

**UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA**

**SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA**

**ANÁLISIS DE COSTO DEL CICLO DE VIDA A MÁQUINA  
ENVASADORA REACONDICIONADA**

Trabajo de Titulación para optar al Título de  
Ingeniero en Mantenimiento Industrial.

Alumno: Sr. Rodrigo Alonso Gasquez Pinto

Profesor Guía:

Ing. Pablo Andrés Duque Ramírez

**2023**

## DEDICATORIA

Quiero agradecer a mis Padres Patricio y Raquel, por darme todo su apoyo en esta etapa tan importante de formación y desarrollo personal, gracias por los consejos, el cariño y la paciencia que me brindaron cada día.

A mis hijos Rodrigo y Matías, por todo el apoyo y compañía que me brindo durante mi transcurso en la universidad y comprendieron lo importante que era para mí.

A mis compañeros que me sacaban una sonrisa en cada momento de frustración que surgían, en especial a Amadiel, Miguel y Diego por estar presentes en los momentos que más se necesitaba una voz amiga.

A todos mis profesores que fueron los que me entregaron las herramientas y conocimientos necesarios para poder seguir creciendo tanto profesionalmente como en principios y valores.

Finalmente, al equipo de Empresas Carozzi Planta Reñaca, en especial a Rolando Pacheco quien me incentivo, me entrego su apoyo y el conocimiento que me brindo, la confianza que pusieron en mí y el tiempo de calidad que se entregó para mi aprendizaje constante.

De corazón, gracias a todos.

Rodrigo Alonso Gasquez Pinto

## RESUMEN

**KEYWORDS:** ANÁLISIS DE COSTOS; CICLO DE VIDA; MÁQUINA ENVASADORA; REACONDICIONADA.

Este trabajo de título busca visibilizar una alternativa de estudio mediante el análisis de costo de ciclo de vida para guiar la toma de decisión sobre agregar al proceso productivo un equipo nuevo o uno reacondicionado esto basado en un caso real de Empresas Carozzi S.A. Planta Ambrosoli Reñaca, con el fin de cumplir con la creciente demanda del mercado. Realizando un análisis de ciclo de vida de ambas alternativas, con el fin de poder tomar una buena elección en el momento de decidir la inversión.

Como punto de partida se pone en contexto, las materias que son parte del presente estudio, aclarando conceptos claves que estructuran el análisis. Poniendo especial énfasis en los procedimientos de análisis de ciclos de vida presentados por William y Scott y Pistarelli, con el fin de obtener una cuantificación e introducción del análisis de costo del ciclo de vida entre un equipo nuevo y otro reacondicionado, basado en el método de estudio realizado, se disponen de herramientas cuantitativas de evaluación para ofrecer información valiosa para la toma de decisiones, desde una perspectiva económica

A continuación, se presenta una breve introducción sobre de empresas Carozzi planta Reñaca viña del mar, con el objetivo de entrar en el contexto operacional de la problemática en donde estará ubicado el equipo. Se desarrolla la metodología del profesor Pistarelli del análisis de costo del ciclo de vida para poder realizar nuestro análisis, ya que se adapta mejor a la realidad operacional de la empresa estudio, tomando en cuenta los valores del equipo reacondicionado y los costos de un equipo nuevo de manera de poder dar a conocer a la gerencia cual es la opción más adecuada.

Finalmente, analizan los resultados mediante una sensibilización de los costos del ciclo de vida, es decir el análisis de todos los gastos asignables a un producto o servicio desde el inicio de la idea hasta el final de su vida útil, para cualquier agente asociado a las partes de la vida del producto o servicio. Se comprende que los gastos de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida pueden ser visibles como son los gastos directos en la producción como los gastos de materias primas, energía y mano de obra, o pueden tener una menor visibilidad como son los gastos indirectos para el fabricante, pérdida de productividad debida a las mermas, o los gastos para la sociedad, problemas medioambientales. Tomando en cuenta estas variables se decanta una alternativa entre las opciones presentadas.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>DEDICATORIA</b> .....	2
<b>OBJETIVOS</b> .....	2
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	2
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> .....	2
<b>RESUMEN</b> .....	3
<b>SIGLA Y SIMBOLOGÍA</b> .....	9
<b>SIMBOLOGÍA</b> .....	10
<b>CAPÍTULO 1: DESCRIBIR LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE..</b>	<b>3</b>
1.1. <b>INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA</b> .....	4
1.2. <b>ANTECEDENTES</b> .....	5
1.3. <b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	5
1.4. <b>MODELO DE LCCA DESARROLLADO POR WILLIANS Y...</b>	<b>6</b>
1.4.1. <b>Evaluación del impacto de fallos.</b> .....	6
1.4.2. <b>Determinar La Forma Probabilística.</b> .....	7
1.4.3. <b>Función De Densidad</b> .....	7
1.4.4 <b>La varianza es.</b> .....	8
1.4.5. <b>Expresiones De Navas.</b> .....	9
1.4.6. <b>Expresiones De Navas TPEF.</b> .....	10
1.4.7. <b>Cálculo De Costes De Fiabilidad.</b> .....	11
1.4.8. <b>Cálculos Del Valor Presente.</b> .....	12
1.5. <b>METODOLOGÍA / PROFESOR “PISTARELLI”</b> .....	13
1.6. <b>RENOVACIÓN DE ACTIVOS Y ESTRATEGIA DE</b> .....	15
1.7. <b>MÉTODO DEL VALOR ANUALIZADO</b> .....	16
1.8. <b>COMPARATIVA DE LOS MODELOS DESCRITOS</b> .....	16
1.9. <b>JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO SELECCIONADO</b> .....	17
<b>CAPÍTULO 2: EVALUAR EL ANÁLISIS DE COSTO DEL CICLO</b> .....	<b>18</b>
<b>2 EVALUAR EL ANÁLISIS DE MEDIANTE LA RECOPIACIÓN DE GASTOS</b> .....	<b>19</b>

2.1	CONTEXTO OPERACIONAL .....	19
2.2	PERFIL DEL NEGOCIO .....	20
2.3	Proceso De Elaboración. ....	21
2.4	Diagrama De Flujo .....	22
2.4.1	MARCO REGULATORIO .....	22
2.4.2	HACCP. ....	22
2.4.3	BRC .....	22
2.5	Masipack.....	23
2.5.1	Datos Técnicos.....	23
2.6	Tipos De Embolsado.....	24
2.7	Envasadora Masipack Ultra Vs 250.....	25
2.8	Metodología De Profesor Pistarelli. ....	26
2.8.1	Cotización De Repuestos Para La Mejora Del Equipo. ....	27
2.8.2	Método Del Valor Anualizado equipo existente.....	28
2.8.3	Método Del Valor Anualizado equipo nuevo .....	28
	<b>CAPÍTULO 3: SENSIBILIZAR EL GRADO DE DESARROLLO .....</b>	<b>30</b>
3.1.	Sensibilizar el grado de desarrollo de los criterios y parámetros.	31
3.1.1	Objetivos De Los Costos.....	31
3.2	SENSIBILIZAR.....	32
3.3	SENSIBILIZACIÓN DEL PROYECTO. ....	33
3.4	Análisis de Sensibilidad.....	34
3.4.1	Sensibilización de los Datos.....	35
3.4.2	Gráficos de Tendencia GMO Y GMA. ....	36
3.4.3	Proyección de Gasto total del Mantenimiento. ....	37
3.4.4	Gráfico de Tendencia GMO. ....	38
3.4.5	Proyección Gasto Total Del Mantenimiento Anual.....	39
3.4.6	Gráfico de Tendencia GMA.....	40
3.4.7	Tabla De Estimación De Gasto El Equipo Existente.....	41
3.4.8	Tabla de Estimación de Gasto anual para un Equipo Nuevo.....	42

3.4.9	Análisis de los resultados obtenidos.....	42
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	44
	BIBLIOGRAFÍA .....	45

### ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-1.	Función de Densidad .....	7
Ecuación 1-2.	La Media .....	7
Ecuación 1-3.	La Varianza.....	8
Ecuación 1-4.	Valor esperado de la variable aleatoria.....	8
Ecuación 1-5.	La Media.....	8
Ecuación 1-6.	Expresiones de Navas .....	9
Ecuación 1-7.	Expresión de Navas Beta.....	9
Ecuación 1-8.	Frecuencia Entre Fallos. ....	10
Ecuación 1-9.	Ecuación de costos totales por Fiabilidad fórmula general. ....	11
Ecuación 1-10.	Ecuación de costos totales Fiabilidad fórmula aplicada... ..	11
Ecuación 1-11.	Valor Presente.....	12
Ecuación 1-12.	Ecuación LCC Simplificada. ....	13
Ecuación 1-13.	Ecuación LCC Completa. ....	13
Ecuación 1-14.	Ecuación LCC disgregada. ....	13
Ecuación 1-15.	Factor de Valor Actual.....	14
Ecuación 1-16.	Gasto Anual Esperado haciendo la reparación mayor. ....	15
Ecuación 1-17.	Gasto Anual para una Máquina Nueva.....	15
Ecuación 2-1.	Estima el gasto anual equipo existente. ....	27
Ecuación 2-2.	Estima el gasto anual equipo nuevo. ....	27
Ecuación 2-3.	Metodo del valor anualizado equipo existente valor. ....	28
Ecuación 2-3.	Considera el gasto anual para una máquina nueva valor....	29

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla1-1. Tabla tiempo entre fallos A meses.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabla 2-0. Repuestos y Costos Asociados. ....</b>	<b>27</b>
<b>Tabla 3-1. Tabla de Proyección en gasto mantenimiento GMO y GMA....</b>	<b>35</b>
<b>Tabla 3-2. Gráficos de Tendencia GMO-GMA. ....</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 3-3. Tabla de Proyección en gasto mantenimiento GMO. ....</b>	<b>37</b>
<b>Tabla 3-4. Grafico de Tendencia GMO. ....</b>	<b>38</b>
<b>Tabla 3-5. Tabla de Proyeccion GMA .....</b>	<b>39</b>
<b>Tabla 3-6. Graficos de Tendencia GMA.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 3-7. Tabla de Estimación de Gastos Equipo Existente. ....</b>	<b>41</b>
<b>Tabla 3-8. Tabla de Estimación de Gastos Equipo Nuevo. ....</b>	<b>42</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2-1. Exterior Empresa Carozzi. ....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 2-2. Proceso de Producción.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2-3. Formato Pillow.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 2-4. Tipos de Packing. ....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 2-5. Modelo Masipack Ultra VS 250.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 2-6. Tipos de Formatos. ....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 2-7. Lista de ordene PM.....</b>	<b>26</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXOS A: NOMBRE DEL ANEXO LAYOUT EQUIPO .....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS B-1: REPUESTOS Y COSTOS ASOCIADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS B-2: REPUESTOS Y COSTOS ASOCIADOS.....</b>	<b>47</b>

## SIGLA Y SIMBOLOGÍA

### A. SIGLAS:

- **LCC: Life Cycle Costing. Costo de ciclo vida.**
- **LCCA: Análisis de Costo del Ciclo de Vida.**
- **$C_{AD}$ : Costo de la inversión para instalar el equipo(proyecto).**
- **GO: Gasto de operación para toda la vida del sistema.**
- **GE: Gastos de explotación y de mantenimiento por mano de obra.**
- **$G_{MO}$ : Gasto total del mantenimiento por mano de obra.**
- **$G_{MAT}$ : Materiales.**
- **$G_{SER}$ : Servicios.**
- **$G_{FI}$ : Gastos financieros.**
- **$G_{FA}$ : Gastos de fallas.**
- **$C_{OBS}$ : Costo estimado para la disposición final del activo.**
- **$C_{DIS}$ : Por descarte, retiro de chatarra, adecuación ambiental.**
- **$V_R$ : Valor residual de venta.**
- **$F_{VA}$ : Es el factor de valor actual para el activo.**
- **$N_U$ : Horizonte de utilidad.**
- **$GM_A$ : Gasto anual de mantenimiento.**
- **$GM$ : Gasto total de mantenimiento.**
- **$GE_A$ : Gasto anual de Explotación.**
- **$GE$ : Gasto total de explotación.**
- **$r$ : Tasa de Interés.**
- **$GA_E$ : Estima el gasto anual esperado para el equipo existente.**
- **$GA_N$ : Gastos anual instalación existente.**
- **$H_E$ : Periodo de explotación esperado para el equipo existente.  
luego de la reparación mayor.**

- $VA_E$ : Es el valor actual de la maquina existente.
- $CR_E$ : Costo de la gran reparación.
- $VR_E$ : El valor de reventa o residual del equipo existente transcurrido.
- $GE_E$ : El gasto de explotación anual.
- $GM_E$ : El gasto de mantenimiento anual.
- $VAd_N$ : Es el costo de la inversión para reemplazar el equipo existente por el nuevo.
- $H_N$ : El horizonte esperado de utilidad para el nuevo activo.
- $VR_N$ : El valor venta residual transcurrido.
- $GE_N$ : Gasto anual de Explotación.
- $GM_N$ : Gasto anual de mantenimiento.
- UN: Número de años considerado para el análisis.
- VPN: Valor presente neto.
- VAN: Valor actual neto.
- TIR: Tasa interna de retorno.
- PAYBACK: Tiempo de retorno de la inversión inicial.

### SIMBOLOGÍA

- %: Porcentaje.
- [m]: Metro.
- \$: Peso.
- -: Menos.
- +: Mas.
- USD: dólar.
- M\$: Millones de pesos.

## **INTRODUCCIÓN**

Con 70 años en el mercado chileno, Ambrosoli se consolida como una de las empresas más importantes dentro de la industria de confites. Ambrosoli nace a principios del siglo XX como empresa familiar y a través de los años ha logrado expandirse y liderar el mercado mediante constante innovación, altos estándares de calidad y buscando cumplir con su principal misión de entregar una vida más dulce.

