



Modelo análisis técnico-económico para adquisición de nuevos equipos bajo la norma ISO 55000, en empresa Comestibles ALDOR S.A.S - Cali - Colombia

Diego Elías Navarro Bautista
Alejandro Ramírez Quintero

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gestión de Activos

Tutor:

Juan Carlos Orrego Barrera, Magister en Gestión energética industrial

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gestión de Activos
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita (Navarro Bautista & Ramirez Quintero, 2023)

Referencia Navarro Bautista, D. E., & Ramirez Quintero, A. (2023). *Modelo análisis técnico-económico para adquisición de nuevos equipos bajo la norma ISO 55000, en empresa Comestibles ALDOR S.A.S - Cali - Colombia.*

Estilo APA 7 (2020) [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Especialización en Gestión de Activos.



Centro de Documentación de Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios por ser mi guía constante. A mi querida madre y familia, gracias por su apoyo incondicional.

A mi compañero de proyecto, pues su colaboración fue fundamental, y a los docentes, agradezco su orientación y sabiduría que enriqueció este proceso.

Diego Elías Navarro Bautista

Agradezco a mis padres, esposa e hijos por apoyarme y brindar el tiempo necesario para seguir creciendo tanto personal como profesionalmente.

A todos aquellos que de una manera u otra participaron en la realización de este Modelo análisis técnico-económico para adquisición de nuevos equipos bajo la norma ISO 55000.

Agradezco a los profesores que me aportaron el conocimiento adquirido a lo largo de la especialización.

A la empresa Comestibles ALDOR S.A.S la cual nos brindó el apoyo y las herramientas necesarias para materializar este trabajo aplicativo.

Alejandro Ramírez Quintero

Contenido

	Pág.
Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1. Planteamiento del Problema.....	12
1.1 Pregunta del Problema o Mejora Principal	12
1.2 Preguntas del Problema Secundarias.....	12
2. Justificación.....	13
3. Objetivos	14
3.1 General	14
3.2 Específicos	14
4. Marco Teórico.....	16
4.1 Activo	16
4.2 Ciclo de Vida del Activo.....	16
4.3 Análisis del Costo del ciclo De Vida del Activo.....	17
4.4 Modelos del Costo del Ciclo de Vida.....	20
5. Estado del Arte	25
5.1 Modelo General para el Costo de Ciclo de Vida.....	25
5.2 Procesos de Análisis de Costos del Ciclo de Vida (ACCV) (Crespo Marquez & Parra Marquez, 2015 2da edicion).....	30
5.2.1 Costos de Investigación y Desarrollo Inicial.....	31
5.2.2 Costos de Producción y Construcción.....	32

5.2.3 Costos de Operación y Transporte	32
5.2.4 Costos de Desincorporación y Retirada	32
6. Metodología	34
6.1 Etapas del Proceso Desarrollo Monografía.....	36
6.2 Cronograma.....	38
7. Resultados Esperados	39
7.1 Desarrollo Técnico	39
7.1.1 Etapa 1 Documentación	39
7.1.2 Etapa 2 Planeación	40
7.1.3 Etapa 3 Diseño y Aplicación de la Metodología.....	47
7.1.3.1 CAPEX Inversión en Gastos de Capital.....	47
7.1.3.2 Gastos operativos, de funcionamiento y mantenimiento OPEX.....	54
7.1.3.3 Desincorporación	60
7.1.4 Etapa 4 Selección Análisis de los Aspectos Técnicos y Mencionados Anteriormente para Determinación de la Mejor Opción.....	61
8. Conclusiones	70
Referencias	72

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. <i>Variaciones para la descripción del ciclo de vida de un activo</i>	17
Figura 2. <i>Pasos para el análisis del ciclo de vida</i>	19
Figura 3. <i>Imagen producto gomitas</i>	23
Figura 4. <i>Máquina depositadora NID</i>	24
Figura 5. <i>Costos de investigación y desarrollo inicial</i>	31
Figura 6. <i>Costos de investigación y desarrollo inicial fuente ALDOR</i>	34
Figura 7. <i>Etapas de la Metodología</i>	37
Figura 8. <i>Cronograma de actividades</i>	38
Figura 9. <i>OPEX Equipo Alternativa 1</i>	58
Figura 10. <i>OPEX Equipo Alternativa 2</i>	59
Figura 11. <i>Desincorporación Alternativas 1 y 2</i>	60
Figura 12. <i>Análisis de costo del ciclo de vida Equipo Alternativa No 1 / Equipo alternativa No 2</i>	62
Figura 13. <i>Costos OPEX Equipo Alternativa 1</i>	64
Figura 14. <i>Costos OPEX Equipo Alternativa 2</i>	64
Figura 15. <i>OPEX alternativa No1 y No 2</i>	65
Figura 16. <i>Costo mtto mayor alternativa 1 y 2</i>	66
Figura 17. <i>Costo mtto preventivo alternativa 1 y 2</i>	67
Figura 18. <i>Costo mtto correctivo alternativa 1 y 2</i>	67
Figura 19. <i>VPN-CAE alternativas 1 y 2</i>	68
Tabla 6. <i>Especificaciones técnicas alternativas 1 y 2</i>	69

Lista de Tabla

	Pág.
Tabla 1. <i>Cuadro comparativo alternativa de compra</i>	43
Tabla 2. <i>CAPEX Equipo Alternativa 1</i>	52
Tabla 3. <i>CAPEX Equipo Alternativa 2</i>	53
Tabla 4. <i>Costo de ciclo de vida</i>	61
Tabla 5. <i>Costos de inversión (CAPEX)</i>	63
Tabla 6. <i>Especificaciones técnicas alternativas 1 y 2</i>	69

Ecuaciones

	Pág.
Ecuación 1 - Calculo del ciclo de vida.....	20
Ecuación 2 - Ecuación calculo costo ciclo de vida (Dhillon, 2010)	21
Ecuación 3 - Costo recurrente	21
Ecuación 4 - Costo no recurrente	21
Ecuación 5 - Impacto de costos de fallo en el ciclo de vida.....	22
Ecuación 6 - Costo ciclo de vida modelo I.....	26
Ecuación 7- Costo de ciclo de vida modelo II	26
Ecuación 8 - Costo de ciclo de vida modelo III	27
Ecuación 9 - Costo de ciclo de vida modelo especifico I.....	28
Ecuación 10 - Costo de ciclo de vida modelo especifico II	28
Ecuación 11 - Costo de ciclo de vida modelo especifico III.....	29
Ecuación 12 Costos total del ciclo de vida en valor presente	33

Resumen

La decisión de compra de un equipo ya sea por la ampliación de una línea de producción o por la implementación de una línea nueva, requiere de un análisis técnico y económico para tomar la mejor decisión sobre el activo o alternativas de activos ofertados por los proveedores. Es por ello, que este análisis es de vital importancia para la empresa Comestibles ALDOR S.A.S.

A partir de lo anterior se busca realizar un análisis técnico y económico del activo desde su concepción, selección, operación, mantenimiento, desincorporación basado en los requerimientos de la norma ISO 55000. Este trabajo presenta reseña histórica de los diferentes métodos usados para cuantificar los valores de los costos de los activos a lo largo de su ciclo de vida. El plan de trabajo propuesto desarrolla una metodología donde se plantean etapas de recepción de las cotizaciones de los equipos, evaluación del CAPEX Y OPEX de cada una de las propuestas definiendo parámetros de comparación y evaluación para tener la mejor elección.

El resultado del trabajo es un método de comparación para la selección óptima del equipo, en la que aparte del costo de adquisición se tengan aspectos técnicos de mantenibilidad, instalación, operación y desincorporación a adquirir de acuerdo con especificaciones de diseño previamente establecida que garantice el máximo rendimiento de la inversión.

Palabras clave: ISO 55000, técnico, metodología, CAPEX, OPEX, operación, mantenimiento, inversión.

Abstract

The decision to purchase a piece of equipment, whether due to the expansion of a production line or the implementation of a new line, requires a technical and economic analysis to make the best decision about the asset or asset alternatives offered by suppliers. That is why this analysis is of vital importance for the company Comestibles ALDOR S.A.S.

Based on the above, it seeks to carry out a technical and economic analysis of the asset from its conception, selection, operation, maintenance, disincorporation based on the requirements of the ISO 55000 standard. This work presents a historical review of the different methods used to quantify the values of the costs of assets throughout their life cycle. The proposed work plan develops a methodology where the stages of receipt of equipment quotes, CAPEX and OPEX evaluation of each of the proposals are proposed, defining comparison and evaluation parameters to have the best choice.

The result of the work is a comparison method for the optimal selection of the equipment in which, apart from the acquisition cost, there are technical aspects of maintenance, installation and operation and disincorporation to be acquired according to previously established design specifications that guarantee maximum performance. from the investment.

Keywords: ISO 55000, technical, methodology, CAPEX, OPEX, operation, maintenance, investment.

Introducción

En el transcurso de la historia, se ha evidenciado el desarrollo de nuevas metodologías o normas que ayudan a mejorar la gestión de los activos durante su ciclo de vida, una de las normas que está enfocada en gestión de activos es la ISO 55000 la cual tiene sus fundamentos en los criterios de la PAS 55. En la actualidad esta norma es reglamentada en varios sectores de la industria para incrementar y mejorar el ciclo de vida de los activos brindando mayor beneficio y optimización de los costos, este proceso inicia con el análisis de la identificación de la necesidad, posteriormente las etapas de diseño, producción mantenimiento y desincorporación, minimizando los riesgos en cada una de estas etapas.

Actualmente la compañía relacionada en el caso de estudio al momento de incorporar un nuevo activo se enfrenta al reto de seleccionar este, sin las herramientas necesarias para tener los criterios de juicio que den la tranquilidad para la toma de la decisión de manera acertada para cumplir los objetivos estratégicos de la compañía generando los ingresos esperados.

Por los motivos anteriormente mencionados, el presente estudio desarrolla un modelo que determina los parámetros necesarios para evaluar varias alternativas con el fin de elegir la mejor opción desde el punto de vista técnicoeconómico que garantice el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto de implementación de un nuevo activo, para ello el modelo arroja una comparación de los criterios técnicos y factores económicos durante todo el ciclo de vida.

En La implementación de dicho modelo se debe contar con un equipo multidisciplinarias en el cual participan las principales áreas que aportan la información respecto al activo para luego ser puesto el modelo en consideración ante los responsables de la toma de decisión.

1. Planteamiento del Problema

Debido a la proyección del crecimiento de las ventas anuales, la compañía requiere la creación de nuevas líneas de producción, así como repotencializar las existentes para poder cubrir las nuevas demandas de producción de gomas, confites y demás golosinas de su portafolio.

En la búsqueda de realizar el proceso de selección de activos de forma eficiente e idónea y basados en el análisis técnico económico de cada una de las etapas del ciclo de vida de los activos a incorporar para obtener el mayor rendimiento de los mismos evitando rediseños, optimizando procesos y reduciendo costos de operación y mantenimiento.

1.1 Pregunta del Problema o Mejora Principal

¿Qué procedimientos se deben implementar para evaluar y decidir la compra de un activo físico en la empresa ALDOR?

1.2 Preguntas del Problema Secundarias

¿Qué elementos se deben usar para el estudio técnico y financiero para la adquisición de un activo físico?

¿Cuántas son las propuestas mínimas que se deben tener para el estudio?

De acuerdo a los objetivos estratégicos de la compañía, ¿cómo podemos mejorar este método de selección de compra de activos en ALDOR?

¿Qué herramientas de la gestión de activos se pueden utilizar para realizar este estudio?

2. Justificación

En un constante afán de mejora y aumento en la producción, las organizaciones se enfrentan a la necesidad imperante de renovar sus activos. Este impulso se ve alimentado por la evolución acelerada de las tecnologías, exigiendo un meticuloso estudio de las opciones de cambio. Comestibles ALDOR S.A.S, consciente de este panorama dinámico, se sumerge en un caso de estudio centrado en la revisión técnico-económica de activos nuevos, con el objetivo fundamental de guiar sus decisiones de inversión.

La empresa, como muchas otras, se encuentra anualmente en la encrucijada de realizar inversiones relacionadas con el cambio de activos. Esta realidad subraya la importancia de mostrar las mejores opciones del mercado y proporcionar información esencial para una toma de decisiones estratégica. En este contexto, el presente caso de estudio se erige como un pilar fundamental, desarrollando una metodología adaptada a la organización basada en el análisis de costos de ciclo de vida.

La adaptación de este nuevo conocimiento se revela como una herramienta esencial para evaluar no solo la inversión inicial de adquisición, sino también los costos asociados a la operación, mantenimiento y disposición final de los activos. Esta perspectiva holística se traduce en una capacidad mejorada para comparar y evaluar las compras de nuevos equipos, brindando a la empresa la certeza de tomar decisiones informadas.

Este modelo de análisis tecnoeconómico no sólo impacta positivamente en las áreas de ingeniería y operaciones, sino que también se convierte en un aliado estratégico en las áreas de finanzas y adquisiciones. Aclare las expectativas para los equipos nuevos, pronostique los costos durante su vida útil y permita ajustes basados en las realidades operativas. La contribución de este enfoque respalda la búsqueda constante de la empresa de eficiencia y sostenibilidad en sus inversiones en activos.

3. Objetivos

Las principales metas del proyecto se ciñen a los siguientes hechos u objetivo.

3.1 General

Realizar estudio bajo el Costo Ciclo de Vida que definan procedimientos de evaluación técnico-económica facilitando la decisión de compra para un activo físico en la empresa ALDOR.

3.2 Específicos

El proceso cuenta con cinco grandes ideas.

LCC

Definir el mejor método o la combinación de estos, para el análisis de costo ciclo de vida de los activos, adaptado a la organización ALDOR.

