

00561
L
19



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

REEMPLAZO DE EQUIPO EN LA INDUSTRIA QUIMICO-FARMACEUTICA BAJO UN ENFOQUE FINANCIERO

T E S I S

Que para obtener el título de:

MAESTRIA EN ADMINISTRACION INDUSTRIAL

P r e s e n t a :

DOSITEO ENRIQUE ANGELES CISNEROS

México, D. F.

1982

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	1
I EL REEMPLAZO DE EQUIPO Y SU IMPORTANCIA	3
1.0 Definición del problema genérico	
II ENTORNO ECONOMICO DE LA INDUSTRIA QUI- MICO-FARMACEUTICA	
2.0 Marco económico general de la In- dustria Químico-Farmacéutica	5
2.1 Factores determinantes de la deman- da de productos químico-farmacéuti- cos en México	9
2.2 Características generales de la - oferta de productos químico-farma- céuticos	20
2.3 Repercusión del precio de los pro- ductos químico-farmacéuticos en una economía doméstica	29
2.4 Importancia de la Industria Químico- Farmacéutica en la actividad econó- mica de México	33
III MODELOS MATEMATICOS EMPLEADOS EN LA EVA- LUACION DE REEMPLAZOS DE EQUIPO	
3.0 Condiciones generales que implica un reemplazo	37
3.1 Estudio del reemplazo bajo diferen- tes criterios matemáticos	41

	Pág.
3.2 Estructura de asignación aplicada al reemplazo de equipo	43
3.3 Modelo de redes de optimización apli- cadas al reemplazo de equipo	47
3.4 Programación dinámica aplicada al - reemplazo de equipo	53
3.5 Modelo de reemplazo - Valor presente	61
IV ANALISIS Y EVALUACION FINANCIERA PARA INVERSIONES EN REEMPLAZO DE EQUIPO	
4.0 Los equipos y su mantenimiento	72
4.1 Causas técnicas que originan el reemplazo de equipo	78
4.2 Criterios financieros para el - reemplazo de equipo	82
4.3 Problema de asignación de fondos dentro de la Industria Químico- Farmacéutica	93
4.4 Financiación para el reemplazo de equipo	113
4.5 Consideraciones del reemplazo de equipo en el presupuesto de capi- tal	125
V DIFERENTES ALTERNATIVAS DE SENSIBILI- ZACION EN LA EVALUACION DE REEMPLAZO DE EQUIPO	
5.0 Análisis de sensibilidad aplicado a los diferentes costos de capital	128
5.1 Evaluación comparativa entre equi-	

	Pág.
po antiguo y equipo nuevo	138
5.2 Impacto inflacionario para el reemplazo de equipo e impacto del desarrollo tecnológico	145
5.3 Criterios de depreciación del equipo ante el problema inflacionario y costos complementarios	154
5.4 Ambiente fiscal para una decisión de reemplazo de equipo	157
VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	163
VII BIBLIOGRAFIA	167

SINOPSIS DEL TEMA.

Dentro de la administración de una empresa, los activos fijos y en especial los equipos que se emplean para lograr la producción y por lo tanto los resultados que la justifican, requieren una administración específica que permita optimizar la inversión.

Independientemente de la necesidad de hacer una adecuada selección de equipo, usarlo de acuerdo a sus características, operarlo eficientemente y mantenerlo oportunamente, es necesario estar consciente de que el tiempo merma su eficiencia y de que tarde o temprano deberá reemplazarse por equipo nuevo. Desde luego, el equipo puede revitalizarse por un lado o puede ser desplazado por -- otro que contenga cambios tecnológicos suficientes para que el reemplazo no siga las características normales - que el equipo de producción en general tiene.

Este trabajo expone el desarrollo de una metodología basada en aspectos técnicos de equipo, matemáticos y administrativos, que ayuden a analizar estas inversiones y que permitan detectar un punto en el tiempo en el cual el reemplazar el equipo represente una utilidad óptima para la empresa.

Se utiliza a manera de ilustración un caso particular en la Industria Farmacéutica, que ayuda a orientar y a ponderar los aspectos que deben ser considerados.

INTRODUCCION

Para mantener una sana administración industrial es necesario identificar todos aquellos factores que contribuyen al beneficio económico de la empresa, y proceder a establecer los medios pertinentes para promover la optimización de éstos. Dentro de ellos, los equipos de proceso son los elementos productivos que forman parte importante en la generación de riqueza de las empresas. Y su adecuada administración fomentará la optimización de recursos.

Como consecuencia del uso de dichos equipos existe una paulatina disminución del aprovechamiento óptimo, y por ende el preveer su reemplazo a intervalos de tiempo adecuados, surge como un medio administrativo de maximizar su utilización.

El objetivo de esta tesis es exponer con detalle una metodología evaluativa para la búsqueda de reemplazos de equipo oportunamente, sopesando los diferentes aspectos que intervienen en el proceso de análisis.

Para lo cual se circunscribe en primer lugar a describir el marco económico que existe para la Industria Farmacéutica y su importancia en la situación mexicana. Posteriormente se describen algunos métodos de carácter matemático que se pueden emplear en dichos análisis de reemplazo de equipo.

Y se finaliza con la exposición de una metodología que plantea los requerimientos de información técnica (mecánica), que son procesados mediante un análisis financiero para la localización del oportuno reemplazo. Siendo además involucrados en dicho análisis los factores inflacionarios, tecnológicos y de capital que repercuten en la evaluación. Así también, como ilustración se discute un caso particular de equipo que utiliza la Industria Farmacéutica, del cual en investigación de campo se ha visto que es muy descuidada su administración.

Al revisar la información bibliográfica específica se encontró un solo artículo (Ref. 25) que trata el reemplazo de equipo en la Industria Farmacéutica, pero vista en un enfoque contable. Por lo que respecta al tratamiento necesario de información y algunos aspectos interpretativos se encontrarán dos artículos (Ref. 24, 26).

El apoyo técnico matemático se basó en información obtenida de Investigación de Operaciones (Ref. 8 a 12), y la parte de análisis, evaluación y finanzas para proyectos de inversión de reemplazos de equipo se soporta con las referencias 13 a 23.

1.0 DEFINICION DEL PROBLEMA GENERICO

El presente trabajo pretende mostrar como las decisiones de reemplazo de equipo, necesarias para aumentar la productividad de una empresa del ramo farmacéutico, reditúan en mejores beneficios para la misma. Al respecto, se desarrolla un análisis normativo con el cual se llega a una metodología accesible al industrial, pero adecuadamente estructurada para el reemplazo de equipo, que pondera las variables de los problemas presentes y futuros relevantes - para lograr una mejor decisión de este tipo. - Este marco normativo se apoya en un análisis - técnico-financiero involucrando los factores de importancia que afectan la decisión. Y en base a éstos se busca optimizar el uso de los recursos, los cuales repercutirán como consecuencia en un incremento de productividad.

Para alcanzar el objetivo enunciado, se tratan los siguientes aspectos: (1) La situación económica que existe en el entorno de la industria Químico-Farmacéutica. (2) Los recursos matemáticos que pueden emplearse en una justificación de reemplazo. (3) Los análisis financieros que mediarán en la evaluación de la decisión de reemplazo. (4) Evaluación de sensibilidad en facto-

res (verbigracia, inflación). (5) Las apreciaciones que pueden derivarse del estudio.

Los incrementos de productividad de las empresas, en específico aquellas que pertenecen a la industria Químico-Farmacéutica, pueden realizarse por diversos medios. Dentro de esos está la optimización de equipos del cual la realidad muestra una deficiente administración.

Para describir los diferentes aspectos que involucra el proceso de análisis y evaluación del reemplazo de equipo se ilustra el trabajo con un caso particular de la industria farmacéutica. Sin embargo, el tratamiento lógico que se expone es susceptible de aplicar a muy diferentes equipos y también a otras industrias.

II ENTORNO ECONOMICO DE LA INDUSTRIA QUIMICO-FARMACEUTICA.

• 2.0 MARCO ECONOMICO GENERAL DE LA INDUSTRIA QUIMICO-FARMACEUTICA.

Ya que toda decisión de carácter administrativo en la industria debe poseer una congruencia con el entorno económico, es imperativo examinar la situación económica que existe para la Industria Químico-Farmacéutica en México.

Para ubicar a la Industria Farmacéutica con su entorno, es necesario en primer lugar establecer las condiciones económicas que prevalecen para este sector industrial, y posteriormente tomar una panorámica de su repercusión en la economía mexicana.

La situación de crecimiento en la Industria Farmacéutica se observa en el cuadro N°1, el cual muestra un período de transición entre 1975 y 1977, en su valor del producto interno bruto (PIB), (ref. 1). Esto se puede asociar con el problema de devaluación que afrontó México en 1976, lo cual modificó la tendencia de crecimiento de muchas industrias y en este caso, de la Farmacéutica también. Igualmente, se puede

ver con claridad que en los primeros años de la década de los setentas, el crecimiento de la Industria Farmacéutica era marcadamente ascendente, pero que posterior a la devaluación su ritmo decayó de una manera pronunciada. Como consecuencia del proceso de restructuración al que fue sometida la economía nacional, y del que la Industria Farmacéutica no escapa, más aún, porque dentro del proceso de adaptación tiene que afrontar el hecho de tener una elevada inversión y tecnología extranjera.

PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA FARMACEUTICA AL "PIB"

AÑO	PIB a precios de 1960 (millones de pesos) (a)	Valor de PIB de productos farmacéuticos (millones de pesos) Precios de 1960 (a)	% de incremento anual en el valor del PIB de productos farmacéuticos
1960	150 511	781	-
1970	296 600	2 000	5.75 (°)
1971	306 800	2 214	9.66
1972	329 100	2 631	15.84
1973	354 100	2 852	7.74
1974	375 000	2 971	4.00
1975	390 300	2 796	-6.25
1976	398 600	2 813	0.60
1977	411 600	2 157	-30.00
1978	441 606	2 177	0.92
1979	476 904	2 318	6.08
1980	512 195		

(°) Nota: El valor de PIB de productos farmacéuticos para el cálculo de 5.75 es el correspondiente a 1969, siendo 1 885

(a) Fuente: Ref. No. 1

Por lo anterior, debe establecerse una perspectiva general que permita tener un contexto de la importancia y trascendencia de la Industria Farmacéutica. Para ello es necesario estar en conocimiento de que en 1976 existían aproximadamente 144 empresas con capital extranjero, las cuales realizaban ventas a nivel nacional en una proporción de 85% del total vendido en productos farmacéuticos finales y algunas materias primas, con lo cual se puede tener referencia sobre su gran influencia en la Industria Nacional. (b)

No obstante las características mencionadas y el periodo de crisis que se apreciaba entre 1975 a 1977, el nivel de crecimiento de la Industria Farmacéutica ha continuado en una proyección ascendente; prueba de ello es que a partir de 1977 reinicia su tendencia ascendente aunque no en la proporción que venía presentando entre 1970 a 1975; esto debido a que las condiciones nacionales no lo han permitido.

2.1 FACTORES DETERMINANTES DE LA DEMANDA DE PRODUCTOS QUÍMICO-FARMACÉUTICOS EN MÉXICO.

Las características que presenta la demanda de productos farmacéuticos en México se asocia directamente con los niveles de salud pública. - Esto implica varias consideraciones:

1) ¿Cuáles son las disposiciones preventivas - que establece el Estado para la conservación - de la salud general de la población?

Dado este cuestionamiento, se considera que los Estados Modernos, incluyendo el Mexicano, hacen una planificación en el campo de la medicina - preventiva (1), siendo posible afirmar que ciertos niveles de demanda son progresivamente menores en proporción, en virtud de que existe una relación inversa entre mejor salud y consumo de fármacos.

2) ¿Cómo están enfocadas las disposiciones gubernamentales para la asignación de prioridades

(1) Casos típicos son las campañas de vacunación en la población infantil por parte de la Secretaría de - Salubridad y Asistencia. *

en el tratamiento de enfermedades?

Tal pregunta está vinculada con los padecimientos más comunes de población; en el caso mexicano se puede mencionar una gama característica de enfermedades, por ejemplo: gastrointestinales, y de tipo respiratorio, que son las más comunes en afectar a la población. En este caso el Estado puede fomentar o restringir la demanda de ciertos productos medicinales.

3) ¿Sobre qué grupos sociales operan principalmente los controles de salud pública?

En respuesta a esta pregunta se puede decir que el Estado Mexicano ha dirigido sus políticas de salud hacia una medicina socializada, en virtud de que existen elevados niveles de población con escasos recursos económicos.

Basándose en los lineamientos socioeconómicos anteriores se pueden definir las características e implicaciones que tienen cada uno de los factores que intervienen en la demanda de productos farmacéuticos. Dentro de los que se pueden mencionar:

El Precio.- Tiene como característica fundamental su situación de control por parte del Estado, - provocándose que no exista una libre movilidad en su ajuste con respecto a la oferta que existe.

Nivel de competencia.- En México, el nivel de competencia que existe es función de los productos sustitutos dentro de cada especialidad de - línea de fármacos. Sin embargo, aunque el nivel de competencia es fuerte por línea, es reducida en cuanto al número de competidores para cada una de éstas, por lo cual se presentan mercados con características oligopólicas.

Ingreso de los consumidores.- En relación a este factor se puede considerar que existen dos - grandes grupos de consumidores: aquellos que - están afiliados a alguna institución médica como IMSS, ISSSTE, SSA y otras, y los que no se encuentran afiliados a institución alguna. En el primer grupo se encuentra establecido un derecho de protección a la salud, que tratándose de individuos económicamente activos les obliga a cubrir una cuota, la cual representa un porcentaje de su salario. Esta protección también cubre a los miembros que integran su familia; sin embargo, en el caso de los No afiliados a este tipo - de instituciones, ellos recurren a servicios médicos privados o instituciones de beneficio social como Cruz Verde, Cruz Roja u otras.

La Publicidad.- La publicidad sobre los productos medicinales es reglamentada por el estado a través de la Secretaría de Salubridad y Asistencia, teniendo una influencia indirecta, ya que no existe un libre albedrío en la elección del producto por parte de los consumidores, pues dicha elección en el producto la efectúa el médico. Sin embargo, cabe mencionar que es muy importante el impacto publicitario de los oferentes a través de la información disponible para el médico.

Además de los factores de demanda asociados con los niveles de salud pública, es preciso anotar que otro factor que interviene es el crecimiento de la población, ya que existe una relación directa entre este factor y la demanda de productos medicinales.

Así, mientras más crece la población, cuya tasa es alta en México, más se incrementan las ventas de fármacos.

En adición al análisis de los factores más relevantes que intervienen en la determinación de la demanda de productos farmacéuticos y reconociendo que no son los únicos, es necesario hacer un breve examen de la situación generalizada que enfrentan los consumidores de estos productos en México.

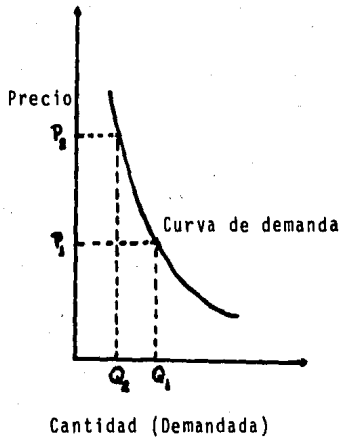
Partiendo de la naturaleza del producto que origina la industria Químico-Farmacéutica, se da por establecido que es un producto ético, motivo por el cual existe un control en la adquisición de los mismos. Dicho control queda reglamentado por el Estado, el cual delega en forma directa a los profesionales de la medicina y éstos desempeñan su función prestando sus servicios a través de una institución médica, hospital privado, o en consulta directa y particular en la que ejercen la medicina.

La necesidad de conservar la salud de la población es uno de los principales objetivos dentro de los programas de gobierno. Para conseguir dichos objetivos se pueden realizar acciones preventivas o correctivas. Bajo la primera situación se aplica lo que se llama medicina preventiva y en la segunda situación se aplica la medicina general.

Al mantener la salud de los consumidores es necesario que el médico actúe directamente, ya que su finalidad es la de determinar el tipo de producto apropiado que deberá administrarse. Aquí se inicia el requerimiento del producto, el cual deberá ser proporcionado por el grupo de oferentes que existan en el mercado. Sin embargo, ya que por lo general existen varias alternativas, la decisión de elección es realizada por el médico.

De acuerdo a las diferentes necesidades a satisfacer y a la forma en que interactúan entre sí - los diferentes factores de la demanda, se pueden presentar diversos tipos de curvas de demanda para cada producto o línea de productos. Las cuales, es posible agruparlas en dos grandes grupos: (1) según su elasticidad precio, y (2) según la continuidad de la demanda.

Considerando la elasticidad precio como el grado de respuesta de la cantidad demandada a las variaciones del precio, es posible percibir que los productos farmacéuticos presentan características que los identifican dentro de elasticidades (en valor absoluto), que dan valores mayores que cero, pero inferiores a la unidad, es decir, los que se encuentran considerados como inelásticos. Ya que, los consumidores van a adquirir los productos en las cantidades que los necesitan, aunque el precio de éstos tienda a subir. Esta conducta es similar a los productos de primera necesidad, los cuales sufren sólo leves alteraciones en las cantidades demandadas aunque el precio se eleve en una proporción considerable. La gráfica siguiente muestra las características mencionadas de elasticidad.