La historia de Ambrosoli nace a principios del siglo XX en los parajes del norte de Italia, en un pueblo ubicado en los faldeos de los Alpes junto al lago. En este lugar, el empresario Giovanni Ambrosoli, padre de don Constantino, decide vender la miel que por años fabrico su familia para consumo propio.

En los años 30, el trabajo da sus frutos y se introduce el primer confite que nace de este producto natural; caramelos “a la miel” y “leche miel”. ¿Caramelos? “Queríamos ser buenos productores y elaboradores de miel. Pero era un campo limitado, entonces quisimos pasar a la producción de caramelos”.

En el año 2000 Ambrosoli pasa a ser parte de la Compañía Carozzi una empresa multinacional que le da una mirada distinta. EL propósito; Dar siempre lo mejor de nosotros para que las personas disfruten más la vida. Nuestra visión; Ser la compañía de consumo más respetada y valorada de Latinoamérica.

La problemática que se presentó para la gestación de este trabajo consta en la exposición de dos alternativas de instalación de equipos para la sección de envasado de productos terminados, la primera alternativa consta en reacondicionar un equipo que se encuentra en desuso en otra de las plantas Carozzi, la segunda alternativa es gestionar la compra de un equipo nuevo para cubrir la necesidad de producción.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Analizar los costos del ciclo de vida de un activo mediante la metodología análisis de costo del ciclo de vida determinando la opción más viable técnica y económicamente.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir la metodología del análisis de costo del ciclo de vida mediante un estudio, en cuanto a sus conceptos criterios y parámetros para así aplicarlos en la industria.
2. Aplicar el análisis de costo del ciclo de vida mediante la recopilación de gastos en mantenimiento utilizando datos internos de la compañía, para luego comparar viabilidad de las dos alternativas.
3. Analizar los resultados mediante la sensibilización de los criterios y parámetros del análisis de costo del ciclo de vida ajustados al sector industrial.

**CAPÍTULO 1: DESCRIBIR LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE COSTO  
DEL CICLO DE VIDA.**

## **1. LA METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE COSTO DEL CICLO DE VIDA MEDIANTE UN ESTUDIO**

El siguiente capítulo permitirá describir la metodología del análisis de costo del ciclo de vida mediante un estudio, en cuanto a sus conceptos criterios y parámetros para así aplicarlos en la industria.

### **1.1. INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA**

En las empresas de hoy, el análisis del Coste del Ciclo de Vida es una metodología desarrollada para evaluar la variación en los costes de los activos durante su vida útil. Los ambientes industriales actuales involucran sistemas y equipos que se deben operar a niveles que ni siquiera era posible pensarlo hace una década. Los requerimientos para incrementar la disponibilidad para la capacidad de producción, la calidad del producto, la agilidad y la efectividad de operaciones, dentro de un contexto de cambios rápidos aumenta la exigencia en la rapidez de respuesta.

La presión por reducir los costos debe producir lo mismo a mejores resultados con poca gente y a menudo con menores recursos. Las restricciones sociales y las regulaciones contribuyen para que los niveles de experiencia, flexibilidad y margen de operación se reduzcan. La necesidad de reducir los gastos que se usa conduce a rebajar los niveles del inventario de repuestos en bodegas. Con la necesidad de mantener y mejorar puede incrementar, la efectividad operacional, mientras al mismo tiempo se deben reducir los costos de capital, es el desafío más grande que enfrentan las empresas en el área productiva y operacional. El mejorar exige un cambio radical de los temas tanto culturales y organizacionales, como de los procesos de la administración del mantenimiento.

Las empresas tienen que adoptarse a niveles de confiabilidad, mantenibilidad y a la vez disponibilidad de los equipos. Se deben manejar largos sistemas de información que sean capaces de predecir el alistamiento de las operaciones futuras en un tiempo amplio que permita mitigar las anomalías que amenazan su misión. En la industria de hoy se debe utilizar la tecnología lo cual permite que todos los competidores tengan acceso a estas, la competencia se centra más que todo en la mejorar los recursos y lleva a las empresas a reconsiderar el cuidado de sus equipos y a medir los costos que estos representan.

## **1.2. ANTECEDENTES**

En las organizaciones toman conciencia sobre la importancia del mantenimiento de los activos de producción, se crea la necesidad de considerar en el análisis de la compra, no solo los costos de adquisición inicial y puesta en marcha, sino los costos que se generan durante todo su ciclo de vida incluyen: costos de concepto y definición, costos en el diseño, desarrollo, costos de fabricación, en la instalación, operación y mantenimiento, costos en la desincorporación.

El análisis de costo del ciclo de vida es una herramienta que ayuda a los ingenieros a pensar como maestros en administración de negocios y a actuar como ingenieros, para que hagan la selección correcta de equipos que alcancen bajos costos durante todo el tiempo de su vida útil, de tal manera que generen ganancias para los accionistas.

Según algunos de los enfoques acerca del control de costos se basan en comparaciones generales de los costos de mantenimiento contra los costos de producción, bien sea por unidad elaborada, producida, contra los costos totales del proceso, producción o manufactura; contra las ventas, la mano de obra de mantenimiento, etc.

La complejidad de los equipos, ayudada por los avances tecnológicos, hace que sea importante la valoración de los costos por parte de operación como de mantenimiento. En la manera de evaluar los costos en el mantenimiento no es tan efectivo el recurso invertido en mejoramiento en la confiabilidad, la mantenibilidad y disponibilidad de los equipos.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

“Como en la utilización de sistemas de control en las empresas cierra el ciclo de Fayol: planear, organizar y ejecutar, coordinar, dirigir, controlar; lo que conduce a una verdadera gestión de mantenimiento. Se encuentra demostrado que las empresas que gestionan y operan el mantenimiento con modelos internacionales obtienen ahorros significativos” (J.Pistarelli, 2010).

#### 1.4. MODELO DE LCCA DESARROLLADO POR WILLIANS Y SCOTT

En el año 1998, David Willians y Robert Scott dos asesores de la compañía consultora de ingeniería RM- Reliability Group, desarrollan un modelo de LCCA, que permite evaluar de forma detallada las categorías de costes más importantes de una alternativa específica (equipo o sistema de producción), con el objetivo de estimar un coste total anual equivalente y posteriormente, poder comparar este coste total con los resultados de costes de otras alternativas. En términos de estructura de análisis de costes, la propuesta de Willians y Scott es similar al método de Fabrycky y Blanchard, la principal diferencia radica en el proceso de estimación de los costes de por fiabilidad, ya que, estos costes, se estiman con frecuencias de fallos calculados a partir de la distribución probabilística de Weibull.

En relación con el proceso de cuantificación de los costes por fiabilidad, Scott y Willians proponen evaluar el impacto de los fallos de la siguiente manera:

##### 1.4.1. Evaluación del impacto de fallos.

1. Identificar para cada alternativa a evaluar los principales tipos de fallos. Así para un equipo determinado habrá  $f=1 \dots \dots \dots F$  tipos de fallos.
2. Determinar para cada tipo de fallo los tiempos entre fallos esperados (tiempos operativos). Esta información será recopilada por el diseñador a partir los historiales de fallos, base de datos y/o experiencias del personal de mantenimiento y operaciones. Podemos decir que para un equipo Z, se espera que ocurran 23 eventos de fallos tipo A en un periodo de 10 años.

A continuación, se presentan los tiempos entre fallos esperados en meses.

**Tabla 1-1. Tabla tiempo entre fallos A meses.**

Meses	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Fallos	3	3	4	4	4	6	6	6	5	7	7	6
Tabla tiempo entre fallos A-meses										Tabla 1-1		

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: "Tabla tiempo entre fallos"

### 1.4.2. Determinar La Forma Probabilística.

3. La frecuencia de fallos esperados con la distribución de Weibull. Este proceso se realiza a partir de los tiempos entre fallos registrados por tipo de fallo:

#### Notación:

- $\delta f$  = frecuencia de fallos = fallos/tiempo.
- $t_f$  = tiempo entre fallos.
- $TPEF$  = tiempo promedio entre fallos – valor de tiempo esperado entre fallos = tiempos /fallos. El TPEF es el inverso de la frecuencia:
- $\Gamma$  = función Gamma A- Valores tabulados de la función  $\Gamma$
- $\alpha$  = vida característica, tiempo /fallos, se calcula a partir de los tiempos entre fallos.
- $\beta$  = parámetros de forma, se calcula a partir de los tiempos entre fallos.

### 1.4.3. Función De Densidad.

Si la variable aleatoria X tiene distribución de Weibull de parámetros  $\alpha > 0$  y  $\beta > 0$  su función de densidad es.

$f(X) = (\beta x X^{\beta-1})x \left( e^{-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta} \right), para x \geq 0$	
Ecuación Densidad	Ecuación 1.1

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: "Ecuación Densidad"

La media  $\mu$  es:

$\mu = \alpha x \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right)$	
Ecuación la Media	Ecuación 1.2

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: "Ecuación la media"

#### 1.4.4. La varianza es.

$\sigma^2 = \alpha^2 x \left( \Gamma \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) - \Gamma^2 \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \right)$	
La varianza	Ecuación 1.3

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: "Ecuación la varianza"

- En nuestro caso la variable aleatoria X está representada por el tiempo que el sistema funciona sin que se produzca un fallo (tf), donde el TPEF es el valor esperado de la variable aleatoria (tf) es igual a me media  $\mu$ .

$TPEF = \mu = \alpha x \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right)$	
Tiempo promedio entre fallos	Ecuación 1.4

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: "Ecuación tiempo promedio entre fallos"

$\delta f = \frac{1}{TPEF}$	
Frecuencia de fallos	Ecuación 1.5

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: "Ecuación frecuencia de fallos"

- Los parámetros  $\alpha$  y  $\beta$ , se fijan a partir de las siguientes expresiones, recopiladas por Navas (1997)

### 1.4.5 Expresiones De Navas.

Estas expresiones fueron recogidas del libro “Aplicaciones de Mantenimiento”

$\alpha = exp$	$\frac{F}{\sum_{i=f}^F \left[ \frac{\ln \left( \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{f}{F+1}} \right) \right)}{\ln(tfi)} \right]} \left[ \sum_{i=f}^F \left[ \frac{\ln \left( \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{f}{F+1}} \right) \right)}{\ln(tfi)} \right] \times \ln(tfi) \right]$	
	$\left[ \sum_{i=f}^F \left[ \frac{\ln \left( \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{f}{F+1}} \right) \right)}{\ln(tfi)} \right] - \ln(tfi) \right] - \left[ \sum_{i=f}^F \left[ \frac{\ln \left( \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{f}{F+1}} \right) \right)}{\ln(tfi)} \right] \times \ln(tfi) \right]$	
	<p>Frecuencia de fallos distribución de Weibull <math>\alpha</math>= vida característica.</p>	Ecuación 1.6

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: “Ecuación frecuencia de fallos distribución Weibull  $\alpha$ ”

$\beta =$	$\frac{\sum_{i=f}^F \left[ \frac{\ln \left( \ln \left( \frac{1}{1 - \frac{f}{F+1}} \right) \right)}{\ln(tfi)} \right]}{\left( \sum_{i=f}^F \frac{1}{\ln(tfi)} \right) - \left( \ln(\alpha) \times \sum_{i=f}^F \frac{1}{\ln(tfi)} \right)}$	
	<p>Frecuencia de fallos distribución de Weibull <math>\beta</math>= Parámetro de forma.</p>	Ecuación 1.7

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: “Ecuación frecuencia de fallos distribución Weibull  $\beta$ ”

#### 1.4.6 Expresiones De Navas TPEF.

- En las expresiones 1.6 y 1.7,  $f$  es el número del evento de fallo específico,  $F$  es el número total de fallos evaluados y  $t_{fi}$  es el tiempo medido entre fallos en cuestión.
- Con los datos de tiempo entre fallos mostrados a continuación se presenta un ejemplo de cálculo de frecuencia de fallos a partir de la distribución de Weibull. Utilizando las expresiones 1.6 y 1.7 se estiman:
  - $\alpha$  = vida característica = 6,09 meses/fallo
  - $\beta$  = parámetros de forma = 3,13

$TPEF = \alpha \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) = 6,09 \frac{\text{meses}}{\text{fallos}} \times \Gamma\left(1 + \frac{1}{3,13}\right)$ $TPEF = 6,09 \frac{\text{meses}}{\text{fallos}} \times \Gamma(1,319)$ $\Gamma(1,32) = 0,89464$ <p style="text-align: center;">El valor <math>\Gamma</math> se obtiene a partir de la tabla de valores tabulados de la función <math>\Gamma</math>, ver tabla en apéndice A.</p> $TPEF = 5,448 \text{ meses/fallo}$ $\delta f = \frac{1}{5,448 \frac{\text{meses}}{\text{fallos}}} = 0,183 \frac{\text{fallos}}{\text{mes}} = 2,2 \frac{\text{fallos}}{\text{mes}}$	Ecuación 1.8
---	--------------

Fuente libro ing. en mantenimiento y fiabilidad aplicada: "Ecuación tiempo promedio entre fallas"

- El resultado de la frecuencia de fallos es un valor probabilístico, ya que se obtiene a partir del tiempo promedio esperado entre fallos, calculado en la Distribución de Weibull.

### 1.4.7 Cálculo De Costes De Fiabilidad.

Calcular los costes totales por Fiabilidad (CTPF), generado por los diferentes tipos de fallos en la producción, las operaciones, el ambiente y la seguridad, con la siguiente expresión:

$CTPF = \sum_{f=1}^F \delta f \times CF = \frac{\$}{\text{año}}$	
Ecuación de costos totales por Fiabilidad fórmula general	Ecuación 1.9

Fuente libro manual de mantenimiento: "Ecuación costos totales por fiabilidad fórmula general"

- $F$  = Numero total de tipos de fallos.
- $\delta f$  = frecuencia de fallos (fallos/año).
- $CF$  = costes por tipo de fallo (\$/fallo).