Propuestas Técnicas

Identificar la mejor decisión con base en la cual se pueda definir las propuestas técnicas más relevantes, con base en el costo del CAPEX, OPEX y impacto en el Plan.

Impactos Compra

Interpretar cómo impacta de forma positiva este método de compra, de acuerdo con la revisión de los principales pilares de los objetivos estratégicos de la organización ALDOR año 2023.

Solución Óptima

Organizar un modelo para la selección óptima, de equipos de acuerdo con los lineamientos de la norma ISO 50000: versión 2014.

Conclusiones

Presentar los principales resultados impactantes del proyecto donde se pueda evidenciar el aporte de información necesaria para tener una mejor toma de decisión.

4. Marco Teórico

Para entrar en el proceso de búsqueda de información para la generación de este trabajo colocamos en contexto algunas definiciones importantes en este estudio.

4.1 Activo

Desde el punto de vista de la ISO 55000:2018 un activo es un bien o entidad que tiene un valor real o potencial para la organización mientras que por las entidades financieras NIIF:2015 es un recurso que es de control de una entidad, que posee valor monetario y del cual se esperan beneficios futuros derivado de las operaciones de la misma.

4.2 Ciclo de Vida del Activo

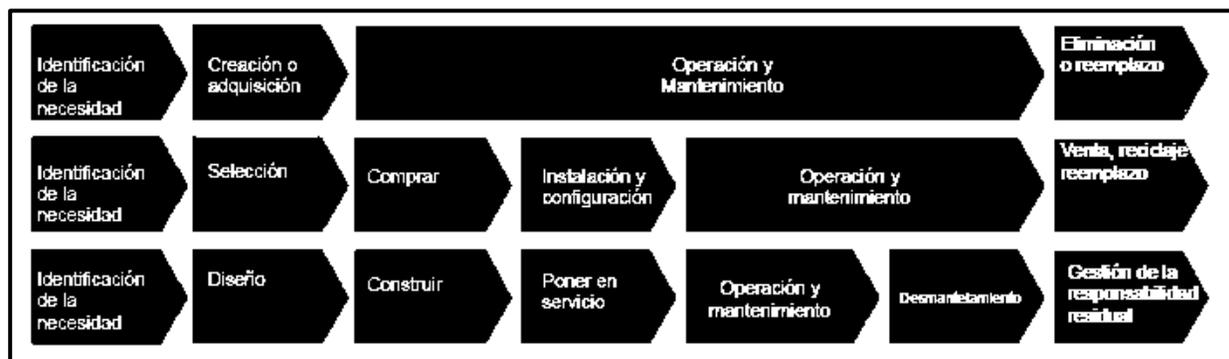
La Norma ISO 55000:2018 expresa la vida de un activo como el período desde la creación del activo hasta el fin de la vida del activo, de acuerdo a las Normas Internacionales de Información Financiera (NIIF) la vida útil es el período durante el cual se espera que un activo depreciable sea usado por la entidad; o el número de unidades de producción o unidades similares que la entidad espera obtener del activo.

De acuerdo a las definiciones anteriores podemos decir que un activo es un elemento que hace parte del contexto organizacional y que puede durante su vida generar valor a la organización.

El ciclo de vida de un activo se considera como las etapas que se tienen desde la identificación de la necesidad hasta la desincorporación del mismo, en medio de estas dos actividades se pueden tener etapas con el diseño, operación, mantenimiento, soporte entre otras dependiendo del tipo del activo y de la actividad de la compañía. La IAM identifica las etapas del ciclo de vida de acuerdo a la figura No1.

Figura 1.

Variaciones para la descripción del ciclo de vida de un activo



Nota: El gráfico presenta varios escenarios de las etapas de ciclo de vida que puede tener un activo, estas etapas son necesarias tener en cuenta para el cálculo cuantitativo del costo del ciclo de vida de cualquier activo. Tomado de (IAMM Institutemzs<msfmkddf, 2015)

4.3 Análisis del Costo del ciclo De Vida del Activo

El análisis del costo de vida de los activos data de la década de los años setenta del siglo pasado cuando el departamento de defensa de los Estados Unidos realizó el análisis del costo en el área de la aviación militar (Asiedu & Gu, 2010). La metodología usada en ese momento no incluía la fase de diseño y producción.

Con respecto a otras definiciones como la norma UNE-EN 60300-3-3 define el costo del ciclo de vida como el proceso de análisis económico para determinar el costo total desde la adquisición hasta la desincorporación del activo.

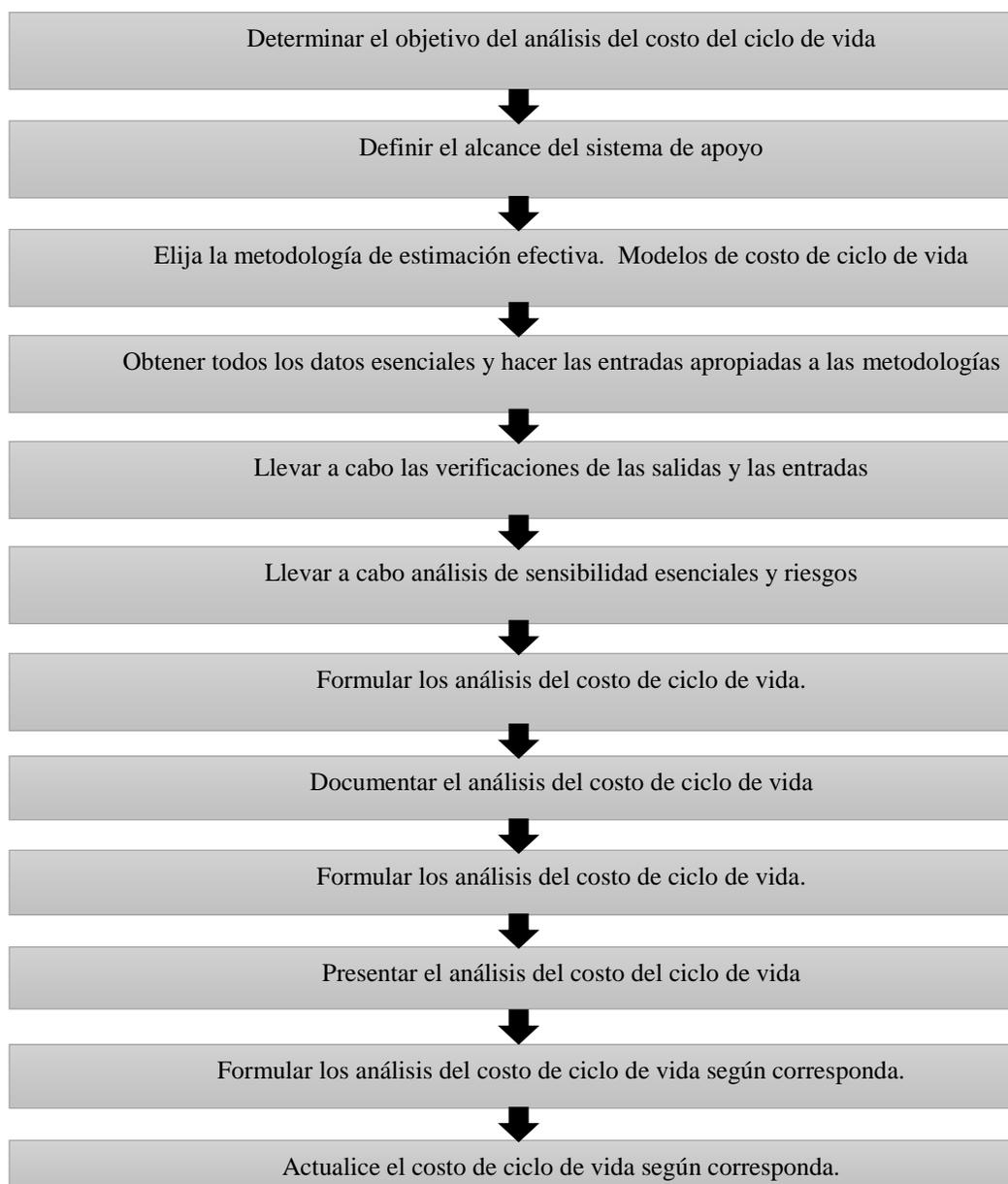
El análisis del costo del ciclo de vida es el proceso que se realiza para cuantificar el costo inicial y futuro del activo, este análisis se puede implementar en cualquier momento del ciclo de vida, aunque lo más común es su realización desde la etapa de diseño para evaluar el costo total de la inversión.

Los análisis de costos de ciclo de vida pueden resultar complejos especialmente por desconocer la mayoría de casi todos los costos, pero teniendo en cuenta los supuestos razonables consistentes y bien documentados se pueden tener un resultado más creíble. (Mearing & Morris, 2018)

El LCC (life cycle cost) de acuerdo al manual de estándares y tecnología (NIST) edición 1996 define el LCC como “el costo total en dólares descontado de poseer, mantener y desechar un activo” durante un periodo de tiempo. Este análisis del costo del ciclo de vida permite definir cuál es el activo indicado para la diseño o necesidad manifestada.

El cálculo del costo de ciclo de vida (LCC) busca elegir el mejor enfoque costo efectivo de una serie de alternativas para lograr el menor costo de propiedad a largo plazo, considerando elementos de costo de las etapas de diseño, desarrollo, producción, operación, mantenimiento, soporte y disposición final de un sistema importante durante su vida útil prevista (Barringer, 1998).

A lo largo del tiempo se han propuestos pasos para el análisis del costo del ciclo de vida de los activos en la siguiente figura 2 muestra un listado de pasos para dicho análisis:

Figura 2.*Pasos para el análisis del ciclo de vida*

Nota Tomado: (Dhillon, 2010) Costo de ciclo de vida para Ingenieros.

Las etapas mencionadas en la figura 2 representan la secuencia de actividades para que los gestores de activos tengan los argumentos necesarios para la correcta decisión con respecto al activo en las diferentes etapas para obtener la optimización de la inversión e incremento en la rentabilidad del negocio.

4.4 Modelos del Costo del Ciclo de Vida

En el transcurso del tiempo se han desarrollado diferentes modelos para cuantificar el costo del ciclo de vida de los equipos, estos métodos son elegidos de acuerdo con criterios del usuario, por tal motivo revisaremos algunas de estas para definir las que más se ajusten al estudio que se realiza en la empresa ALDOR.

Cada uno tiene sus ventajas y desventajas. Más específicamente, un método o enfoque de estimación de costos puede ser muy efectivo en un tipo de aplicación y bastante débil en otro. Esto simplemente significa que es necesario sumo cuidado al seleccionar un método de estimación de costos para una aplicación específica. Sin embargo, cual sea el método usado se requiere que estos métodos generen la mayor certeza del valor del activo para con esta información tomar decisiones con respecto (Dhillon, 2010, pág. 43).

Modelo de cálculo de costos

El modelo del cálculo del ciclo de vida que más es utilizado de forma genérica es el que se expresa en la siguiente ecuación.

Ecuación 1. *Calculo del ciclo de vida*

$$CCV = CI + NY(CO + CM + CP)$$

CCV = Costo del ciclo de vida (costo de propiedad)

CI = Costo de inversión (máquinas, edificios, calles, instalaciones, repuestos herramientas, equipos de mantenimiento, documentos y entrenamiento entre otros)

CO= Costo anual de operación (personal, energía, materiales e insumos, transporte, entrenamiento del personal y calidad)

CM= Costo anual de mantenimiento (personal de mantenimiento y los materiales y repuestos, tanto en lo dedicado al proactivo, al correctivo como a los rediseños, además de los costos de entrenamiento de este personal)

CP= Costo de parada Costo de Parada (costo de pérdidas debido a mal funcionamiento del activo).

NY= Número de años para el calculo

Modelo General de costo de ciclo de vida I

Este modelo según (Dhillon, 2010, pág. 44) se divide en dos partes, costo recurrente y costo no recurrentes la cual revisamos para ver su aplicación y se calcula mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 2. *Ecuación cálculo costo ciclo de vida (Dhillon, 2010)*

$$LCC = RC + NRC$$

Donde:

LCC: costo del ciclo de vida.

RC: Es un costo recurrente

NRC: Es un costo no recurrente

El costo recurrente RC, es expresado por la siguiente fórmula:

Ecuación 3. *Costo recurrente*

$$RC = OC + IC + SC + MC + MTC$$

Donde:

OC es el costo operativo.

IC es el costo del inventario.

SC es el costo de apoyo.

MC es el costo de mano de obra.

MTC es el costo de mantenimiento.

El costo no recurrente, NRC, se expresado mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 4. *Costo no recurrente*

$$NRC = C_p + C_i + C_q + C_r + C_t + C_{rm} + C_s$$

Donde:

C_p es el costo de adquisición.

C_i es el costo de instalación.

Cq es el costo de aprobación de la calificación.

Cr es el costo de investigación y desarrollo.

Ct es el costo de entrenamiento.

CRM es el costo de mejora de la confiabilidad y la mantenibilidad.

Cs es el costo de soporte.

Modelo LCC de tasa de fallos constante Woodward (1997)

El Modelo de LCC de Woodward propone la siguiente fórmula para calcular el impacto de los costos de fallos en el ciclo de vida de un activo industrial:

Ecuación 5. *Impacto de costos de fallo en el ciclo de vida*

$$CTCV(P) = \sum_{T=1}^T CI + CO + CMP + TCPi + CMM$$

Donde:

(P) Valor presente.

CTCV(P) Costos totales del ciclo de vida en valor presente (P), para una tasa de descuento (i) y un período de vida útil esperado (T).

CI Coste inicial de adquisición e instalación, normalmente dado en valor Presente.

CO Costos operacionales, normalmente dado como valor Anualizado**.

CMP Costos de Mantenimiento Preventivo, normalmente dado como valor Anualizado.