Una definición formal de la elasticidad de la demanda sería expresada como sigue:

$$E = \frac{\Delta (Q_2 - Q_1) \%}{\Delta (P_2 - P_1) \%}$$

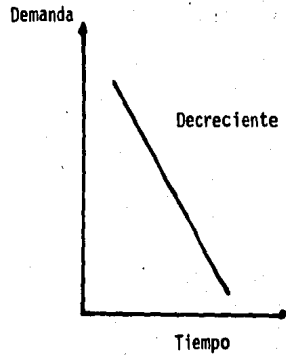
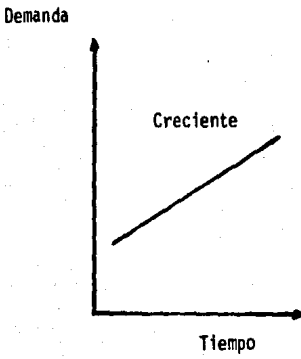
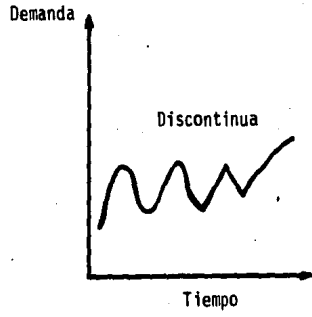
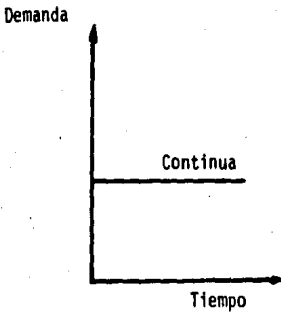
(E) Elasticidad = % de cambio en cantidad / % de cambio en precio.

Sujeto a: $0 < |E| < 1$

Por lo que respecta a la continuidad, los productos farmacéuticos pueden tener una demanda continua o esporádica. Cada uno de estos grupos puede naturalmente, presentar tres formas

alternativas: creciente, decreciente o constante, según interactúen los factores que determinan una demanda particular de productos.

Las gráficas siguientes muestran las características que presentan las demandas continuas, discontinuas, creciente, decreciente y constante.



Las demandas creciente, decreciente o constante se derivan de las necesidades del consumidor y pueden describirse en los siguientes casos:

La demanda continua se presentaría en relación a productos empleados para el embarazo, los cuales dependiendo del índice de crecimiento poblacional, podrían presentar las tres alternativas de movimiento en la curva de demanda: creciente, decreciente o constante.

En el caso de una demanda esporádica se expondría como ejemplo un medicamento destinado a los padecimientos de viruela, cuyo patrón de incidencia en el país ha mostrado las tres formas señaladas; y que en la actualidad ha sido decreciente debido a los mejores controles de salud con que se cuenta.

Después de haber establecido una panorámica de los mecanismos que intervienen en la demanda de productos farmacéuticos, es preciso también señalar que existe otro factor fundamental que no es ni: precio, ingreso, artículos competitivos o publicidad. Este factor es el particular tipo de enfermedades que son comunes en la población. Porque ésto genera que los grupos demandantes de productos farmacéuticos presenten necesidades específicas como por ejemplo, se -

tienen las enfermedades bronquiales, intestinales, cáncer, deficiencias vitamínicas, etc.

Mediante el apoyo del análisis anteriormente expuesto, se debe concluir que la demanda para productos medicinales no es resultado del libre albedrío del consumidor; además ésta presenta una influencia definitiva por parte del juicio de decisión del médico. Así también, dado que esta demanda es motivada por una necesidad imperiosa de supervivencia, los factores que en ella intervienen asumen sus propias características, lo que a su vez incide en la forma final que toma esta demanda. Finalmente, cabe mencionar que existen varios factores de la demanda con características propias de los productos farmacéuticos y que son diferentes de los otros factores que intervienen en la demanda de otros productos. Además, aún en el caso de que ciertos factores de demanda de productos medicinales puedan ser comunes con factores de demanda de otros productos, éstos tienen diferente alcance e importancia, como es el caso de los precios, que en general son menos importantes debido a los imperativos de salud.

2.2 CARACTERISTICAS GENERALES DE LA OFERTA DE PRODUCTOS QUIMICO-FARMACEUTICOS.

En general, la oferta está fuertemente asociada al concepto de demanda o viceversa. Y cuando se analiza la oferta de productos farmacéuticos se encuentran los siguientes factores relevantes: precio, tecnología, costo de los recursos usados en la producción y publicidad - principalmente. Estos no son los únicos, pero al ser los más importantes, se analizan, ya que en ellos se apoya la industria Químico-Farmacéutica para revisar su impacto en la función de oferta.

Para ubicar las características existentes en la Industria Químico-Farmacéutica, en primer lugar es preciso señalar, qué tipos de empresas la conforman. Sobre esto, primeramente se puede afirmar que esta industria nace en México en la década de los veinte con la instalación de empresas filiales de compañías farmacéuticas extranjeras, procedente de países desarrollados y cuyas funciones en general se han reducido a procesos de mezclado, formulado y empaquetado.

Es necesario mencionar brevemente que este tipo de industria presenta a nivel mundial una -

fuerte integración vertical, además de diversificación horizontal, amplio desarrollo de tecnología y fuerte capacidad de comercialización.

Aunque dichas características implican un proceso que no necesariamente en un solo país se realice. Estos aspectos han generado situaciones favorables para sus negociaciones con los organismos reguladores de precio; lo cual ha favorecido para que esta industria tenga ciertas ventajas en el mercado y por ello tienda a ser fuerte su posición de oferente, comparativamente a la de los demandantes. Caso específico se puede mencionar la venta de productos anticancerígenos, la cual por las necesidades de consumo en un país como México que no los ha desarrollado, tiene que aceptar las condiciones que los oferentes en la práctica imponen.

El precio que presentan los oferentes está limitado al juicio que realiza el Estado a través de su Secretaría de Industria y Comercio, poseyendo ésta la prerrogativa de limitar los aumentos de los precios que afectan al consumidor; después de analizar los argumentos que presentan los oferentes como justificación. Como consecuencia de esto, el precio no dependerá de manera libre de la cantidad demandada que exista.

Sin embargo, abundando en ésto, a través de una muestra de los precios existentes en el mercado y mediante información recabada, se investigó - que los gastos que erogan las empresas para la producción de los productos que ofrecen en el - mercado es muy pequeño (aproximadamente un 10% en promedio), por lo que en su repercusión en - precio es muy pequeña (1). Caso contrario a lo que ocurre con los gastos en promoción, distribución y administración, los cuales son muy altos.

La tecnología que han desarrollado las compañías farmacéuticas las ha llevado a tener un gran dominio en el mercado, por dedicar en sus presupuestos un fuerte porcentaje a investigación; - consecuentemente la posibilidad para los competidores que desean entrar al mercado es reducida. Más aún, ya que las industrias existentes se protegen mediante patentes y limitan la divulgación de la información técnica. Cabe mencionar la existencia de un 80% a 90% de patentes en poder de compañías extranjeras (2). Ello lleva a conferirles una característica oligopó- lica; además también por la existencia de un número reducido en el grupo competidor de oferentes.

Analizando los precios de los recursos empleados en producción podemos distinguir dos cla-

(1) Entrevista personal con ejecutivos del ramo farmacéutico.

(2) Idem (1)

ses; recursos humanos y recursos materiales. - Para el primer caso, la actualidad que se presenta en el país indica un alto consumo en mano de obra, aunque con una tendencia a la disminución porque en general es más económica la automatización.

Por lo que respecta a los recursos materiales, la industria farmacéutica presenta características de integración; esto porque la fabricación de las materias primas finales, así como su suministro es realizada por compañías filiales. El caso característico es la fabricación de ingredientes activos medicinales por una corporación, la cual los ofrece a sí misma a través de su(s) filiales, y esto le permite tener atractivos beneficios. En tanto que la fabricación de excipientes suele ser poco atractiva por su bajo beneficio y por ello no han sido objeto de la integración vertical; debido a esto los grandes productores de productos farmacéuticos los adquieren de productores independientes.

Otros recursos materiales que son determinantes son los equipos. Mientras más nuevos y avanzados sean, éstos permiten que la productividad sea más alta, y que al tomar ventaja de economías de escala, la oferta puede ser más amplia y así las utilidades se incrementen. Además, - los equipos nuevos y avanzados permiten elaborar

nuevos y/o mejores productos lo que también re-
donda en beneficio de las utilidades. Es preci-
samente debido a éstos hechos que el presente -
trabajo aborda exclusivamente el análisis de --
reemplazo de equipo.

Por lo que respecta a la publicidad, se debe -
evidenciar la existencia de gastos muy fuertes,
ya que existe una lucha por mantener posiciones
preponderantes en el mercado; más aún cuando no
hay diferenciación considerable de productos. -
El impacto de gastos promocionales se presenta
cuando se realiza la introducción de nuevos pro-
ductos, como ejemplo se encuentra la práctica -
frecuente de regalar más de una pieza de produc-
to por pieza que se espera vender.

A este análisis de los factores más relevantes
de la oferta de productos farmacéuticos, debe
añadirse un examen de la situación actual de la
oferta de dichos productos en los mercados na-
cionales.

Por lo general, los oferentes de productos far-
macéuticos actúan en líneas del ramo específicas
como son la línea de antibióticos, vitamínicos,
hormonas, oftálmicos, etc. Ya que como conse-
cuencia de tener campos de acción relativamente
definidos, adquieren posiciones oligopólicas en

el mercado; sin embargo, por la existencia de estos tipos de mercados en los que interactúan se presentan situaciones de fuerte competencia entre los oferentes de líneas específicas. Y como consecuencia de ello, sólo aquellas empresas que tienen fuerte investigación en su línea característica les dará la oportunidad de destacar en la repartición del mercado.

Complementando lo anterior es necesario mencionar la distribución del consumo de los productos farmacéuticos, por parte de diferentes sectores. (Ver cuadro N° 2).

C U A D R O N° 2

DISTRIBUCION DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS EN MEXICO

- Sector Gubernamental		27%
- Sector Privado		
Mayoristas:		
Farmacias	56%	
Hospitales	1%	
Comisionistas	1%	
Médicos	0.5%	
Gobierno	<u>0.5%</u>	
Subtotal Mayoristas:	59.0%	59%
Farmacias		10%
Médicos		2%
Hospitales		<u>2%</u>
Subtotal Sector Privado		73% <u>73%</u>
T O T A L		100%

Fuente: Ref. No.4

Cabe aclarar que en el sector gubernamental se engloban todas las instituciones de salud: IMSS ISSSTE, SSA.

De acuerdo al cuadro N° 2, se puede apreciar que juegan un papel muy importante el grupo de mayoristas en la distribución de los productos, y que la existencia de éstos obviamente representa un costo adicional para el consumidor que finalmente adquiere el medicamento a través de una farmacia, hospital o por un médico.

Por lo general los fabricantes de productos farmacéuticos otorgan un margen promedio del 25% a los mayoristas sobre su precio de venta, con objeto de que cubran sus gastos de operación y utilidad. En el caso de las farmacias los fabricantes conceden un margen promedio del 20% sobre el precio máximo de venta. Sin embargo, cabe - - aclarar que estos márgenes no siempre son otorgados para que se vendan los productos a un precio menor que el precio oficial (precio máximo al público), y con ello las farmacias operen de forma más competitiva, dando como resultado que el consumidor adquiriera el producto farmacéutico a un precio más accesible. (1)

De acuerdo al panorama que presenta la Industria Farmacéutica se puede concluir que la oferta - existente en México está en gran parte contro-

(1) Entrevista personal con ejecutivos del ramo farmacéutico.

lada por factores intermedios entre el oferente (fabricante) y el demandante (consumidor directo). Ello conduce a un conjunto de puntos - que se pueden englobar con una estimación final: La función de oferta no está operando directamente en el mercado de consumidores, sino que lo hace a través de un marco delimitado principalmente por dos entes, el distribuidor gubernamental y el de iniciativa privada-Mayorista.

2.3 REPERCUSION DEL PRECIO DE LOS PRODUCTOS FARMACEUTICOS EN UNA ECONOMIA DOMESTICA.

Al hablar de economía doméstica se está entendiendo como una unidad económica de consumo. - Tal unidad está considerada como todas las personas que viven bajo un mismo techo y toman decisiones financieras conjuntas, o dependen de las que otros toman por ellas.

En el caso bajo análisis esto se refiere naturalmente a la necesidad de satisfacer los requerimientos de salud o de medios preventivos y/o correctivos de disfunción para una economía doméstica.

Para analizar la repercusión del precio de los productos farmacéuticos en una economía doméstica, se debe desglosar el tipo de necesidades que requieren ser cubiertas por la unidad económica de consumo. El cuadro N° 3 muestra los gastos que efectúa ésta.

CUADRO N° 3

DESGLOSE DEL GASTO EFECTUADO POR UNA ECONOMIA DOMESTICA
PROMEDIO.

Destino del gasto	Porcentaje del gasto
Total	100.00 %
Alimentos	38.26 %
Bebidas	2.02 %
Tabaco	0.59 %
Vivienda, energía eléctrica, combustible y teléfono	19.46 %
Servicio doméstico	1.98 %
Ropa, calzado y otros artículos	11.30 %
Servicio de transporte	5.31 %
Educación	1.29 %
SERVICIOS MEDICOS	2.54 %
Otros servicios	9.37 %
Muebles, equipo y otros artículos del hogar	3.46 %
Aparatos de esparcimiento doméstico	0.86 %
Vehículos	1.61 %
Otros gastos	1.95 %

NOTA: Datos tomados de la Encuesta de ingreso y gastos familiares del CENIET (Secretaría del Trabajo y Prevención Social) Serie Estudios 1. 1977. (Ref. No.5)

De acuerdo al cuadro N° 3 se observa que el renglón correspondiente a Servicios Médicos, representa el 2.54% del gasto promedio familiar; sin embargo, es necesario aclarar que dependiendo del estrato del ingreso familiar pueden existir variaciones que van del 1.62% a un 4.30% del salario total (Ref. 5).

Esa cifra promedio del 2.54% representa un porcentaje pequeño en el gasto familiar, sin embargo es indispensable, para superar el nivel de salud de la población que dicha cifra se incrementa. Y con ello mejorar el potencial de crecimiento económico del país.

No obstante, dado los patrones de crecimiento del ingreso y bienestar que existen en el país, es difícil que dicho porcentaje de gastos para la salud aumenten notablemente a corto plazo. Por tanto, para que la adquisición de productos médicos aumente, una alternativa que debería promoverse es el abaratamiento de este tipo de productos.

La simple regulación de precios es insuficiente y en realidad contraproducente pues puede alejar del mercado a ciertos productos necesarios. En este respecto, la alternativa más eficiente que existe es el promover la productividad de

la Industria Químico-Farmacéutica, la misma que se puede obtener con el reemplazo óptimo de los equipos.

Esta tesis aporta en este sentido, el proporcionar una orientación con juicios de decisión aplicables en los proyectos de reemplazo de equipo que permitan buscar condiciones óptimas. Esto naturalmente conduce a incrementar la eficiencia administrativa de la Industria Farmacéutica y con ello contribuir con un elemento de apoyo que conduzca a mejoras económicas del país.

2.4 IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA QUIMICO-FARMACEUTICA EN LA ACTIVIDAD ECONOMICA DE MEXICO.

Para tener una perspectiva general de la importancia que tiene la Industria Químico-Farmacéutica en la actividad económica del país, es necesario analizar la proporción que aporta al valor del Producto Interno Bruto (PIB) de la nación.

El cuadro N° 4 muestra el valor del Producto Interno Bruto de la Nación a precios de mercado (en millones de pesos de 1960), así como las aportaciones que realizan la Industria Farmacéutica, Petroquímica y de Petróleo; ésto con objeto de tener una serie de parámetros de comparación.

CUADRO N° 4

VALOR DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO A PRECIOS DE MERCADO

AÑO	PIB (MILLONES DE PESOS DE 1960)				PARTICIPACION AL TOTAL DEL PIB DE LA IND. FARM. %
	TOTAL (NACION)	PETROLEO	PETRO QUIMICA	PRODUCTOS FARMA-CEUTICOS	
1960	150 511	5 089	39	781	0.51
1970	296 600	11 295	1 380	2 000	0.67
1971	306 800	11 615	1 496	2 214	0.72
1972	329 100	12 532	1 750	2 631	0.79
1973	354 100	12 713	1 959	2 852	0.80
1974	375 000	14 524	2 319	2 971	0.79
1975	390 300	15 749	2 428	2 796	0.71
1976	398 600	17 462	2 642	2 813	0.70
1977	411 600	20 745	2 537	2 157	0.52
1978	440 600	23 577	2 994	2 109	0.47

FUENTE: BANCO DE MEXICO Ref. No.1

En un breve análisis del cuadro N° 4 se puede apreciar con claridad que la Industria Farmacéutica en la década de los setentas, ha tenido un crecimiento equiparable al del grupo petroquímico, lo cual nos da referencia de su tamaño.

Así también, al observar la contribución del Petróleo y compararla con los productos farmacéuticos se pone en evidencia que esta última proporciona un porcentaje respetable, ya que en promedio es del orden de un 16% de lo que aporta el Petróleo al PIB. Estas cifras permiten asegurar que la importancia de la Industria Farmacéutica es definitiva en el contexto nacional.

Es necesario subrayar que dentro de los aspectos relevantes de la Industria Farmacéutica se encuentra la de ser una industria que utiliza recursos humanos de manera extensiva, es decir requiere de abundante mano de obra, por lo cual su crecimiento puede proporcionar un buen número de fuentes de trabajo en México.

Otro aspecto que cabe mencionar es el hecho de que esta industria proporciona productos que son de carácter indispensable para la salud de la población. Ello naturalmente, va a ser un factor de apoyo para la economía de otras empresas y de esta manera contribuye en las actividades económicas del país.

Finalmente, es importante poner de manifiesto que las mejoras administrativas en la Industria Farmacéutica redundarán en beneficios que la conduzcan a un crecimiento sano, y de ello deriven mejoras económicas al país. Por lo cual, al contribuir con alternativas que promuevan incrementos en productividad, como es el caso de los reemplazos de equipo en condiciones que busquen la optimización, se está aportando la posibilidad de un beneficio al país.

III MODELOS MATEMATICOS EMPLEADOS EN LA EVALUACION DE REEMPLAZOS DE EQUIPO.

3.0 CONDICIONES GENERALES QUE IMPLICA UN REEMPLAZO.

Los estudios para la toma de decisiones de reemplazo de equipo llevan consigo repercusiones importantes dentro de una organización. El efectuar reemplazos antes o después de "un tiempo óptimo", puede ocasionar severas limitaciones a los recursos de que dispondrá la empresa para actividades más rentables, es por ello que toda decisión de reemplazo debe ser estudiada de una manera cuidadosa.