Como ejemplo se toma el resultado anterior de  $FF = 2,2$ , fallos/año y se estima el coste por fallos  $A = 5.000\$/\text{fallo}$  (estos costes incluyen: cotes de repuestos, mano de obra, penalización por perdida de producción e impacto operacional):

$CTPF = \sum_{f=1}^1 2,2 \frac{\$}{\text{año}} \times 5.000 \frac{\$}{\text{fallos}} = 11.000 \frac{\$}{\text{año}}$	
Ecuación de costos totales por Fiabilidad fórmula aplicada	Ecuación 1.10

Fuente libro manual de mantenimiento: "Ecuación de costos totales por fiabilidad fórmula aplicada"

El coste total anual equivalente obtenido de \$11.000, representa el valor probable de dinero que se va a necesitar cada año para solventar los problemas de fiabilidad ocasionados por el evento de fallo A, durante los años de vida útil esperada. En el caso de que existiera más de un tipo de fallo, el procedimiento a seguir es el mismo, es decir, se van a repetir los pasos explicados anteriormente y al final se sumaran todos los costes anuales generados por los distintos tipos de fallos. El coste total anual obtenido, representa el dinero que se va a necesitar cada año para solventar los problemas de fiabilidad ocasionados por los distintos tipos de fallos a lo largo del ciclo de vida analizado.

### **1.4.8 Cálculos Del Valor Presente.**

Calcular los CTPF el valor presente (P). Dado un valor anualizado (CTPF), se estima la cantidad de dinero en el presente que necesita comenzar a ahorrar (P), para poder pagar dicha anualidad durante los próximos años (t) para una tasa de descuento (i).

La expresión por utilizar para estimar CTPF en valor presente se muestra a continuación.

$P = CTPF \times \frac{(1+i)^t - 1}{i \times (1+i)^t} =$	
El valor presente	Ecuación 1.11

Fuente libro manual de mantenimiento: "Ecuación el valor presente"

- Como ejemplo se toma el resultado anterior de CTPF = 11.000\$/año y se calcula su valor presente para t=15 años y una tasa de descuento i=10%.
- P = 83.666,8 M\$, valor presente P, que presenta la cantidad de dinero que se necesita para poder cubrir con los gastos anuales esperados por el fallo A en 15 años. Como se puede visualizar en el ejemplo anterior, la frecuencia de fallos A, se estima con el tiempo promedio entre fallos (TPEF) calculado a partir de la distribución de Weibull. Posteriormente a los costes calculados por fiabilidad se le adicionan el resto de los costes evaluados (inversión, mantenimiento planificado, operaciones, etc.), se calcula el coste total en valor presente para la tasa de descuento seleccionada y los años de vida útil esperados y se compara el resultado obtenido con los costes totales de las otras opciones evaluadas.

## 1.5 METODOLOGÍA / PROFESOR “PISTARELLI”

El ciclo de vida de los activos un aspecto importante a considerar es el costo de vida de las maquinas. El LCC (del inglés Life Cycle Costing) tiene en cuenta el costo de adquisición por la instalación completa de un equipo, el gasto total de su operación y los costos derivados de su descarte u obsolescencia. Para el cálculo del LCC se utilizará la siguiente ecuación:

$LCC = C_{AD} + F_{VA}(GO) + C_{OBS}$	Ecuación 1.12.
---------------------------------------	----------------

Fuente libro manual de mantenimiento: “Ecuación LCC simplificada”

$LCC = C_{AD} + F_{VA}(GO + GM) + (C_{DIS} - V_R)$	Ecuación 1.13.
--	----------------

Fuente libro manual de mantenimiento: “Ecuación LCC ampliada”

En el primer término  $C_{AD}$  de la “Ecuación 1.12” es el costo de la inversión para instalar el equipo (Proyecto). Está constituido por el costo de anteproyecto, diseño, compra, construcción, entrega, instalación, capacitación para operar y mantener.  $GO$  es el gasto de operación para toda la vida del sistema. Se compone del gasto operativo

De explotación  $GE$  (Mano de obra, energías, combustibles, amortizaciones, insumos, puesta en marcha, etc.) y del gasto total de mantenimiento por mano de obra.

Para la “Ecuación 1.14” se puede señalar lo siguiente:

- $G_{MO}$  = Gastos total del mantenimiento por mano de obra.
- $G_{MAT}$  = Materiales.
- $G_{SER}$  = Servicios.
- $G_{FI}$  = Gastos Financieros.
- $G_{Fa}$  = Gastos de Fallas.

$LCC = C_{AD} + F_{VA}(GE + G_{MO} + G_{MAT} + G_{SER} + G_{FI} + G_{Fa}) + (C_{DIS} - V_R)$	Ecuación 1.14.
--	----------------

Fuente libro manual de mantenimiento: “Ecuación LCC disgregada”

El último término ( $C_{OBS}$ ) se compone del costo estimado para la disposición final del activo ( $C_{DIS}$ ) por descarte, retiro de chatarra, adecuación ambiental, etc. Y del valor residual de venta ( $V_R$ ) si lo tuviese. Por su parte,  $F_{VA}$  es el factor de valor actual para el activo y se calcula según la “Ecuación 1.15”, que se da a conocer a continuación:

$F_{VA} = \frac{(1+r)^{N_U} - 1}{r(1+r)^{N_U}}$	Ecuación 1.15.
---	----------------

Fuente libro manual de mantenimiento: “Ecuación factor de valor actual”

Donde  $r$  es la tasa de interés fija y  $N_U$  el número de años considerados para el análisis.

Se debe hallar un equilibrio entre los costos de inversión o adquisición ( $C_{AD}$ ) y los gastos de operación ( $GO$ ). Una baja tasa de mantenibilidad a raíz de un mal diseño incrementa los gastos de operación durante todo el periodo de operación o explotación.

- Si, por ejemplo, los repuestos de un equipo tienen baja intercambiabilidad con existencias presentes en el stock, será necesario mantener en el almacén nuevos grupos inmovilizados que aumentarían los gastos de inventario y el capital de trabajo. Tal vez, sean preferibles diseños que aun más costosos al inicio, reduzcan los gastos de mantenimiento.

Podemos decir que se presentan dos alternativas para cierto proyecto de inversión de una máquina nueva. El horizonte de utilidad se considera el mismo para las dos opciones y es de años ( $N_U = 10$  años). El resto de los datos se ilustran en las tablas. El color gris resalta aquellos datos que difieren entre las dos opciones. Aplicando las “Ecuaciones 1.3. y 1.4.” se obtiene ambos valores de (LCC).

La inversión inicial de la opción 1 es casi un 15% más económica que la opción 2. Pero la opción 2 ofrece gastos de explotación y mantenimientos menores. El resultado es que el LCC de la opción 2, transcurrido 10 años de explotación y a valor actual, será \$175.421 menor que la opción 1.

En términos globales las malas decisiones de un proyecto indefectiblemente se pagan en la etapa de explotación. Por tal motivo, la participación de mantenimiento es obligatoria desde el inicio de cualquier proyecto de inversión, vale decir, desde el inicio del ciclo de vida del activo.

## 1.6 RENOVACIÓN DE ACTIVOS Y ESTRATEGIA DE MANTENIMIENTO

La eficacia del parque de máquinas de una industria depende de la política de renovación de sus activos y por supuesto de la política de mantenimiento. Por lo tanto, ambos lineamientos deben ser compatibles. En varias ocasiones los directivos de planta y los jefes de mantenimiento se enfrentan a la incertidumbre de si es o no económicamente conveniente renovar un equipo.

Se presentan las alternativas de hacerle una reparación mayor al activo en uso para acondicionarlo a “nuevo” o, directamente, reemplazarlo por otro. Se conocen varias formas de comparar alternativas. Aquí presentamos un método sencillo que permite arribar a resultados bastantes equilibrados sin demasiados cálculos.

El método consiste en evaluar el gasto anual integral según ecuaciones que se muestran a continuación y optar por el de menor valor. La “Ecuación 1.16.” estima el gasto anual esperado para el equipo existente ( $GA_E$ ), haciéndole la reparación mayor. Por su parte la “Ecuación 1.17.” considera el gasto anual para una máquina nueva ( $GA_N$ ) de igual capacidad. Ninguna de las ecuaciones asume mejoras productivas ni de calidad, las que requerían otro tipo de análisis.

$GA_E = (VA_E + CR_E) \frac{r(1+r)^{H_E}}{(1+r)^{H_E} - 1} - VR_E \frac{r}{(1+r)^{H_E} - 1} + GE_E + GM_E$	
Gasto anual esperado para el equipo existente	Ecuación 1.16.

Fuente libro manual de mantenimiento: “Haciendo la reparación mayor”

$GA_N = VAd_N \frac{r(1+r)^{H_N}}{(1+r)^{H_N} - 1} - VR_N \frac{r}{(1+r)^{H_N} - 1} + GE_N + GM_N$	
Gasto anual para una maquina nueva	Ecuación 1.17.

Fuente libro manual de mantenimiento: “Gasto anual máquina nueva”

$H_E$  Es el periodo de explotación esperado para el equipo existente luego de la reparación mayor cuyo costo estimado es de  $CR_E$ .  $VA_E$  es el valor actual de la maquina existente,  $VR_E$  el valor de reventa o residual del equipo existente transcurrido  $H_E$ ,  $GE_E$  el gasto de explotación anual y  $GM_E$  el gasto de mantenimiento anual.

En lo que respecta a la segunda ecuación,  $VAd_N$  es el costo de la inversión para reemplazar el equipo existente por el nuevo,  $H_N$  el horizonte esperado de utilidad para el nuevo activo,  $VR_N$  el valor venta residual transcurrido  $H_N$  y  $GE_N$  y  $GM_N$ , los gastos de explotación y mantenimiento anual respectivamente.

### 1.7 MÉTODO DEL VALOR ANUALIZADO

Supóngase una situación en la que debe decidir por la reparación de una maquina frente a la posibilidad de adquirir una nueva. Los datos para las dos opciones.

Observe que el horizonte de utilidad para la maquina existente es de 3 años ( $H_E = 3$ ) mientras que para la nueva es de 15 años ( $H_N = 15$ ). El gasto necesario para reparar el equipo existente es de \$28.500 y se supone que con esta reparación operara satisfactoriamente durante  $H_E$ .

Aplicando las ecuaciones se obtiene el gasto anual esperado para la nueva instalación ( $GA_N$ ) y el gasto anual para la instalación existente ( $GA_E$ ).

Este método permite analizar instalaciones con distinto horizonte de utilidad.

### 1.8 COMPARATIVA DE LOS MODELOS DESCRITOS

El modelo de Willians y Scott se ajusta mejor a la realidad ya que el tiempo promedio entre fallos (TPEF) obtenido representa estadísticamente la esperanza de la variable evaluada (tiempos entre fallos), en otras palabras, el TPEF calculado es el valor más probable que se puede obtener a partir de los datos evaluados, utilizando la distribución de Weibull, por tal motivo, la frecuencia de fallos obtenida es un valor probabilístico. El método de LCCA propuesto por Willians y Scott, es usualmente utilizado en fases finales del proyecto, ya que para esta etapa se tiene información más precisa y ajustada a la realidad operacional de las distintas alternativas a evaluar.

El modelo descrito del profesor Alejandro Pistarelli hace referencia a unos aspectos muy importantes a considerar, la eficacia del parque de máquinas de una industria depende de la política de renovación de sus activos y por supuesto de la política de mantenimiento. Por lo tanto, ambos lineamientos deben ser compatibles. En varias ocasiones los directivos de planta y los jefes de mantenimiento se enfrentan a la incertidumbre de si es o no económicamente conveniente renovar un equipo.

## **1.9 JUSTIFICACIÓN DEL MÉTODO SELECCIONADO.**

Se presentan las alternativas de hacerle una reparación mayor al activo en uso para acondicionarlo a “nuevo” o, directamente, reemplazarlo por otro. Se conocen varias formas de comparar alternativas. Aquí presentamos un método sencillo que permite arribar a resultados bastantes equilibrados sin demasiados cálculos.

Por los motivos anteriormente descritos en este informe utilizaremos el modelo del profesor Alejandro Pistarelli, ya que se nos ajusta a la realidad de información que poseemos para la confección de los cálculos necesarios.

**CAPÍTULO 2: EVALUAR EL ANÁLISIS DE COSTO DEL CICLO DE VIDA**

## **2 EVALUAR EL ANÁLISIS DE COSTO DEL CICLO DE VIDA MEDIANTE LA RECOPIACIÓN DE GASTOS**

A continuación, el siguiente capítulo permitirá evaluar el análisis de costo del ciclo de vida mediante la recopilación de gastos en mantenimiento mediante datos internos de la compañía, para luego comparar viabilidad de las dos alternativas.

### **2.1 CONTEXTO OPERACIONAL**

Dentro de la producción de confites en la empresa Carozzi planta Reñaca, se encuentra el proceso de envasado, consiste en el pesaje y embolsado de productos de diferentes formatos estos son cargados en la tolva de alimentación por parte de operación, luego es elevado mediante una cinta transportadora hacia el cabezal pesador, se distribuye el producto a través de un disco acomodador a los vibradores de traspaso estos vibran para acomodar y distribuir los productos a los capachos que pesan realizando la secuencia de sumatoria de gramaje para realizar las descargas según lo solicitado, se sincroniza con la embolsadora la que al igual que la pesadora está determinada para el formato establecido añadiendo el polipropileno con el largo de lámina, diámetro de formador para sus distintas presentaciones y se entrega para la etapa de toma individual, control de pesos de gramaje este correcto, es contado por las auxiliares de producción que arman los display o cajas a la vez se encuentran formatos de mayor gramaje que se distribuyen a cajas directamente para su posterior acopio en pallet, es revisado por control de calidad para dirigirse a bodega de distribución, comercio en general, supermercados, negocios, exportación.