TCPf Costos Totales por Confiabilidad (costos por fallos), normalmente dado como valor Anualizado. En este caso se asume tasa de fallos constante, por lo cual el impacto en costos es igual en todos los años.

CMM Costos de Mantenimiento Mayor – Especiales, normalmente dado como valor Futuro.

Este modelo propone tener en cuenta el factor de fiabilidad del activo a lo largo de su ciclo de vida.

Figura 3.

Imagen producto gomitas



Nota: Imagen de las gomitas. Tomado de (Lapatria.com, 2023)

Proceso de depositado de gomas

El proceso para la elaboración de las gomas se realiza de acuerdo a los pasos listados a continuación:

Dosificación y cocido: Se realiza la dosificación de los ingredientes en los recipientes de acuerdo a su fórmula posteriormente pasa al sistema de cocción con este proceso se requiere para evaporar parte del agua y activar el poder del gel de la gelatina, obteniendo finalmente el jarabe base.

Aromatizado: En esta etapa del proceso consiste en adicionar las materias primas menores como ácido, color y sabor para realizar el surtido de sabores que serán depositados.

Depositado: A continuación, el jarabe ya cocido y aromatizado se descarga a las tolvas del sistema de depositado, se vierte el jarabe en las bandejas previamente llenas de almidón con el fin de generar las figuras en negativo y ser vertido el jarabe para dar forma a un nuevo producto.

Desmoldeo y transporte: Luego de tener las gomas formadas se envían a un cuarto deshidratador con una estadía entre 24 y 48 horas ajustando la humedad para ser desmoldeadas.

Acabado: Este paso consiste en darle el acabado final en la superficie, ya sea de forma azucarada o aceitada, esta última para dar más detalle a la forma.

Control de calidad: En una banda transportadora donde se realiza el respectivo control de calidad antes de ser empacada.

Empacado: Continuando con el proceso las gomas son transportadas a la máquina envasadora donde es pesada y embolsada de acuerdo a la configuración de peso y presentación deseada.

Máquinas de depositado de gomas

El conjunto de equipos de una línea estándar que se requieren para la fabricación de las gomas desde el proceso de dosificación de materias primas hasta el sistema de empaque son los siguientes:

- Tanques de almacenamiento y dosificación gravimétrica de ingredientes.
- Cocina a sobrepresión o dispositivo de cocción para disolver el azúcar.
- Tanque pulmón para almacenamiento del jarabe base,
- Sistema automático de aromatizado donde se dosifican los micro ingredientes.
- Máquina universal de depositado, donde realiza los moldes y las dosificaciones.
- Cuartos de deshidratado para ajustar la humedad necesaria del producto.
- Sistemas de acabados en sus formas azucaradas y aceitadas.
- Sistema de envoltura y empaque para proteger el producto según la necesidad.

Figura 4.

Máquina depositadora NID



Nota: Imagen de Máquina Mogul tomada de (Confectionery Production, 2018)

5. Estado del Arte

La necesidad de poder valorar con mayor claridad el ciclo de vida de los activos con la importancia de aprovechar esta información para mejorar en la toma de decisiones que pueden ser relacionadas con el ciclo de vida de equipos ya existentes en las organizaciones también como información de análisis para comparar el reemplazo de un activo o como opción de un análisis de costos para la toma de decisión de una nueva instalación, son algunas de las posibilidades que tenemos para ser más acertados en este tipo de decisiones.

El ciclo de vida considera toda la historia de un producto desde su origen como materia prima, hasta su final como residuo, por tal razón es importante prever en una buena gestión de activos, los costos asociados al ciclo de vida ya que con esto podemos generar planes para poder reaccionar con el tiempo necesario y más aun pensando en dar información importante a las áreas Financieras del flujo de caja en los próximos años.

Por años, los análisis de costos del ciclo de vida, ha tenido muchas formas de realizarlo, especialmente porque no tienen forma de realizarlo bajo estándar por motivos como inclinaciones de los usuarios, la naturaleza del problema, diferentes análisis de costos por varias clasificaciones de equipos, igualmente durante años se ha clasificado los modelos de costos de ciclos de vida en tres categorías (Dhillon, 2010)

- Modelo Conceptual
- Modelo analítico
- Modelo Heurístico

Una de las posibles formas de cálculo está definida por este escritor (Dhillon, 2010) el cual propone dividir en dos categorías de métodos para el cálculo costo del Ciclo de Vida así: costo de ciclo de vida generales y costos de ciclo de específicos.

5.1 Modelo General para el Costo de Ciclo de Vida

A continuación, se describen tres modelos principales del cálculo de ciclo de vida generales llamados de esta forma porque son cálculos para aplicar a cualquier sistema.

Modelo General Costo de Ciclo de Vida Modelo I

En este modelo de cálculo se divide en dos costos principales los costos recurrentes y los costos no recurrentes, expresados en la siguiente ecuación:

Ecuación 6. *Costo ciclo de vida modelo I*

$$LCC = RC + NRC$$

Nota: Los costos recurrentes RC incluyen Costos de Operación, Inventario, Soporte, Mano de Obra y mantenimiento. Los costos no recurrentes NRC se componen de Costos de, adquisición, instalación, aprobación y calificación, costo de entrenamiento, costos de confiabilidad, mantenibilidad y mejoramiento, por último, costos de soporte.

LCC= Ítem Costo ciclo de Vida

RC= Costos recurrentes

NRC= Costos No recurrentes

Modelo General Costo de Ciclo de Vida Modelo II

Este modelo contiene tres principales costos así: Costo de la adquisición, Costo inicial Logístico y costos recurrentes, expresados en la siguiente ecuación.

Ecuación 7. *Costo de ciclo de vida modelo II*

$$LCC = C1 + C2 + C3$$

Nota: Estos costos se subdividen de la siguiente forma C1 costos de adquisición, C2” contiene costo de nuevos equipos no contabilizados en el LCC, Solicitud de costos y capacitación, el costo del equipo de soporte existente modificaciones y el coste de la gestión inicial de los datos técnicos. C3, son el costo operativo, coste de gestión y coste de mantenimiento.

LCC= Ítem Costo Ciclo de Vida

C1= Costo adquisición

C2= Costo inicial Logístico

C3= Costos Recurrentes

Modelo General Costo de Ciclo de Vida Modelo III

Este modelo fue creado por la Armada de Estados Unidos principalmente para los costos de los sistemas de armas, representados en la siguiente ecuación.

Ecuación 8. *Costo de ciclo de vida modelo III*

$$LCC = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5$$

Nota: C1 Costo de desarrollo a gran escala y costo de validación. De igual manera, los elementos principales del costo de los sistemas asociados, C2, son su costo de inversión y su costo de operación y soporte. El costo C3, se compone de dos componentes principales: el costo de inversión del gobierno y el costo de adquisiciones. C4 Es la sumatoria del número total de años en el ciclo de vida más el número total de elementos importantes del sistema que quedaron fuera de servicio durante el año más costo de retirada del elemento principal del sistema.

LCC= Ítem Costo Ciclo de Vida

C1= Costo de Investigación y Desarrollo

C2= Costo inicial Logístico

C3= Costos de inversiones

C4= Costos de terminación

C3= Costos de soporte y operación

Modelo Especifico del Costo de Ciclo de Vida.

A diferencia de los modelos anteriores estos modelos de ciclo de vida específicos son definidos para costos de sistemas o ítems los cuales podemos inferir están definidos para sistemas o equipos puntuales como Generación eléctrica, Sistemas de Salud y cuidado, y otros como radares de alerta temprana. A continuación, se describen tres modelos distintos de cálculo para sistemas o equipos específicos.

Modelo Especifico Costo de Ciclo de Vida I

Este modelo se basa en información para el cálculo de sistemas de fuentes de alimentación para lo cual se definen los siguientes elementos de análisis.

Ecuación 9. Costo de ciclo de vida modelo específico I

$$LCCs = IC + FC$$

Nota: FC este compuesto por los siguientes ítems de cálculo los cuales están discriminados así.

LCCs= Costo de ciclo de vida específico

IC= Costo Inicial

FC= Costo de Falla.

$$FC = \lambda(n)(Cr + Cs)$$

λ = Tasa de falla

n= Expectativa de vida del componente

Cr= Costo de la reparación.

Cs= Costo del repuesto.

Donde $Cs = Cu(K)$

Cu= Costo del repuesto / unidad

K= Numero de repuestos para cada unidad activa.

Modelo Específico Costo de Ciclo de Vida II

El modelo a continuación define el cálculo de costo de ciclo de vida asociado a sistemas de cuidado de la Salud.

Ecuación 10. Costo de ciclo de vida modelo específico II

$$LCC_h = C_c + C_o$$

Nota: Cada costo C_c y C_o contienen una serie de costos los cuales se deben verificar para saber si aplica en el momento de modelar este tipo de costo. Para el C_c , contiene ocho ítems de cálculo y el C_o contiene 19 ítems de cálculo.

LCC_h= Costo ciclo de vida Seguridad Salud

C_c = Costo de capital

C_o = Costo de operación

Cc contiene costos adicionales como costos de terreno, financiamiento, equipos colaterales, costos indirectos, demolición y preparación costos de fabricación o compra, costo de alteración y reemplazo Costo de aceptación de uso.

Co Contiene costos como costo de mantenimiento estructural, servicios públicos y combustible, operación y mantenimiento sistema de calefacción, pintura, mantenimiento del equipo mobiliario, limpieza exterior del edificio, mantenimiento del sistema eléctrico, y otros más.

Modelo Especifico Costo de Ciclo de Vida III

El modelo a continuación tiene bases para calcular sistemas relacionados con Costo de ciclo de vida de sistemas de radar gestión temprana. Para realizar el cálculo de cada uno de estos factores se deben tener en cuenta costos específicos como costos de combustible, personal, potencia consumida, costos de labor por reparación, materiales de reparación, repuestos de reparación, por esta razón perteneces a métodos de costo de ciclo de vida específicos.

Ecuación 11. *Costo de ciclo de vida modelo especifico III*

$$LCC_p = C_p + C_0 + C_s$$

Nota: Para realizar el cálculo de cada uno de estos factores se deben tener en cuenta costos específicos como costos de combustible, personal, potencia consumida, costos de labor por reparación, materiales de reparación.

LCCr= Costo del Ciclo de Vida radar Gestión temprana.

Cp.= Radar de Costo de Adquisición

$$C_p = FC + ICC + DC + DOC$$

Donde FC es el costo de fabricación, ICC es el costo de instalación y pago, DC es el costo de diseño. DOC es el costo del documento.

Co= Radar de costo de Operación

$$C_o = C_1 + C_2 + C_3$$

Donde C1 es el costo del combustible, C2 es costo de personal, C3 es el costo de la energía.

Cs= Radar de costo Soporte Logístico

$$Cs = CRL + CIS + CRS + CIT + AC$$

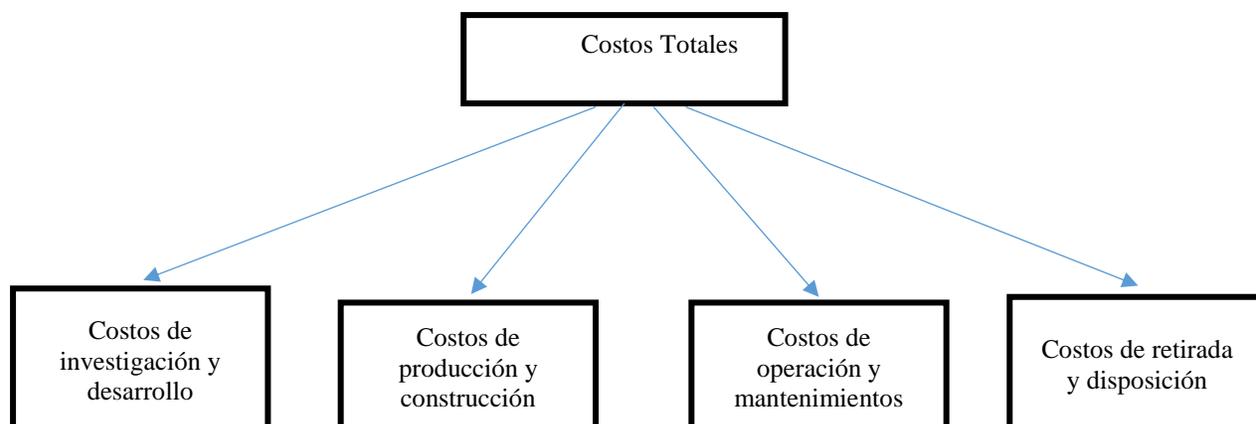
Donde CRL es el costo de la mano de obra de reparación, CRM es el costo del material de reparación, CIS es el costo de los repuestos iniciales, CRS es el costo de los repuestos, CIT es el costo de la formación inicial, AC es el costo de la edad.

5.2 Procesos de Análisis de Costos del Ciclo de Vida (ACCV) (Crespo Marquez & Parra Marquez, 2015 2da edicion)

El análisis del ciclo de costo de Vida es una técnica de cálculo económico que permite optimizar la toma de decisiones asociadas a los procesos de diseño, selección desarrollo y sustitución de los activos que conforman un sistema de producción.

La misma propone evaluar de forma cuantitativa todos los costos asociados al periodo económico de vida de un activo (Crespo Marquez & Parra Marquez, 2015 2da edicion)

Respecto a lo planteado por Carlos Parra y Adolfo Crespo Los costos totales que hacen parte del coste del Ciclo de Vida se tiene en cuenta que el Costo Totales definido según la siguiente gráfica.