Existen diferentes metodologías que se pueden utilizar para apoyar justificaciones de reemplazo dentro de la industria. Cabe aclarar que la idea de reemplazo en su sentido más amplio es sinónimo de desplazamiento, y éste puede ser aplicable al sistema administrativo de una empresa, comprendiendo aspectos de estructura organizacional y/o políticas, sistemas de control de producción, finanzas, procesos específicos, operaciones manuales, máquinas, etc. La característica común a todas ellas es el desplazar aquello que existe por algo más económico.

El alcance de este trabajo será el mostrar que un reemplazo de equipo óptimo puede generar mejores oportunidades de inversión para la economía de una empresa, o en caso contrario no proceder a realizarlo por carecer de elementos que lo justifiquen.

Cuando surge la idea de reemplazar un equipo, se presentan ante el decisor un grupo de factores que apoyan este propósito. Sin embargo, - para justificar esa idea se requerirá de información relacionada con los factores, y aún más, será necesario que exista confiabilidad en el análisis de éstos para con ello formar adecuados elementos de juicio; de lo contrario se puede incurrir en apreciaciones aparentes e incluso erróneas.

Al avocarse a reemplazar un equipo siempre se piensa en que la causa real es un bajo aprovechamiento del recurso económico. Pero, ¿cómo se puede demostrar que ello existe? En respuesta a este cuestionamiento se pueden señalar las siguientes razones:

- Elevado costo de mantenimiento
- Obsolescencia por inadecuado cumplimiento de especificaciones en el producto.

- Situaciones donde en general la eficiencia tiende a deteriorarse con el tiempo.

Al llegar a este punto, el problema que se tiene es desarrollar una metodología en la que introduciendo la información relevante se obtengan resultados cuya interpretación demuestre - que existe plena justificación objetiva en la idea de reemplazar el equipo; y de esta manera corroborar la apreciación que originalmente era subjetiva.

Los tipos de metodologías que pueden emplearse en las justificaciones para reemplazo de equipo, varían desde las más elementales hasta modelos altamente complejos. Para estas situaciones se pueden encontrar diversidad de información general en la literatura, o para un caso específico desarrollar modelos que sigan patrones determinísticos o probabilísticos, dependiendo del alcance que se pretenda o del problema particular. En general, se puede mencionar que presenta una mayor complejidad el desarrollo de modelos probabilísticos; sin embargo algunos problemas de éstos pueden ser modelados bajo situaciones determinísticas, y dar comparativamente buenas aproximaciones. Cabe subrayar que la actitud apropiada será proceder con la opción de la metodología que proporcione mayor exactitud de respuesta, ya sea

de carácter probabilístico o determinístico.

La aplicación de modelos de reemplazo puede operarse bajo diversos métodos, los cuales se encuentran contenidos dentro de las herramientas que proporciona la Investigación de Operaciones.

Estas a su vez serán seleccionadas en función de la información disponible y/o de acuerdo al alcance que se pretenda con el estudio a realizar. Ese alcance puede ser limitado a un plan táctico o proyectarse a un horizonte de planeación estratégica.

El reemplazo puede apoyarse en modelos tales como los de: asignación, redes de optimización, programación dinámica, inventarios y otros que adelante se analizan.

3.1 ESTUDIO DEL REEMPLAZO DE EQUIPO BAJO DIFERENTES CRITERIOS MATEMATICOS.

Al formular un estudio de reemplazo de equipo existen en general dos posibles orientaciones; la que pretende determinar el periodo de vida en que el aprovechamiento es óptimo, o la que enfatiza la conveniencia de conservar un equipo viejo. Para cualquiera de ellas se pueden emplear dos criterios respecto a su horizonte de planeación. El primero corresponde a un plan estratégico e implica un lapso de tiempo considerable, y el segundo a un plan táctico. Sin embargo, cabe hacer notar que la existencia de esta separación dentro de los conceptos de planeación no es absoluta, dado que al estar trabajando bajo alguno de éstos se está involucrando simultáneamente al otro, aunque de una forma implícita.

Una vez establecidas tales perspectivas, se procederá a la presentación de algunos métodos y modelos de investigación de operaciones que sirven para apoyar decisiones de reemplazo.

Existen una gran cantidad de métodos y modelos a utilizar para los objetivos que se persiguen en este tipo de estudios, pero se han seleccionado cuatro por la relativa facilidad en el ma-

nejo de las variables que son usuales para el reemplazo de equipos. Los modelos que se exponen son: La estructura de asignación, redes de optimización, programación dinámica y un modelo de reemplazo-valor presente.

Cabe aclarar que todos los modelos mencionados se les podría llamar de reemplazo, pero debido a su particular desarrollo dentro de las matemáticas o investigación de operaciones se les ha denominado de esta manera.

3.2 ESTRUCTURA DE ASIGNACION APLICADA AL REEMPLAZO DE EQUIPO.

La estructura de asignación es una estructura especial de programación lineal que pertenece a los llamados problemas de transporte, sólo que en condiciones restringidas a un origen y un destino.

La formulación de la estructura de asignación es la siguiente: (1)

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij}$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad i=1, \dots, m$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = 1 \quad j=1, \dots, n$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad i=1, \dots, m \\ j=1, \dots, n$$

(1) Ref. 8, 9, 10.

Donde $\text{MIN } Z$ corresponde a la minimización de la función objetivo Z , que es el resultado de operar condiciones a un mínimo costo total existente. Esto debido a la adecuada asignación hecha entre m orígenes y n destinos. Las variables X_{ij} sólo pueden tomar el valor de 0 (cero) ó 1. X_{ij} corresponde al valor de 1 si el origen i se hace coincidir con el destino j y 0 (cero) en caso contrario. La variable C_{ij} es un costo de asignar al equipo i un trabajo j .

En la aplicación al reemplazo de esta metodología, se lleva a cabo una deducción indirecta, ya que al aplicarse a una serie de equipos (i) un grupo de actividades fabriles (j), el último equipo asignado de la serie resulta ser el más costoso en mantener y por lo tanto el viable a reemplazar.

Un caso real puede ser el siguiente: La existencia de cuatro equipos, como podrían ser troqueladoras (tableteadoras), enclofanadoras o encapsuladoras, los cuales trabajan con una serie de productos, de los cuales los más importantes por la utilidad que reportan a la empresa son cuatro (A, B, C, D). El costo asociado de los productos con los equipos correspondientes está representado por los tiempos (t_{ij}) estandarizados de éstos a cada máquina.

Se opera evaluando cuál es la mejor asignación de productos en los equipos; señalando al que sea más viable a reemplazar por los costos más elevados que reporta y ser el último en asignarse.

Al proceder con el método para la mecánica de resolución se estará trabajando con una matriz de m filas por n columnas ($m \times n$).

Equipos	Productos			
	A	B	C	D
I	t_{11}	t_{12}	t_{13}	t_{14}
II	t_{21}	t_{22}	t_{23}	t_{24}
III	t_{31}	t_{32}	t_{33}	t_{34}
IV	t_{41}	t_{42}	t_{43}	t_{44}

Los resultados de las operaciones arrojarán una matriz donde quedará como último en asignar el equipo menos costeable y por lo tanto el candidato a reemplazar.

Puede consultarse la bibliografía (8), (9), (11) para ver Algoritmos de resolución de problemas de asignación.

La metodología de asignación cumple con un plan táctico de reemplazo de equipo en el cual se ve la conveniencia de conservar algunos equipos viejos comparándolos con otros de sus mismas características.

3.3 MODELO DE REDES DE OPTIMIZACION APLICADAS AL REEMPLAZO DE EQUIPO.

Las redes de optimización son un tipo especial de problemas de Programación Lineal, que puede expresarse para problemas de Flujo a Costo Mínimo como sigue:

$$\text{MIN } -v = -cX$$

$$\text{Sujeto a: } AX = 0$$

$$BX \leq b$$

$$X \geq 0$$

$$\text{donde: } X = (v, X_{s1}, X_{s2}, X_{12}, X_{21}, X_{1t}, X_{2t})$$

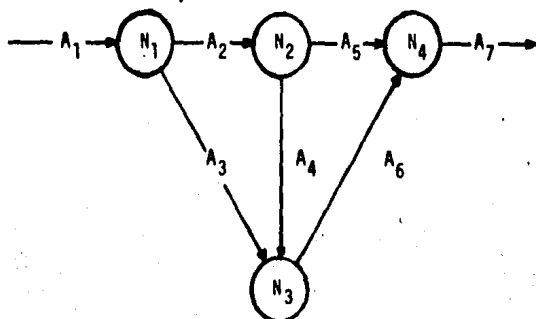
$$c = (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$$

Siendo Min $-v$ la minimización de la función objetivo v que resulta de operar condiciones de costo mínimo c en una red determinada por la matriz A que tiene n renglones por $m+1$ columnas y la matriz B que tiene m renglones por $n+1$ columnas.

Las matrices A y B son matrices de coeficientes tecnológicos y representan la existencia de recursos. El vector columna b es un vec-

tor de disponibilidad de recursos.

Siendo n el número de nodos (N) de la red y m es el número de arcos (A) de la red. Lo siguiente es un ejemplo de red:



Para resolver problemas de redes de optimización se puede recurrir a metodologías como la del Método Simplex (1), que es bastante cono-

-
- (1) El Método Simplex se define con el programa lineal que optimiza $Z = cX$, sujeto a $AX \leq b$; $X \geq 0$, siendo la primera expresión, la función objetivo, la segunda el grupo de restricciones y la tercera la condición de no negatividad. La c corresponde a los costos, X al vector de actividades; A , la matriz de coeficientes tecnológicos; b , vector de disponibilidad de recursos.

cido pero que puede resultar complejo, por las condiciones específicas que se operan en el tipo de problemas que cubre. Por esto se han desarrollado métodos de solución propios, que resultan más eficientes. Como el Algoritmo de Dijkstra (Ref.9), que sirve para determinar la ruta más económica entre la fuente y el destino de una red.

Para el caso de los problemas de reemplazo se puede formular de la siguiente manera: Si un equipo se compra en el año 1 (uno), y se le utiliza hasta el año A . En el año A se le reemplaza por otro equipo -mejor- que se le conserva hasta el año B ($B > A$). Este proceso se continúa hasta el año C ($C > B > A$). Y si se estima el costo total C_{ij} de cada lapso de tiempo transcurrido asociado con instalar el equipo en el año i y reemplazarlo en el año j , se pueden formular políticas de reemplazo óptimas.

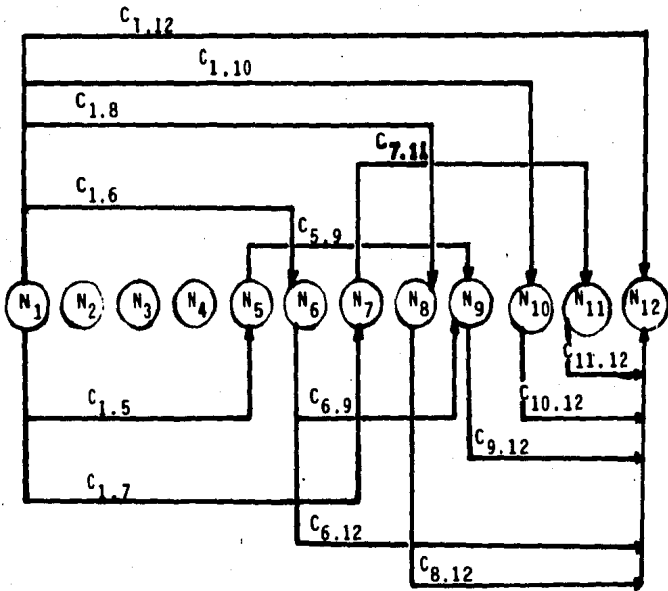
Esta forma de tratamiento de los problemas de reemplazo corresponden a situaciones de planeación estratégica, que permiten valorar los impactos económicos dentro de la administración financiera de la empresa en lapsos de tiempo considerables.

Es necesario subrayar que en este tipo de metodología la determinación del costo total es difícil ya que deben incluirse los costos de adquisición, mantenimiento, operación y valor residual en el momento de reemplazo, durante el lapso de tiempo en estudio.

Cabe aclarar que esa dificultad se debe a que con frecuencia se carece de controles en los datos que requiere el modelo, o a la existencia de una gran dispersión de la información, lo cual motiva la dificultad en reunirlos.

Un caso real que puede presentarse, es el de formular una política de reemplazo de equipo - filofitizador para un lapso de tiempo de doce años, donde el equipo se mantenga por lo menos cuatro años en servicio. Los costos generados son indicados en los arcos por $C_{i,j}$ que significa el costo de unir el nodo N_i al nodo N_j ; siendo N el nodo y los índices i, j , los años comprendidos en el costo C .

Un posible diagrama de la red quedaría de la siguiente manera:



Se tendrían los siguientes posibles costos para abarcar los doce años:

I) $C_{1.12}$

II) $C_{1.10}; C_{10.12}$

III) $C_{1.8}; C_{8.12}$

IV) $C_{1.6}; C_{6.12}$

V) $C_{1.5}; C_{5.9}; C_{9.12}$ VI) $C_{1.7}; C_{7.11}; C_{11.12}$

VII) $C_{1.6}; C_{6.9}; C_{9.12}$

los cuales se originarían entre nodos (años).

La situación requiere encontrar el reemplazo que sea a un costo mínimo. Este puede encontrarse aplicando el algoritmo de Dijkstra mencionado con anterioridad.

3.4 LA PROGRAMACION DINAMICA APLICADA AL REEMPLAZO DE EQUIPO.

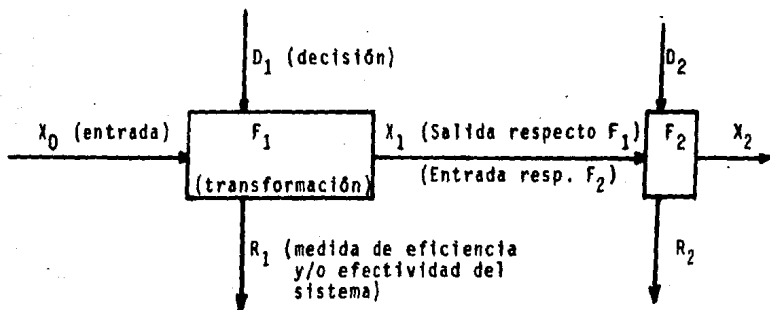
La Programación Dinámica es una potente herramienta de la Investigación de Operaciones, que permite resolver problemas de optimización mediante un proceso de análisis operativo en una serie de etapas.

Cuando hay que tomar una secuencia de decisiones y a su vez éstas afectan a las decisiones futuras, la Programación Dinámica proporciona una metodología que permite concatenar una solución secuencial de los problemas de decisión asociados con cada etapa, lo cual es equivalente a la solución del problema de decisión, del sistema original.

Una estructura de Programación Dinámica aplicada al reemplazo de equipo se encuentra contenida en la clasificación de problemas cuya función es discreta, determinística y finita (respecto a sus etapas), donde existen combinaciones de eficiencias y/o efectividades parciales; y se aplica un método de solución llamado de salida hacia entrada.

Para manejar el concepto de solución de salida

hacia entrada, conviene establecer el sistema de decisión de dos etapas:



Donde X_0 , es el vector de información de entrada a F_1 , antes de tomar una decisión (como ejemplo sería el nivel de eficiencia de un equipo al cual hay que cambiarle un grupo de engranes defectuosos); X_1 , es un vector que proporciona información de salida de F_1 , después de haber tomado una decisión (en el caso del equipo, la decisión sería cambiar los engranes defectuosos y por consecuencia ha cambiado el nivel de eficiencia); D_1 , vector de decisiones (implica la decisión de cambiar un grupo de engranes deteriorados, en un equipo cuya eficiencia está por debajo de límites aceptables, debido a ese deterioro); R_1 , es el vector de medida de eficiencia (en el caso del equipo que presentaba deterioro, es la eficiencia que da después de

efectuar el cambio de engranes); F_1 relaciona a X_0 con X_1 , y da la transformación que origina el hecho de proceder con una decisión D_1 . - Este mismo proceso al aplicarlo en dos etapas es similar, ya que se tiene el vector de información X_1 para la etapa donde la decisión D_2 propicia una transformación F_2 la cual origina resultado en eficiencia R_2 y emite un vector X_2 que proporcionará información a la siguiente etapa que exista.

De tal manera que al aplicarse a n etapas se tiene matemáticamente:

$$X_n = f_n (X_{n-1}, D_n)$$

$$R_n = r_n (X_{n-1}, D_n)$$

Donde X_n es el vector de información n que es una (f_n) de la información recibida en una etapa anterior por efecto de la decisión D_n y en base a la información proporcionada por X_{n-1} .

La R_n es el vector de medida de eficiencia n que es función (r_n) resultante de una transformación efectuada por la decisión D_n en base a la información X_{n-1} .

Esto al plantearse en una función de optimización se tiene de la forma siguiente:

$$g_n(X_0) = \text{Opt}_{D_1} \left[r_1(X_0, D_1^*) * r_2(X_1, D_2^*) * \dots * r_n(X_{n-1}, D_n^*) \right]$$

sujeto a: $X_k = f_k(X_{k-1}, D_k)$ $k=1, 2, \dots, n$

Donde D^* indica el valor del vector de decisión.

X_k es una función de transferencia de X_k por efecto de la decisión D_k , en base a la información X_{k-1}

La expresión $g_n(X_0)$ está planteada en el sentido de entrada a salida de las etapas y lo indica la D_1 colocada debajo del término Opt (optimización).

Al proceder con la función g_n bajo el concep-

to de solución de salida a entrada de las etapas, se indica por D_n debajo del término Opt y la expresión asume la siguiente presentación:

$$g_n(x_n) = \underset{D_n}{Opt} \left[(x_n, D_n) + g_{n-1}(f_n(x_n, D_n)) \right]$$

Siendo $n=n, n-1, \dots, 1$ con $g_0(x_0) = 0$ condición inicial

El planteamiento para un reemplazo de equipo - mediante la metodología de la programación dinámica se puede exponer de la manera siguiente:

Sea: $U(t, k)$ = La utilidad que se recibe en el año k al operar un equipo que se construyó en el año t .