Si bien se establece que la cantidad de producción satisface el total general, sería bueno para la empresa aprovechara totalmente la necesidad de planificación, esto significa que los productos elaborados puedan ser envasados en los distintos formatos en los tiempos estipulados para su entrega oportuna a sus clientes finales y no perder mercado con la competencia, ser eficientes.

Con el fin de lograr una mejora en los tiempos de envasado, se da la necesidad de pensar en la alternativa de una máquina para dar más alternativas a planificación y no sea esta etapa de la línea productiva una merma a la posibilidad de entrega a tiempo de

nuestros productos al consumidor el área de producción nos plantea la necesidad de disponer de un equipo para poder responder a la demanda.

## 2.2 PERFIL DEL NEGOCIO

La empresa Carozzi fue inaugurada en 1965 como una empresa de fabricación de pastas. Mediante el paso de los años fue adquiriendo más áreas de producción de alimentos, como son las de galleta y chocolates. En el año 2000 se adquiere el 100% de la empresa Ambrosoli, la cual fue fundada en 1948 en Valparaíso. Contando con distintas plantas de forma internacional, sucursales, oficinas comerciales y centros de industriales, Carozzi es una de las empresas multinacionales más grande de Chile.



Fuente: Elaboración propia en base fotografía tomada en "Exterior de Empresa "Carozzi".

Figura 2-1. Exterior Empresa Carozzi.

### **2.3 Proceso De Elaboración.**

En relación con los productos gomas infantiles, llega la materia prima, se realiza la mezcla y se le da el sabor generando una gelatina. Pasa a una moldeadora, de almidón de maíz, para separar diferentes productos, con una inyección programada de 35 a 60 productos con su gramaje indicado. Luego son llevados a una sala de gelificación durante 24 horas para su solidificación. Posteriormente pasa a su desmoldado, pasando por una cinta de vaporizado para retirar el almidón y posteriormente se le agrega el azúcar envolvente del producto dando una espera de 8 horas más para su adhesión, eliminando la mayor cantidad de humedad de este. Una vez el producto listo, procede a ser envuelto de manera individual posteriormente a sus diferentes formatos para luego ser almacenados y distribuidos.

Para generar el envasado, el producto se introduce en una tolva produciendo el mezclado con la combinación de los diferentes sabores y mediante una cinta vertical, son llevados de forma aleatoria a un cabezal pesador en donde realiza secuencia para el gramaje de cada formato, los cuales contienen 430 gramos, 100 un como ejemplo. Estos son ingresados en cajas y apilados en pallets hasta que son retirados para ser almacenados. Finalmente son distribuidos a sus diferentes puntos comerciales.

## 2.4 Diagrama De Flujo



Fuente: Elaboración propia en base a "Proceso de Producción".

Figura 2-2. Proceso de Producción.

### 2.4.1 MARCO REGULATORIO

La empresa Carozzi al ser una empresa nacional y multinacional, mantiene un marco regulatorio en base a las necesidades productivas óptimas y los estándares globales en la producción de productos alimenticios. La irregularidad de algunas de estas normas es considerada una falta grave. Cualquiera sea la alternativa seleccionada ya sea un equipo reacondicionado u nuevo debe cumplir con las normas que a continuación se mencionan.

### 2.4.2 HACCP.

El Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control es un proceso sistemático preventivo para garantizar la inocuidad alimentaria, de forma lógica y objetiva.

### 2.4.3 BRC

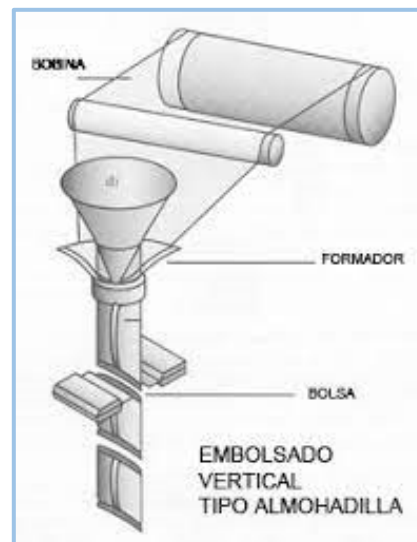
La norma BRC es una normativa establecida por la Asociación de Minoristas Británicos o British Retail Consortium, que une las asociaciones comerciales principales en el Reino Unido.

## 2.5 Masipack.

Es una empresa brasileña que se dedica a la fabricación de maquinaria de envasado y empaque para la industria alimentaria, farmacéutica y de bienes de consumo. La empresa fue fundada en 1987 y desde entonces se ha expandido internacionalmente, teniendo presencia en más de 80 países. Ofrece una amplia gama de productos y soluciones de envasado, incluyendo llenadoras, selladoras, etiquetadoras y sistemas de pesaje, entre otros. Masipack se destaca por su tecnología innovadora y su enfoque en la eficiencia y la productividad de sus clientes, esta empresa es la desarrolladora de la máquina de estudio.

### 2.5.1 Datos Técnicos.

Se indicará los datos técnicos de las dos alternativas que nos encontramos trabajando, las dos alternativas son modelos Masipack ultra VS 250, la primera alternativa es un equipo que fue comprado en otra planta para un formato Pillow, que consiste en cuatro selladores de manera vertical y un conjunto de mordazas horizontales.



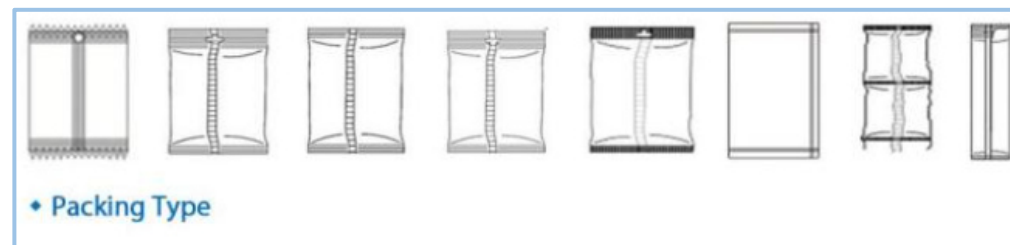
Fuente: Imagen referencial disponible en Internet.

Figura 2-3. Formato Pillow.

## 2.6 Tipos De Embolsado.

Los tipos de embolsados depende de la gama de productos que se quiera envasar dentro de la línea productiva de la empresa, esto va ligado con el gramaje de los productos área de desarrollo de productos y el marketing.

El envase es algo más que apariencia y comercialización. Esto significa la marca del producto, la protección, el transporte, la flexibilidad, accesibilidad y sostenibilidad.



Fuente: Imagen referencial disponible en Internet.

Figura 2-4. Tipos de Packing.



Fuente: Imagen referencial tomada del proveedor del equipo.

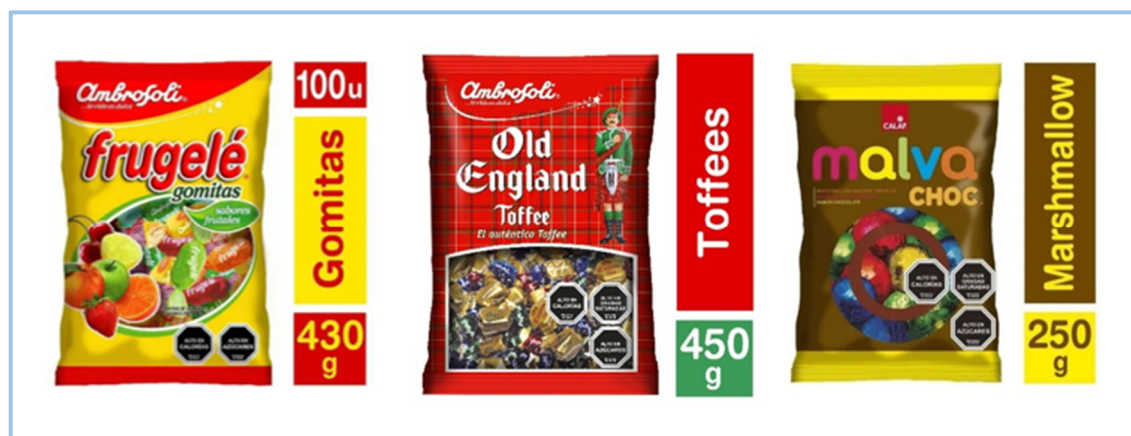
Figura 2-5. Modelo Masipack Ultra VS 250.

## 2.7 Envasadora Masipack Ultra Vs 250.

La función específica de este equipo es la de realizar el pesado mediante de un cabezal pesador, este distribuye los productos mediante un vibrador central que los traslada de manera uniforme hacia los vibradores de traspasos, estos alimentan los capachos pesadores que realizando una combinatoria de pesos realizan la descarga deseada, de esta manera combina las descarga con la envasadora, produciéndose las bolsas deseadas a una velocidad aproximada de 70 a 80 ppm.

En su segunda etapa es en donde se genera la bolsa, esta pasa el laminado por los polines, formato siendo sellada en primera etapa en su parte central, luego su parte inferior, para finalizar realizando el corte y sellado en su sección superior.

Por otra parte, la otra alternativa es la gestión de compra de un equipo Masipack Ultra VS 250 con los formatos para los productos que se realizan en la planta según los gramajes necesarios.



Fuente: Imagen referencial tomada del sitio web de Carozzi.

Figura 2-6. Tipos de Formatos.

## 2.8 Metodología De Profesor Pistarelli.

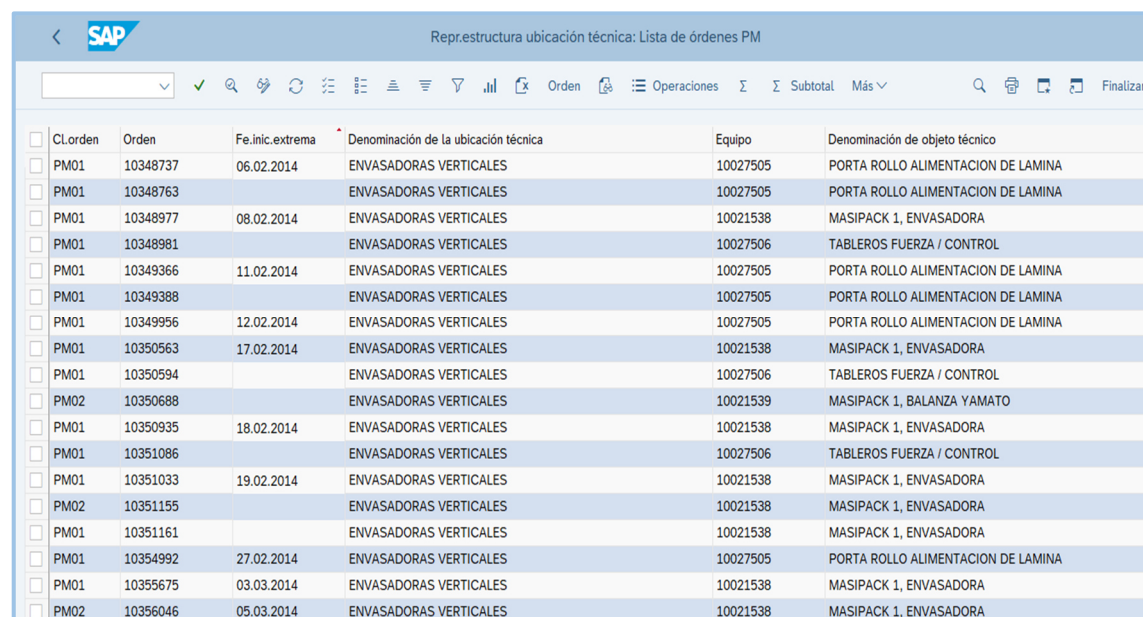
Para poder aplicar la metodología con información veraz se extrajeron los datos del software de planificación de recursos empresariales (ERP) usado por la compañía en este caso SAP.

- **Datos Sacados Desde SAP:**

Para poder buscar los costos de forma efectiva, se utiliza en empresas Carozzi la plataforma SAP en donde se encuentran ligadas todas las áreas de la empresa, en esta plataforma se cargan los planes de mantenimiento, históricos de fallas, materiales, existencias, gastos.

Se realizará un breve paso a paso del como buscamos la información en la plataforma SAP:

- Lista de Ordenes PM. Podemos ver órdenes y gastos asociados.



The screenshot shows the SAP interface for 'Repr.estructura ubicación técnica: Lista de órdenes PM'. The table lists maintenance orders with columns for Cl.orden, Orden, Fe.inic.extrema, Denominación de la ubicación técnica, Equipo, and Denominación de objeto técnico. The data is as follows:

Cl.orden	Orden	Fe.inic.extrema	Denominación de la ubicación técnica	Equipo	Denominación de objeto técnico
PM01	10348737	06.02.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10027505	PORTA ROLLO ALIMENTACION DE LAMINA
PM01	10348763		ENVASADORAS VERTICALES	10027505	PORTA ROLLO ALIMENTACION DE LAMINA
PM01	10348977	08.02.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10021538	MASIPACK 1, ENVASADORA
PM01	10348981		ENVASADORAS VERTICALES	10027506	TABLEROS FUERZA / CONTROL
PM01	10349366	11.02.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10027505	PORTA ROLLO ALIMENTACION DE LAMINA
PM01	10349388		ENVASADORAS VERTICALES	10027505	PORTA ROLLO ALIMENTACION DE LAMINA
PM01	10349956	12.02.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10027505	PORTA ROLLO ALIMENTACION DE LAMINA
PM01	10350563	17.02.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10021538	MASIPACK 1, ENVASADORA
PM01	10350594		ENVASADORAS VERTICALES	10027506	TABLEROS FUERZA / CONTROL
PM02	10350688		ENVASADORAS VERTICALES	10021539	MASIPACK 1, BALANZA YAMATO
PM01	10350935	18.02.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10021538	MASIPACK 1, ENVASADORA
PM01	10351086		ENVASADORAS VERTICALES	10027506	TABLEROS FUERZA / CONTROL
PM01	10351033	19.02.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10021538	MASIPACK 1, ENVASADORA
PM02	10351155		ENVASADORAS VERTICALES	10021538	MASIPACK 1, ENVASADORA
PM01	10351161		ENVASADORAS VERTICALES	10021538	MASIPACK 1, ENVASADORA
PM01	10354992	27.02.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10027505	PORTA ROLLO ALIMENTACION DE LAMINA
PM01	10355675	03.03.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10021538	MASIPACK 1, ENVASADORA
PM02	10356046	05.03.2014	ENVASADORAS VERTICALES	10021538	MASIPACK 1, ENVASADORA

Fuente: Imagen obtenida de internet.