Figura 5.*Costos de investigación y desarrollo inicial*

Nota: Estructura general de costos sin el desglose de los principales ítems que componen el costo del ciclo de vida de un activo según (Crespo Marquez & Parra Marquez, 2015 2da edición, pág. 206)

5.2.1 Costos de Investigación y Desarrollo Inicial

Los costos relacionados a esta etapa están relacionados con las fases definidas de inicio como Visualización del proyecto, ingeniería básica, conceptual y de detalle, es importante tener en cuenta que los costos de un proyecto están realmente definidos en esta parte inicial del proyecto, por tal motivo queda muy difícil hacer cambios sustancialmente grandes en la etapa final de Diseño ya que no pueden ser cambiados por los efectos económicos que conllevaría. Esta etapa de diseño en las empresas locales se debe tomar con más responsabilidad ya que, así como lo expresa el texto anterior, después de generar diseños no es fácil realizar cambios específicamente por el presupuesto realizados con estas especificaciones y cambios medianamente importante empiezan a cambiar el presupuesto.

5.2.2 Costos de Producción y Construcción

Los costos de este capítulo están asociados con las actividades de manufactura como: Fabricación, ensamble y pruebas. Facilidades de producción, costos de calidad y puesta a punto con pruebas iniciales. Los principales beneficios de esta etapa están relacionados con la fabricación sea de acuerdo a los puntos especificados en el diseño, para lo cual algunos escritos como (Crespo Marquez & Parra Marquez, 2015 2da edicion) recomiendan metodologías para las etapas de diseño como Diseño para el montaje DFA¹ y otras como Assembly Evaluation Method AEM, lo que ayuda a controlar el proceso de construcción de forma numérica.

5.2.3 Costos de Operación y Transporte

En la siguiente etapa está definida para aquellas áreas que son usuarios de los equipos desarrollados y están asociados a costos como: Operación, Energía, insumos y materia prima, costos de mantenimiento como, correctivo, preventivo, overhaull solo tiene una sola el diseño y modificaciones de ingeniería, logística de repuestos entrenamientos y cualquier otro costo que se genere en este ciclo de vida. Con relación a esta etapa del ciclo de vida es una de las más difíciles de predecir ya que puede llegar a tener hasta 10 veces más de costo que el costo inicial de adquisición.

Por tal razón uno de los puntos más importantes de esta etapa es la disponibilidad que debe tener el activo para cumplir con su expectativa de producción.

5.2.4 Costos de Desincorporación y Retirada

Esta etapa está definida y relacionada con actividades de reconversión de materiales y manejo de recursos energéticos las cuales generas desperdicios al ambiente, normalmente estas actividades estas definidas por convenios mundiales para el desarrollo de tecnologías y materiales amigables ambientalmente.

Al final los costos totales del ciclo de vida se deben ver reflejados en la siguiente fórmula planteada.

¹ DFA Design for Assembly

Ecuación 12. *Costos total del ciclo de vida en valor presente*

$$CTCV = \sum_{T-1}^T (CI + CO + CMP + TCPf + CMM)$$

CTCV= Costos totales del ciclo de vida en valor presente, a una tasa de descuento y periodo de vida útil esperado.

$\sum CI$ = Costo inicial de adquisición de instalación normalmente dado en valor presente.

CO= Costos operacionales normalmente dado en valor anualizado.

CMP= Costos de Mantenimiento preventivo normalmente dado en valor anualizado

TCPf= Costos totales por Confiabilidad (Costos x Fallos) normalmente dado en valor anualizado, en este caso se asume tasa de fallos constante por tal motivo el impacto en costos es igual para todos los años.

CMM=costos de Mantenimiento Mayor, especiales, normalmente dado como valor futuro.

6. Metodología

Para iniciar el proceso de aplicaciones de la metodologías nos basamos en las publicaciones de algunos referentes como, costo del ciclo de vida por (Dhillon, 2010), (Crespo Marquez & Parra Marquez, 2015 2da edicion), Handbook análisis costo del ciclo de vida (Mearing & Morris, 2018), igualmente la información será recolectada de las bases de datos que puedan estar disponible en la organización, para la aplicación del cálculo lo más acertado posible.

Costos de Investigación y Desarrollo

Actualmente se realiza el proceso de definición de nuevas inversiones desde las necesidades del mercado las cuales están lideradas desde el área de Marketing y Exportaciones, donde se estudian las posibilidades de crecimientos de las diferentes referencias de confitería que se realiza actualmente, o la posibilidad de innovar en un nuevo producto. Estos casos se gestionan de acuerdo al proceso desarrollado para el proceso de Innovación en la compañía ALDOR, el cual debe seguir los pasos según la evaluación de cada fase que dará las puertas de entrada para tener un nuevo proyecto en la organización.

Figura 6.

Costos de investigación y desarrollo inicial fuente ALDOR



Nota: Descripción de entradas del proceso innovación, en el cual se definen las puertas de decisión para cada etapa de este proceso.

Como se da inicio a los proyectos en el área de Ingeniería de la Compañía ALDOR especialmente para este tipo de proyectos relacionados con la adquisición de nuevos equipos ya sea para la ampliación o nuevos procesos. En esta etapa debemos elegir de acuerdo a las metodologías y textos estudiados las fórmulas de calculo que hacen parte de esta primera etapa del ciclo de vida, posiblemente no se va a definir con una sola, sino la interacción de varias formas de cómo se ejecutan en otras organizaciones y normas vigentes. Algunos puntos a tener en cuenta pueden ser.

Definiciones técnicas en el nuevo diseño.

Planificación del Activo

Identificación del Activo

Costos de producción y construcción

Se deben tener en cuenta no solo las definiciones técnicas y de operación de la nueva adquisición sino también los esquemas de estas líneas como layout de ubicación y estimación de los servicios que deben ser dispuestos para cada propuesta de máquina, de esto se derivan mayores costos por servicios de mayor capacidad o mayor potencia instalada los cuales deben ser evidentes en los costeos de esta etapa del costo del ciclo de vida, por lo cuales e requiere apoyarnos en algunos puntos como:

Ingeniería Industrial y Análisis de Operaciones explicar

Inspecciones FAT del equipo

Para estas etapas ya se deben de tener las propuestas mínimas de este nuevo equipo con el mayor detalle de su especificación, lo que ayudara a visualizar las diferencias entre ellos.

Costos de operación y mantenimientos

Para esta etapa nos basamos mucho en la información de los activos que existen actualmente en la organización y serán validadas con las recomendaciones de los fabricantes que hacen parte de las propuestas esta es una de las etapas más complicadas del análisis, por tal razón se trabajaran en las principales actividades representadas en los costos como:

Operación y Producción

Mantenimientos

Inventarios y consumos de repuestos

Adiestramiento Operación y Mantenimiento

Modificaciones y Overhauil del activo.

Costos de retirada y disposición

Los activos que hacen parte de este estudio, están definidos y diseñados para una vida de 20 años mínimo y 25 años, realizando renovaciones tecnológicas y verificando que el rendimiento del equipo no sea afectado en la reducción de su promesa inicial. Por esta razón las actividades que definen la retirada de un activo de este tipo se consideran los siguientes conceptos para estimar su valoración, los cuales están en:

Disposición

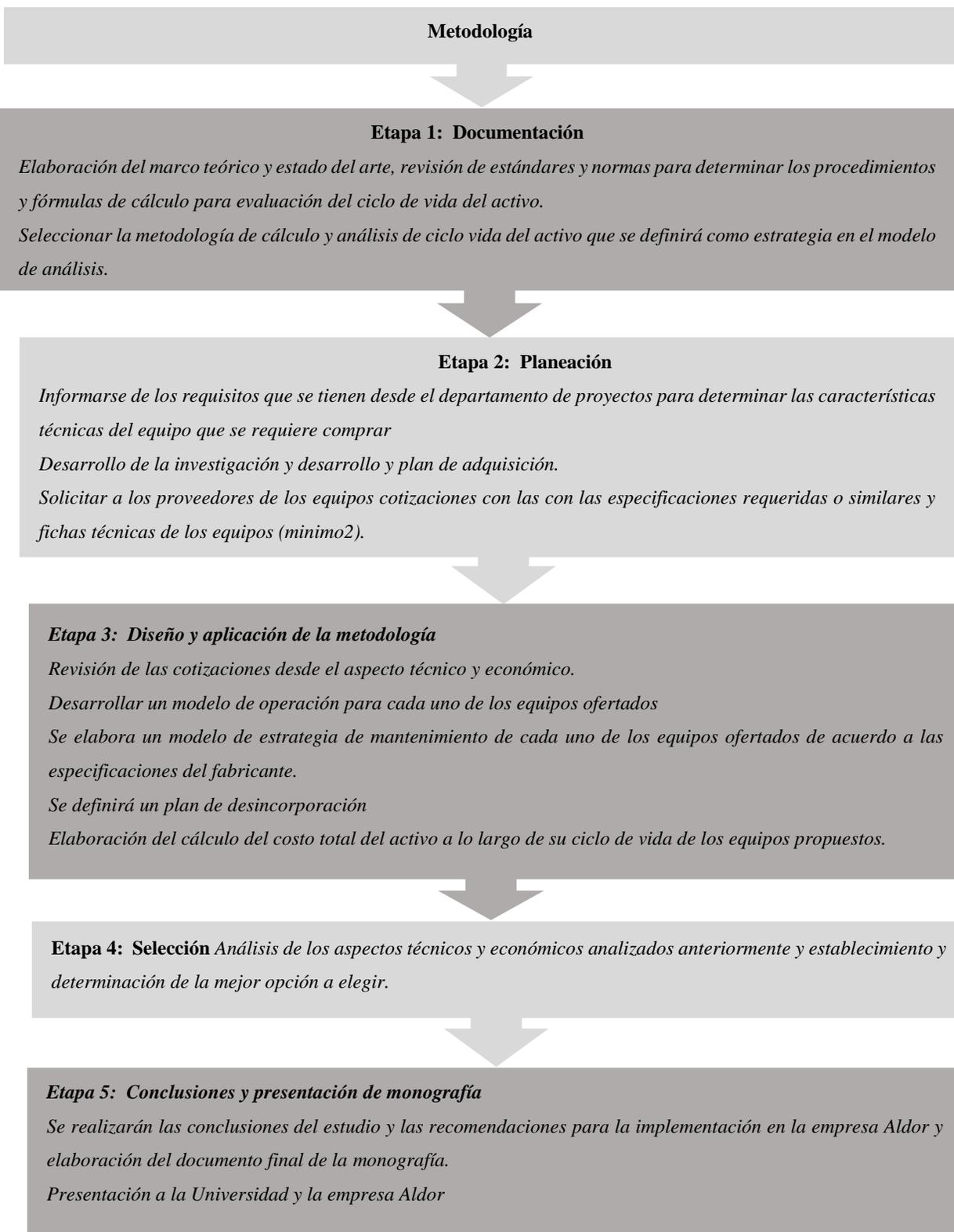
Limpieza, desinfección y empaque ya sea para su venta o chatarrización, lo que incurre en gastos de materiales de limpieza y espacio de almacenamiento.

Retirada del Activo

Relacionado con los costos que incurren en la desinstalación del activo, traslado y almacenamiento.

6.1 Etapas del Proceso Desarrollo Monografía

Para el desarrollo de la monografía se proponen las actividades secuenciales, estas se definen de acuerdo a la prioridad de adquirir la información asociada a los costos de operación, mantenimiento, inversiones ya que son de mayor complejidad para adquirir y resumir los análisis, por tal motivo se definen en el diagrama de flujo, dentro de los tiempos que se muestran a continuación:

Figura 7.*Etapas de la Metodología*

6.2 Cronograma

Figura 8.

Cronograma de actividades

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PARA EL DESARROLLO DE LA MONOGRAFÍA								
Item	Descripción	Mes						
		Junio	julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	Documentación							
1.1	Elaboración marco teórico y estado del arte							
1.2	Elección de metodología para análisis							
2	Planeación							
2.1	Documentación de la necesidad de la empresa							
2.2	Investigación y desarrollo							
2.2	Solicitar cotizaciones y fichas técnicas							
3	Diseño y aplicación de metodología							
3.1	Revisión de las cotizaciones							
3.2	Etapas del ciclo de vida de las propuestas de los proveedores							
3.2.1	Etapas del ciclo de vida :Desarrollo del modelo de operación							
3.2.2	Etapas del ciclo de vida :Estrategia de mantenimiento							
3.2.3	Etapas del ciclo de vida :Plan de desincorporación							
3.3	Elaboración de las etapas del ciclo de vida de las propuestas de los proveedores							
3.3	Elaboración del cálculo del ciclo de vida las propuestas presentadas							
4	Selección							
4.1	Elección de la mejor propuesta							
5	Conclusiones y presentación de monografía							
5.1	Realización de conclusiones y documento final							
5.2	Presentación a la universidad y a la empresa Aldor							

7. Resultados Esperados

Generar un modelo para análisis en la adquisición de activos que involucre todas etapas desde la concepción hasta la desincorporación del activo para que sea aplicado a diferentes activos o familias de activos optimizando cada una de las etapas del ciclo de vida y minimizando los riesgos que se presenten en cada una de ellas para que sea implementado en la empresa ALDOR.

Establecer puntos de comparación desde el punto de vista económico mediante la aplicación de las diferentes técnicas de cálculos de costos de los activos para tener criterio de elección al momento de la adquisición de un activo generando el mayor desempeño económico en la organización.

Aplicar las diferentes técnicas existentes pero adaptadas a la cultura y entorno de la organización para que sea incorporada este nuevo procedimiento en el área de Compras impactando en una mejor toma de decisión.

Al final de este trabajo monográfico queremos aplicar los conceptos teóricos adquiridos basados en el ciclo de vida, en un caso real de una organización, pero adicional ganar mayor experiencia y aumentar nuestro criterio en la Gestión de Activos.

Promover con este tipo de logros en la organización una cultura en la Gestión de Activos, como la cultura que aporta al crecimiento, beneficios y continuidad de la organización.