$C(t, k)$ = Costo de reemplazo de una máquina que se construyó en el año t , por otra más nueva construida a principio del año k ($k > t$)

$e(t, k)$ = Eficiencia y/o efectividad total para los años $k, k+1, k+2, \dots, n-1, n$ resultante de la política óptima seguida en esos periodos, si el equipo en cuestión se construyó en el año t ($t \leq k$)

Sujeto a:

- a) Efectuar el reemplazo a principio de cada año.
- b) Se considera el reemplazo instantáneo.
- c) El reemplazo es siempre por un equipo más nuevo.

Las alternativas del grupo que toma las decisiones en un determinado periodo k , $k=1, 2, \dots, n$ son:

I) Continuar operando el equipo comprado en el año t ($t \leq k$)

II) Cambiar a un nuevo equipo, con un horizonte de planeación de n periodos, cuya condición inicial es:

$$g(t, n+1) = 0 \text{ para toda } t$$

tal condición considera que las acciones del reemplazo o no reemplazo que ocurrieran después del año n son irrelevantes. De tal manera -- que la función de eficiencia y/o efectividad total del sistema en el año k , $k=1, \dots, n$ para el equipo construido en el año t ($t \leq k$) es:

1) Si no hay reemplazo de equipo

$$U(t,k) + e(t,k+1), \quad k = 1, 2, \dots, n$$

2) Si hay reemplazo de equipo

$$U(k,k) - C(t,k) + e(k,k+1), \quad k = 1, 2, \dots, n$$

Por lo tanto la función para el problema queda:

$$e(t,k) = \text{Max} \left\{ U(t,k) + e(t,k+1), U(k,k) - C(t,k) + e(k,k+1) \right\}$$

$$e(t,n+1) = 0 \text{ para toda } t \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$t = 1, 2, \dots, n$$

Los datos para procesar la función serían:

Año de decisión (k)	1	2	3	4	5	...n (año de construcción o adquisición del equipo) (t)
1	$A_{1,1}$					
2	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$				◀ UTILIDAD EN \$
3	$C_{3,1}$	$C_{3,2}$	$C_{3,3}$			
.	
.	
.	
n	.	.	.	.	.	... $m_{n,n}$
total	U (t, k)					

Año del reemplazo (k)	1	2	3	4	5	...n (año en que el nuevo equipo se fabricó) (t)
1	$A_{1,1}$					
2	$B_{2,1}$	$B_{2,2}$				← COSTO DE REEMPLAZO \$
3	$C_{3,1}$	$C_{3,2}$	$C_{3,3}$			
.	
.	
.	
n	.	.	.	.	.	... $m_{n,n}$
total	$C(t, k)$					

$A_{i,j}$; $B_{i,j}$; $C_{i,j}$; ... $m_{n,n}$ son los valores monetarios referidos en las correspondientes tablas.

La función $e(t, k)$ va determinando valores; en los cuales la expresión llega a tomar la siguiente proporción:

$$U(k, k) - C(t, k) + e(k, k+1) > U(t, k) + e(t, k+1)$$

bajo la cual es conveniente efectuar el reemplazo.

La metodología de programación dinámica es laboriosa y requiere de un buen manejo de información para obtener resultados válidos, ellos implica que requiere de personal capacitado o entrenarse adecuadamente; para lo cual se sugiere revisar bibliografía (ref.9, 12)

3.5 MODELO DE REEMPLAZO-VALOR PRESENTE.

El modelo que se expone a continuación tiene una complejidad menor a la que presenta la programación dinámica. Sin embargo, es una metodología que por su manejo más accesible desde el punto de vista matemático propicia su aplicación.

Dentro de sus características propias, presenta ventajas, ya que incluye directamente las modificaciones en el valor del dinero que van sucediéndose en el tiempo como consecuencia de existir una tasa de interés. Esta tasa, cuando se introduce en modelos matemáticos complejos provoca un aumento en el grado de manipulación de las variables lo cual resulta en ocasiones difícil.

No obstante las características expuestas, el nivel de apreciaciones que se logra en un análisis de reemplazo de equipo mediante este modelo de Reemplazo-Valor Presente es bueno; porque como cualidad adicional tiene el requerir de información relativamente sencilla de encontrar o estimar.

Este modelo establece la política de reemplazo que se debe seguir con un solo equipo; aunque se puede elaborar un tratamiento similar para

un grupo de equipos, vistos como unidad o por componente.

Para la Industria Farmacéutica este modelo puede ser muy aplicable dado que en general los reemplazos tienden a efectuarse bajo una política individual del equipo. Además la metodología tiene la ventaja de incluir el valor del dinero en el tiempo, lo cual permite cuantificar de manera más real los costos asociados a un problema de reemplazo.

Las variables con que el modelo trabaja son las siguientes:

C : Costo de adquisición del equipo nuevo.

S_n : Valor de salvamento en el año n (que es el precio de venta del equipo después de n años de uso).

Q_n : Costo de operación en el año n .

$V_n = \frac{1}{(1-i)^n}$: Valor presente de un peso n años en el futuro a una tasa de interés anual de $i\%$

El costo de reemplazo al finalizar el año k sería:

$$f(R) = C + S_n + \sum_{n=0}^{k-1} Q_n$$

que al ser afectada por el valor del dinero en el tiempo quedaría:

$$f(R) = C - S_k v^k + \sum_{n=0}^{k-1} Q_n \cdot v^n$$

donde se incluye el valor presente de todos los pagos realizados en la vida útil de un recurso que dura k años.

Pero para poder convertir los pagos variables realmente hechos en el transcurso del tiempo a pagos anuales fijos, se requiere modificar la expresión. Esto es necesario ya que con ello se logran comparar los pagos fijos al final de diferentes periodos.

El valor presente de los pagos anuales fijos X por k años es:

$$X + vX + v^2X + \dots + v^{k-1}X = \frac{X(1 - v^k)}{(1 - v)}$$

si se considera que esa suma es proporcionada por un crédito, ya que el dinero cuesta; se obtiene:

$$X = \frac{1 - v}{1 - v^k} f(k)$$

$$X = \frac{1 - v}{1 - v^k} \left[C - S_k \cdot v^k + \sum_{n=0}^{k-1} Q_n \cdot v^n \right]$$

X : Es el valor mínimo que se obtiene en el tiempo k de Reemplazo.

El problema se puede simplificar ya que la función a minimizar es una constante positiva que multiplica a la función que da el reemplazo en el año k .

Por lo cual la expresión puede tenerse de la manera que sigue:

$$f(k) = \frac{X}{1-V} = \frac{1}{1-V^k} \left[C - S_k \cdot V^k + \sum_{n=0}^{k-1} Q_n \cdot V^n \right]$$

Esta expresión se puede trabajar por el método de Diferencias Finitas para calcular la k óptima (Ref. Bibliograf. 8).

Sin embargo, para facilidad se efectuará en la forma siguiente:

Se considera que los costos se cargan a mitad de año y que se les descuenta a partir de principio del año, por lo que se puede aplicar un factor de valor presente promedio (anual) :

$$V^{1/2} = (1 + i)^{-1/2}$$

Para resolver la expresión $f(k)$ se procede mediante una tabulación de los factores que in-

tervienen en la función, y donde finalmente al aplicarse en la expresión se cuantifique año con año cuál es el costo de reemplazo que se va generando. Posteriormente se analizan los valores obtenidos para ubicar donde conviene efectuar dicho reemplazo.

La tabulación debe incluir las siguientes columnas:

- I) Año n (siendo $n = 1, 2, 3, \dots, n$)
- II) Q_n
- III) $\bar{Q}_n = v^{1/2} \cdot Q_n$
- IV) v^n
- V) S_n
- VI) $\bar{Q}_n \cdot v^{n-1}$
- VII) $\sum_{n=0}^{k-1} \bar{Q}_n \cdot v^{n-1}$
- VIII) $S_n \cdot v^n$
- IX) $C - S_n \cdot v^n + \sum_{n=0}^{k-1} \bar{Q}_n \cdot v^{n-1}$

$$X) \quad f(n) = \frac{1}{1 - v^n} \left[C + S_n \cdot v^n + \sum_{n=0}^{k-1} \bar{q}_n \cdot v^{n-1} \right]$$

Debido a la consideración del valor presente promedio se obtiene la \bar{q}_n , que es un costo de operación promedio anual.

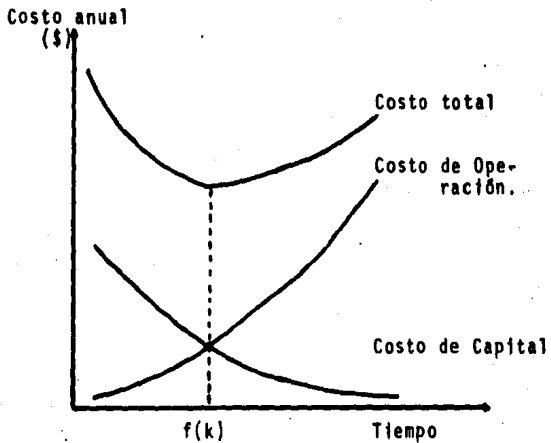
La tabla formada quedarfa como sigue:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1									f(1)
2									f(2)
3									f(3)
.									.
.									.
.									f(k) Da el costo mínimo
.									.
.									.
.									.
H									f(H)

H es el horizonte de planeación que se establece como política.

La $f(k)$ que se obtiene es un valor que da el costo mínimo de reemplazar el equipo. Este corresponde desde un punto de vista gráfico al punto mínimo de la función de costo total.

De manera gráfica se puede observar en la figura siguiente:



El patrón de comportamiento de la mayor parte del equipo de producción tiene las características descritas en la figura anterior.

Un caso real en la Industria Farmacéutica puede ser el siguiente:

En una compañía farmacéutica se adquiere una máquina encapsuladora AZ-2000 que tiene un costo C de \$2'000,000.00. Los costos de operación Q_n y valor de salvamento S_n están dados en la tabla que se muestra enseguida:

Año (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_n \times 10^3 (\$)$	100	230	290	350	420	550	580	700	900	1000
$S_n \times 10^3 (\$)$	1500	1100	900	700	400	420	350	270	250	200

El objetivo es determinar el tiempo en que se debe reemplazar el equipo, siendo éste a un costo mínimo. El horizonte de planeación que se tomará es 10 años. Se aclara que los costos de operación incluyen consumo de energía eléctrica, lubricantes, seguros, mantenimiento, reparaciones, etc.

Se estima que el interés anual sobre el dinero invertido es del 25%.

Aplicando el modelo explicado se elabora la tabulación de los factores de la función de costo de

reemplazo. Ver cuadro N° 4a.

Y se obtiene, como se puede apreciar en la tabulación de la última columna la $f(k)$ que indica reemplazar el equipo en el año 8, ya que posterior a éste se incrementan los costos de efectuar dicho reemplazo.

Como se ha podido observar los diferentes criterios que se emplean para determinar las políticas de reemplazo que minimicen los costos y que maximicen el empleo de recursos de la empresa puede ser variado. Sin embargo, lo fundamental en una buena aplicación de esos modelos y métodos disponibles, es la calidad de información con que se alimentan. Ya que por muy buenas herramientas que se utilicen, los resultados de éstas serán siempre función de un buen procesamiento de la información disponible y las estimaciones realizadas.

Por último, cabe aclarar que mediante la ayuda de las herramientas técnicas expuestas, se tiene un conjunto de criterios y metodologías que pueden dar apoyo en el análisis y evaluación de proyectos de inversión para reemplazo de equipo. Sin embargo, esto proporciona una vista parcial del proceso de decisión que se requiere para un proyecto, ya que la estructuración global requere

rida para llevar a cabo la decisión de reemplazo debe contener la información y el análisis de la situación financiera particular de la empresa que pretende reemplazar equipo. Así también, es fundamental que la empresa esté ubicada con su situación particular en el Sector Industrial al que pertenece y los mercados a los cuales tiene acceso; porque todo ello permitirá que ésta mantenga la congruencia necesaria para proceder con los proyectos de inversión que desarrolle.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	100	89.44	0.8000	1500	89.44	89.44	1200.00	889.44	4447.20
2	230	205.71	0.6400	1100	164.56	254.00	704.00	1550.00	4305.56
3	290	259.38	0.5120	900	166.00	420.00	460.80	1959.20	4014.75
4	350	313.04	0.4096	700	160.28	580.28	286.72	2293.56	3884.75
5	420	375.65	0.3277	400	153.87	734.15	131.08	2603.07	3871.89
6	550	491.92	0.2621	420	161.20	895.35	110.08	2785.27	3774.59
7	580	518.75	0.2097	350	135.96	1031.31	73.39	2957.92	3742.78
8	700	626.08	0.1678	270	131.29	1162.60	45.31	3117.29	3745.84
9	900	804.96	0.1342	250	135.07	1297.67	33.55	3264.12	3770.06
10	1000	894.44	0.1074	200	120.03	1417.70	21.48	3396.22	3804.86

$$v^{1/2} = (1 - 0.25)^{-1/2} = 0.8944 \quad \text{ya que } i=25\%$$

NOTA: Salvo las columnas I y IV todas las cifras son multiplicadas por 10^3
 Nótese que el costo mínimo se obtiene en el año 7 por lo que el reemplazo conviene realizarlo al final del año 7.

IV ANÁLISIS Y EVALUACION FINANCIERA PARA INVERSIONES EN REEMPLAZOS DE EQUIPO.

4.0 LOS EQUIPOS Y SU MANTENIMIENTO.

Las actividades iniciales para el proceso de análisis de una inversión en equipo que es susceptible de reemplazo, parten de una información adecuada en las características particulares de los equipos por evaluar. Por esta razón se debe tener un especial cuidado de llevar registros inherentes a los costos que están generando los equipos. Ya que es fundamental tener la implementación de registros que contengan información detallada de los consumos de mano de obra, materiales de mantenimiento y servicio periódico. Esto por lo general es de uso común en compañías medianas y grandes pero no así en las pequeñas. Además, a pesar de existir este requisito de información administrativa, no son muchas las empresas que tienen un esmerado control de ella, ya que omiten la información complementaria en lo concerniente a los costos reales que se están generando por los mismos, y ello representa un control administrativo poco reconocido por las empresas. En el caso de compañías pequeñas prácticamente no existe control de la información mencionada.

La importancia de llevar registros de costos originados por los equipos es fundamental para futuras evaluaciones económicas. - Por lo que debe tenerse información que con tenga de manera organizada lo siguiente:

1. Relación histórica de reparaciones urgentes (mantenimiento correctivo), la cual debe incluir los tiempos consumidos en mano de obra, materiales y horas que el equipo estuvo fuera de servicio.
2. Registro de mantenimiento preventivo efectuado en los equipos. El cual debe indicar consumos de mano de obra, materiales y tiempo de paro del equipo productivo.
3. Servicios accesorios al equipo (aceite y otros servicios).
4. Reporte diario de inspección, que debe incluir la información de deficiencias detectadas por el operador del equipo.
5. Registros de consumo de combustible y energía.

Adicionalmente a la información antes mencionada, es relevante tener información complementaria, tal como:

6. Consumo de mano de obra por operar, ajustar y retirar el equipo.

7. Costos de desperdicios o mermas y sus costos indirectos.
8. Gastos de seguros y otros atribuibles a los equipos.
9. Registros de eficiencias diarias en el equipo.

El poseer la información mencionada permitirá cuantificar los costos que se generan; que al ser analizados permitirán una evaluación precisa de las situaciones existentes, y de esta manera, puedan ser comparadas con las posibles alternativas de proyectos existentes.

Con frecuencia al evaluar posibilidades de reemplazo se recurre a información contable, la cual muchas veces no está disponible de manera específica para los equipos bajo estudio; por ello es importante que el área de ingeniería en su departamento de mantenimiento posea todos los registros necesarios. O dependiendo de la estructura de organización aquella área que efectúe las funciones de ingeniería industrial y auxilie en el procesamiento de la información, de Ingeniería y Servicio, la cual esté disponible para los interesados en evaluar los reemplazos.

El mantenimiento es una actividad de soporte productivo; que permite la operación de los equipos en condiciones que buscan minimizar el desgaste y optimizar su funcionamiento. La forma de implementarse cubre dos actividades principales, una operativa y otra administrativa. En el caso de la operativa - está fundamentalmente la de efectuar revisiones, reparaciones y servicios. Por lo que respecta a la administrativa se procede con los sistemas de planeación, dirección, programación, implementación, registros, cuantificaciones y control de actividades.

Todo el concepto que reviste el mantenimiento se puede circunscribir a proveer de condiciones óptimas en la producción y con ello maximizar las posibilidades de beneficio económico de la empresa.

Al enunciar las metas que se presentan en - los objetivos del mantenimiento, se están - utilizando indirectamente los conceptos de depreciación. La depreciación tiene varias definiciones:

- Bajo el sentido de -Valor- implica las pérdidas causadas por el deterioro y la obsolescencia.
- En el sentido -Contable- implica la cancelación del costo no amortizado durante la vida útil del equipo. Entendiendo por amortización la absorción gradual del costo de una inversión.

- El equipo considerado como -Valor- o inver
sión va perdiendo valor durante su vida de
servicio. La pérdida de éste se debe a las
siguientes causas de depreciación:

Depreciación Funcional.- Esta se presenta -
cuando un equipo que cumple con ciertas es-
pecificaciones; se le requiere para la mis-
ma función, pero cumpliendo con especifica-
ciones fuera de su capacidad de diseño.

Depreciación Física.- Es aquella que corres-
ponde a la situación donde el uso deteriora
el equipo y disminuye su capacidad de ejecu-
ción de obra para la cual se diseñó y por
lo que se adquirió.

Depreciación Tecnológica.- Se presenta por
el hecho de tener un equipo el cual se vuel-
ve incosteable para mantener, comparativamen
te con otros de novedosos desarrollos que
mejoran los métodos para cumplir una fun-
ción, y resultan costeablemente rentables.

