES	CAMIONES MEJORADOS	COSTO POR MEJORA (s/camión)	Total(s/)
1	347	16	330	5280
2	331	32	330	10560
3	299	50	330	16500
4	249	50	330	16500
5	199	50	330	16500
6	149	50	330	16500
7	99	50	330	16500
8	49	49	330	16170
9	0	0	0	0

114510

Capacitar al personal para el uso adecuado de la mejora implementada.

Se capacito al personal de Reparto (empresarios transportistas, conductores, auxiliares, montacarguistas, etc.) de la empresa Backus, para su correcto desmontaje y montaje de las modificaciones hechas. Esto se realizó con charlas, con indicaciones dentro de los camiones y además con la recomendación de la ubicación de las cajas y el adecuado balance de peso en cada parte del vehículo.

Figura 13 : Capacitación de desmontaje y montaje del soporte articulado.



Análisis de costo – beneficio de la propuesta de la mejora del diseño de los camiones de la empresa Backus.

Para lograr calcular el ahorro neto se realizaron los siguientes cálculos:

Tabla 12 : Costo que genera cada camión por botellas rotas.

46452	S/ semana
185808	S/ MES
$(s/185808mes)/(347camiones/mes)(1\text{ mes}/4\text{ semanas})= 133.86$	S/SEM/CAMION

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

Los indicadores para lograr calcular el ahorro son los siguientes:

Cantidad de dinero invertido por semana en camiones

mejorados

Total: cantidad de camiones mejorados * costos por mejora

Cantidad de dinero que se pierde a la semana por botellas rotas:

Costos por botellas rotas= Camiones sin modificaciones * Costo por camión por botellas rotas

Ahorro que se genera por camión a la semana cuando se ha realizado la

modificación: Ahorro= Costo por camión por botellas rotas*Camiones mejorados

Cantidad de dinero a invertir en el total de camiones mejorados por semana

Inversión en camiones mejorados= Camiones mejorados *Costo por mejora

Cantidad de dinero ahorrado en la semana por tener camiones mejorados

Ahorro Neto= Ahorro-Costo por botellas rotas- inversión en camiones mejorados

Tabla 13 : Cuadro semanal de ahorro neto.

SEMANA	CAMIONES DISPONIBLES	CAMIONES MEJORADOS	COSTO POR MEJORA (s/camión)	Total(s/)	COSTO POR BOTELLAS ROTAS	AHORRO	INVERSION EN CAMIONES MEJORADOS	AHORRO NETO
1	347	16	330	5280	46452			
2	331	32	330	10560	44310.12104	2141.878963	10560	-52728.24207
3	299	50	330	16500	40026.36311	6425.636888	16500	-50100.72622
4	249	50	330	16500	33332.99135	13119.00865	16500	-36713.98271
5	199	50	330	16500	26639.6196	19812.3804	16500	-23327.23919
6	149	50	330	16500	19946.24784	26505.75216	16500	-9940.495677
7	99	50	330	16500	13252.87608	33199.12392	16500	3446.247839
8	49	49	330	16170	6559.504323	39892.49568	16170	17162.99135
9	0	0	0	0	0	46452	0	46452

114510

Como se aprecia la cantidad de ahorro que se genera tiene presencia a partir de la semana 7, dado que en las primeras semanas se tiene todavía una gran cantidad de camiones disponibles sin modificaciones.

AHORRO (S/SEMANA)		-52728.24207	-50100.7262	-36713.9827	-23327.2392	-9940.49568	3446.24784	17162.9914	46452	46452	46452	46452	46452	46452	46452	46452	46452
SEMANA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
INVERSION (S/SEMANA)	-5280	-10560	-16500	-16500	-16500	-16500	-16500	-16170	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FLUJO NETO	-5280	-63288.24207	-66600.7262	-53213.9827	-39827.2392	-26440.4957	-13053.7522	992.991354	46452	46452	46452	46452	46452	46452	46452	46452	46452

Para calcular los indicadores económicos de evaluación de la modificación se hace uso del flujo de caja neto.

Calculo de Tasa Interna de Retorno (TIR):

Flujo Económico:

Tasa de intereses semanal= $(1+35\%/52)^{(1/52)} - 1 = 0.013\%$

Tabla 14 : Flujo económico.