7.1 Desarrollo Técnico

7.1.1 Etapa 1 Documentación

Debemos tener en cuenta para iniciar el proceso de cálculo, cuál será el valor residual al final de los años cumplidos de depreciación del equipo en estudio, estos valores pueden ser negativos o positivos. Un valor residual negativo se puede asociar cuando una parte de activo fue reemplazado en los últimos periodos o parte de la estructura de instalación aún se encuentra en buen estado, por tal motivo se considera un valor negativo al LCCA, (Mearing & Morris, 2018).

El activo al cual se realiza estudio se define un valor residual negativo ya que puede terminar en condiciones operativas aceptables para una organización que está iniciando en este

tipo de fabricaciones, algunas opciones de ventas son para compradores europeos de equipos ya utilizados, como, Union o Maestro Manolo. (Manolo, 1964)

De otra forma se pueden presentar un valor residual positivo, el cual puede suceder al momento de disposición final de un activo que incurra en gastos adicionales de manejo de materiales peligrosos o demolición de estructura.

Por ultimo y la instancia más rara, es considerar el valor residual cero, donde finalizan todos los activos al mismo momento tanta infraestructura física, y equipos que conforman una instalación.

Periodo de estudio

Hace parte del segundo punto de la ecuación que es el tiempo que comprende desde las inversiones iniciales hasta el final de los gastos operacionales, que para nuestro activo de estudio está definido para 20 años.

Relación del descuento real

Hace parte del tercer componente de la formula, que en resumen es el valor del dinero en el tiempo, en donde se ve afectado por los costos de incremento de vida e intereses reflejados de la inversión, ya sea para invertir ahora o en algún momento en el futuro.

7.1.2 Etapa 2 Planeación

Definición equipo para análisis.

Para la definición del activo se tienen en cuenta las principales razones de análisis, una de ellas es pensando en la Justificación de reemplazo para lo cual dentro de esta opción se tiene las principales razones como: (Crespo Marquez & Parra Marquez, 2015 2da edicion)

- Obsolescencia (Técnica - Económica)
- Cambios en el contexto Operacional.
- Costos elevados (Operación y Mantenimiento)
- Baja Confiabilidad y Disponibilidad
- Aspectos de seguridad y Ambiente.

- Aspectos de logística asociada a los repuestos.

Otra forma de la definición del activo es la adquisición de una nueva línea adicional a las actuales, como una decisión de crecimiento de producción de esta clase de producto gomas y jaleas, que para nuestro caso es la decisión de análisis de estudio monográfico.

Los principales pasos en la compañía ALDOR, para definir la nueva inversión se define de acuerdo al proceso de innovación donde se definen las siguientes puertas de entrada así:

Fase de Ideación.

Se define en esta fase la selección del Producto el cual puede ser inspirado por las tendencias mundiales y/o un requerimiento de los clientes del nicho de mercado de esta categoría. En esta fase se realizan estudios de mercado como análisis de crecimiento proyectado, en este proceso los costos asociados están en estudios del consumidor, Análisis de información para ideación de productos, inicio de prototipos de laboratorio.

Fase de prefactibilidad.

Fase donde se evidencia y se presentan el caso de negocio por parte de las áreas de I+D, Mercadeo, prototipos de productos los cuales están validados con test de consumidor y proyección de ventas en el futuro igualmente desde el área de Ingeniería se hace MIP (Memoria de Identificación del Proyecto) con un aproximado de la inversión toda esta información será evaluada por un comité de prefactibilidad y de ser aceptado pasa a la siguiente etapa.

Fase de Factibilidad.

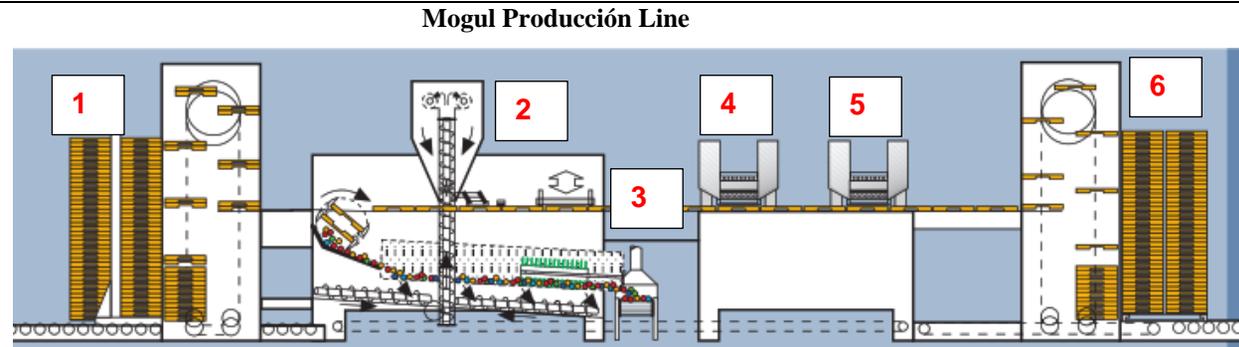
En esta fase se hacen los costeos de márgenes de contribución de acuerdo a las ventas, igualmente desde el área de Ingeniería se hace MAP (Memoria de aprobación del Proyecto) con los detalles de inversión definidos y de esta manera esta información será evaluada por un comité que define la puerta de entrada en donde se firman las inversiones y los detalles de ejecución.

Finalmente, en esta primera etapa, los costos asociados al proceso de Investigación y Desarrollo e Innovación que hace parte del análisis del costo de vida del activo quedan resumido en la siguiente tabla.

Con los resultados del proceso del análisis de Concepto Definición, Diseño y Desarrollo se buscan las tecnologías comerciales vigentes en la actualidad para realizar el proceso cotización de equipos de acuerdo a las necesidades planteadas en la fase anterior. Estas propuestas contienen información técnico económica y mantener los mismos criterios de comparación siendo esta una información necesaria para tener los costos de adquisición de las diferentes alternativas que hacer parte del estudio ACCV, los cuales quedan evidenciados en la Tabla N°1 Cuadro comparativo alternativas de compra.

Tabla 1.

Cuadro comparativo alternativa de compra



CUADRO COMPARATIVO PARA LAS ALTERNATIVAS DE COMPRA

Alternativa #1 NID from tna Forté MHP3	\$ 1.325.054	Alternativa #2 WDS-Mogul 462 8/1	€ 1.054.500
<p><i>FIRST (1st) DEPOSITOR MODULE:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • One (1) stationary tray-size UNIVERSAL PUMP • 840 pistons (9 or 11 mm diameter), other configurations available • Servo actuated • up to 840 mono products • up to 420 SBS products • up to 420 Starlight (striped) products • up to 420 Centre-in-Shell (CIS) product (also called "one-shot" products) 		<ul style="list-style-type: none"> • Including Oepositor No.1: head lateral/y extractable for fastest cleaning besides transport depositing method: full-tray depositing function: MONO/SOLIO pump-body: with 18 x 40= 720 pistons, diameter 10mm pistons-drive: servo-driven Heating unit for heating of the depositar pump, and the jackets of the hoppers Number of independent heating cycle(-s): 2 operated with heating fluid: food grade oil cleaning program plate (selecting all pistons): included 	

<ul style="list-style-type: none"> • <i>PALLET RUN-IN (PalletInfeed) TRACK:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Pallet enters from the end of roller track</i> - <i>Accommodates 1 pallet</i> - <i>Longer tracks is available.</i> • <i>TRAY FEEDER:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Stack height up to 50 standard trays (60 with the option of EXTRA HIGH TRAY FEEDER AND STACKER)</i> - <i>Full stack height pusher</i> - <i>Full height stack straightening roller</i> - <i>Servo drive for tray un-stacking conveyor</i> - <i>5-tray sub-stack magazine for uninterrupted tray conveying</i> 	<p><i>One set of size-parts (1 nozzle-plate with max 544 nozzles and 1 x piston-program-plate)</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>CONVEYOR FOR PRODUCT DISCHARGE AND CLEANING:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Transport of candy from the mogul</i> - <i>Cleaning of candy with 2 pairs of spinning air jets</i> - <i>Connection ports for an external Dust Collector (air filter)</i> 	<p><i>Including product discharge belt (VFD)</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>TRAY STACKER:</i> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Stack height up to 50 standard trays (60 with the option of EXTRA HIGH TRAY</i> 	<p><i>Without cleaning candy</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Including automated tray stacking (VFD execution)</i> • <i>with pallet take off: straight</i>

FEEDER AND STACKER)

- 5-tray sub-stack magazine for uninterrupted tray conveying
- Servo drive for tray un-stacking conveyor
- Full height stack safety gate

- *PALLET RUN-OUT (Pallet outfeed) TRACK.*

- Pallet exits from the end of roller track
- Accommodates 1 pallet.
- Longer tracks is available

- *PALLET CONVEYOR WITHIN THE MOGUL*

- Automatic transfer of empty pallets from Tray Feeder to

Tray Stacker

- Located at the bottom level of the mogul.

- *FULL STAINLESS CONSTRUCTION*

*SECOND (2nd) DEPOSITOR MODULE:**One (1) stationary tray-size Foam Pump Single layer.**To define once density is confirmed (tentatively 0.9)*

- 576 pistons 15 mm diameter
- Servo drive for the pistons.
- Servo drive for the tray lift
- Hydraulic drive for pump valve
- Pump and hopper heating
- Depositing accessories are extra.

Stacker and de-stacker height extension: to total stacking height included of 2850mm Included with 4 sets of gripper fingers.

- *Including empty pallet transport underneath the machine*

*Including Depositor No.2:**head lateral/y extractable for fastest cleaning besides transport**depositing method: full-tray**depositing function: MONO/SOLIO**pump-body: with 18 x 40= 720 pistons, diameter 14mm**pistons-drive: servo-driven**no. of independent piston drive units: One**with 2 mass hoppers (one at each side of**Heating unit for heating of the depositor pump, and the**jackets of the Hoppers Number of independent heating**cycle(-s): 2*

*cleaning program plate (selecting all pistons): included
One set of size-parts (1 nozzle-plate with max 544 nozzles
and 1 x piston-
program-plate)*

DUST COLLECTOR \$ 76.167
*Removes airborne starch from Mogul and the Product
Discharge Conveyor*
• *Automatic self-cleaning of filter bags*
• *Carbon steel (painted) bag housing and bin*
• *Explosion absorbing valve included.*
• *Does not require explosion relief ducting to outdoors*
• *Motorized rotary valve at the discharge of the collecting bin.*
*Stainless inside, carbon
steel outside*
*Excluded: Air Ducts to mogul and candy cleaner. The buyer
supplies the ducts.*
Subtotal Dust Collector For Mogul And Candy Cleaner:

Assembly, commissioning, acceptance and training \$ 220.500
Spanish machine manuals \$ 12.600
TOTAL COST USD \$ **1.634.321**

DUST COLECTOR € 45.500
• *Automatic self-cleaning of filter bags*
• *Motorized rotary valve at the discharge of the collecting
bin.* • *Stainless inside, carbon steel outside*
• *Air Ducts to mogul*

Assembly, commissioning, acceptance and training € 69.300
Documents Translation in Spanish € 1.200
\$ 1.240.730

7.1.3 Etapa 3 Diseño y Aplicación de la Metodología.

Iniciamos esta etapa con el proceso CAPEX de adquisición del equipo en donde se analizarán los costos iniciales de las cotizaciones de los activos de interés que serán definidos con el costo de ciclo de vida ya que en la actualidad se toman decisiones solo con los costos de adquisición inicial sin considerar los costos de Operación, Mantenimiento y desincorporación.

Cálculo del costo del ciclo de vida

Se realizó el cálculo del ciclo de vida del equipo mediante el cálculo de sus elementos de su ciclo de vida CAPEX, OPEX y desincorporación para cada uno de los equipos propuestos

Se realizó el cálculo del ciclo de vida mediante la proyección de los costos y gastos de mantenimiento del equipo en una proyección de 20 años para cada uno de los equipos propuestos por los proveedores.

7.1.3.1 CAPEX Inversión en Gastos de Capital. De acuerdo a la metodología de cálculo del Costo de Ciclo de Vida, para la etapa de análisis CAPEX, se divide en tres principales costos definidos como:

Costos de concepto y definición.

Diseño y Desarrollo

Fabricación e instalación

Los costos de la inversión fueron evaluados teniendo en cuentas los mismos ítems al considerar dos equipos similares estos se describen a continuación:

Investigación de mercado

Se desarrolla con proveedores expertos que realizan encuestas de percepción del nuevo producto recogiendo los conceptos de los clientes para poder obtener un producto final que tenga mayor impacto en el mercado.

El costo de estos estudios tiene un rango de aprox 2000 a 10000 dólares dependiendo del tamaño de la población del estudio.

Gestión de proyectos

Se realiza por parte de un equipo multidisciplinario donde se parte de la investigación de mercado para desarrollar la planeación y el cronograma de las actividades para la ejecución del proyecto asignados recursos para la ejecución del mismo. El costo de este esté asociado con el tiempo de las reuniones periódicas desarrolladas por el equipo multidisciplinario.

Concepto del producto y análisis de diseño

En esta etapa se definen formas, colores y sabores del producto teniendo en cuenta los costos asociados con el mismo para obtener los márgenes definidos por la organización.

Preparación de la especificación de los requisitos del producto

Se define la relación de dosificación de los ingredientes para obtener el producto que satisfaga los requerimientos del estudio de mercado. Este costo está definido por el personal de desarrollo del producto y la materia prima para la elaboración de las pruebas.

Ingeniería de diseño incluyendo confiabilidad, mantenibilidad y protección medioambiental.