Desde el punto de vista del mantenimiento la
depreciación funcional por lo general no es
posible disminuirla, porque ello implica mo-
dificar los diseños de los equipos. En el
caso de la depreciación física un buen pro-
grama de mantenimiento puede hacer más lento
el desgaste del equipo; sin embargo, cabe
subrayar que por lo general el paso del tiem-
po en equipo de uso constante requiere repa-

raciones con costos crecientes. Por lo que respecta a la depreciación tecnológica las metas del mantenimiento no pueden operar como paliativos.

Existen en el sentido contable las siguientes causas de depreciación que caben incluir:

- Depreciación monetaria.- Se origina por los cambios en el poder adquisitivo del dinero. Esta es una situación sutil pero totalmente real en la depreciación. Desde un punto de vista contable se relaciona la depreciación con el costo original de un equipo y no con el costo de reemplazo, por lo cual el capital recobrado es insuficiente para adquirir nuevos equipos.
- Depreciación contable.- Esta se aplica bajo dos aspectos fundamentales. El establecer un parámetro de recuperación del capital invertido en el equipo y la de poder relacionar el costo de poseer una máquina con la producción que desarrolla.

4.1 CAUSAS TECNICAS QUE ORIGINAN EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

Todo el contexto que se ha desarrollado - respecto a los equipos y su mantenimiento nos lleva a tratar las causas para el reemplazo de equipo.

Ya que el reemplazamiento definitivamente impacta en el progreso económico de una empresa, se debe procurar tener políticas - con reemplazos eficientes de los equipos. El no poseer éstas, colocará a la empresa en desventaja con sus competidores, que si tienen dichas políticas.

Las causas que dan origen al reemplazo de equipos están íntimamente ligadas a las situaciones que se establecieron en los conceptos de depreciación. Estas se pueden - clasificar en reemplazos por:

- Mantenimiento excesivo.- Este se presenta por el hecho de tener desembolsos excesivos por reparaciones muy frecuentes y costosas. Por lo cual se requiere analizar alternativas más económicas y ésto lleva a propiciar un reemplazo.
- Insuficiencia.- La inadecuada capacidad existente de equipos en servicio cau-

san limitación e incrementan los costos, ello conduce a estudiar las posibilidades de reemplazar el equipo por otro que realice la misma operación pero a una capacidad cuyas condiciones económicas son más favorables.

- Ineficiencia.- El operar equipo cuya capacidad de funcionamiento sea decreciente, provoca la elevación de los costos excesivamente, por ésto se investigan alternativas de reemplazo que impliquen costos más bajos que los que se generan por la ineficiencia.
- Antigüedad.- Los nuevos desarrollos en los equipos traen consigo mejoras. Estos producen una reducción en costos, comparativamente con los costos que generan los equipos antiguos. Por lo cual un análisis de las condiciones entre los equipos antiguos y la adquisición de nuevos equipos implica posibles alternativas de reemplazo.

Para proceder con la realización de un estudio de reemplazo es necesario tener un grupo de factores que apoyen los criterios para la decisión; dentro de éstos se pueden mencionar los siguientes:

- Horizonte de planeación.- Dentro de un estudio de reemplazo éste se refiere al intervalo de tiempo definido en el cual se ha considerado el análisis. Este factor es de carácter fundamental, dado que al tener un horizonte de planeación infinita es muy difícil predecir ventajas tecnológicas, flujos de efectivos futuro y situaciones económicas que pueda afrontar la empresa.

- Patrón de comportamiento entre ingresos y gastos (Flujo de efectivo).- El tener posibilidad de elaborar un pronóstico entre los ingresos y los gastos a lo largo de un horizonte de planeación dará el apoyo necesario para precisar los beneficios que se esperan obtener al efectuar el reemplazo.

- Disponibilidad de capital.- El conocer este factor permite valorar el potencial económico de una empresa y con ello la posibilidad de emprender sus proyectos de inversión; en este caso de reemplazo. Al conocer las fuentes de financiamiento se podrá precisar si es factible operar un reemplazo, ya que al justificar el estudio de éste, no necesariamente puede darse como hecho que la empresa posee los recursos disponibles para la inversión.

- Tecnología.- Es de carácter indispensable incluir el factor tecnológico en un estudio de reemplazo, ya que por lo general con el paso del tiempo los nuevos equipos adquieren ventajas operacionales con respecto a los equipos existentes en el presente. Esto provoca estados de obsolescencia, que conducen a situaciones económicas desfavorables para la empresa. Además de propiciar desventajas con respecto a empresas competidoras que sí incluyen el factor tecnológico.

- **Inflación.**- Este factor tiene mucha importancia debido a que provoca situaciones de restricción en la solicitud de préstamos a largo plazo y adicionalmente implica altas tasas de interés en los proyectos de inversión, en este caso los de reemplazos.

La disponibilidad de dinero para inversiones puede provenir de las utilidades retenidas, capital social de nueva aportación y/o endeudamiento. Elaborar estudios de reemplazo incluyendo el factor inflacionario permite prever qué fuentes de dinero son las más favorables utilizar; y de esta forma valuar el impacto en la administración financiera de la empresa.

Los enfoques que por lo general se aplican a los estudios de reemplazo pueden agruparse en dos formas generales: La primera forma busca determinar por adelantado la vida económica del equipo, a fin de optimizar el tiempo de servicio. La segunda forma analiza la conveniencia de mantener un equipo viejo en servicio (llamado en ocasiones defensor), o proceder a reemplazarlo por un equipo nuevo (llamado en ocasiones retador). Estas dos formas de ver los problemas de reemplazo pueden ser resueltas con diferentes metodologías, que adelante se explican.

4.2 CRITERIOS FINANCIEROS PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

Para abordar las perspectivas financieras que implica un reemplazo de equipo, es conveniente tener un marco de referencia. Este lo proporciona el presupuesto de capital, cuya planeación puede incluir inversiones de reemplazo.

La importancia del presupuesto de capital estriba en el hecho de ser una metodología para la planeación de los gastos que se deben realizar en un periodo de tiempo. Esos desembolsos tienen como objetivo el producir utilidades en lapsos de tiempo que pueden ser a corto o largo plazo. Se pueden citar dentro de éstos, los gastos de capital realizados para la compra de edificios, terrenos y equipo. Aunque también pueden considerarse los desembolsos extraordinarios para inventarios, debidos a un crecimiento de planta.

El presupuesto de capital es el proceso a través del cual se asignan fondos, con la esperanza de obtener beneficios en el futuro, esto a su vez implica prever situaciones para el crecimiento de la empresa, y consecuentemente las posibilidades de existencia futura. Para completar este marco es conveniente mencionar que el presupuesto de capital comprende aspectos complejos, en virtud de estar apoyado en las apreciaciones que se realicen de

los equilibrios de oferta y demanda en donde interactúa la empresa que los realiza. - Como consecuencia de ello se presentan problemas de incertidumbre, ante los cuales los conocimientos específicos de quienes se encargan de elaborarlo darán las estimaciones, subjetivas o mediante metodologías estructuradas.

Sin embargo, es necesario aclarar que sólo a través de una participación integral de los miembros de la empresa se podrán obtener los mejores resultados.

En la preparación del presupuesto de capital se involucran actividades relacionadas con las propuestas de inversión. Las cuales tienen origen en diversas causas, pero con fines de análisis pueden clasificarse en las siguientes categorías:

- 1 Reemplazo de equipo o edificios
- 2 Expansión de capacidad para productos existentes o desarrollo de nuevos productos.
- 3 Investigación o desarrollo.
- 4 Exploración.

5 Otros (Ej. equipo de control de contaminación).

En el caso específico de esta tesis sólo se tratará el de reemplazo de equipo. Para lo cual será necesario tener los elementos empleados en el proceso de análisis y evaluación de este tipo de proyectos.

Los primeros elementos que se requieren al evaluar proyectos de inversión son las estimaciones de flujo de caja, que es una de las tareas más importantes; porque impactará directamente en la elaboración de los presupuestos de capital. Al elaborar flujos de caja se requieren conocer los ingresos y egresos que se esperan o tienen y con éstos proceder al análisis del proyecto.

Para evaluar el proyecto se recurre a ciertos criterios, los cuales se utilizan para dar so porte a la decisión de invertir.

Aquí se exponen por ser frecuente su uso: Periodo de recuperación, Tasa de rentabilidad promedio, tasa interna de rendimiento y valor presente neto.

- **Periodo de recuperación (PR).** - En un proyecto de inversión éste indica el número de años que se necesitan para recuperar la inversión inicial. Siendo:

Periodo de Recuperación (años) =

$$\frac{\text{Inversión Inicial (\$)}}{\text{Ingresos anuales (\$)}}$$

- **Tasa de Rentabilidad Promedio (TRP).** - Es un método contable que representa la relación del promedio anual de utilidades después de impuestos por el promedio de la inversión.

$$\text{TRP} = \frac{\text{Valor promedio anual en libros después de impuestos (\$)}}{\text{Inversión neta promedio (Inversión neta/2)}}$$

- **Tasa Interna de Rendimiento (TIR).** - Es un criterio que toma en cuenta la magnitud de los flujos de caja y el momento en el tiempo cuando se generan en cada uno de los periodos de la vida del proyecto. Siendo la tasa interna de rendimiento aquella

que hace igual el valor presente del desembolso (egreso) esperado al valor presente de los ingresos esperados.

La expresión que describe este proceso es:

$$A_0 = \frac{A_1}{(1+r)^1} + \frac{A_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{A_n}{(1+r)^n}$$

donde A_0 es el desembolso inicial; A_1, A_2, \dots, A_n la corriente de flujos de caja futuros en el período correspondiente 1, 2, ..., n. Y la r es la tasa interna de rendimiento con la que se igualan los ingresos a los egresos.

- Valor Presente Neto (VPN).- Es un criterio que también toma en cuenta los flujos de caja y el momento en el tiempo en que se generan para los respectivos períodos de vida del proyecto.

Sin embargo, aquí la tasa de descuento (k) está predeterminada con anterioridad en base al costo de capital y al riesgo. La expresión que define el proceso es:

$$VPN = \frac{A_1}{(1+k)^1} + \frac{A_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{A_n}{(1+k)^n} - A_0$$

VPN debe ser mayor o igual a cero para ser aceptado el proyecto.

Para propósitos de ilustración que se verán en las siguientes secciones se emplean TIR y VPN, por considerarse herramientas más potentes.

Con objeto de poder estructurar las metodologías financieras que se requieren en los estudios de reemplazo, es necesario tratar los flujos de dinero de una manera equivalente con respecto a cualquier punto en el tiempo bajo el cual se estudian; para lo cual se presenta a continuación la siguiente tabla de fórmulas de interés, descripciones y simbología:

SIMBOLOGIA	FORMULA	DESCRIPCION
$(F/P)_n^i$	$(1+i)^n$	Para determinar F (valor futuro) dando P (valor presente) de una sola cantidad
$(P/F)_n^i$	$1/(1+i)^n$	Para determinar P (valor presente) - dando F (valor futuro) de una sola cantidad.
$(A/P)_n^i$	$i(1+i)^n / (1+i)^n - 1$	Para determinar A (pagos anuales) dando P (valor futuro) de la anualidad.
$(A/F)_n^i$	$i / (1+i)^n - 1$	Para determinar A (pagos anuales) dando F (valor futuro) de la anualidad.
$(F/A)_n^i$	$(1+i)^n - 1 / i$	Para determinar F (valor futuro) dando la magnitud de A (pagos anuales).
$(P/A)_n^i$	$(1+i)^n - 1 / i(1+i)^n$	Para determinar P (valor presente) dando la magnitud de A (pagos anuales).

Siendo:

P ; Valor presente; una cantidad global de valor (dinero) en el tiempo; dada - en el presente-,

F: Valor futuro; una cantidad global de valor (dinero) en el tiempo dada - a un punto en el futuro-,

n ; Número de períodos de interés.

A ; Un pago anual,

i ; Tasa de interés. Se maneja el interés compuesto discreto; por lo cual i es interés por período.

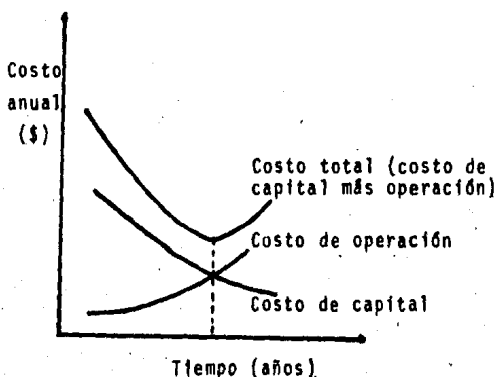
Con los criterios mencionados se ha llegado a un punto de partida en el cual se puedan analizar las implicaciones que tienen los estudios de reemplazo.

Continuando con el planteamiento anterior, se recordará que existen dos enfoques generales para estudios de reemplazo. El primero, que busca determinar por adelantado el servicio que va a aportar la vida económica de un activo, optimizando su valor anual equivalente. Y el segundo que analiza la conveniencia de mantener el activo

viejo (defensor) o reemplazarlo por uno - nuevo (retador).

Para determinar la vida económica de un activo se procede en base a un criterio de - reemplazo cíclico del equipo. Donde se busca tener la evaluación del ciclo que minimice el costo anual de capital que se invierte. Por lo general este tipo de análisis establece consideraciones de costos de operación y capital.

La descripción gráfica que muestra tal ciclo es la siguiente:



Donde el costo de capital y el valor de salvamento (rescate), se suman al costo de operación acumulado para el mismo período. A su vez, cada suma se promedia por los períodos respectivos para obtener un costo promedio para el posible reemplazo. A los costos generados se les aplica su factor de valor presente y con ello tenerlos referidos a un punto determinado en el tiempo; naturalmente con éste se considera el interés que tiene el dinero en el mercado, o el estimado que tiene la empresa en particular. Un ejemplo de este caso se expuso en el modelo de reemplazo-valor presente tratado en el capítulo anterior de modelos matemáticos.

Por lo que se refiere al tratamiento donde se analizan las ventajas o desventajas comparativas entre el equipo antiguo y un equipo nuevo por adquirir, se puede mencionar que dicho tratamiento se efectúa mediante comparaciones de flujo de dinero en el tiempo. Y tienen en general la siguiente estructura:

$$(A/P)_n^t (C-S) - S \cdot I = CA$$

Donde: C : Costo del equipo

S : Valor de salvamento (rescate)

i : Tasa de interés

CA : Costo anual

$(A/P)_n^i$: Relación de pagos anuales a valor presente.

Esta misma expresión puede transformarse para presentar los costos anuales en Valor presente: (VP)

$$(P/A)_n^i \text{ CA} = \text{VP}$$

$(P/A)_n^i$: Relación de valor presente dando pagos anuales.

Con la ayuda de los criterios expuestos; en las siguientes secciones se procede al análisis de las repercusiones financieras que pueden presentarse en una decisión de reemplazo de equipo.

4.3 PROBLEMA DE ASIGNACION DE FONDOS DENTRO DE LA INDUSTRIA QUIMICO-FARMACEUTICA.

Considerando que es aceptable la evaluación de un reemplazo de equipo porque puede reducir costos de operación, aumentar cantidad de producción (para con ello incrementar los volúmenes de venta), o mejorar la productividad de la empresa en cualquier otro aspecto justificable y real; es necesario analizar ¿cuál? va a ser la repercusión de éste en la administración financiera de la misma.

El desembolso en la inversión para la compra de equipo nuevo que reemplace al existente repercutirá en la asignación de los recursos que se tienen disponibles para la operación de la empresa, por lo que debe ser cuidadosamente planeado dentro de esa asignación de fondos disponibles.

Cuando se adquiere un nuevo equipo la empresa desembolsa una suma de dinero, la cual puede proceder de diferentes orígenes. Estos pueden ser de financiación interna (utilidades retenidas), o financiación externa (emisión de nuevas acciones, bonos y obligaciones), y sus costos pueden dar origen a beneficios diferentes.

Sin embargo, antes de proceder a esas consideraciones, es necesario iniciar el análisis del reemplazo, procediendo primeramente a evaluar el flujo de fondos que se tiene, ya que una inadecuada asignación en éstos puede ocasionar que dicha deuda (interna o externa) origine limitaciones en la cantidad de egresos que se requieren efectuar.

En el presupuesto de efectivo que una empresa farmacéutica elabora, se establece un volumen probable de ventas que puede realizar.

A su vez de éste emanarán los ingresos por ventas de la empresa, los cuales tendrán que ser cobrados de acuerdo a una política de crédito establecida. Esta en el caso de la Industria Farmacéutica se efectúa en promedio a 60 días. Aunque, considerando que un importante porcentaje de ventas es hecha al sector gobierno, y ese crédito es otorgado a 90 días, origina que el período promedio de cobro tienda a ser elevado. (1).

Una vez que la empresa tiene su presupuesto de ingresos establecido, elabora un presupuesto de egresos, los cuales incluirán: compras de materiales para continuar produ-

(1) Información recabada en entrevistas.

ciendo, pagos de sueldos y salarios, rentas, impuestos, y también si es necesario, tener egresos para adquisición de equipo nuevo (para reemplazar el existente).

Con objeto de poder establecer una adecuada asignación de fondos en la empresa para el área correspondiente a mantenimiento de equipo, es necesario tener un desglose de gastos del equipo existente, así como también del equipo nuevo que pudiera reemplazar al existente. Como ejemplo característico de la Industria Farmacéutica se puede exponer el de una máquina encapsuladora - tipo AZ-60.(1).

Este equipo presenta las siguientes características:

- a) Opera con fuerza motriz de un motor trifásico de 5 H.P.
- b) La transmisión está acoplada con un reductor que imparte movimiento a un grupo de levas y engranajes que actúan como servomecanismos en la operación de encapsulado del producto(s).
- c) Tiene un panel de control que opera sobre el centro motriz, de manera que al

(1) La información técnica y financiera para evaluar el reemplazo se recabó de un caso real de la Industria Farmacéutica Mexicana. Se guarda confidencialidad para respetar el desarrollo de sus operaciones.

funcionar -sin problemas- la operación sobre el producto, funciona el equipo continuamente. En caso de presentarse desajustes en la operación de encapsulado, los controles automáticos del panel detienen el centro motriz. En este sistema operan una serie de microinterruptores ubicados en las diferentes estaciones de proceso del encapsulado.