Semana	Flujo Económico (\$)	Factor de Actualización $(1+35\%/52)^{(1/52)} - 1 = 0.013\%$ semanal
0	-5280	
1	-63288.2421	
2	-66600.7262	
3	-53213.9827	
4	-39827.2392	
5	-26440.4957	
6	-13053.7522	
7	992.991354	
8	46452	
9	46452	
10	46452	
11	46452	
12	46452	
13	46452	
14	46452	
15	46452	
16	46452	
Valor Presente		

Valor Presente:

$$\begin{aligned}
 VP = & (-5280) + (-63288.2421)(P/F,0.013\%,1) + (-66600.7262)(P/F,0.013\%,2) \\
 & + (-53213.9827)(P/F,0.013\%,3) + (-39827.2392)(P/F,0.013\%,4) + (-26440.4957)(P/F,0.013\%,5) \\
 & + (-13053.7522)(P/F,0.013\%,6) + (992.991354)(P/F,0.013\%,7) + (46452)(P/F,0.013\%,8) \\
 & + (46452)(P/F,0.013\%,9) + (46452)(P/F,0.013\%,10) + (46452)(P/F,0.013\%,11) + (46452)(P/F,0.013\%,12) \\
 & + (46452)(P/F,0.013\%,13) + (46452)(P/F,0.013\%,14) + (46452)(P/F,0.013\%,15) \\
 & + (46452)(P/F,0.013\%,16) = s/ 150783.17
 \end{aligned}$$

Tasa Interna de Retorno:

Valor Presente:

$$\begin{aligned} VP = & (-5280) + (-63288.2421)(P/F, x\%, 1) + (-66600.7262)(P/F, x\%, 2) \\ & + (-53213.9827)(P/F, x\%, 3) + (-39827.2392)(P/F, x\%, 4) + (-26440.4957)(P/F, x\%, 5) \\ & + (-13053.7522)(P/F, x\%, 6) + (992.991354)(P/F, x\%, 7) + (46452)(P/F, x\%, 8) \\ & + (46452)(P/F, x\%, 9) + (46452)(P/F, x\%, 10) + (46452)(P/F, x\%, 11) + (46452)(P/F, x\%, 12) + (46452)(P/F, x\%, 13) \\ & + (46452)(P/F, x\%, 14) + (46452)(P/F, x\%, 15) + (46452)(P/F, x\%, 16) = 0 \end{aligned}$$

$$X\% = 5\%$$

Beneficio-Costo:

$$\begin{aligned} VP \text{ beneficio} = VP = & (-52728.242) + (-50100.7262247838)(P/F, 0.013\%, 1) + (-36713.98)(P/F, 0.013\%, 2) \\ & + (-23327.23)(P/F, 0.013\%, 3) + (-9940.49567723343)(P/F, 0.013\%, 4) + (3446.2478386167)(P/F, 0.013\%, 5) \\ & + (17162.9913544668)(P/F, 0.013\%, 6) + (17162.99)(P/F, 0.013\%, 7) + (46452)(P/F, 0.013\%, 8) \\ & + (46452)(P/F, 0.013\%, 9) + (46452)(P/F, 0.013\%, 10) + (46452)(P/F, 0.013\%, 11) + (46452)(P/F, 0.013\%, 12) \\ VP \text{ beneficio} = & s/265254 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} VP \text{ costo} = VP = & (-5280) + (-10560)(P/F, x\%, 1) + (-16500)(P/F, x\%, 2) \\ & + (-16500)(P/F, x\%, 3) + (-16500)(P/F, x\%, 4) + (-16500)(P/F, x\%, 5) \\ & + (-16500)(P/F, x\%, 6) + (-16170)(P/F, x\%, 7) + (46452)(P/F, x\%, 8) \\ & + (0)(P/F, x\%, 9) + (0)(P/F, x\%, 10) + (0)(P/F, x\%, 11) + (0)(P/F, x\%, 12) + (0)(P/F, x\%, 13) + (0)(P/F, x\%, 14) \\ & + (0)(P/F, x\%, 15) + (0)(P/F, x\%, 16) \\ VP \text{ costo} = & s/114451 \end{aligned}$$

$$B/C = 265254 / 114451 = 2,3176$$

Esto significa que por cada sol invertido me devuelven un sol más 1,3176 de ganancia.

Calculo del tiempo de Recuperación:

Tabla 15 : Calculo del tiempo de recuperación.