Es establecida la tecnología del equipo, el rendimiento del mismo, los ciclos y accesos de manteniendo en concordancia con el cuidado ambiental, los lineamientos necesarios para solicitar cotizaciones de los equipos que puedan participar en el pliego de esta fabricación. Los costos asociados a esta etapa se generan por el personal de ingeniera encargado de su formulación.

Documentación del diseño

Se documentan toda la información técnica que se requiere del equipo a adquirir para poder ser enviada a los proveedores que se consideren aptos para cumplir los requerimientos del diseño. El costo es fijado por el tiempo de elaboración de los pliegos a cargo de los ingenieros del área correspondiente.

Desarrollo del software

Al ingresar una nueva línea se desarrolla un software de rendimiento y disponibilidad de la nueva línea como apoyo para el cálculo de la eficiencia global de la planta. Este servicio es prestado por una empresa desarrolladora de software.

Ingeniería de producción y planificación

Definición de ciclos de producción de los equipos donde se contemplan los tiempos para mantenimiento, limpieza y aumentos de capacidad puntual de producción. El costo es generado por honorarios del personal de operación y planeación de piso.

Selección de proveedores

Esta etapa se define con los recursos del área de compras en conjunto con la dependencia de ingeniería, donde se analizan las propuestas presentadas por los proponentes para el suministro del equipo y adecuación de instalaciones. Estos son evaluados teniendo en cuenta criterios financieros, experiencia, facilidad de pago y reputación en el mercado. Los valores que hacen parte de este estudio están relacionadas a la visita a los puntos de fábrica a los proveedores y reuniones pertinentes.

Demostración y validación

Presentación a la junta directiva y a las áreas que impacta el proyecto para la toma de decisión. El valor generado en esta etapa se infiere de las reuniones realizar para la sustentación y definición del proyecto.

Gestión de calidad

Determina los puntos de aceptación del equipo y las instalaciones bajo las normas vigentes (BPM o HAZARD). Los costos asociados para la gestión de calidad están relacionados con el tiempo del departamento de calidad de la compañía para realizar pliegos de aceptación e inspección final de recibido.

Gestión de producción e ingeniería

Análisis de costos con base en la realización de adecuaciones eléctricas, hidráulicas, obras civiles, neumáticas necesarias para la instalación y operación del equipo.

Ingeniería industrial y análisis de operaciones

Costos relacionados con ubicación del equipo de manera estratégica para tener los puntos de acceso y operación que permitan un óptimo desempeño del personal que opera y mantiene el

equipo. Puntos importantes delimitación de áreas de tráfico y movimiento de personal, puntos de recolección de aguas de lavado y desinfección.

Construcción de instalaciones

Costos de construcción de cabinas almacenamiento de materias primas para la fabricación de las gomas y productos en proceso para su posterior envoltura y empaque.

Embalaje almacenamiento y transporte

Costos de guacales de almacenamiento de las partes del equipo, envío por medio marítimo, nacionalización, seguros, transporte terrestre, cargue y descargue.

Montaje comprobación e instalación

Costos relacionados con el ensamble del equipo, conexiones requeridas mediante la asistencia técnica del fabricante y sus respectivas pruebas de arranque y estabilidad. Tiempo aproximado para este proceso 45 días.

Mantenimiento de instalaciones

Adecuación de espacios existentes para la instalación del nuevo equipo y sus equipos periféricos, algunas actividades como reparación de pisos, acometidas eléctricas, reubicación de puntos hidráulicos.

Útiles de producción y equipos de prueba

Materiales para almacenamientos de producto, estantes de almacenamiento de herramientas y elementos de limpieza, equipos para el control de proceso como balanzas, medición de parámetros eléctricos como corriente y voltaje.

Soporte y equipos de prueba especiales

Compra de equipos especiales como los anemómetros para regular el flujo de aire dentro de las instalaciones, compra de luxómetro para medir una adecuada iluminación del proceso, equipos de análisis de vibraciones, alienadores laser para los equipos rotativos del conjunto.

Repuestos y juegos de reparación iniciales

Elementos básicos para dar soporte a los procesos de precomisionamiento y comisionamiento constituidos por elementos de mayor rotación y elementos que pueden tener deterioro en el arranque del equipo.

Fabricación (materiales, mano de obra)

Este rubro está asociado para el caso de análisis en gran parte por la compra del equipo y en menor proporción equipos periféricos necesarios para su óptimo funcionamiento por esta razón este costo es el más alto del CAPEX.

Formación inicial

Entrenamiento por parte de los especialistas del fabricante del equipo, este entrenamiento esta dado para las áreas de operación, mantenimiento, seguridad y calidad.

Documentación

Costos de adquisición de manuales de operación, mantenimientos y seguridad los cuales son solicitados en español con un valor adicional.

Ensayos de pruebas de tipo (ensayos de calificación)

Costos de materia de primas, operadores, costo de energía y disposición de producto no conforme para validar condiciones físico químicas del producto por parte de I+D y calidad para poder empezar la fabricación en línea. En este proceso también se valida la estabilidad de operación del equipo.

Control de calidad e inspección

Costos de validación de que se cumplan los parámetros en cada una de las etapas de la fabricación del producto.

Formación de continua

Replicar la información a todas las áreas que conforman los tres turnos operativos para tener uniformidad de conceptos técnicos y de proceso de la línea de producción.

Estos costos se verán reflejados para la alternativa de compra N°1 en la tabla 2 y para la alternativa N°2 corresponde a la tabla 3.

Tabla 2.

CAPEX Equipo Alternativa 1

CAPEX Equipo Alternativa 1		
	Actividad	Costo
Costos de Concepto y definición	Investigación de mercado.	USD 1.965,00
	Gestión de proyecto.	USD 7.370,00
	Concepción del producto y análisis de diseño.	USD 4.422,00
	Preparación de la especificación de requisitos del producto.	USD 2.948,00
Diseño y desarrollo	Gestión de proyecto.	USD 4.913,20
	Ingeniería de diseño, incluyendo confiabilidad, mantenibilidad y actividades de protección medioambiental.	USD 7.369,80
	Documentación del diseño.	USD 3.930,00
	Fabricación de prototipos.	USD 0,00
	Desarrollo de software.	USD 3.194,00
	Pruebas y evaluación.	USD 0,00
	Ingeniería de producción y planificación.	USD 1.474,00
	Selección de proveedores.	USD 2.948,00
	Demostración y validación.	USD 1.769,00
	Gestión de calidad.	USD 1.179,00
Fabricación e instalación	Gestión de producción e ingeniería.	USD 70.061,05
	Ingeniería industrial y análisis de operaciones.	USD 32.282,00
	Construcción de instalaciones.	USD 70.061,05
	Embalaje, almacenamiento, expedición y transporte.	USD 26.285,00
	Montaje, instalación y comprobación.	USD 161.464,00
	Mantenimiento de instalaciones.	USD 70.061,05
	Útiles de producción y equipos de prueba.	USD 33.075,00
	Soprote y equipos de prueba especial.	USD 33.075,00
	Repuestos y juegos de reparación iniciales.	USD 70.061,05
	Fabricación (materiales, mano de obra,...).	USD 973.848,60
	Formación inicial.	USD 70.061,05
Documentación.	USD 12.600,00	

CAPEX Equipo Alternativa 1	
Actividad	Costo
Software.	USD 70.061,05
Ensayos de aprobación de tipo (pruebas de calificación).	USD 22.050,00
Control de calidad e inspección.	USD 22.050,00
Formación continua.	USD 7.006,11
Costos CAPEX Equipo Nuevo	\$ 1.787.584,00

Tabla 3.*CAPEX Equipo Alternativa 2*

CAPEX Equipo Alternativa 2		
Actividad	Costo	
Costos de Concepto y definición	Investigación de mercado.	USD 1.965,00
	Gestión de proyecto.	USD 7.370,00
	Concepción del producto y análisis de diseño.	USD 4.422,00
	Preparación de la especificación de requisitos del producto.	USD 2.948,00
Diseño y desarrollo	Gestión de proyecto.	USD 4.913,20
	Ingeniería de diseño, incluyendo confiabilidad, mantenibilidad y actividades de protección medioambiental.	USD 7.369,80
	Documentación del diseño.	USD 3.930,00
	Fabricación de prototipos.	USD 0,00
	Desarrollo de software.	USD 3.194,00
	Pruebas y evaluación.	USD 0,00
	Ingeniería de producción y planificación.	USD 1.474,00
	Selección de proveedores.	USD 2.948,00
	Demostración y validación.	USD 1.769,00
	Gestión de calidad.	USD 1.179,00
Fabricación e instalación	Gestión de producción e ingeniería.	USD 58.300,00
	Ingeniería industrial y análisis de operaciones.	USD 32.282,00
	Construcción de instalaciones.	USD 58.300,00
	Embalaje, almacenamiento, expedición y transporte.	USD 26.285,00
	Montaje, instalación y comprobación.	USD 161.464,00

CAPEX Equipo Alternativa 2	
Actividad	Costo
Mantenimiento de instalaciones.	USD 58.300,00
Útiles de producción y equipos de prueba.	USD 22.037,40
Soporte y equipos de prueba especial.	USD 22.037,40
Repuestos y juegos de reparación iniciales.	USD 58.300,00
Fabricación (materiales, mano de obra,...).	USD 810.370,00
Formación inicial.	USD 58.300,00
Documentación.	USD 1.272,00
Software.	USD 58.300,00
Ensayos de aprobación de tipo (pruebas de calificación).	USD 14.691,60
Control de calidad e inspección.	USD 14.691,60
Formación continua.	USD 5.830,00
Costos CAPEX Equipo Nuevo	\$ 1.504.243,00

7.1.3.2 Gastos operativos, de funcionamiento y mantenimiento OPEX. Esta etapa asociada al ciclo de vida del activo comprende las siguientes categorías:

- Costos de operación
- Costos de mantenimiento preventivo
- Costos de mantenimiento correctivo
- Costos de mantenimiento mayor

Cada categoría está subdividida en costos asociados a actividades del ciclo de la operación del activo.

Se mencionará algunos de los costos que se tienen en el OPEX, ya que los otros ya se definieron previamente en el CAPEX.

Costos de operación

En estos costos de operación consideramos los costos de energía de acuerdo al consumo definido por el fabricante, la mano de obra de la parte operativa se considera igual para las dos alternativas y por último costos de materia prima asociados a la producción definida.

Costo de mano de obra

Relaciona los gastos en salarios total compañía de la mano de obra de personal encargado de la operación del equipo en sus tres turnos, para este proceso se consideran dos personas por turno.

Costo de energía

Considera el gasto en energía eléctrica requerida para el funcionamiento del equipo, iluminación del lugar y alimentación de equipos periféricos, el valor del kilovatio/h está definida por la empresa de distribución departamental con tarifa preferencial de acuerdo a las políticas del contrato.

Costo de mejoras

Están asociados a desarrollo de dispositivos que están enfocados en mejoramientos de tiempos de producción hacen parte de estas mejoras dispositivos de automatización de limpieza de equipos y áreas.

Costos de mantenimiento preventivo y correctivo

Estos costos se basan en las principales actividades de mantenimiento preventivo y correctivo en mecanismos de los módulos que conforman este equipo, se consideran recomendaciones del proveedor por manual y finalmente planes basados desde la experiencia con este tipo de equipos.

Costos de mano de obra

Son los generados por los trabajos de mantenimientos preventivos rutinarios al equipo para preservar la disponibilidad del mismo. Para este tipo de equipos se tienen tres técnicos por turno en los tres turnos.

Repuestos

Costos de repuestos necesarios para los mantenimientos preventivos establecidos por el fabricante como lubricantes para cambio en sistemas de transmisión, sellos mecánicos para sistemas de bombeo y elementos de desgaste operación.

Insumos

Valorizados con elementos necesarios para limpieza del equipo y consumibles usados en los mantenimientos preventivos y correctivos.

Formación continua

Capacitación en el mantenimiento de los distintos sistemas que constituyen el equipo y en las nuevas tecnologías asociadas con este. Esta formación incluye nuevos técnicos en el área.

Documentación

Generados en documentos de procedimientos, manuales de mantenimiento, permisos de trabajo, sistemas de bloque para aislamiento de energías en las actividades que los requieran.

Costos de mantenimiento mayor

De acuerdo las estrategias de mantenimiento establecida por el fabricante para los mantenimientos mayores se establecen que se realizaran en los quinto, undécimo y diecisieteavo.

En año cinco se realiza un mantenimiento mayor de componentes de mayor valor del equipo, en el año once se sugiere del cambio de este componente y para el año diecisiete un mantenimiento mayor para prolongar la vida útil del equipo hasta su desincorporación.

Costos de mano de obra

Su mayor peso está asociado con el costo del personal experto de fábrica para las intervenciones en los mantenimientos mayores e inspecciones de operación del equipo.

El tiempo promedio de permeancia del personal experto en cada uno de sus visitas es de 10 días.

Se aprovechan las visitas de los técnicos expertos para reentrenar el personal operativo y de mantenimiento.

Costo Repuestos

Los costos de los repuestos y equipos menores de reemplazo en estos mantenimientos generan un gran costo comparados con los utilizados en los mantenimientos preventivos y correctivos al ser los mantenimientos mayores más invasivos y de una gran magnitud en el alcance.

7.1.3.3 Desincorporación

Costo de desincorporación

El costo generado por la desincorporación del equipo tiene en cuenta la parada del sistema y retirada del servicio donde se tienen costos como limpieza de todo el equipo y cerramientos para realizar el desmontaje, en el desmontaje y retirada se generan costos de desconexiones sistemas hidráulicos, eléctricos y neumáticos, drenaje de fluidos, desincorporación de componentes y cargue y traslado al sitio de acopio.

En el reciclado y eliminación segura se separa cada uno de los componentes por clase y tipo de material bajo normas como la RAEE para componentes eléctricos y electrónicos, depósitos de fluidos para entregar a las entidades correspondientes. Se reciclan algunos componentes que puedan ser tenidos como opción de reemplazo en otros equipos, los elementos restantes se clasificación para su venta como chatarra.