- d) El panel también controla lubricación central de goteo mediante un programa horario establecido. Aunque existen algunos servomecanismos que requieren lubricación adicional (manual), la cual es efectuada después de observaciones rutinarias.
- e) El panel controla dos bombas de vacío para apertura de cápsulas.
- f) Las estaciones del equipo que procesan el llenado de cápsulas, están dispuestas circularmente a un-plato-central que gira conduciendo las cápsulas hacia cada estación de proceso.
- g) Las estaciones de proceso son: (1) Surtidora de cápsula vacía; (2) Apertura de cápsulas vacías; (3) Dosificadoras de producto (polvos) por encapsular; (4) Seleccionadora de cápsulas defectuosas

(no dosificadas); (5) Estación simultánea de cierre-expulsión de cápsulas llenas (dosificadas).

- h) El equipo principal tiene como equipo auxiliar una aspiradora integrada a la operación del encapsulado, con el fin de eliminar derrames de polvo.

Este equipo es el eje central de un departamento productivo que provee de producto semiterminado para ser empacado en dos líneas de acondicionamiento (empaque) de producto final.

La operación normal requiere de un operador de proceso y un mecánico especializado en el servicio. Principalmente por la operación 2.01 de limpieza (Ver programa de mantenimiento) que es muy laboriosa (se requiere de mover 850 piezas).

El programa de servicios (mantenimiento preventivo) del equipo, es el que se muestra en seguida; y el cual para propósitos de evaluación en reemplazo se le han determinado los consumos correspondientes en mano de obra.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE
LA ENCAPSULADORA AZ-60

1) ACEITE Y ENGRASE	Frecuencia	Consumo Mano de Obra
1.01 Cambio de Aceite a Charola (transmisión general)	c/200 H-Maq.	3.0 H-H
1.02 Cambio de Aceite a Bombas de vacfo	c/100 H-Maq.	2.0 H-H
1.03 Cambio de Aceite a Flechas de Transporte de Trineos.	c/ 50 H-Maq.	4.0 H-H
1.04 Engrase de rodamientos	c/ 10 H-Maq.	0.25 H-H
1.05 Engrase de mecanismos accesorios	c/ 8 H-Maq.	0.5 H-H
2) LIMPIEZA		
2.01 Limpieza general de piezas p/encapsulado (formato)	c/ 25 H-Maq.	19.15 H-H
2.02 Limpieza de flechas, rodamientos y levas (transmisión)	c/250 H-Maq.	6.0 H-H
2.03 Limpieza de bombas de vacfo	c/200 H-Maq.	15.0 H-H

	Frecuencia	Consumo Mano de Obra
2.04 Limpieza de motores aspiración de polvos	c/ 50 H-Maq.	2.0 H-H
2.05 Limpieza de equipo accesorio	c/ 50 H-Maq.	3.0 H-H
2.06 Limpieza de panel de instrumentos	c/200 H-Maq.	4.0 H-H

3) INSPECCION Y AJUSTE

3.01 Inspección rutinaria de mecanismos generales	c/ 2 H-Maq.	0.5 H-H
3.02 Inspección de mecanismos de transmisión	c/ 24 H-Maq.	0.5 H-H
3.03 Inspección equipo de vacío	c/ 8 H-Maq.	0.5 H-H
3.04 Inspección de mecanismos de compresión mecánica	c/ 24 H-Maq.	0.7 H-H
3.05 Ajuste de boquillas de dosificación	c/ 15 H-Maq.	0.5 H-H
3.06 Ajuste de alimentadores de cápsula (vacía)	c/ 24 H-Maq.	0.5 H-H
3.07 Ajuste y limpieza de boquillas de expulsión	c/ 8 H-Maq.	0.7 H-H

	Frecuencia	Consumo Mano de Obra
3.08 Ajuste de Surtidor de polvos	c/ 8 H-Maq.	0.5 H-H

4) REPOSICION DE PARTES DETERIORADAS

4.01 Reposición de piezas generales de encapsulado (bujes)	c/750 H-Maq.	25.0 H-H
4.02 Reposición de resortes de compresión (boquillas)	c/300 H-Maq.	2.0 H-H
4.03 Reposición de rodamientos	c/500 H-Maq.	6.0 H-H
4.04 Reposición de filtros	c/100 H-Maq.	0.5 H-H
4.05 Reposición de boquillas	c/500 H-Maq.	2.0 H-H
4.06 Reposición de levas de compresión	c/1000 H-Maq.	4.0 H-H
4.07 Reposición de banda	c/750 H-Maq.	0.5 H-H
4.08 Reposición de motores de aspiración polvos	c/750 H-Maq.	2.0 H-H
4.09 Reposición de empaques de teflón	c/150 H-Maq.	4.0 H-H
4.10 Reposición o rectificación de rotor/impulsor de bombas (vacío)	c/750 H-Maq.	15.0 H-H

	Frecuencia	Consumo Mano de Obra
4.11 Reposición de baleros de asiento de flechas	c/800 H-Maq.	12.0 H-H
4.12 Reposición de trineos (soporte de bujes)	c/1000 H-Maq.	8.0 H-H
4.13 Reposición de la caja general de transmisión	c/2000 H-Maq.	6.0 H-H

Con este programa de mantenimiento puede procederse a calcular la relación de horas de producción efectiva a horas de mantenimiento necesario, de la manera que sigue:

BASE: 24 HORAS-MAQUINA DE OPERACION. (EQUIPO AZ-60)

$$\text{EVENTO 1.01 : } \frac{3 \text{ H-Hombre (consumidos en mantenimiento)}}{200 \text{ H-Maquina (p/mantenim) de evento}} \left[24 \text{ H-Maquina (de operación)} \right] = \underline{\underline{0.36}}$$

Evento	Consumo M.O.	Evento	Consumo M.O.
1.01 :	<u>0.36</u> H-H	3.01 :	6.00 H-H
1.02 :	0.48 H-H	3.02 :	0.50 H-H
1.03 :	1.92 H-H	3.03 :	1.50 H-H
1.04 :	0.60 H-H	3.04 :	0.70 H-H
1.05 :	1.50 H-H	3.05 :	0.80 H-H
2.01 :	18.384 H-H	3.06 :	0.50 H-H
2.02 :	0.576 H-H	3.07 :	2.10 H-H
2.03 :	1.80 H-H	3.08 :	1.50 H-H
2.04 :	0.96 H-H	4.01 :	0.80 H-H
2.05 :	1.44 H-H	4.02 :	0.16 H-H
2.06 :	0.48 H-H	4.03 :	0.288 H-H

Evento	Consumo M.O.	Evento	Consumo M.O.
4.04 :	0,12 H-H	4.09 :	0.64 H-H
4.05 :	0,096 H-H	4.10 :	0.48 H-H
4.06 :	0,096 H-H	4.11 :	0.36 H-H
4.07 :	0,016 H-H	4.12 :	0.192 H-H
4.08 :	0,016 H-H	4.13 :	0.072 H-H

M.O. : Mano de Obra
H.H : Horas hombre

Tiempo Total de eventos de mantenimiento c/24 h-Maq. de Operación	: 45.436 H-H
---	--------------

Para propósitos de cálculo se tomará un valor de 45.44 H-H.

Este equipo opera en un rango de 40,000 a 60,000 cápsulas/hora que es su capacidad de diseño. De acuerdo al fabricante la eficiencia del equipo presenta la siguiente distribución:

ARO :	1	2	3	4	5
% EFICIENCIA:	100	95	90	85	80
CAPS/HR :	60,000	57,000	54,000	51,000	48,000

ARO :	6	7	8	9
% EFICIENCIA:	75	70	60	50
CAPS/HR :	45,000	42,000	36,000	30,000

Mediante los consumos de tiempo en mantenimiento, y las eficiencias mencionadas, se elabora un cuadro de horas productivas a horas de mantenimiento como sigue:

% Eficiencia	HR-Máquina Operac.efectiva	Fracción del total de horas integradas ope- ración-mant.	HR - Manteni- miento com- binada con operación	Fracción del total de HR in- tegradas para Mant. y Serv.	Total HR integr. Oper. Mant.
100	24	0.346	45.44	0.654	69.44
95	24	0.334	47.83	0.666	71.83
90	24	0.322	50.49	0.678	74.49
85	24	0.310	53.46	0.690	77.46
80	24	0.297	56.80	0.703	80.80
75	24	0.284	60.59	0.716	84.59
70	24	0.270	64.91	0.730	88.91
60	24	0.241	75.73	0.759	99.73
50	24	0.209	90.88	0.791	114.88

Con la consideración de que las empresas - farmacéuticas trabajan un turno de 8 hr diarias y otorgan concesiones a los operarios en un promedio de una hora; los equipos se trabajan realmente siete horas efectivas. - Por lo tanto, anualmente se trabajan 2,555 hrs.

$$\left(\frac{7 \text{ Hr}}{\text{día}} \right) \left(\frac{365 \text{ días}}{\text{año}} \right) = 2,555 \frac{\text{hr}}{\text{año}}$$

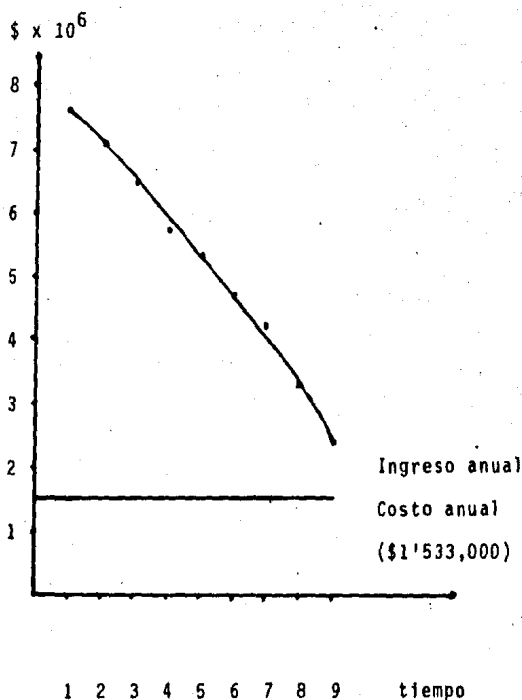
Con la información disponible se requiere evaluar el costo horario de operación, y con ello formular los costos anuales que se dan origen.

Dependiendo del tamaño de la empresa, así como de su particular nivel de costo integrado, que incluye mano de obra, cargos directos e indirectos y materiales accesorios, se toma un costo integrado unitario. En este caso se toma como costo \$600/hora. Al procesar la información se obtiene el siguiente cuadro:

* Los días hábiles de trabajo son 250 en promedio, pero ya que las empresas farmacéuticas trabajan tiempos extras y sábados, se consideró 365 días que equivale a un 46% más de lo habitual.

Año	% eficiencia equipo	Capacidad del equipo por hr (caps./hr)	Horas efectivas de producción anual	Horas efectivas de mantenim. y servicio anual	Producción real por año (caps/año)x10 ⁶	Ingreso anual (\$) originado por la venta total de las cápsulas fabricadas	Utilidad bruta (\$) (ingreso - costo)	\$ Utilidad después de impuesto (tasa imp.50%)	Costo Unitario por cápsula (\$/cap)	\$/cap) Ingreso unitario (base 53.040x10 ⁶ caps)	\$/cap) Utilidad unitaria desp. de imppto. (Base 53.040x10 ⁶ caps)
1	100	60,000	884	1,671	53,040	7'690,800	6'157,800	3'078,900	0.029	0.145	0.058
2	95	57,000	853	1,702	48,621	7'050,045	5'517,045	2'758,523	0.032	0.133	0.052
3	90	54,000	823	1,732	44,442	6'444,090	4'911,090	2'455,545	0.035	0.121	0.046
4	85	51,000	792	1,763	40,392	5'856,840	4'323,840	2'161,920	0.038	0.110	0.041
5	80	48,000	759	1,796	36,432	5'282,640	3'749,640	1'874,820	0.042	0.100	0.035
6	75	45,000	726	1,829	32,670	4'737,150	3'204,150	1'602,075	0.047	0.089	0.030
7	70	42,000	690	1,866	28,980	4'202,100	2'669,100	1'334,550	0.053	0.079	0.025
8	60	36,000	616	1,939	22,176	3'215,520	1'682,520	841,260	0.069	0.061	0.016
9	50	30,000	534	2,021	16,020	2'322,900	789,900	394,950	0.095	0.044	0.007

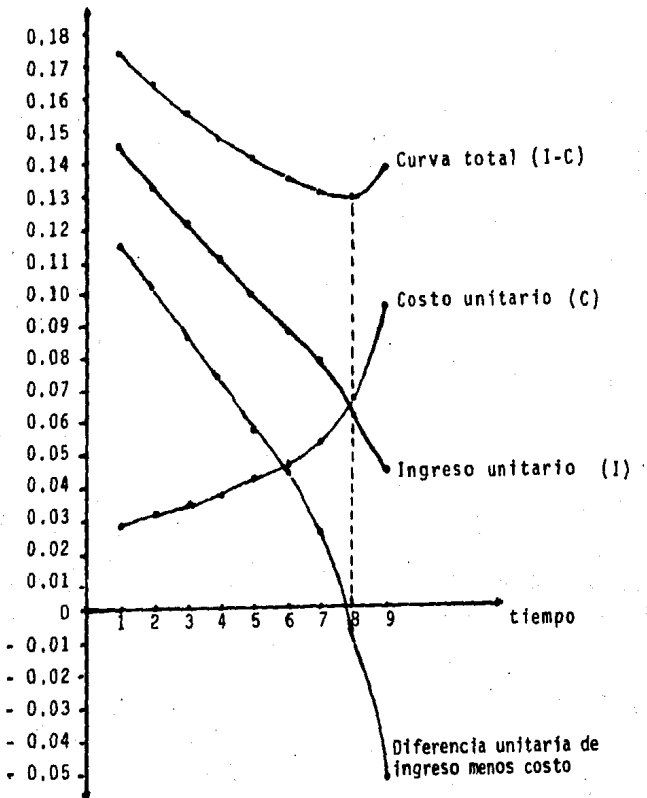
Base: Costo integrado 600 \$/hr, suponiendo costo constante en el tiempo de evaluación, lo cual implica un costo anual de \$1'533,000. El ingreso es considerando que el costo unitario del año 1 representa un 20% de éste, y se aplica al tiempo de evaluación como constante (0.145 \$/caps.)



La gráfica anterior muestra un análisis simplista, al suponer durante los nueve años un costo anual fijo, sin embargo muestra que los ingresos disminuyen considerablemente debido a la paulatina disminución de eficiencia del equipo.

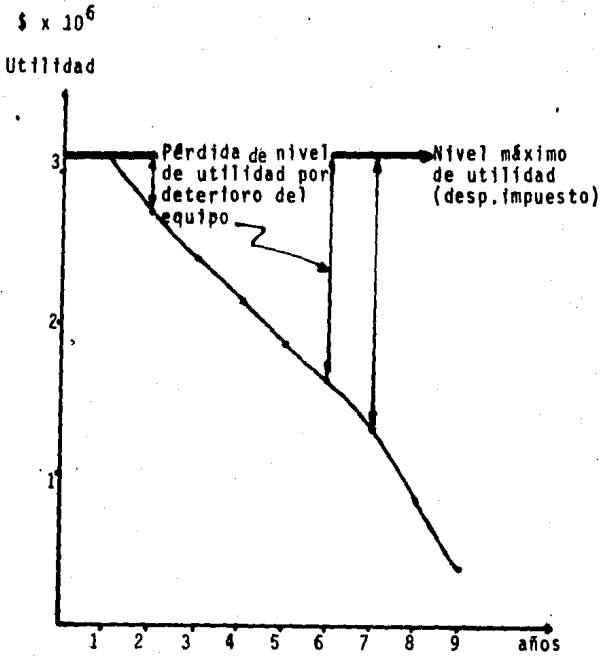
GRAFICA DE INGRESO ANUAL VS. COSTO ANUAL (BASE CONSTANTE)

Pero otra apreciación de la conducta de ingresos y los costos unitarios se puede obtener a partir de la información disponible en el cuadro N° 5, con lo que puede construirse la siguiente gráfica. De la cual como se aprecia sugiere que el reemplazo del equipo sea efectuado durante el octavo año.



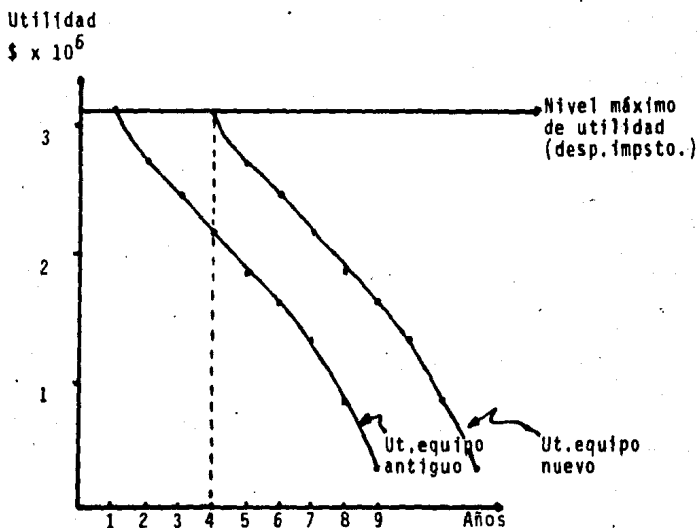
Interpretaciones adicionales pueden obtenerse si se observa que el nivel original de la utilidad después de impuestos disminuye paulatinamente hasta llegar a un momento en el cual se reduce tanto este nivel, que puede esperarse un mayor beneficio si se efectúa un cambio del equipo antiguo - después de recuperar la inversión; esto sucedería después del segundo año. Sin embargo, si se tuviera que comprar un equipo nuevo similar al antiguo, habría necesidad de esperar obtener una utilidad que cubriera la inversión de este último equipo. Lo cual implicaría esperar a tener utilidades de \$9'000,000 (4'500,000 por 2 equipos). Esto se lograría a finales del cuarto año, en el cual se logra ganar una utilidad acumulada de \$10'454,888.