Figura 2-7. Lista de Ordenes PM.

### 2.8.1 Cotización De Repuestos Para La Mejora Del Equipo.

**Tabla 2-0. Repuestos y Costos Asociados.**

<b>TOTAL, REPUESTOS</b>	<b>\$ 54.138.377</b>
<b>Mano de obra personal externo e interno</b>	<b>\$ 5.861.623</b>
Total:	\$ 60.000.000

Fuente elaboración propia: Cotizaciones de Repuestos para mejora del equipo.

Se adjuntará Excel donde se hace referencia a los repuestos y costos asociados.

La eficacia del parque de máquinas de una industria depende de la política de renovación de sus activos y por supuesto de la política de mantenimiento. Por lo tanto, ambos lineamientos deben ser compatibles. En varias ocasiones los directivos de planta y los jefes de mantenimiento se enfrentan a la incertidumbre de si es o no económicamente conveniente renovar un equipo. Se presentan las alternativas de hacerle una reparación mayor al activo en uso para acondicionarlo a “nuevo” o, directamente, reemplazarlo por otro. Se conocen varias formas de comparar alternativas. Aquí presentamos un método sencillo que permite arribar a resultados bastantes equilibrados sin demasiados cálculos.

El método consiste en evaluar el gasto anual integral según ecuaciones que se muestran a continuación y optar por el de menor valor. La “Ecuación 2.1.” estima el gasto anual esperado para el equipo existente ( $GA_E$ ), haciéndole la reparación mayor. Por su parte la “Ecuación 2.2.” considera el gasto anual para una maquina nueva ( $GA_N$ ) de igual capacidad. Ninguna de las ecuaciones asume mejoras productivas ni de calidad, las que requerían otro tipo de análisis.

$GA_E = (VA_E + CR_E) \frac{r(1+r)^{HE}}{(1+r)^{HE} - 1} - VR_E \frac{r}{(1+r)^{HE} - 1} + GE_E + GM_E$	Ecuación 2.1.
---	---------------

Fuente libro manual de mantenimiento: “Estima el gasto anual equipo existente”

$GA_N = VAd_N \frac{r(1+r)^{HN}}{(1+r)^{HN} - 1} - VR_N \frac{r}{(1+r)^{HN} - 1} + GE_N + GM_N$	Ecuación 2.2.
---	---------------

Fuente libro manual de mantenimiento: “Estima el gasto anual equipo nuevo”

### 2.8.2 Método Del Valor Anualizado.

Este método permite analizar instalaciones con distinto horizonte de utilidad. En el ejercicio se puede observar que para esta situación particular resulta conveniente reparar el activo a la necesidad productiva, frente al potencial reemplazo por uno nuevo.

#### Ecuación. Método del Valor Anualizado.

$GA_E = (\$104.046 + \$69.364) \frac{13.5\%(1 + 13.5\%)^{10}}{(1 + 13.5\%)^{10} - 1} - \$23.122 \frac{13.5\%}{(1 + 13.5\%)^{10} - 1} + \$11.561 + \$18.251.$ <p style="text-align: center;"><b>Resultado = \$61.186.</b></p>	
<b>Estima el gasto anual esperado para el equipo existente</b>	Ecuación 2.3.

Fuente: Elaboración propia en base a "Método del Valor Anualizado equipo existente"

- $VA_E$**  : Es el valor actual de la máquina existente.
- $CR_E$**  : Costo de la gran reparación.
- $r$**  : Tasa de Interés.
- $H_E$**  : Periodo de explotación esperado para el equipo existente luego de la reparación mayor.
- $VR_E$**  : El valor de reventa o residual del equipo existente transcurrido.
- $GE_E$**  : El gasto de explotación anual.
- $GM_E$**  : El gasto de mantenimiento anual.

### 2.8.3 Ecuación. Método Del Valor Anualizado Gasto anual Máquina nueva.

$$GA_N = \$346.821 \frac{13.5\%(1 + 13.5\%)^{10}}{(1 + 13.5\%)^{10} - 1} - \$46.244 \frac{13.5\%}{(1 + 13.5\%)^{10} - 1} + \$23.122 + \$18.251$$

**Resultado = \$104.121.**

Considera el gasto anual para una máquina nueva

Ecuación 2.4.

Fuente: Elaboración propia en base a "Método del Valor Anualizado maquina nueva".

**$VAd_N$**  : Es el costo de la inversión para reemplazar el equipo existente por el nuevo.

**$H_N$**  : El horizonte esperado de utilidad para el nuevo activo.

**$r$**  : Tasa de Interés.

**$VR_N$**  : El valor venta residual transcurrido.

**$GE_N$**  : Gasto anual de Explotación.

**$GM_N$**  : Gasto anual de mantenimiento.

**CAPÍTULO 3: SENSIBILIZAR EL GRADO DE DESARROLLO DE LOS  
CRITERIOS Y PARÁMETROS**

### **3.1 SENSIBILIZAR EL GRADO DE DESARROLLO DE LOS CRITERIOS Y PARÁMETROS**

Dando continuación al desarrollo del presente trabajo, el siguiente capítulo permitirá sensibilizar el grado de los parámetros del análisis de costo del ciclo de vida que se usan en el sector industrial.

#### **3.1.1 Objetivos De Los Costos.**

Los Objetivos De Los Costos Del Ciclo De Vida Son:

- Determinar los costos relacionados a los flujos monetarios del ciclo de vida de un producto y aquellos directamente relacionados a los diferentes actores.
- Contrastar los costos de distintas alternativas de productos, incluyendo los procesos y servicio.
- Documentar las mejoras de un sistema, producto a lo largo de su ciclo de vida, se incluyen los cambios en los procesos, mejoras, cambios de proveedores, tasas.

Ciclo de vida de un producto. Por otra parte, el análisis de los costos del ciclo de vida nos permite:

- Comprender el costo total del producto durante su ciclo de vida completo, integrado por diferentes factores: proveedores, fabricantes, distribuidores, usuarios.
- Lo que comprende al proceso de evaluación de ofertas de compra de bienes o servicios, se debe comparar entre las diferentes alternativas desde la perspectiva de su ciclo de vida.
- Interpretar y evaluar las oportunidades de mejora frente a reducir el costo total, mediante sustitución de materiales, mejoras en la eficiencia energética.
- Se debe comparar con otros productos, ideas nuevas durante la fase de diseño, para cuantificar los beneficios económicos de las opciones de diseño, menor gastos en la producción, menor consumo energético para el usuario, mejor valorización del residuo y como trabajar con estos.

### 3.2 **SENSIBILIZAR.**

La sensibilidad no se explicó en detalle en qué consiste realmente. El análisis de sensibilidad es la primera parte que hay que realizar para conocer el hecho que existe la incertidumbre. Debemos investigar cómo el cambio de una variable afecta los resultados. Es una parte fundamental porque podemos identificar las variables más importantes y construir escenarios posibles que permitirán analizar el comportamiento de unos varios resultados bajo diferentes escenarios. Entendemos que el análisis de sensibilidad nos permite cuantificar el cambio de una variable o resultado, entregar un cambio en un conjunto de variables posibles, en algunos términos, como en datos absolutos.

Como paso inicial hay que reconocer que los cambios en los resultados dependen de cómo hayamos construido el modelo y de los valores de las variables a analizar. Por otra parte, los cambios en las variables deben ser iguales de manera que se puedan comparar los resultados. Por último, se debe reconocer la posibilidad de que las relaciones con las variables y los resultados no sean de forma lineal. Al analizar la sensibilidad de las variables hay que hacerlo de una en una si se desea determinar cuáles son las variables más críticas.

Existen varios usos para este tipo de análisis. Uno de ellos es el de identificar, las variables más críticas y con base en ello, identificar adonde se debe dedicar más esfuerzos tanto en el proceso de planeación, como en el proceso de control posterior seguimiento de una decisión. Es útil para identificar las variables que deben ser incluidas en los procesos de análisis de sensibilidad más amplio que se conoce como creación de escenarios posibles.

### **3.3 SENSIBILIZACIÓN DEL PROYECTO.**

Este análisis se utiliza para varios propósitos. En primera parte para identificar las variables más críticas. La variable considerada crítica es cuando produce un cambio en su resultado mayor que el que produce otra variante, en base a ciertos criterios. Por el otro parte, se utiliza en la toma de decisiones sobre un aspecto que se debe enfatizar.

En los resultados que se pueden obtener al aplicar los criterios evaluados no miden la viabilidad del proyecto, miden la de uno de tantos escenarios futuros posibles. En cuanto a los cambios que con certeza se producirán en el comportamiento de las variables harán que sea prácticamente poco probable que la viabilidad calculada sea la que efectivamente tenga el proyecto.

Frente a la limitación y necesidad de proveer al empresario la mayor cantidad de información, nos surge los modelos de sensibilidad como un complemento de toda evaluación.

La gran mayoría de sensibilización hace visible el grado de incertidumbre que se puede exhibir, esto depende del modelo realizado, la de flujos de efectivo, siendo una de las alternativas de uso de los modelos que incorporan riesgo a la evaluación.

Por lo general existe un elemento de incertidumbre asociada a las alternativas analizadas. Siempre serán complicados los estimados de las condiciones económicas en el futuro, además que los efectos futuros de la gran mayoría de los proyectos dan a conocer con un grado de seguridad relativa. Es por esta falta de certeza sobre lo que puede suceder que la toma de decisiones económicas es una de las más complicadas dentro de la industria.

Podemos dar como hecho que la toma de decisiones en la industria generalmente les interesa es un rango amplio los posibles escenarios, resultados que puedan ocurrir como una variación en las estimaciones iniciales de los parámetros del proyecto. Se debe incluir un estudio económico añadiendo la sensibilidad en los criterios y cambios de las estimaciones utilizadas.

### **3.4 Análisis de Sensibilidad.**

Denominamos análisis de sensibilidad al procedimiento por el cual podemos determinar en cuanto afecta o que tan sensible es el flujo de efectivo ante algún cambio de una determinada variable del proyecto, como los costos totales, ingresos, volumen de producción, gasto en mano de obra, gastos en mantenimiento anual, etc. El análisis no está enfocado a modificar cada una de las variables para observar su efecto sobre el flujo de efectivo.

Existen variables que al ser modificadas afectan automáticamente a las demás o su cambio puede ser compensado. No es un buen análisis realizar un cambio de la materia prima para ver su efecto sobre su flujo de efectivo o alternar costos de administración, ventas.

En cuanto a las estimaciones realizadas de manera mensual a lo largo del tiempo, en los momentos actuales y en un país en vías de desarrollo, suceden aumentos en toda clase de insumos y lo más recomendado es la toma de promedios generales de inflación y no aumentos que sean parciales de algún insumo, ya que esto nos lleva en una dirección errónea en cuanto a un análisis certero.

Los factores que quedan fuera del control del empresario corresponden al nivel de financiamiento, tasa de interés que afectan al flujo de efectivo.

A la vez una de las problemáticas en los modelos de riesgo es que consideran información histórica para suponer. Podemos entender que los cambios políticos y económicos muestran comportamientos en algunas ocasiones predecibles, en cuanto a su ocurrencia u intensidad que se pueden manifestar son imposibles de predecir.

### 3.4.1 Sensibilización de los Datos.

En esta etapa del proyecto se utiliza la proyección de los datos, de manera de visualizar los cambios de forma gráfica. Se utiliza gasto de mantenimiento por mano de obra, gasto de mantenimiento anual.

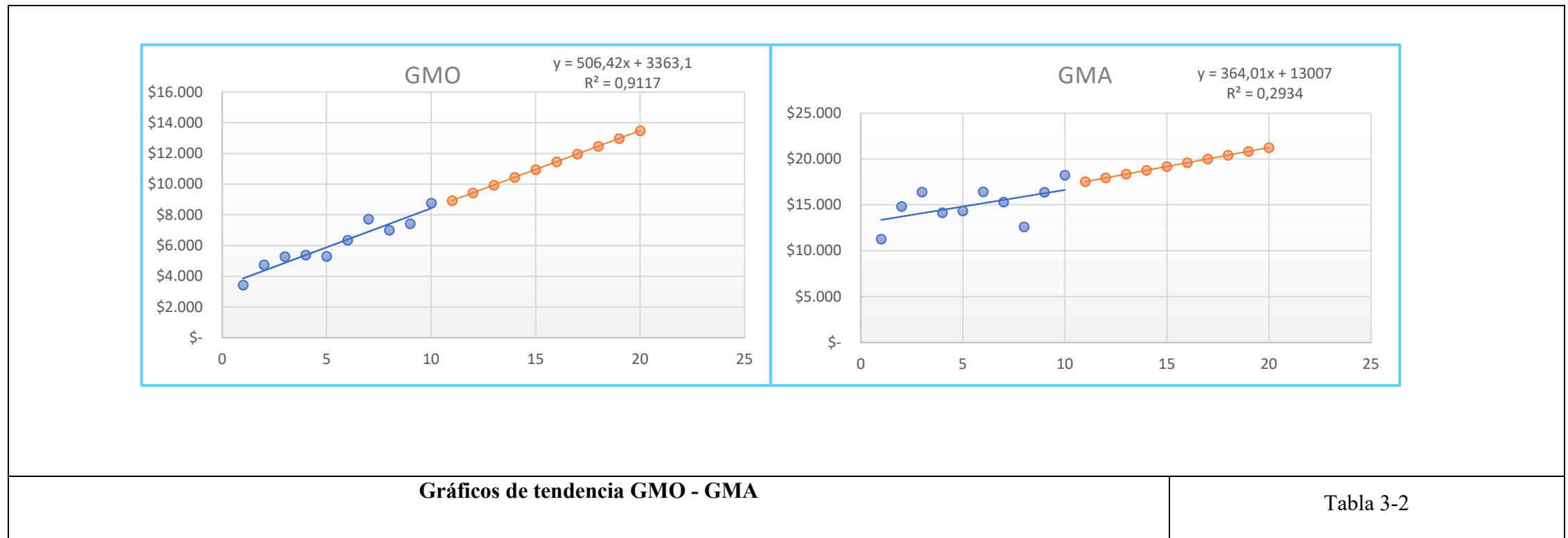
Proyeccion	[AÑO]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
GMO	[\$]	\$ 3.437	\$ 4.749	\$ 5.289	\$ 5.389	\$ 5.301	\$ 6.363	\$ 7.734	\$ 7.011	\$ 7.435	\$ 8.776	\$ 8.934	\$ 9.440	\$ 9.947	\$ 10.453	\$ 10.959	\$ 11.466	\$ 11.972	\$ 12.479	\$ 12.985	\$ 13.492
GMA	[\$]	\$ 11.290	\$ 14.847	\$ 16.404	\$ 14.168	\$ 14.368	\$ 16.436	\$ 15.326	\$ 12.608	\$ 16.397	\$ 18.251	\$ 17.544	\$ 17.957	\$ 18.369	\$ 18.782	\$ 19.194	\$ 19.607	\$ 20.019	\$ 20.432	\$ 20.844	\$ 21.257

**Tabla de Proyección en gasto mantenimiento por mano de obra y gasto de mantenimiento anual**

Tabla 3-1.