La desincorporación se establece igual para las dos alternativas en estudio ya que las diferencias con relación a desmantelamiento y disposición son muy similares, lo cual se puede evidenciar en las actividades de la figura 11.

Figura 11.

Desincorporación Alternativas 1 y 2

DESINCORPORACIÓN		
		Años
		20
Costos desincorporación	Parada del sistema.	USD 333,00
	Retirada de servicio ó desmantelamiento.	USD 92,00
	Desmontaje y retirada.	USD 1.816,00
	Reciclado o eliminación segura.	USD 123,00
Costos Desincorporación		USD 2.364,00

7.1.4 Etapa 4 Selección Análisis de los Aspectos Técnicos y Mencionados Anteriormente para Determinación de la Mejor Opción.

Después de realizar los análisis de Costo del Ciclo de Vida de las dos alternativas, de acuerdo a sus principales costos como lo son Costos de I+D, CAPEX, OPEX y Desincorporación, se puede realizar la comparación en cada uno de los aspectos del ciclo de vida, así como de forma global para definir cuál es la alternativa más conveniente para la organización.

A continuación, se resumen los costos anteriormente mencionados de las dos alternativas:

Tabla 4.

Costo de ciclo de vida

Resultados				
	Alternativa #1 NID from tna Forté MHP3		Alternativa #2 WDS- Mogul 462 8/1	
Costos de inversión inicial (CAPEX)	USD	1.787.584,00	USD	1.504.243,00
Costos operacionales y mantenimiento				
Costos de operación	USD	40.742.970,00	USD	46.478.817,00
Costo de mantenimiento preventivo	USD	519.768,00	USD	519.768,00
Costo de mantenimiento correctivo	USD	365.494,00	USD	203.015,00
Costo de mantenimiento mayor	USD	432.000,00	USD	429.200,00
Costo de desincorporación	USD	2.364,00	USD	2.364,00
Costo total del ciclo de vida	USD	43.850.180,00	USD	49.137.407,00

En la figura 12 se realiza un consolidación del costo de los ciclos de vida de los equipos para donde se incluyen los costos anteriormente mencionados.

Costos de capital CAPEX

Los costos de inversión de capital se resumen en la tabla 5, donde se evidencia que el costo de inversión de la alternativa 2 es 84%, donde la diferencia significativa es el costo de adquisición del equipo, lo cual es representativo ya que por la parte de velocidad de producción es superior al equipo de la alternativa 2.

Tabla 5.

Costos de inversión (CAPEX)

Costos de inversión (CAPEX)	
Alternativa #1 NID from tna Forté MHP3	USD 1.787.584,00
Alternativa #2 WDS-Mogul 462 8/1	USD 1.504.243,00

Costos de operación y mantenimiento

Desglosando lo relacionado en la tabla 5 de análisis anteriormente podemos graficar con los perfiles de los principales costos del ciclo de vida de los dos equipos a largo de 20 años periodo que se definió como tiempo de vida útil.

Las figura 13 y 14 muestran el perfil de los costos de operación y mantenimiento (mayor, preventivo y correctivo) para las dos alternativas propuestas para la evaluación a lo largo del tiempo que se definió hasta el momento de su desincorporación.

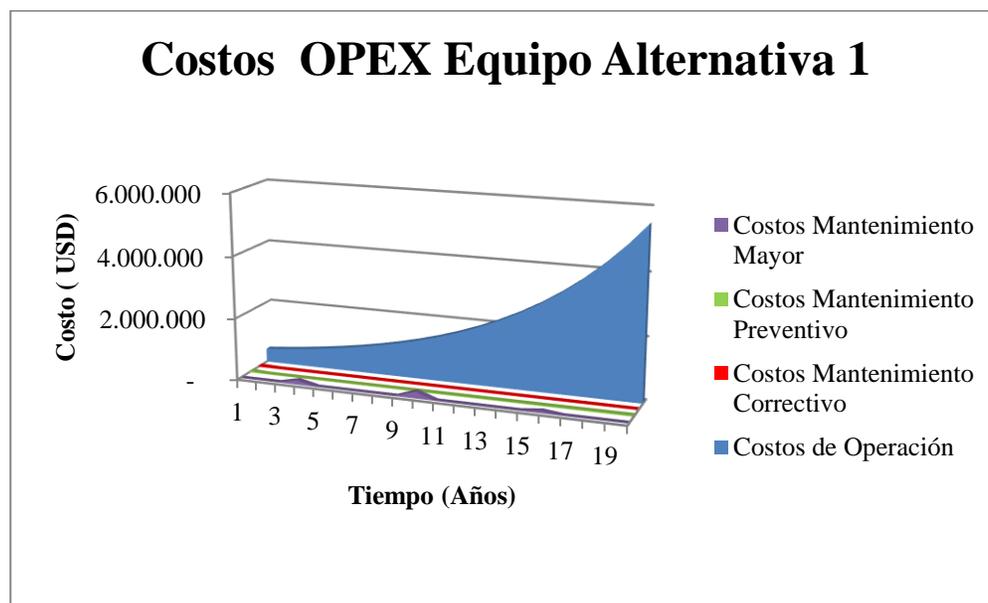
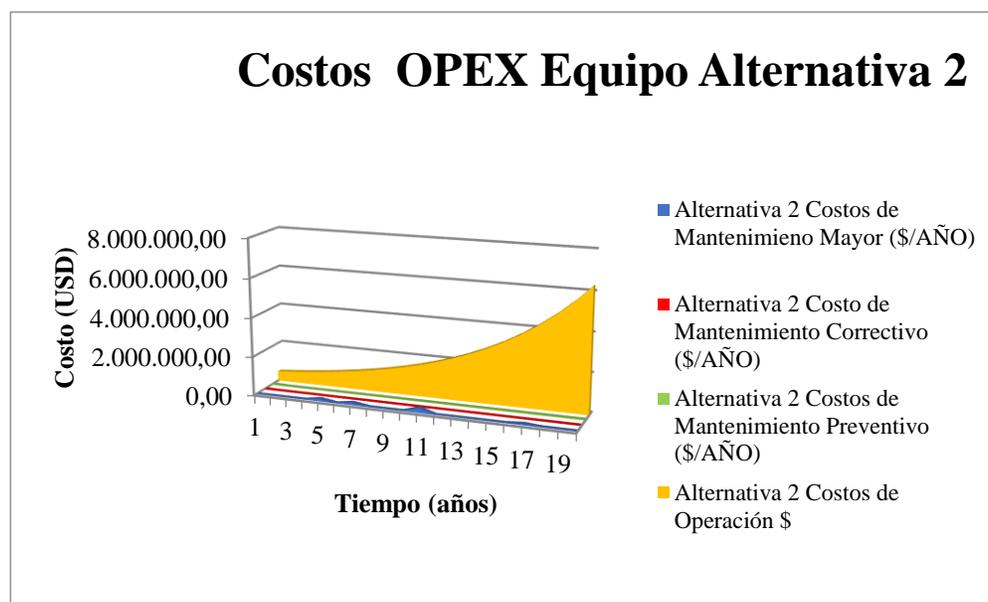
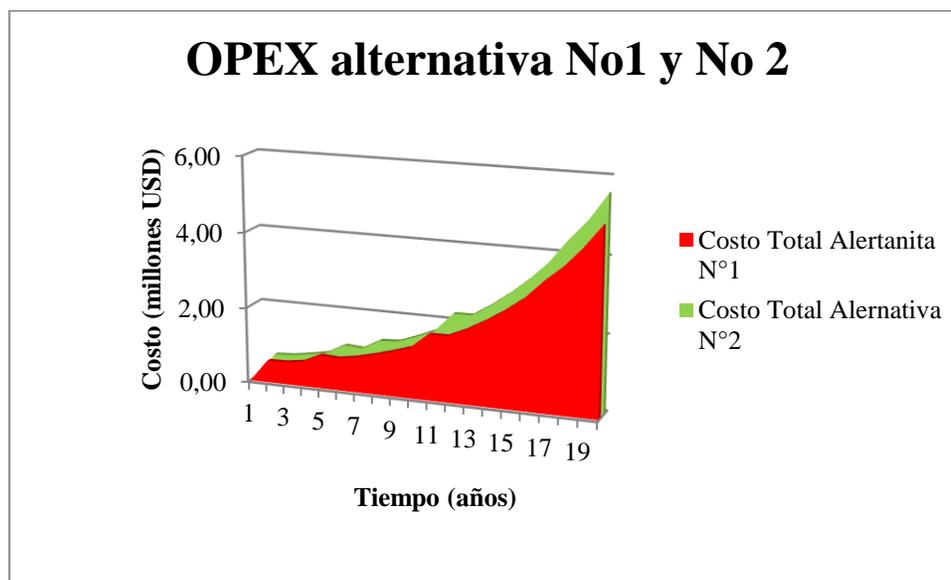
Figura 13.*Costos OPEX Equipo Alternativa 1***Figura 14.***Costos OPEX Equipo Alternativa 2*

Figura 15.*OPEX alternativa No1 y No 2*

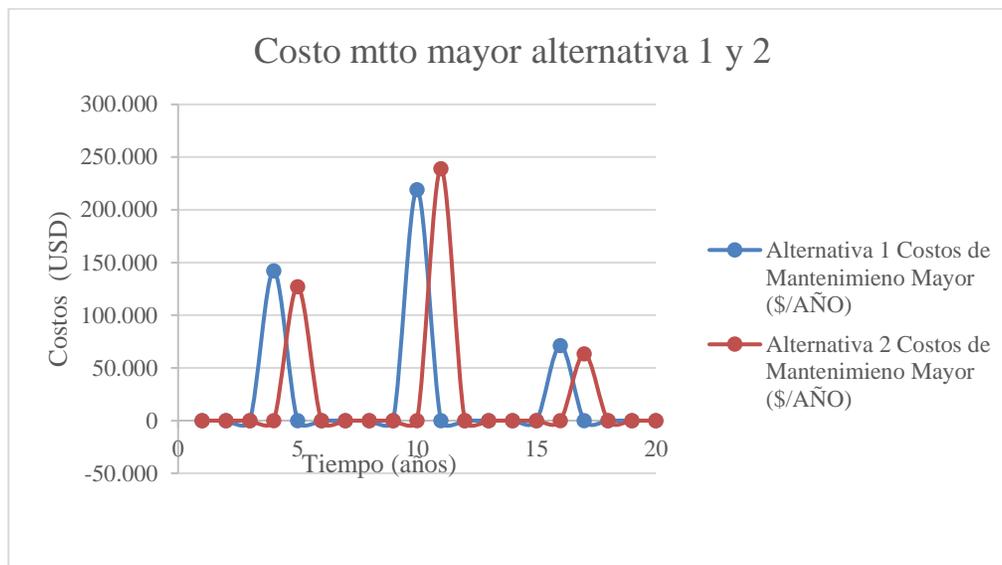
Los costos de mayor peso en el OPEX son generados por la operación de los equipos como se evidencia en las gráficas 1 y 2, los cuales son muy altos en comparación con los costos de los mantenimientos, preventivos, correctivos y mayores durante su ciclo de vida esto se genera al tener en cuenta el valor de las materias primas, este costo no es un criterio de selección al considerarse que se tienen diferentes características y velocidades de producción lo que genera que la cantidad de materia prima es función de la velocidad de producción de cada uno de los equipos.

Es por ello que se debe analizar a profundidad los costos de los diferentes tipos de mantenimientos estimados en los 20 años de vida útil del equipo.

Los costos de manteamientos mayores de los equipos para las dos alternativas las cuales se muestran en la figura 16.

Figura 16.

Costo mtto mayor alternativa 1 y 2



Los mantenimientos mayores son recomendadas por los fabricantes en años diferentes, siendo los costos de los mantenimientos mayores de la alternativa son superiores. Los costos a su vez son superiores para la alternativa dos al ser más costosos los repuestos de los equipos a intervenir en estos mantenimientos mayores que son las bombas.

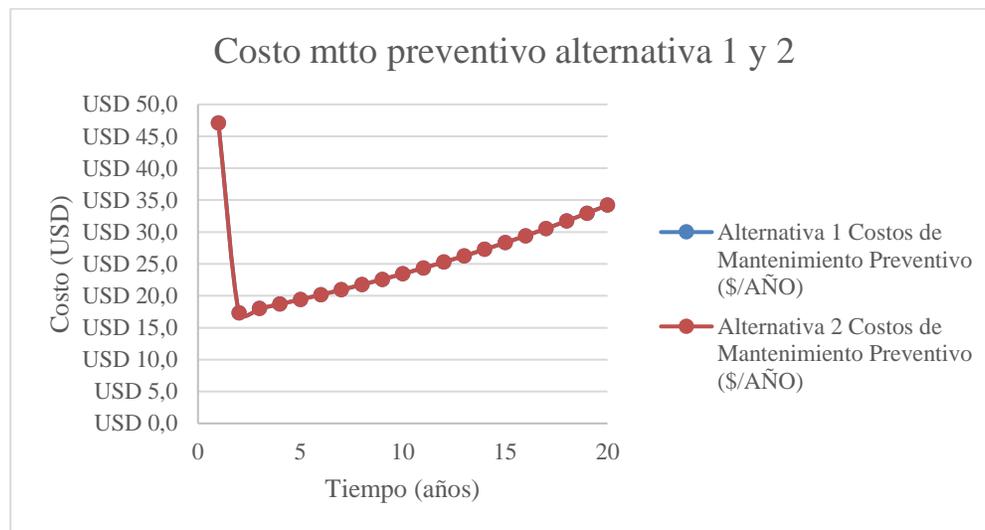
Para el año 10 y el año 11 se tiene sus mayores picos de costos del mantenimiento ya que para aproximadamente la mitad del ciclo de vida de los equipos se debe realizar el reemplazo de las dos bombas que tiene cada una de los equipos de las alternativas con un costo de USD 100.000/ und para la alternativa 1 y de USD 110.000/ und para la alternativa 2.