Para visualizar este proceso se muestra la siguiente gráfica:



AÑO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
% de utilidad desp. de impuesto con respecto al nivel óptimo de operación	100	89,6	79,8	70,2	60,9	52,0	43,3	27,3	12,8

La gráfica muestra una evidente pérdida de nivel de utilidad, y ello conduce a inferir que es posible mejorar los beneficios si se efectúa un reemplazo al final del cuarto año* y de esta manera buscar mantener un nivel óptimo de utilidad, la cual sería posible al tener trabajando el equipo a una elevada eficiencia. La gráfica siguiente describe esta posible situación:



* Al cuarto año las utilidades generadas permitirían pagar la máquina original y tener dinero adicional para adquirir una nueva.

Es de relevante importancia subrayar la ayuda que puede proporcionar la información del cuadro N° 5, puesto que muestra la distribución de costos unitarios que el equipo puede generar. Y ello proporciona información de las necesidades de fondos que deben ser asignados en cada periodo para la operación y mantenimiento del equipo AZ-60.

Asimismo, este planteamiento puede realizarse para todas las alternativas de equipos que se desee evaluar. Y con ello obtener la asignación de fondos requeridos, y las posibilidades de comparar alternativas.

Este primer planteamiento parte de una base constante en el valor de los costos anuales, para posteriormente adicionar los efectos que la realidad plantea.

Siendo bosquejados los requerimientos económicos que un equipo puede generar y a partir de ellos establecerse un patrón de fondos que deberán ser asignados en la vida futura del equipo en operación.

4.4 FINANCIACION PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO.

Para decidir si procede financiar el reemplazo de un equipo, es necesario analizar los flujos de efectivo que se esperan tener con el equipo que está evaluándose. Así también, los desembolsos debido a los costos que genera y el tiempo que optimiza el costo total anual equivalente para efectuar su reemplazo. Esto se visualiza mejor si se continúa con el caso expuesto del equipo encapsulador AZ-60.

Para recuperar la inversión hecha en el equipo, fiscalmente se permite depreciar en línea recta, es por ello que en el cuadro N° 6, aparece la depreciación de esta manera. Así también se dan los valores de rescate (salvamento o realizables), más probables para los periodos que se involucran en el horizonte de planeación. Por último se aclara que se considera un tiempo de nueve años (como horizonte de planeación) en base a la disposición fiscal de tiempo por depreciar el equipo.

El equipo(encapsulador AZ-60) tiene un costo de \$4'500,000

C U A D R O N° 6

(Base: Producción de 53'040,000 cápsulas/año).

Final del año	Depreciación	Valor en libros	* Valor de Rescate	Costos de Operación y Mantenimiento
1	500,000	4'000,000	3'000,000	1'538,160
2	500,000	3'500,000	2'500,000	1'697,280
3	500,000	3'000,000	2'000,000	1'856,400
4	500,000	2'500,000	1'500,000	2'015,520
5	500,000	2'000,000	1'000,000	2'227,680
6	500,000	1'500,000	900,000	2'492,880
7	500,000	1'000,000	700,000	2'811,120
8	500,000	500,000	500,000	3'659,760
9	500,000	0	300,000	5'038,800

* Es la mejor estimación que puede hacerse. Con la información organizada, se procede a elaborar el flujo de efectivo para los diferentes períodos de permanencia con el activo (Encapsuladora AZ-60)

Se considera que la empresa tiene una tasa impositiva del 50%.

El objetivo de realizar el flujo de efectivo es determinar la cantidad de (+) ingresos y (-) egresos que podrían presentarse. Esto se realiza como se asienta el desarrollo del cuadro 7, donde al flujo de efectivo antes de impuesto se le suma la depreciación; que no es un egreso real sino un mecanismo de recuperar la inversión, y se obtiene de dicha suma la cantidad gravable; es decir, sobre la que el fisco va a operar la tasa impositiva establecida para la empresa.

Una vez determinado el impuesto, cuyo impacto es favorable cuando la empresa tiene pérdidas ya que el fisco absorbe el 50%, se sustrae del flujo de efectivo antes de impuestos, el impuesto, y se obtiene el flujo de efectivo después de impuestos.(1).

(1) Esta conceptualización del flujo de efectivo corresponde a la aplicación práctica para la evaluación de la compra y el reemplazo del equipo en diferentes períodos. No incluye el flujo de fondos global que se analiza en una sección posterior para poder evaluar el costo anual equivalente y la tasa interna de rendimiento.

ANALISIS DEL FLUJO DE EFECTIVO PARA DIFERENTES PERIODOS
DE PERMANENCIA CON EL ACTIVO.

C U A D R O N° 7

ANO	FLUJO EFEC- TIVO ANTES DE IMPUESTO	DEPRECIACION	CANTIDAD GRAVABLE	(-) IMPUES- TOS O (+) AHORROS	FLUJO DE EFECTIVO DESP. DE IMPTO.
SI SE PERMANECE UN AÑO CON EL ACTIVO					
0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	- 500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
1	3'000,000			-1'500,000	1'500,000
SI SE PERMANECE DOS AÑOS CON EL ACTIVO					
0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	- 500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	- 500,000	-2'197,280	+1'098,640	- 598,640
2	2'500,000			-1'250,000	1'250,000
SI SE PERMANECE TRES AÑOS CON EL ACTIVO					
0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	- 500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	- 500,000	-2'197,280	+1'098,640	- 598,640
3	-1'856,400	- 500,000	-2'356,400	+1'178,200	- 678,200
3	2'000,000			-1'000,000	1'000,000

Continúa Cuadro N° 7

AÑO	FLUJO EFEC- TIVO ANTES DE IMPSTO.	DEPRECIACION	CANTIDAD GRAVABLE	(-) IMPUES- TOS O (+) AHORROS	FLUJO DE EFECTIVO DESP. DE IMPSTO.
-----	---	--------------	----------------------	-------------------------------------	--

SI SE PERMANECE CUATRO AÑOS CON EL ACTIVO

0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	-500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	-500,000	-2'197,280	+1'098,640	- 598,640
3	-1'856,400	-500,000	-2'356,400	+1'178,200	- 678,200
4	-2'015,520	-500,000	-2'515,520	+1'257,760	- 757,760
4	1'500,000			- 750,000	750,000

SI SE PERMANECE CINCO AÑOS CON EL ACTIVO

0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	-500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	-500,000	-2'197,280	+1'098,640	- 598,640
3	-1'856,400	-500,000	-2'356,400	+1'178,200	- 678,200
4	-2'015,520	-500,000	-2'515,520	+1'257,760	- 757,760
5	-2'227,680	-500,000	-2,727,680	+1'363,840	- 863,840
5	1'000,000			- 500,000	500,000

SI SE PERMANECE SEIS AÑOS CON EL ACTIVO

0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	-500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	-500,000	-2'197,280	+1'098,640	- 598,640
3	-1'856,400	-500,000	-2'356,400	+1'178,200	- 678,200

AÑO	FLUJO EFEC- TIVO ANTES DE IMPSTO.	DEPRECIACION	CANTIDAD GRAVABLE	(-) IMPUES- TOS O (+) AHORROS	FLUJO DE EFECTIVO DESP. DE IMPSTO.
4	-2'015,520	-500,000	-2'515,520	+1'257,760	- 757,760
5	-2'227,680	-500,000	-2'727,680	+1'363,840	- 863,840
6	-2'492,880	-500,000	-2'992,880	+1'496,400	- 996,440
6	900,000			- 450,000	450,000

SI SE PERMANECE SIETE AÑOS CON EL ACTIVO

0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	-500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	-500,000	-2'197,280	+1'098,640	- 598,640
3	-1'856,400	-500,000	-2'356,400	+1'178,200	- 678,200
4	-2'015,520	-500,000	-2'515,520	+1'257,760	- 757,760
5	-2'227,680	-500,000	-2'727,680	+1'363,840	- 863,840
6	-2'492,880	-500,000	-2'992,880	+1'496,400	- 996,440
7	-2'811,120	-500,000	-3'311,120	+1'655,560	-1'155,560
7	700,000			- 350,000	350,000

SI SE PERMANECE OCHO AÑOS CON EL ACTIVO

0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	-500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	-500,000	-2'197,280	+1'098,640	- 598,640
3	-1'856,400	-500,000	-2'356,400	+1'178,200	- 678,200
4	-2'015,520	-500,000	-2'515,520	+1'257,760	- 757,760

Continúa Cuadro N° 7

ANO	FLUJO EFEC- TIVO DE IMPSTO.	DEPRECIACION	CANTIDAD GRAVABLE	(-) IMPUES- TOS O (+) AHORROS	FLUJO DE EFECTIVO DESP. DE IMPSTO.
5	-2'227,680	-500,000	-2'727,680	+1'363,840	- 863,840
6	-2'492,880	-500,000	-2'992,880	+1'496,400	- 996,440
7	-2'811,120	-500,000	-3'311,120	+1'665,560	-1'155,560
8	-3'659,760	-500,000	-4'159,760	+2'079,880	-1'579,880
8	500,000			- 250,000	250,000

SI SE PERMANECE NUEVE AÑOS CON EL ACTIVO

0	-4'500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	-500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	-500,000	-2'197,280	+1'98,640	- 598,640
3	-1'856,400	-500,000	-2'356,400	+1'178,200	- 678,200
4	-2'015,520	-500,000	-2'515,520	+1'257,760	- 757,760
5	-2'027,680	-500,000	-2'727,680	+1'363,840	- 863,840
6	-2'492,880	-500,000	-2'992,880	+1'496,400	- 996,440
7	-2'811,120	-500,000	-3'311,120	+1'665,560	-1'155,560
8	-3'659,760	-500,000	-4'159,760	+2'079,880	-1'579,880
9	-5'038,800	-500,000	-5'538,800	+2'769,400	-2'269,400
9	300,000			- 150,000	150,000

Teniendo los flujos de efectivo para los diferentes periodos de permanencia, se procede a determinar los valores (costos) anuales equivalentes de éstos

C U A D R O 7 b

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO (COSTO TOTAL) DESPUES DE IMPUESTO	VALOR DE RESCATE DESP. DE IMPUESTO	* VALOR PRESENTE NETO SI SE PERMANECE N AÑOS CON EL ACTIVO	f (A/P) _n FACTOR DE ANUALIDAD EQUIVALENTE	COSTO ANUAL EQUIVALENTE
0	-4'500,000				
1	- 519,080	1'500,000	-3'647,026	1.1500	-4'194,080
2	- 598,640	1'250,000	-4'458,852	0.6151	-2'742,640
3	- 678,200	1'000,000	-5'192,443	0.4380	-2'274,290
4	- 757,760	750,000	-5'854,396	0.3503	-2'050,795
5	- 863,840	500,000	-6'464,104	0.2983	-1'928,242
6	- 996,440	450,000	-6'948,933	0.2642	-1'835,908
7	-1'155,560	350,000	-7'446,321	0.2404	-1'790,096
8	-1'579,880	250,000	-8'012,639	0.2229	-1'786,017
9	-2'269,400	150,000	-8'696,830	0.2096	-1'822,856

⊕ Valor más bajo

* Se evalúa con una tasa de recuperación del 15%; con los flujos de efectivo después de impuestos y los valores de rescate se aplica la evaluación del Valor Presente Neto a la tasa de Rendimiento mínima atractiva (TREMA) 15%, que ha establecido la empresa. Con ello los flujos están referidos a un punto de evaluación en el tiempo. Sin embargo para evaluar las proporciones de desembolso hechas para cada periodo de permanencia dado y de esta manera obtener un medio de comparación por periodo; se multiplica el factor de anualidad equivalente por el valor presente.

A través de la situación que se ha analizado, se ha visto que el costo anual y el ingreso unitario base se han mantenido constantes, también se ha observado que los costos unitarios están íntimamente ligados a la eficiencia que el equipo proporcione en su vida operativa. (Cuadro N° 5).

Una comparación anual entre los ingresos generados por el valor de rescate y los costos generados para cada período se puede apreciar en el siguiente cuadro:

ARO	FLUJO DE EFECTIVO (COSTO TOTAL) DESPUES DE IMPSTO.	VALOR DE RESCATE DESPUES DE IMPSTO.	* (+) GANANCIA O (-) PERDIDA EN EL AÑO N	(+) GANANCIA O (-) PERDIDA EN EL AÑO N INCLUYENDO INVERSION Y COSTO ACUMULADO
0	-4'500,000			
1	- 519,080	1'500,000	+ 980,920	-3'519,080
2	- 598,640	1'250,000	+ 651,360	-4'367,720
3	- 678,200	1'000,000	+ 321,800	-5'295,920
4	- 757,760	750,000	- ,7,760	-6'303,680
5	- 863,840	500,000	- 363,840	-7'417,520
6	- 996,440	450,000	- 546,440	-8'463,960
7	-1'155,560	350,000	- 805,560	-9'719,520
8	-1'579,880	250,000	-1'329,880	-11'399,400
9	-2'269,400	150,000	-2'119,400	-13'768,800

* Sin incluir inversión inicial.

En este cuadro se aprecia que existe un período a partir del cual los costos son mayores al ingreso que proveerfa el valor de rescate.

Por otra parte, al incluir la inversión inicial y acumular los costos generados por operación y mantenimiento del equipo, se observan progresivos incrementos durante los períodos sucesivos en el horizonte de planeación,

Al incluir una tasa de recuperación del 15% en la evaluación del flujo de efectivo para diferentes períodos de permanencia (Cuadro N° 7B), se observa un decremento del costo anual/equivalente que llega a ser mínimo al final del año 8 y posterior a éste vuelve a incrementarse.

Lo anterior se puede interpretar como la existencia de un período en el cual existe una minimización del costo que genera el equipo,

Al avocarse a la evaluación de un proyecto de inversión, cuyo objetivo es reemplazar un equipo, se debe evaluar y analizar su jus-

tificación. En el caso particular del equipo que se analiza se ha determinado de manera simple que el equipo encapsulador - AZ-60 debe reemplazarse después de un tiempo de 8 años. Pero considerando que se tenga una tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA) del 15%. Sin embargo, así como se tomó tal cifra pudo considerarse otra cualquiera. Ello estará en función de la particular fuente de financiamiento que se tenga.

Aquí es necesario recordar lo que anteriormente se comentó respecto a la existencia de fuentes de financiamiento internas y externas. De las que se puede comentar que serán utilizadas de acuerdo al costo mínimo que generen, o en base a la maximización de los beneficios que puedan obtenerse, por el hecho de contribuir a una mayor estabilidad financiera de la empresa.

En el caso de financiación para reemplazo de equipo, en términos generales se puede mencionar que es de naturaleza interna. Es decir, por utilidades retenidas o por deuda. Y que de las posibles alternativas de deuda pueden ser por préstamos a plazos, financiación del arriendo, crédito refaccionario, crédito industrial, u otros.

El factor relevante para la elección será su costo, y las limitaciones que de ello deriven hacia la empresa. Por lo cual ésta siempre debe escoger la alternativa que genere un costo de financiamiento mínimo - posible.

Pero para visualizar cómo repercute esta financiación, es conveniente volver al análisis del equipo AZ-60 y evaluar cómo influyen los diferentes costos de las fuentes de financiamiento en los costos anuales equivalentes que se tengan. Esto se aprecia mediante un análisis de sensibilidad, que será tratado en el siguiente capítulo.

4.5 CONSIDERACIONES DE REEMPLAZO DE EQUIPO EN EL PRESUPUESTO DE CAPITAL.

Es importante discutir cuales criterios son relevantes aplicar cuando se elabora un presupuesto de capital en el renglón correspondiente a reemplazo de equipo.

En primer término al formular el presupuesto correspondiente para inversiones se tiene el objetivo de que éstas generen un rendimiento superior al costo del capital que emplea la empresa, o al menos sea igual a este costo. También se pretende que las inversiones reduzcan la proporción de costos existentes o cuando menos eviten costos que puedan generarse en el futuro.

La industria, en este caso Farmacéutica, emplea equipos de proceso para producir los productos que serán vendidos y de éstos se generen ingresos. Dichos equipos son generalmente trabajados en una amplia gama de condiciones, las cuales dependen de la variedad de productos que se elaboran. Esos productos ocasionan muchas veces deterioro adicional a los equipos que los procesan, y sólo las personas que tienen contacto directo en primera o segunda instancia pueden percatarse de estos desgastes prematuros.

Con lo mencionado se trata de subrayar la importancia que tiene recabar información de las fallas más frecuentes, y quizá de las particulares que pueden existir en el diseño de los equipos. Porque con ello se puede lograr una cuantificación realística de los gastos que generan los equipos.

Así también, con esa información pueden estimarse la frecuencia de paros en el equipo, y como consecuencia la generación de mayores gastos.

Todo ello conduce a tener los elementos de juicio que justifiquen técnicamente un reemplazo de equipo; y de esta manera proceder a revisar el aspecto financiero que prevalecerá al analizar ese particular proyecto de inversión. Sin embargo, cabe hacerse una pregunta: ¿Pero todo este análisis que se efectúa a qué conduce? La respuesta debe ser obvia; simplemente a maximizar el valor de la empresa, y por ello debe integrarse como una parte de suma importancia en el presupuesto de capital, ya que es en éste donde se van asignando los proyectos potenciales que contribuirán a maximizar la riqueza de los propietarios. El no prever reemplazos de los equipos en el presupuesto de capital puede ocasionar limitaciones en la futura -

subsistencia de la empresa, o por lo menos, deterioro en su capacidad de generar riqueza.

Existen muchas empresas de otras industrias o quizá de las mismas empresas farmacéuticas, que han descuidado su previsión en el presupuesto de capital de recursos destinados a reemplazos de equipo, y por ello se han visto limitadas en la generación de utilidades, o proyección de crecimiento.