Fuente: Elaboración propia en base a "Tabla de proyección por mano de obra y gasto mantenimiento anual"

**3.4.2 Gráficos de Tendencia.**



Fuente: Elaboración propia en base a “Gráfico de tendencia GMO-GMA”

**3.4.3 Proyección de Gasto total del Mantenimiento por mano de obra.**

En esta parte se plantea los escenarios en donde existen un 5%,10%,15% de aumento en los gastos y a la vez de la misma forma el descenso en los gastos.

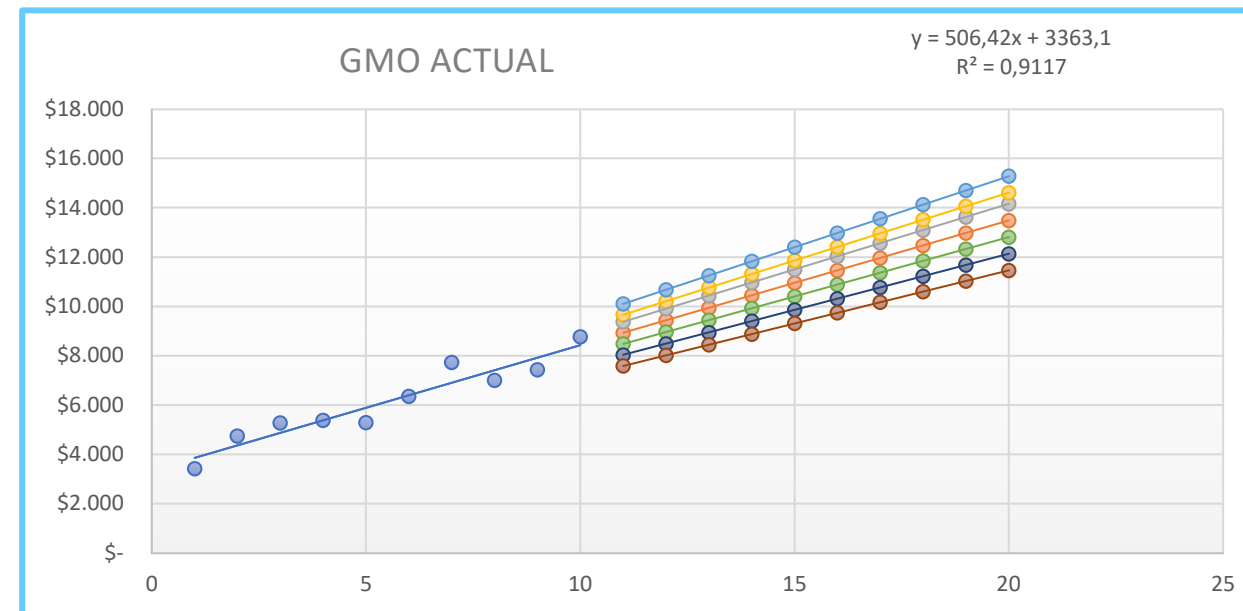
Proyeccion		[AÑO]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
15%	GMO	[\$]	\$ 3.953	\$ 5.461	\$ 6.082	\$ 6.197	\$ 6.096	\$ 6.096	\$ 8.894	\$ 8.063	\$ 8.550	\$ 10.092	\$ 10.111	\$ 10.686	\$ 11.261	\$ 11.836	\$ 12.411	\$ 12.986	\$ 13.561	\$ 14.136	\$ 14.711	\$ 15.286
10%	GMO	[\$]	\$ 3.781	\$ 5.224	\$ 5.818	\$ 5.928	\$ 5.831	\$ 5.831	\$ 8.507	\$ 7.712	\$ 8.179	\$ 9.654	\$ 9.671	\$ 10.221	\$ 10.771	\$ 11.321	\$ 11.871	\$ 12.421	\$ 12.971	\$ 13.521	\$ 14.071	\$ 14.621
5%	GMO	[\$]	\$ 3.609	\$ 4.986	\$ 5.553	\$ 5.658	\$ 5.566	\$ 6.681	\$ 8.121	\$ 7.362	\$ 7.807	\$ 9.215	\$ 9.380	\$ 9.912	\$ 10.444	\$ 10.976	\$ 11.507	\$ 12.039	\$ 12.571	\$ 13.103	\$ 13.634	\$ 14.166
Actual	GMO	[\$]	\$ 3.437	\$ 4.749	\$ 5.289	\$ 5.389	\$ 5.301	\$ 6.363	\$ 7.734	\$ 7.011	\$ 7.435	\$ 8.776	\$ 8.934	\$ 9.440	\$ 9.947	\$ 10.453	\$ 10.959	\$ 11.466	\$ 11.972	\$ 12.479	\$ 12.985	\$ 13.492
5%	GMO	[\$]	\$ 3.265	\$ 4.512	\$ 5.025	\$ 5.120	\$ 5.036	\$ 6.045	\$ 7.347	\$ 6.660	\$ 7.063	\$ 8.337	\$ 8.487	\$ 8.968	\$ 9.449	\$ 9.930	\$ 10.411	\$ 10.893	\$ 11.374	\$ 11.855	\$ 12.336	\$ 12.817
10%	GMO	[\$]	\$ 3.093	\$ 4.274	\$ 4.760	\$ 4.850	\$ 4.771	\$ 5.727	\$ 6.961	\$ 6.310	\$ 6.692	\$ 7.898	\$ 8.040	\$ 8.496	\$ 8.952	\$ 9.408	\$ 9.864	\$ 10.319	\$ 10.775	\$ 11.231	\$ 11.687	\$ 12.142
15%	GMO	[\$]	\$ 2.921	\$ 4.037	\$ 4.496	\$ 4.581	\$ 4.506	\$ 5.409	\$ 6.574	\$ 5.959	\$ 6.320	\$ 7.460	\$ 7.594	\$ 8.024	\$ 8.455	\$ 8.885	\$ 9.316	\$ 9.746	\$ 10.176	\$ 10.607	\$ 11.037	\$ 11.468

Tabla de Proyección en “Gasto mantenimiento por mano de obra”.

Tabla 3-3.

Fuente: Elaboración propia en base a “Tabla de Proyección por mano de obra”

**3.4.4 Gráfico de Tendencia.**



**Gráficos de tendencia Gasto en mano de obra con 5%-10%-15% de aumento y con 5%-10%-15% de disminución**

Tabla 3-4.

Fuente: Elaboración propia en base a "Gráfico de tendencia GMO"

**3.4.5 Proyección Gasto Total Del Mantenimiento Anual.**

En esta parte se plantea los escenarios en donde existen un 5%,10%,15% de aumento en los gastos y a la vez de la misma forma el descenso en los gastos.

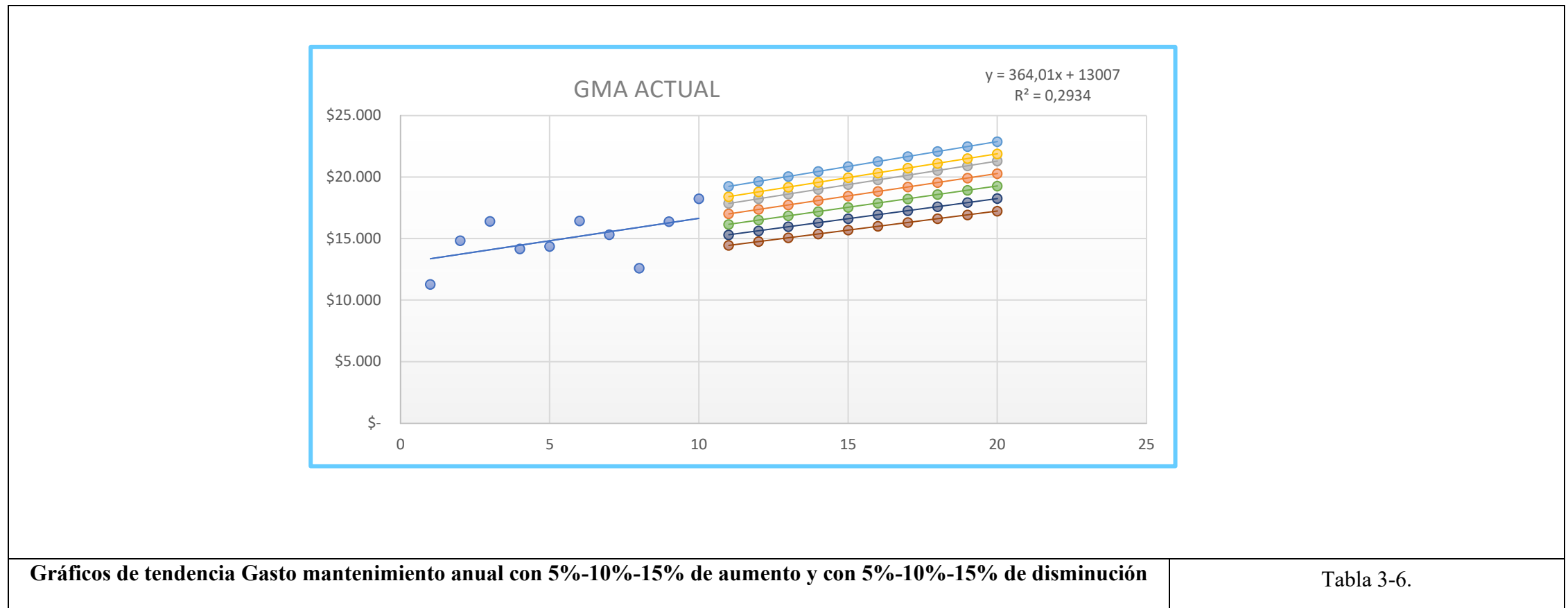
Proyeccion	[AÑO]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
15%	GMA	[\$]	\$ 12.984	\$ 17.074	\$ 18.865	\$ 16.293	\$ 16.523	\$ 16.523	\$ 17.625	\$ 14.499	\$ 18.857	\$ 20.989	\$ 19.246	\$ 19.650	\$ 20.054	\$ 20.459	\$ 20.863	\$ 21.267	\$ 21.671	\$ 22.075	\$ 22.480	\$ 22.884
10%	GMA	[\$]	\$ 12.419	\$ 16.332	\$ 18.044	\$ 15.585	\$ 15.805	\$ 15.805	\$ 16.859	\$ 13.869	\$ 18.037	\$ 20.076	\$ 18.410	\$ 18.796	\$ 19.183	\$ 19.570	\$ 19.956	\$ 20.343	\$ 20.730	\$ 21.116	\$ 21.503	\$ 21.889
5%	GMA	[\$]	\$ 11.855	\$ 15.589	\$ 17.224	\$ 14.876	\$ 15.086	\$ 17.258	\$ 16.092	\$ 13.238	\$ 17.217	\$ 19.164	\$ 17.862	\$ 18.245	\$ 18.627	\$ 19.009	\$ 19.391	\$ 19.773	\$ 20.156	\$ 20.538	\$ 20.920	\$ 21.302
Actual	GMA	[\$]	\$ 11.290	\$ 14.847	\$ 16.404	\$ 14.168	\$ 14.368	\$ 16.436	\$ 15.326	\$ 12.608	\$ 16.397	\$ 18.251	\$ 17.011	\$ 17.375	\$ 17.739	\$ 18.103	\$ 18.467	\$ 18.831	\$ 19.195	\$ 19.559	\$ 19.923	\$ 20.287
5%	GMA	[\$]	\$ 10.726	\$ 14.105	\$ 15.584	\$ 13.460	\$ 13.650	\$ 15.614	\$ 14.560	\$ 11.978	\$ 15.577	\$ 17.338	\$ 16.161	\$ 16.507	\$ 16.853	\$ 17.198	\$ 17.544	\$ 17.890	\$ 18.236	\$ 18.582	\$ 18.927	\$ 19.273
10%	GMA	[\$]	\$ 10.161	\$ 13.362	\$ 14.764	\$ 12.751	\$ 12.931	\$ 14.792	\$ 13.793	\$ 11.347	\$ 14.757	\$ 16.426	\$ 15.311	\$ 15.638	\$ 15.966	\$ 16.294	\$ 16.621	\$ 16.949	\$ 17.276	\$ 17.604	\$ 17.932	\$ 18.259
15%	GMA	[\$]	\$ 9.597	\$ 12.620	\$ 13.943	\$ 12.043	\$ 12.213	\$ 13.971	\$ 13.027	\$ 10.717	\$ 13.937	\$ 15.513	\$ 14.460	\$ 14.769	\$ 15.078	\$ 15.388	\$ 15.697	\$ 16.007	\$ 16.316	\$ 16.625	\$ 16.935	\$ 17.244

Tabla de Proyección “Gasto mantenimiento anual”

Tabla 3-5.