Costos de mantenimiento preventivo

Los costos de los mantenimientos preventivos son muy parecidos al establecer por los fabricantes de los equipos rutinas muy similares con insumos y repuestos de casi el mismo costo lo que genera que este no se aun factor diferencial para la toma decisión en los costos de mantenimiento entre las dos opciones lo cual es evidenciado en el comportamiento del perfil de la gráfica No 4 en los cual la diferencias son muy mínimas del costo de este mantenimiento en el ciclo de vida.

Figura 17.

Costo mto preventivo alternativa 1 y 2

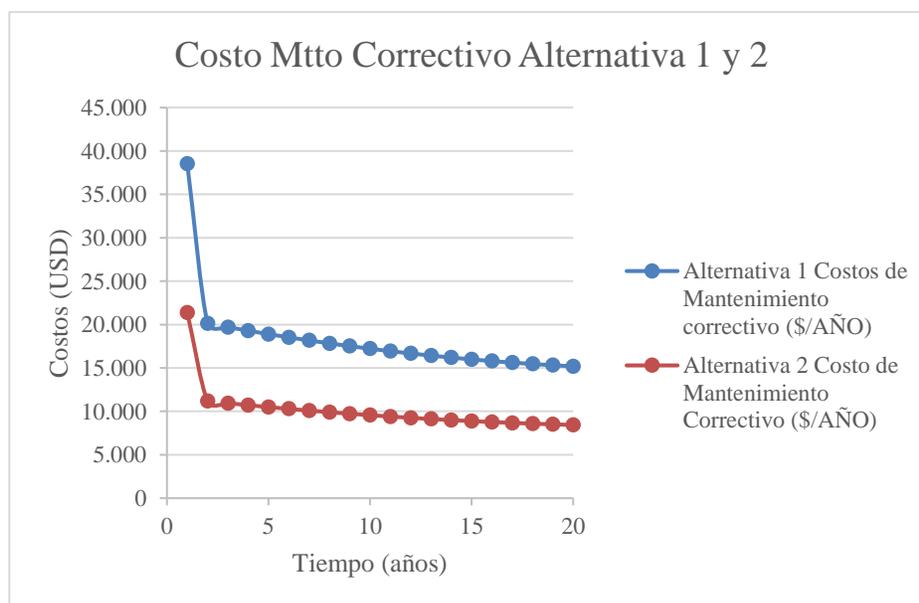


Costos de mantenimiento correctivo

Como es de esperarse los costos de mantenimientos correctivos disminuyen con el tiempo al considerarse que los mantenimientos preventivos se hacen con la rigurosidad establecida, lo cual mejora la confiabilidad en el tiempo de los mismo, esto se puede evidenciar en la figura 18.

Figura 18.

Costo mto correctivo alternativa 1 y 2

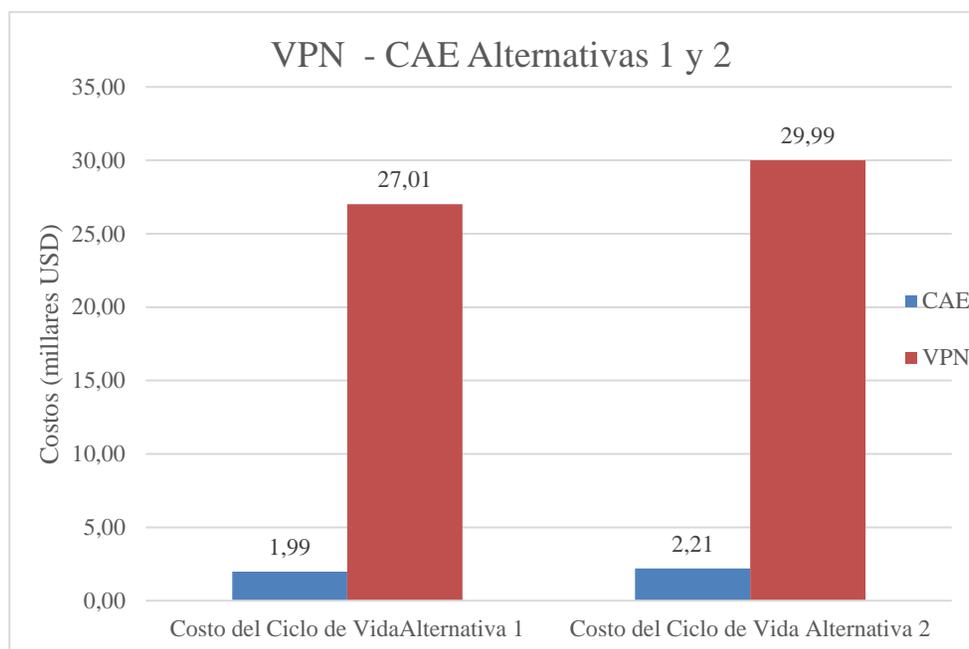


Valor presente neto (VPN) y costo anual equivalente (CAE)

Luego de analizar costos de producción, mantenimiento y desincorporación para tomar la decisión del activo a elegir se debe tomar los análisis financieros del valor presente neto y el costo anual equivalente para los dos equipos que son mutuamente excluyentes, aunque para este caso la vida útil de ambos equipos es de 20 años.

Figura 19.

VPN-CAE alternativas 1 y 2



De la figura 19 se concluye que el valor presente neto del equipo de la alternativa #1 es 10% más económico que el equipo de la alternativa #2. Igualmente, si consideramos los desembolsos anuales que requerimos hacer para el activo con la alternativa #1 es el 90% del valor que se debería desembolsar para equipo de la alternativa #2.

Criterios técnicos

Teniendo en cuenta que la producción planteada de acuerdo a la demanda para las alternativas propuestas es suficiente una velocidad nominal de 22 BPM, es importante tener en cuenta que la alternativa N° 2 tiene posibilidad de subir a su velocidad nominal de 24 BPM, lo que

aportaría a tener mayor producción disponible si esta es liberada por parte del área de mercadeo como aumento de ventas en nuevos mercados.

Los criterios técnicos para la elección del activo se relacionan en la tabla 6.

Tabla 6.

Especificaciones técnicas alternativas 1 y 2

Datos técnicos alternativas	NID from tna Forté MHP3		WDS-Mogul 462 8/1	
País de fabricación	Australia		Alemania	
Velocidad del equipo	22	BPM	24	BPM
Numero Bombas depositadoras	2	unds	2	unds
Bomba Jarabe macizo	Bomba con capacidad para inyectar bandeja completa de 840 pistones para definir diámetro entre 9 y 11 mm Sistema de calentamiento con agua caliente		Bomba con capacidad para inyectar bandeja completa de 720 pistones para definir diámetro entre 10 mm, Sistema de calentamiento con aceite térmico	
Bomba Jarabe aireado	Bomba con capacidad para inyectar bandeja completa de 570 pistones para definir diámetro de 15 mm Sistema de calentamiento con agua caliente		Bomba con capacidad para inyectar bandeja completa de 720 pistones para definir diámetro entre 14 mm, Sistema de calentamiento con aceite térmico.	
Apilado	Apilador de bandejas con servos para apilar grupos de 5 bandejas 4 set de pinzas.		Apilador de bandejas conducción por servo apila bandejas x 5 unds altura máxima 2850mm 4 set de pinzas	
Modulo Almidón	Impresión de moldes con servo de fácil acceso y programación		Sistema de impresión de moldes con servo	
Desapilado /Alimentador	Apilador de bandejas con servos para apilar grupos de 5 bandejas 4 set de pinzas.		Apilador de bandejas conducción por servo apila bandejas x 5 unds altura máxima 2850mm 4 set de pinzas	
Potencia Instalada	59 KvA		62 KvA	

8. Conclusiones

Aunque el costo de la inversión inicial es superior para el activo de la alternativa #1 el VPN y el CAE son superiores para el activo de la alternativa #2, lo cual es de importancia para la compañía porque se puede evidenciar que al momento de realizar la adquisición de un equipo no basta con conocer el valor inicial de la inversión y realizar un juicio a priori con este valor, sino que se debe tener en cuenta el costo de la inversión a lo largo de su ciclo de vida ya que es el costo total en que incurrirá la empresa.

Los mayores costos del OPEX del equipo están en la parte de producción debido a los insumos y costos de las pérdidas de producción por las paradas por las horas fuera de servicio del equipo es por ello que se vuelve de mucha importancia la confiabilidad de los mismos y lograr optimización del mantenimiento para disminuir estos costos y mejorar la rentabilidad del negocio al aumentar la producción del equipo debido a las mejoras de confiabilidad y el rendimiento.

Los costos de desincorporación fueron establecidos por el mismo valor al ser dos equipos muy similares por lo cual se definieron modelos y costos iguales. Para el caso de la compañía ALDOR se tiene establecido dentro del plan de desincorporación de los activos la chatarrización de los mismos con valor residual cero, aunque también algunas compañías optan por la venta de equipos de 2da mano, lo cual se pueden negociar con proveedores exclusivos para este tipo de negocios, donde su principal objetivo es compra de activos en desuso y publicarlos para clientes que requieran procesos de más bajo rendimientos o por la necesidad de iniciar en el proceso de incorporar este tipo de líneas incurriendo en los costos de Re potencialización de los activos. Alguna de estas empresas puede ser como las que se describen a continuación <https://www.unionmachinery.com/>, <https://www.maestromanolo.es/es/>.

Se definieron y se relacionaron los criterios que establece la norma ISO 55000 en la gestión del activo para tener de base al momento de la compra de un equipo desde el punto de vista económico. Aunque el análisis es para la elección en la compra de un nuevo activo también puede ser usado para el estudio del reemplazo de un activo teniendo en cuenta las modificaciones con respecto al equipo en uso. En este caso se buscaría el reemplazo de equipo por uno que brinden mejores prestaciones de confiabilidad, producción disponibilidad y costos.

La alternativa 2 no gana tiene mayor capacidad de producción y ese delta de producción debe ser considerado en caso en el cual la demanda del mercado exija una mayor producción lo que requiere un nuevo estudio.

La diferencia del VPN no sobrepasa el 10% debido a que los dos equipos son nuevos, por otro lado, se resalta nuevamente el hecho de que los costos de operación muy altos aprox 94.77%, con respecto a los tres costos de mantenimiento ya que estos últimos solo representan el 5.23% del valor total de los costos.

Aunque técnicamente la alternativa dos supera en producción y respaldo del equipo la proporción de esta superioridad no es tan marcada como la que se establece en el criterio económico a favor de la alternativa uno es por ello que esta última es la elegida.

Referencias

- Asiedu, Y., & Gu, P. (15 de Noviembre de 2010). Product : State of the art review. (A. Shatkin , Ed.) *International Journal of produccion research*, Volume 36(Issue 4), 883-908. doi:<https://doi.org/10.1080/002075498193444>
- Barringer, H. (1998). <http://u.dianyuan.com/bbs/u/40/1145621650.pdf>. En I. Barringer & Associates (Ed.), *NPRA MAINTENANCE CONFERENCE*, (pág. 38). San Antonio. Recuperado el 17 de Junio de 2023, de <http://u.dianyuan.com/bbs/u/40/1145621650.pdf>
- Confectionery Production. (1 de Febrero de 2018). *Tna upgrades NID M3000 starch mogul*. (C. Chantal, Ed.) Recuperado el 02 de Junio de 2023, de [confectioneryproduction: https://www.confectioneryproduction.com/news/19197/tna-upgrades-nid-m3000-starch-mogul/](https://www.confectioneryproduction.com/news/19197/tna-upgrades-nid-m3000-starch-mogul/)
- Crespo Marquez, A., & Parra Marquez, C. A. (2015 2da edicion). *Ingenieria de Mantenimiento y fiabilidad aplicada en la gestion de activos* (Segunda ed., Vol. 1). Sevilla, Andalucia, España: INGEMAN. Recuperado el 29 de Abril de 2023
- Dhillon, B. (2010). *Life Cycle Costing for Eengineers* (1era Edicion ed.). (T. & Francis, Ed.) Ottawa, Ontario, Canada: CRC Press Taylor & Francis Group. Recuperado el 29 de Abril de 2023
- IAMM Institutemzs<msfmkkdf. (03 de 12 de 2015). <https://www.theiam.org/knowledge-library/asset-management-an-anatomy>. (I. o. Management, Ed.) Recuperado el 26 de 05 de 2023, de HAY QUE MEJORAR ESTA FUENTE: <https://www.theiam.org/knowledge-library/asset-management-an-anatomy>
- Lapatria.com. (24 de 02 de 2023). *Para que sirven las gomitas [Fotografía]*. (A. Lahav, Editor, & A. Lahav, Productor) Recuperado el 08 de 07 de 2023, de La Patria: <https://www.lapatria.com/tenga-en-cuenta/para-que-sirven-las-gomitas-ventajas-desventajas-y-como-usarlas>
- Manolo, M. (01 de 12 de 1964). *MAESTRO MANOLO: SINCE 1964*. (J. Valle González, Editor, Á. Valle González, Productor, & Málaga Centraliza®) Recuperado el 20 de 09 de 2023, de Máquinas para fábrica de dulces: <https://www.maestromanolo.es/producto/linea-de-goma-winkler-dunnebier-sin-usar-ano-2019-wds/>

Mearing, T., & Morris, L. (2018). *Life Cycle Cost Analysis Handbook*. Department of Education & Early Development, Alaska. Juneau Alaska: DEED Department of Education & Early Development 2nd Edition. Recuperado el 29 de Abril de 2023