SEMANA	VALOR ACTUAL	DINERO RECUPERADO
0	-5280	
1	-63280.07815	-68560.07815
2	-133175.6799	-201735.7581
3	-159600.7654	-361336.5234
4	-159257.5879	-520594.1113
5	-132151.3265	-652745.4378
6	-78287.15908	-731032.5969
7	-5955.258777	-736987.8556
8	324996.264	-411991.5916
9	371400.3487	-40591.24291
10	417798.4475	377207.2046

Como se aprecia el periodo de recuperación se logra en la semana 10.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Se remarca la trascendencia de determinar si los resultados confirman o niegan argumentos de los autores del marco teórico.

CONCLUSIONES

Los camiones de reparto de la empresa BACKUS. por su mala adecuación y estructura interna estuvieron generando mermas por ruptura de botellas por un costo mensual aproximado de s/ 185 808.

La propuesta de mejora del diseño de la carrocería de los camiones tiene un costo de s/330 para poder adaptarlos y así evitar la ruptura de las botellas.

La capacitación del personal para el uso adecuado de la mejora implementada se realizó por parte de la empresa.

El indicador económico del Beneficio costo para un año genera un valor de 2.31 lo que es beneficioso para la empresa.

1.12 *Figura: Proceso de carga y descarga de unidad piloto D6N-730 en CD Iquitos.*

Figura 14 : Proceso de carga y descarga de unidad piloto D6N-730 en CD Iquitos.



RECOMENDACIONES

- Antes de comprar el lote de camiones comprobar primero in situ el desempeño de los camiones en nuestras propias carreteras para evitar problemas como las de la ruptura de botellas.
- Se debe recomendar al personal destinado a cada camión el cuidado de la estructura adaptada para evitar problemas posteriores.
- Realizar una revisión mensual a cada camión para ver la estructura y poder dar un mantenimiento.

REFERENCIAS

- BARNES, Ralph M. 1972.** *Estudio de Tiempos y Movimientos*. Madrid : Española, 1972. 8403190069.
- CHASE, Richard B. /JACOBS, F. Robert /AQUILANO, Nicholas J. 2005.** *Administración de la Producción y Operaciones Para Una Ventaja Competitiva*. México : McGraw-Hill Interamericana, 2005. ISBN 970-10-4468-1.
- FRANCESS, Catanyer. 1993.** *Control de Método y Movimientos*. Barcelona : Marcombo, 1993. ISBN/ 8426706835.
- GARCIA CRIOLLO, Roberto. 2005.** *Estudio del Trabajo*. Mexico : Mc Graw Hill, 2005. 9701046579.
- KANAWATY, George. 1996.** *Introducción al estudio del trabajo*. Suiza : Oficina Internacional del Trabajo. 4ª ed., 1996.
- MAYNARD, Harold B. 1988.** *Manual de Ingeniería y Organización Industrial*. Bogotá : Reverte, 1988. ISBN/ 9788429126792.
- MEYERS, Fred E. - STEPHENS, Matthew P. 2006.** *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México : Pearson Education, 2006. ISBN 970-26-0749-3.
- NIEBEL, Benjamin - FREIVALDS, Andris. 2009.** *Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México : The McGraw-Hill Companies, 2009. ISBN 978-970-10-6962-2.
- RENDER, Barry / HEIZER, Jay. 1996.** *Principios de Administración de Operaciones*. México : Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996. ISBN 968-880-722-2.
- TAHA, Hamdy. 2004.** *Investigación de operaciones*. México : Pearson/Prentice Hall, 2004.

<http://backus.pe/pdf/Memoria-Anual-2015-Backus.pdf>

ANEXOS

Se adjunta formatos los cuales se utilizaban para la recolección de datos y poder contabilizar las botellas rotas.

FORMATO DE BOTELLAS ROTAS	
FECHA DE REPARTO	
UNIDAD - PLACA	
CONDUCTOR	
PERSONAL DE REPARTO	
PRODUCTO TOTAL	
ROTURA DE PRODUCTO	
OBSERVACIONES	

FORMATO DE BOTELLAS ROTAS	
FECHA DE REPARTO	
UNIDAD - PLACA	
CONDUCTOR	
PERSONAL DE REPARTO	
PRODUCTO TOTAL	
ROTURA DE PRODUCTO	
OBSERVACIONES	

Se adjunta video en CD de funcionamiento de la mejora implementada.