Fuente: Elaboración propia en base a “Grafico de tendencia GMO”

**3.4.6 Gráfico de Tendencia GMA.**



**Gráficos de tendencia Gasto mantenimiento anual con 5%-10%-15% de aumento y con 5%-10%-15% de disminución**

Tabla 3-6.

Fuente: Elaboración propia en base a "Gráfico de tendencia GMA"

### 3.4.7 Tabla De Estimación De Gasto Anual Esperado Para El Equipo Existente.

En esta etapa es en donde se realiza la fluctuación de los datos anteriormente proyectados para así poder ver de manera clara la variación de los datos, en los distintos escenarios planteados.

Estima el gasto anual esperado para el equipo existente							
SIGLA	DATOS	5% >	10% >	15% >	5% <	10% <	15% <
	1						
VAE =	\$104.046						
CRE =	\$69.364						
r =	13,5%						
HE =	10						
VRE =	\$23.122						
GEE =	\$11.561	\$12.139	\$12.717	\$13.295	\$10.982	\$10.404	\$9.827
GME =	\$18.251	\$19.164	\$ 20.076	20.989	17.338	16.426	15.513
<b>Resultado</b>	<b>\$61.186</b>	\$62.677	\$64.167	\$65.658	\$59.694	\$58.204	\$56.714

**Tabla de Estimación de Gastos**

Tabla 3-7.

Fuente: Elaboración propia en base a "Tabla de estimación de gastos"

### 3.4.8 Tabla de Estimación de Gasto anual para un Equipo Nuevo.

En esta etapa es en donde se realiza la fluctuación de los datos anteriormente proyectados para así poder ver de manera clara la variación de los datos, en los distintos escenarios planteados.

Considera el gasto anual para una maquina nueva							
SIGLA	DATOS	5% >	10% >	15% >	5% <	10% <	15% <
	1						
VADN =	\$346.821						
HN =	10						
r =	13,5%						
VRN	\$46.244						
GEN	\$23.122	\$24.278	\$25.434	\$26.590	\$21.965	\$20.809	\$19.653
GMN	\$18.251	\$19.164	\$20.076	\$20.989	\$17.338	\$16.426	\$15.513
<b>Resultado</b>	<b>\$104.121</b>	\$106.190	\$108.258	\$110.327	\$102.051	\$99.983	\$97.914

**Tabla de Estimación de Gastos**

Tabla 3-8.

Fuente: Elaboración propia en base a "Estimación gasto anual equipo nuevo"

### **3.4.9 Análisis de los Resultados Obtenidos.**

Dentro de los escenarios planteados, añadiendo fluctuación en los gastos de un 5%,10%,15% más y un 5%,10%,15% menos, aunque existe variaciones en los gastos en la mano de obra y gastos en el mantenimiento anual, no cambia la decisión final con respecto a que la alternativa más conveniente sigue siendo la de reacondicionar el equipo existente versus la gestión de compra de un equipo nuevo por la razón del alto costo en la inversión inicial.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En la actualidad no se está utilizando la metodología del costo del ciclo de vida y esto es porque no se le toma la real importancia que posee, ya que hay muchas empresas que se encuentren a un nivel estratégico de mantenimiento. Por otra parte, en un futuro cercano tengan que acudir a esta metodología ya que las industrias competitivas en el mercado la utilizan como una herramienta sumamente importante.

Las industrias 4.0 tomaron esta dirección y se entiende que tengan que apresurar el paso hacia este objetivo o se quedaran fuera de la carrera de la modernización.

Aunque existen empresas que a pesar de conocer de la metodología no la implementen, se entiende que no han tenido la exigencia por parte de la competencia para ser más efectivos.

**BIBLIOGRAFÍA**

- J.Pistarelli, A. (2010). *Manual de Mantenimiento ingenieria, Gestion y Organizacion*. Buenos Aires: Talleres Graficos R y C.
- Marcia Baptista, S. S. (2017). *Forecasting Fault Events for Predictive Maintenance using Data-driven Techniques and ARMA Modeling*. Portugal.
- Marquez, C. A. (2015). *Ingenieria de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada a la Gestion de Activos*. Sevilla, España: INGEMAN.
- Rausand, M. H. (2003). *System Reliability Theory: Models, Statistical Methods, and Applications*. Estados Unidos: Wiley - Interscience.
- Thyago P. Carvalho, F. A. (2019). *A systematic literature review of machine learning methods applied to predictive maintenance*. Brasil: Elsevier Ltda.

**ANEXOS**



**ANEXOS B-1: REPUESTOS Y COSTOS ASOCIADOS**

N°	Material	Centro	Clase de valo	Texto breve de material	Pedido	Cantidad	Unidad medida base	Precio	Moneda	TOTAL
1	41430	C054	REPUE.NAC	COPLA 1/2" GALVANIZADO	4501721682	2	UN	447	PESOS	894
2	42643	C054	REPUE.NAC	GOLILLA PLANA CALIBRADA 1/2	4501721682	2	UN	13	PESOS	26
3	42659	C054	REPUE.NAC	GOLILLA PRESION 1/2"	4501721682	2	UN	18	PESOS	36
4	43880	C054	REPUE.NAC	PERNO CAB HEXA 8 X 50 MM	4501721682	4	UN	54	PESOS	216
5	44003	C054	REPUE.NAC	PERNO PARKER 8 X 20 MM	4501721682	6	UN	30	PESOS	180
6	44005	C054	REPUE.NAC	PERNO PARKER 8 X 30 MM	4501721682	6	UN	36	PESOS	216
7	44439	C054	REPUE.NAC	PRISIONERO ALLEN 5 X 10 MM	4501721682	2	UN	139	PESOS	278
8	46410	C054	REPUE.NAC	TUERCA HEXA 12 MM	4501721682	2	UN	28	PESOS	56
9	51196	C054	REPUE.NAC	REMACHE POP 5 X 20	4501721682	50	UN	12	PESOS	600
10	64564	C054	REPUE.NAC	FLEJE 1 MM P/VIBRADOR AEG	4501721682	3	UN	7.279	PESOS	21837
11	68669	C054	REPUE.NAC	PERNO PARKER AC INOX M12 x 80	4501721682	2	UN	1.380	PESOS	2760
12	70095	C054	REPUE.NAC	GUANTES CABRITILLA	4501721682	2	UN	1.550	PESOS	3100
13	72991	C054	REPUE.NAC	CANERIA GALVANIZADA 1/2" ASTM	4501721682	1	UN	8.900	PESOS	8900
14	1111462	C054	REPUE.NAC	PERNO CAB HEXA AC INOX 12 X 100 MM	4501721682	2	UN	680	PESOS	1360
15	1111468	C054	REPUE.NAC	PERNO CAB HEXA AC INOX 12 X 80 MM	4501721682	2	UN	798	PESOS	1596
16	1111951	C054	REPUE.NAC	RUEDA LIJA 115 X 20MM 120 GRANOS	4501721682	1	UN	10.278	PESOS	10278
17	1120319	C055	REPUE.NAC	BROCA COBALTO 5,0 MM	4501721682	1	UN	1.700	PESOS	1700
18	1139337	C054	REPUE.IMP.	SENSOR INDU I18-5-DPC-K12 M18-AC12100060	4501721682	6	UN	56.719	PESOS	340314
19	1139337			SENSOR INDU I18-5-DPC-K12 M18-AC12100060	4501721682	6	UN	340.314	PESOS	2.041.884
20	1139337			SENSOR INDU I18-5-DPC-K12 M18-AC12100060	4501721682	6	UN	340.314	PESOS	2.041.884
21	1139338	C054	REPUE.IMP.	CABO K12-A-5M-LP M12 5MT 90° -AC12100062	4501721682	6	UN	50.300	PESOS	301.800
22	1139338			CABO K12-A-5M-LP M12 5MT 90° -AC12100062	4501721682	6	UN	301.800	PESOS	1.810.800
23	1139338			CABO K12-A-5M-LP M12 5MT 90° -AC12100062	4501721682	6	UN	301.800	PESOS	1.810.800
24	1154419	C054	REPUE.NAC	PERNO PARKER PLANA AC INOX M08-1.25 X 20	4501721682	6	UN	123	PESOS	738
25	1171119	C054	REPUE.IMP.	RESISTENCIA 8X265 220VX500W AC12001010	4501721682	10	UN	64.958	PESOS	649.580
26	1171119			RESISTENCIA 8X265 220VX500W AC12001010	4501721682	10	UN	649.580	PESOS	6.495.800
27	1171119			RESISTENCIA 8X265 220VX500W AC12001010	4501721682	10	UN	649.580	PESOS	6.495.800
28	1171120	C054	REPUE.IMP.	TERMOPAR J CARTUCHO D4.8X135 AC12005005	4501721682	5	UN	36.882	PESOS	184.410
29	1171120			TERMOPAR J CARTUCHO D4.8X135 AC12005005	4501721682	5	UN	184.410	PESOS	922.050
30	1171120			TERMOPAR J CARTUCHO D4.8X135 AC12005005	4501721682	5	UN	184.410	PESOS	922.050
31	1172386	C054	REPUE.IMP.	COJINETE C MXSV 700L AC07104004 MASIPACK	4501721682	1	UN	33.647	PESOS	33.647
32	1172387	C054	REPUE.IMP.	CORREA B MXSV 700L AC07506002 MASIPACK	4501721682	1	UN	14.553	PESOS	14.553
33	1172388	C054	REPUE.IMP.	COJINETE MXSV 700L AC07103003 MASIPACK	4501721682	1	UN	83.295	PESOS	83.295
34	1172389	C054	REPUE.IMP.	CADENA ELEVADOR AC07514008 MASIPACK	4501721682	1	UN	499.611	PESOS	499.611
35	1172390	C054	REPUE.IMP.	RUEDA ELEVADOR MXELT AC07514101 MASIPACK	4501721682	10	UN	33.112	PESOS	331.120
36	1172391	C054	REPUE.IMP.	MOTOREDUCTOR MXELT S AC09231002 MASIPACK	4501721682	1	UN	1.430.576	PESOS	1.430.576
37	1172392	C054	REPUE.IMP.	BRIDA REDUCTOR CL5605110002 MASIPACK	4501721682	1	UN	61.736	PESOS	61.736
38	1172393	C054	REPUE.IMP.	VERTICAL COMPLETO 4411000000 MASIPACK	4501721682	1	UN	2.825.168	PESOS	2.825.168
39	1172394	C054	REPUE.IMP.	MORDAZA VERTICAL 4412000000 MASIPACK	4501721682	1	UN	1.720.962	PESOS	1.720.962
40	1172395	C054	REPUE.IMP.	PROTECCION SERVO CL7004020005 MASIPACK	4501721682	1	UN	102.571	PESOS	102.571
41	1172396	C054	REPUE.IMP.	POLEA DENTADA SERVO 5906000016 MASIPACK	4501721682	1	UN	69.948	PESOS	69.948
42	1172397	C055	REPUE.IMP.	TORNILLO AC12500201 VS 250 MASIPACK	4501721682	1	UN	8.943	PESOS	8.943
43	1172398	C054	REPUE.IMP.	COMPACT FLASH 128MB AC01807030 MASIPACK	4501721682	1	UN	216.472	PESOS	216.472
44	1172398			COMPACT FLASH 128MB AC01807030 MASIPACK	4501721682	1	UN	216.472	PESOS	216.472
45	1172398			COMPACT FLASH 128MB AC01807030 MASIPACK	4501721682	1	UN	216.472	PESOS	216.472
46	1172399	C054	REPUE.IMP.	VARIADOR 220V 0,75KW AC11301006 MASIPACK	4501721682	1	UN	613.983	PESOS	613.983
48	1172399			VARIADOR 220V 0,75KW AC11301006 MASIPACK	4501721682	1	UN	613.983	PESOS	613.983
49	1172401	C054	REPUE.IMP.	SERVOMOTOR MPLA4540CS-J22AA AC11312382	4501721682	1	UN	3.203.612	PESOS	3.203.612
50	1172401			SERVOMOTOR MPLA4540CS-J22AA AC11312382	4501721682	1	UN	3.203.612	PESOS	3.203.612

**ANEXOS B-2: REPUESTOS Y COSTOS ASOCIADOS**

N°	Material	Centro	Clase de valo	Texto breve de material	Pedido	Cantidad	Unidad medida base	Precio	Moneda	TOTAL
50	1172401			SERVOMOTOR MPLA4540CS-J22AA AC11312382	4501721682	1	UN	3.203.612	PESOS	3.203.612
51	1172401			SERVOMOTOR MPLA4540CS-J22AA AC11312382	4501721682	1	UN	3.203.612	PESOS	3.203.612
52	1172402	C055	REPUE.IMP.	MOTOREDUCTOR 0.75W AC09200032 MASIPACK	4501721682	1	UN	557.524	PESOS	557.524
53	1172402			MOTOREDUCTOR 0.75W AC09200032 MASIPACK	4501721682	1	UN	557.524	PESOS	557.524
54	1172402			MOTOREDUCTOR 0.75W AC09200032 MASIPACK	4501721682	1	UN	557.524	PESOS	557.524
55	1172411	C054	REPUE.IMP.	MOTOR 0.25 KW 220V AC09250006 MASIPACK	4501721682	1	UN	644.700	PESOS	644.700
56	1172411			MOTOR 0.25 KW 220V AC09250006 MASIPACK	4501721684	1	UN	644.700	PESOS	644.700
57	1172411			MOTOR 0.25 KW 220V AC09250006 MASIPACK	4501721684	1	UN	644.700	PESOS	644.700
58	1172412	C054	REPUE.IMP.	BATIDOR MOTOR MXCP 2U06000007 MASIPACK	4501721684	32	UN	1.448	PESOS	46.336
59	1172412			BATIDOR MOTOR MXCP 2U06000007 MASIPACK	4501721684	32	UN	46.336	PESOS	1.482.752
60	1172412			BATIDOR MOTOR MXCP 2U06000007 MASIPACK	4501721684	32	UN	46.336	PESOS	1.482.752
61	1172414	C054	REPUE.IMP.	CELDA CARGA 10K MXCP AC00301008 MASIPACK	4501721684	2	UN	154.521	PESOS	309.042
62	1172414			CELDA CARGA 10K MXCP AC00301008 MASIPACK	4501721684	2	UN	309.042	PESOS	618.084
63	1172414			CELDA CARGA 10K MXCP AC00301008 MASIPACK	4501721684	2	UN	309.042	PESOS	618.084
64	1172415	C054	REPUE.IMP.	BUJE BASCULA/COLECTOR MXCP 2U07000001	4501721684	16	UN	1.448	PESOS	23.168
65	1172415	C054	REPUE.IMP.	BUJE BASCULA/COLECTOR MXCP 2U07000001	4501721684	16	UN	1.448	PESOS	23.168
66	1172415			BUJE BASCULA/COLECTOR MXCP 2U07000001	4501721684	16	UN	23.168	PESOS	370.688
67	1172415			BUJE BASCULA/COLECTOR MXCP 2U07000001	4501721684	16	UN	23.168	PESOS	370.688
68	1172415			BUJE BASCULA/COLECTOR MXCP 2U07000001	4501721684	16	UN	23.168	PESOS	370.688
69	1172415			BUJE BASCULA/COLECTOR MXCP 2U07000001	4501721684	16	UN	23.168	PESOS	370.688
70	1172416	C054	REPUE.IMP.	DISTANCIADOR BASCU/COLEC MXCP 2U07000002	4501721684	16	UN	6.680	PESOS	106.880
71	1172416	C054	REPUE.IMP.	DISTANCIADOR BASCU/COLEC MXCP 2U07000002	4501721684	16	UN	6.680	PESOS	106.880
72	1172416			DISTANCIADOR BASCU/COLEC MXCP 2U07000002	4501721684	16	UN	106.880	PESOS	1.710.080
73	1172416			DISTANCIADOR BASCU/COLEC MXCP 2U07000002	4501721684	16	UN	106.880	PESOS	1.710.080
74	1172416			DISTANCIADOR BASCU/COLEC MXCP 2U07000002	4501721684	16	UN	106.880	PESOS	1.710.080
75	1172416			DISTANCIADOR BASCU/COLEC MXCP 2U07000002	4501721684	16	UN	106.880	PESOS	1.710.080
76	1172438	C054	REPUE.IMP.	AMORTECEDOR VIBRADOR AC07004009 MASIPACK	4501721684	4	UN	69.921	PESOS	279.684
77	1172538	C054	REPUE.IMP.	RESORTE TRAC BASC/COLECT MXCP AC09000053	4501721684	40	UN	8.389	PESOS	335.560
78	1172538	C054	REPUE.IMP.	RESORTE TRAC BASC/COLECT MXCP AC09000053	4501721684	40	UN	8.389	PESOS	335.560
79	1172538			RESORTE TRAC BASC/COLECT MXCP AC09000053	4501721684	40	UN	335.560	PESOS	13.422.400
80	1172538			RESORTE TRAC BASC/COLECT MXCP AC09000053	4501721684	40	UN	335.560	PESOS	13.422.400
81	1172538			RESORTE TRAC BASC/COLECT MXCP AC09000053	4501721684	40	UN	335.560	PESOS	13.422.400
82	1172538			RESORTE TRAC BASC/COLECT MXCP AC09000053	4501721684	40	UN	335.560	PESOS	13.422.400
83	1172580	C054	REPUE.NAC	MOTOR 0.25CV 1800RPM AC09200012 MASIPACK	4501721684	1	UN	381.260	PESOS	381.260
84	1172580			MOTOR 0.25CV 1800RPM AC09200012 MASIPACK	4501721684	3	UN	600.000	PESOS	1.800.000
85	1172580			MOTOR 0.25CV 1800RPM AC09200012 MASIPACK	4501721684	3	UN	600.000	PESOS	1.800.000
86	1172581	C054	REPUE.NAC	REDUCTOR AC09209005 MASIPACK VS250	4501721684	1	UN	558.803	PESOS	558.803
87	1172581			REDUCTOR AC09209005 MASIPACK VS250	4501721684	3	UN	40.000	PESOS	120.000
88	1172581			REDUCTOR AC09209005 MASIPACK VS250	4501721684	3	UN	40.000	PESOS	120.000
89	1174234	C054	REPUE.NAC	CINTA ELEVADORA PP 18000 X 686 MASIPACK2	4501721684	1	UN	4.164.000	PESOS	4.164.000
90	1172353	C054	REPUE.IMP.	MANOPLA PLASTICA 4408010011 MASIPACK	4501721684	4	UN	30.396	PESOS	121.584
91	1172354	C054	REPUE.IMP.	MANOPLA PLASTICA 4408010012 MASIPACK	4501721684	4	UN	31.408	PESOS	125.632
92	1172355	C054	REPUE.IMP.	POLEA SERVO WEG 1J04000013 MASIPACK	4501721684	2	UN	87.669	PESOS	175.338
93	1172356	C054	REPUE.IMP.	CORREA SERVO WEG AC07500168 MASIPACK	4501721684	2	UN	115.404	PESOS	230.808
94	1172358	C054	REPUE.IMP.	MANIJA SERVO WEG 7014000028 MASIPACK	4501721684	1	UN	66.886	PESOS	66.886
95	1172361	C054	REPUE.IMP.	CASQUILLO 1102000300 MASIPACK	4501721684	1	UN	201.101	PESOS	201.101
96	1172362	C054	REPUE.IMP.	COJINETE 1102000200 MASIPACK	4501721684	1	UN	198.063	PESOS	198.063
97	1172366	C054	REPUE.IMP.	EJE EXCENTRICO 1102020001 MASIPACK	4501721684	1	UN	195.501	PESOS	195.501
98	1172367	C054	REPUE.IMP.	POLEA MXSV 700L 1102020009 MASIPACK	4501721684	1	UN	83.802	PESOS	83.802
99	1172371	C054	REPUE.IMP.	VARA MXSV 700L 1102030002 MASIPACK	4501721684	1	UN	139.648	PESOS	139.648
100	1172372	C054	REPUE.IMP.	EJE MXSV 700L 1102000002 MASIPACK	4501721684	1	UN	35.045	PESOS	35.045
101	1172382	C054	REPUE.IMP.	CALCE 1103000001 MASIPACK	4501721684	1	UN	46.810	PESOS	46.810
102	1172383	C054	REPUE.IMP.	TUERCA AC12600213 MASIPACK	4501721684	1	UN	37.554	PESOS	37.554
103	1172384	C054	REPUE.IMP.	RODAMIENTO C TOLVA AC00702007 MASIPACK	4501721684	1	UN	48.683	PESOS	48.683
104	1172385	C054	REPUE.IMP.	RODAMIENTO C MXSV AC00702008 MASIPACK	4501721684	1	UN	57.776	PESOS	57.776

**ANEXO C-1. Flujo de Caja del Proyecto / Compra de Equipo.**

Producción (1-5)	\$	150.000
Producción (6-10)	\$	160.000
Precio (1-2)	\$	500
Precio (3-10)	\$	600
Venta maq B (año 8)	\$	25.000.000
<b>Costo de fabricación (Q&lt;55.000)</b>	\$	<b>125</b>
Mano de obra	\$	60
Materiales	\$	55
Costos indirectos	\$	10
<b>Costo de fabricación (Q&gt;55.000)</b>	\$	<b>125</b>
Mano de obra	\$	60
Materiales	\$	55
Costos indirectos	\$	10
Costo fijo de fabricación (1-5)	\$	6.000.000
Costo fijo de fabricación (6-10)	\$	6.200.000
Comisión por venta	2%	
Gastos de adm. Y ventas (1-5)	\$	800.000
Gastos de adm. Y ventas (6-10)	\$	820.000
Valor libro maq b (año 8)	\$	25.000.000

Concepto	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		\$ 75.000.000	\$ 75.000.000	\$ 90.000.000	\$ 90.000.000	\$ 90.000.000	\$ 96.000.000	\$ 96.000.000	\$ 96.000.000	\$ 96.000.000	\$ 96.000.000
Venta activo											\$ 25.000.000
Costos variables		-\$ 18.750.000	-\$ 18.750.000	-\$ 18.750.000	-\$ 18.750.000	-\$ 18.750.000	-\$ 20.000.000	-\$ 20.000.000	-\$ 20.000.000	-\$ 20.000.000	-\$ 20.000.000
Costos de fabricación fijo		-\$ 6.000.000	-\$ 6.000.000	-\$ 6.000.000	-\$ 6.000.000	-\$ 6.000.000	-\$ 6.200.000	-\$ 6.200.000	-\$ 6.200.000	-\$ 6.200.000	-\$ 6.200.000
Comisiones por venta		-\$ 1.500.000	-\$ 1.500.000	-\$ 1.800.000	-\$ 1.800.000	-\$ 1.800.000	-\$ 1.920.000	-\$ 1.920.000	-\$ 1.920.000	-\$ 1.920.000	-\$ 1.920.000
Gastos administración y ventas		-\$ 800.000	-\$ 800.000	-\$ 800.000	-\$ 800.000	-\$ 800.000	-\$ 820.000	-\$ 820.000	-\$ 820.000	-\$ 820.000	-\$ 820.000
Depreciación		-\$ 7.800.000	-\$ 7.800.000	-\$ 7.800.000	-\$ 7.800.000	-\$ 7.800.000	-\$ 9.200.000	-\$ 9.200.000	-\$ 9.200.000	-\$ 9.200.000	-\$ 9.200.000
Amortización intangibles		-\$ 400.000	-\$ 400.000	-\$ 400.000	-\$ 400.000	-\$ 400.000					
Valor libro											-\$ 25.000.000
Utilidad antes de impuesto		\$ 39.750.000	\$ 39.750.000	\$ 54.450.000	\$ 54.450.000	\$ 54.450.000	\$ 57.860.000	\$ 57.860.000	\$ 57.860.000	\$ 57.860.000	\$ 57.860.000
Impuesto (15%)		-\$ 5.962.500	-\$ 5.962.500	-\$ 8.167.500	-\$ 8.167.500	-\$ 8.167.500	-\$ 8.679.000	-\$ 8.679.000	-\$ 8.679.000	-\$ 8.679.000	-\$ 8.679.000
Utilidad neta		\$ 33.787.500	\$ 33.787.500	\$ 46.282.500	\$ 46.282.500	\$ 46.282.500	\$ 49.181.000	\$ 49.181.000	\$ 49.181.000	\$ 49.181.000	\$ 49.181.000
Depreciación		\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000
Amortización intangibles		\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000					
Valor libro											\$ 25.000.000
Inversión inicial	-\$	373.200.000									
Inversión de reemplazo											-\$ 25.000.000
Inversión de ampliación						-\$ 20.000.000					
Inversión capital de trabajo	-\$	13.525.000	-\$ 150.000			-\$ 795.000					
Valor de desecho											\$ 409.841.667
Flujo de caja	-\$	386.725.000	\$ 41.987.500	\$ 41.837.500	\$ 54.482.500	\$ 54.482.500	\$ 33.687.500	\$ 58.381.000	\$ 58.381.000	\$ 58.381.000	\$ 58.381.000
FLUJO DE CAJA NETO	-\$	386.725.000	\$ 41.987.500	\$ 41.837.500	\$ 54.482.500	\$ 54.482.500	\$ 33.687.500	\$ 58.381.000	\$ 58.381.000	\$ 58.381.000	\$ 468.222.667

VAN	\$	28.009.090
TIR	13%	
PAYBACK	AÑO 10	\$ 28.009.090

TABLA DE DEPRECIACIÓN		ACTIVO	VIDA ÚTIL	VALOR COMPRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VALOR LIBRO
Impuesto	15%	Obra física inicial	20	\$ 60.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000	\$ 30.000.000
		Obra física ampliacion	20	\$ 12.000.000						\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 600.000	\$ 9.000.000
Inversiones iniciales	\$ 373.200.000	Maquinaria A	10	\$ 38.000.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ 3.800.000	\$ -
Terreno	\$ 12.000.000	Maquinaria B	10	\$ 10.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 2.000.000
obras físicas	\$ 60.000.000	Maquinaria B reemplazo	10	\$ 10.000.000									\$ 1.000.000	\$ 1.000.000	\$ 8.000.000
Maquinaria	\$ 300.000.000	Maquinaria ampliación	10	\$ 8.000.000									\$ 800.000	\$ 800.000	\$ 4.000.000
Gastos de puesta en marcha	\$ 1.200.000	<b>DEPRECIACIÓN TOTAL</b>			\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 7.800.000	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000	\$ 9.200.000	
Inversión de reemplazo (año 8)	\$ 25.000.000														

AMORTIZACIÓN DE INTAGIBLE		ACTIVO INTNGIBLE	VIDA ÚTIL	VALOR COMPRA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VALOR LIBRO
		G. de puesta en marcha		\$ 2.000.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000						\$ -
Inversión de ampliación (año 5)	\$ 20.000.000	<b>AMORTIZACIÓN TOTAL</b>			\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ 400.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
Obras físicas	\$ 12.000.000														
Maquinaria	\$ 8.000.000														

TABLA CUOTA FIJA	
Tasa de descuento	12%

Fuente: Elaboración propia en base a “Flujo de Caja del Proyecto / Compra de Equipo”.