Por todos los argumentos anteriores, es posible percatarse que al considerar proyectos de inversión destinados al reemplazo de equipo dentro del presupuesto de capital, se están previendo adecuadas políticas de crecimiento. Motivo por el cual deben existir constantes estudios avocados a estos tópicos.

V DIFERENTES ALTERNATIVAS DE SENSIBILIZACION EN LA
EVALUACION DE REEMPLAZOS DE EQUIPO.

5.0 ANALISIS DE SENSIBILIDAD APLICADO A LOS DI-
FERENTES COSTOS DE CAPITAL.

Al evaluar un proyecto de inversión existe un rango de posibilidades para los valores de los factores relevantes considerados. El análisis de dicho rango implica la sensibilización de ese(os) factor(es) considerado(s), permitiendo obtener una idea más precisa en la repercusión de las variaciones que se puedan presentar.

La ilustración del equipo AZ-60 considerado con anterioridad, permitirá evidenciar la utilidad del análisis de sensibilidad.

Para proceder con el análisis del ejemplo desarrollado, cabe aclarar que se van a considerar cierta tasa a la cual se le ha denominado tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA). Esta tasa incluye el costo de la financiación escogida y un porcentaje adicional que la empresa selecciona para beneficio o cobertura adicional.

Un claro ejemplo sería el siguiente: Si una fuente de financiamiento cuesta 10% a la empresa, ésta podría decidir una TREMA del 15% y con ella estaría cubierta con un 5% adicional.

En el análisis de la sección 4.3 hecho al equipo AZ-60 se consideró una TREMA del 15%. Pero al proceder al análisis de sensibilidad se va a considerar que dicho 15% ha sido uno de los posibles costos que originan las fuentes de financiamiento y que va a compararse con otros costos, cuyas tasas son: 10%, 20% y 25%. Los costos totales después de impuestos y los valores de rescate después de impuestos son los mismos empleados en el cuadro N° 7b, que analiza el costo anual equivalente al 15%. El cuadro N° 8a muestra los costos para las tasas del 10%, 20% y 25%.

C U A D R O N° 8 a

TASA DE FINANCIAMIENTO (10%)

ANO	VALOR PRESENTE NETO SI SE PER- MANECE N AÑOS CON EL ACTIVO	FACTOR DE ANUALIDAD EQUIVALENTE	COSTO ANUAL EQUIVALENTE
1	-3'608,255	1.1000	-3'969,081
2	-4'433,577	0.5762	-2'554,627
3	-5'224,862	0.4021	-2'100,917
4	-5'981,477	0.3155	-1'887,156
5	-6'719,653	0.2638	-1'772,644
6	-7'338,564	0.2296	-1'684,934
7	-8'005,957	0.2054	-1'644,424
8	-8'805,962	0.1874	-1'650,237
9	-9'821,421	0.1736	-1'704,999

TASA DE FINANCIAMIENTO (20%)

ANO	VALOR PRESENTE NETO SI SE PER- MANECE N AÑOS CON EL ACTIVO	FACTOR DE ANUALIDAD EQUIVALENTE	COSTO ANUAL EQUIVALENTE
1	-3'682,567	1.2000	-4'419,080
2	-4'480,233	0.6545	-2'932,313
3	-5'162,062	0.4747	-2'450,431
4	-5'744,508	0.3863	-2'219,103
5	-6'252,417	0.3344	-2'090,808
6	-6'636,357	0.3007	-1'995,553
7	-7'011,879	0.2774	-1'945,095
8	-7'418,845	0.2606	-1'933,351
9	-7'887,741	0.2481	-1'956,949

Continuación Cuadro N° 8a

TASA DE FINANCIAMIENTO (25%)

ANO	VALOR PRESENTE NETO SI SE PER- MANECE N AROS CON EL ACTIVO	FACTOR DE ANUALIDAD EQUIVALENTE	COSTO ANUAL EQUIVALENTE
1	-3'715,264	1.2500	-4'544,080
2	-4'498,394	0.8944	-4'023,364
3	-5'133,632	0.5123	-2'629,960
4	-5'648,810	0.4234	-2'391,706
5	-6'075,234	0.3716	-2'257,557
6	-6'382,320	0.3388	-2'162,330
7	-6'669,223	0.3163	-2'109,475
8	-6'965,740	0.3004	-2'092,508
9	-7'292,144	0.2668	-1'945,544

Los resultados presentados en la obtención de los costos anuales equivalentes (Cuadro N° 8 a), para diferentes tasas de financiamiento es el siguiente:

TASA DE FINAN- CIAMIENTO	COSTO ANUAL EQUIVA- LENTE MINIMO PRE- SENTADO	ANO EN QUE EL COSTO ANUAL ES MINIMO
10	-1'644,424	7
15	-1'786,017	8
20	-1'933,351	8
25	-1'945,544	9

En la sensibilización anterior se pueden apreciar varias tendencias. (a) Con tasas de financiamiento más altas, el costo mínimo anual equivalente que se presenta tiende a ser más elevado (por ello más costoso). (b) El año donde el costo anual equivalente es mínimo, tiende a ser más retirado del origen del proyecto a medida que la tasa de financiamiento es más alta. (c) En general el Valor Presente Neto tiende a ser menor proporcionalmente con el incremento de las tasas de financiamiento; esto naturalmente origina que los ingresos (por valor de rescate), tiendan a ser menores y por ende se prolonga el tiempo en el cual exista un costo anual equivalente mínimo, y la posibilidad de efectuar un reemplazo óptimo. Como consecuencia esto puede originar limitaciones en la empresa si existen constantes cambios tecnológicos en los equipos por reemplazar.

Pero, pasando a un análisis donde se integren los ingresos con los costos y su conducta global; se preguntaría: ¿cómo afectarían éstos el flujo de efectivo a los diferentes periodos? : El Flujo de efectivo para los costos (egresos) ya fue desarrollado, así como el de los valores de rescate, en el caso de los ingresos se tendría el que aparece en el cuadro N°5, como utilidad des-

pués de impuestos; que integrado en total daría el flujo siguiente: es decir utilidad (después de impuesto), menos costo (después de impuesto).

C U A D R O N° 8b

ARO	FLUJO DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUESTO
0	-4'500,000
1	+2'559,820
2	+2'159,883
3	+1'777,345
4	+1'404,160
5	+1'010,980
6	+ 605,635
7	+ 178,990
8	- 738,620
9	-1'874,450

Este cuadro 8b muestra que a partir del año 8 se incurre en fuertes pérdidas.

Sin embargo, para tener un panorama completo es necesario evaluar la tasa interna de rendimiento que da este flujo en su horizon-

te de 9 años. Y el resultado obtenido da 33%, el cual cubriría la tasa de financiamiento y daría un margen adicional de ganancia.

Por otra parte, sería ilustrativo analizar cuáles serían sus valores anuales equivalentes para diferentes periodos de permanencia:

CUADRO N° 9a

AÑO	FLUJO DE EFECTIVO DE IMPUESTO	VALORES DE RESCATE DESPUES DE IMPUESTO	VALOR PRESENTE NETO SI SE PERMANECE N AÑOS CON EL ACTIVO	* FACTOR DE ANUALIDAD EQUIVALENTE	VALOR ANUAL EQUIVALENTE
0	-4'500,000				
1	+2'559,820	1'500,000	-1'492,726	1.3500	-2'015.180
2	+2'159,883	1'250,000	- 732,845	0.7755	- 568,321
3	+1'777,345	1'000,000	- 289,886	0.5897	- 170,946
4	+1'404,160	750,000	- 47,779	0.5008	- 23,928
5	+1'010,980	500,000	+ 63,389	0.4505	+ 28,557
6	+ 605,635	450,000	+ 126,268	0.4193	+ 52,944
7	+ 178,990	350,000	+ 116,661	0.3988	+ 46,524
8	- 738,620	250,000	+ 29,543	0.3849	+ 11,371
9	-1'874,450	150,000	- 108,901	0.3752	- 40,860

* TREMA 35%

En el cuadro N°9a se aprecia que el valor anual equivalente de operar el equipo teniendo una tasa de rendimiento mínima atractiva del 35%, presenta pérdidas en los primeros cuatro años, después de este tiempo, del quinto año al octavo, presenta ingresos que primeramente crecen hasta llegar a un máximo en el 6o. año y después paulatinamente disminuyen hasta llegar al noveno año, en el cual se presentan nuevamente pérdidas.

Dicha conducta del valor anual equivalente para los nueve períodos, se puede interpretar de la manera siguiente:

- a) Durante los primeros cuatro años se han ido recuperando los egresos que se presentaron por la inversión inicial, además de cubrir los gastos en operación y mantenimiento, por ésto el resultado es negativo. Además, en esos cuatro primeros años, el equipo ha dado un adecuado nivel de producción y sus costos son sobradamente compensados con la producción realizada (y por supuesto vendida).
- b) Del quinto al octavo año se tienen ingresos que vienen a contribuir a las utilidades netas que se tengan. Donde se apre

cia que hay un año en el cual los ingresos son máximos, siendo el caso del sexto año; después de este período, - los ingresos disminuyen progresivamente hasta llegar a efectuar desembolsos en el noveno año. Lo cual es debido a los incrementos en los costos de mantenimiento por efecto de deterioro del equipo.

Así también, la eficiencia de éste se ve disminuida notablemente; motivo por el cual la producción esperada es menor, y los costos que debe absorber ésta se ven incrementados.

Por otra parte, es lógico pensar que el período en el cual se debería efectuar el reemplazo sería después del quinto año, pero no después del octavo año, ya que ello significaría tener pérdidas. Esto presenta coherencia con las evaluaciones de costo mínimo que indican reemplazos posibles (dependiendo de las tasas de financiamiento), en los años siete y ocho, pero no en la que indica reemplazo en el año nueve.

En este último caso no se efectuaría el reemplazo en el año nueve, ya que aunque en éste

se sitúa un posible costo mínimo a la tasa de financiamiento del 25%, los costos generados son tan elevados que su costo provoca pérdidas.

Todo lo expuesto induce a tener conciencia de la repercusión que traen consigo los costos de financiamiento de las posibles fuentes económicas que existan, ya que de éllo dependerán las decisiones oportunas de efectuar reemplazos óptimos. Así también será necesario analizar cuidadosamente el rango de alternativas existentes para cada uno de los costos que genere cada fuente de financiamiento, porque a un mayor costo necesariamente existirá una mayor limitación en oportunidades de optimizar beneficios.

5.1 EVALUACION COMPARATIVA ENTRE EQUIPO ANTIGUO Y EQUIPO NUEVO.

Las situaciones tratadas han sido enfocadas en la búsqueda de la vida económica de un -- equipo, a fin de optimizar su servicio. Pero ahora se procederá a analizar aquellas alternativas de decisión donde se comparan los - beneficios que está dando un equipo "viejo" (defensor), con los que puede dar un equipo nuevo (retador).

Para ilustrar la situación se aplicará el - mismo caso del equipo encapsulador AZ-60, - refiriéndose al cuadro N° 9a.

Suponiendo que se ha trabajado tres años con el equipo (viejo) y que se desea comparar con un equipo nuevo de similares características. El equipo (viejo) tiene un flujo de efectivo como el que muestra el cuadro N° 9a, sólo que partiendo del año tres y un valor de rescate de \$2'950,000 (ver Cuadro 13; que es una apreciación más apegada a la realidad). Si el equipo nuevo costara \$6'000,000 y tuviera un flujo como el que sigue:

ARO	1	2	3	4	5	6
Flujo de efectivo después de impuesto \$	3'100,000	2'950,000	2'600,000	2'000,000	1'600,000	1'100,000

sería provechoso cambiarlo?

El criterio que es lógico aplicar sería determinar si la inversión adicional por el equipo nuevo - tiene un rendimiento igual o superior al que - tiene el equipo "antiguo". Esto mediante el - diferencial de utilidad que proporciona el equipo nuevo:

ARO	FLUJO DE EFECTIVO DESPUES DE IMPSTOS. (DEFENSOR)	FLUJO DE EFECTIVO DESPUES DE IMPSTOS. (RETADOR)	DIFERENCIA RETADOR-DEFENSOR
0	-2'950,000	-6'000,000	-3'050,000
1	+1'404,160	+3'100,000	+1'695,840
2	+1'010,980	+2'950,000	+1'939,020
3	+ 605,635	+2'600,000	+1'994,365
4	+ 178,990	+2'000,000	+1'821,010
5	+ 738,620	+1'600,000	+2'338,620
6	-1'874,450	+1'100,000	+2'974,450

Si a esta diferencia se le evalúa su tasa interna de rendimiento y se obtiene de igual o superior valor al del equipo antiguo, se aceptará el reemplazo. De manera contraria, no sería favorable efectuar el reemplazamiento, por lo menos con este equipo nuevo, ya que los beneficios que de él derivarían no igualan al equipo antiguo.

Al evaluar la tasa interna de rendimiento que proporciona el equipo nuevo se obtiene una tasa del 58.56% que, comparativamente con el 33% que da el equipo antiguo (cuadro N° 8b), supera por una diferencia del 25.56%. Por lo tanto, sería muy conveniente invertir los \$3'050,000.00 adicionales al reemplazar el equipo antiguo.

Bajo este criterio, podrían evaluarse otros equipos que estuvieran con posibilidad de reemplazar al equipo antiguo y de esos seleccionar el que proporcione una mayor ventaja en su tasa interna de rendimiento.

Esta es una forma de evaluación que basa su análisis en la diferencia a favor o en contra respecto a la Tasa Interna de Rendimiento Diferencial. Sin embargo, si se tuviera la posibilidad de reemplazo teniendo como -

retador a un equipo de idénticas características ¿cómo se procedería?, Utilizando el mismo caso del equipo encapsulador AZ-60 se puede ejemplificar el proceso de análisis.

Como primera alternativa de análisis se procederá evaluando los flujos de efectivo del equipo original (cuadro 8 b), pero sin considerar los valores de rescate. Y la segunda alternativa incluirá el valor de rescate.

La forma de efectuar el análisis sería para el primer caso introducir al flujo de efectivo original la nueva inversión (4'500,000) que es considerada idéntica por ser el mismo tipo de equipo; y así sucesivamente, simular reemplazos para los años 1, 2, ..., 9; después tabular el flujo de efectivo después de impuestos que resulta por la simulación de reemplazar en los N periodos posibles de permanencia.

En la segunda alternativa se introduce al flujo original el valor de rescate después de impuestos (cuadro N° 13), que resulta de la venta del equipo original y se simulan los reemplazos en los N periodos de permanencia.

CUADRO N° 9 b

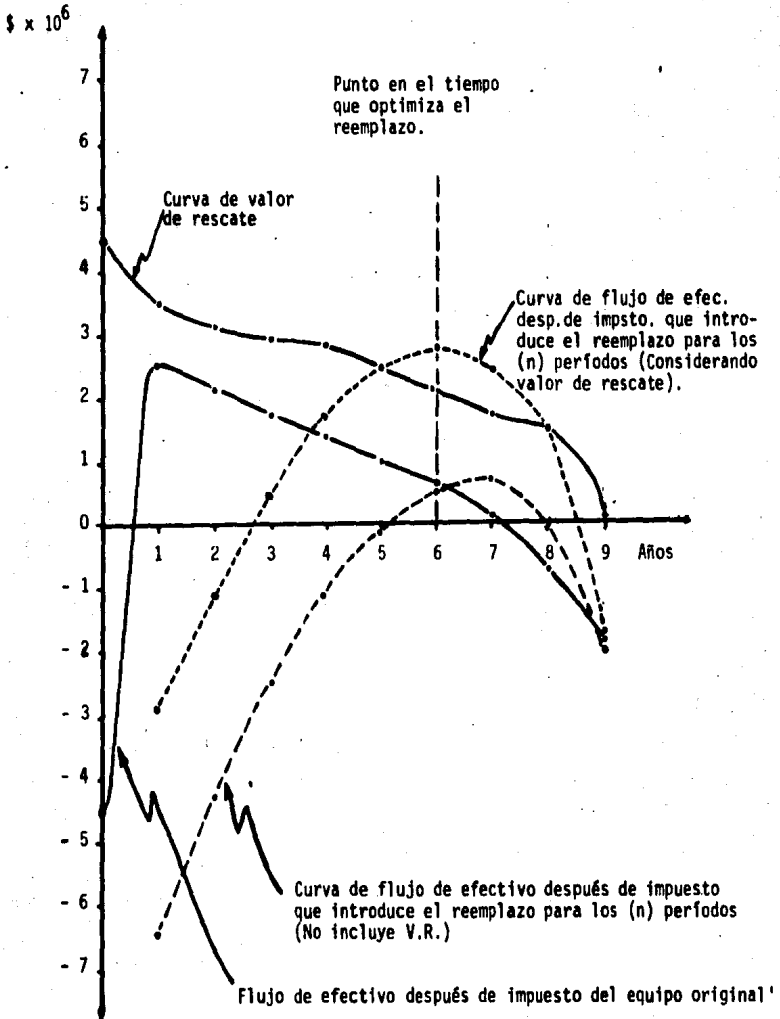
ARO	FLUJO DE EFECTIVO DESPUES DE IMPSTO, EQUIPO ORIGINAL (DEFENSOR)	UTILIDAD O PERDI- DA ACUMULADA AL REEMPLAZAR EN EL PERIODO N	VALOR RESCATE DESPUES DE IMPUESTO
0	-4'500,000		
1	2'559,820	-1'940,180	3'500,000
2	2'159,883	219,703	3'175,000
3	1'777,345	1'997,048	2'950,000
4	1'404,160	3'401,208	2'875,000
5	1'010,980	4'412,188	2'500,000
6	605,635	5'017,823	2'175,000
7	178,990	5'196,443	1'750,000
8	- 738,620	4'457,823	1'550,000
9	-1'874,450	2'583,373	150,000

FLUJO DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUESTOS PARA
REEMPLAZO AL FINAL DEL PERIODO N

ARO	CONSIDERANDO VALOR DE RESCATE	SIN CONSIDERAR VALOR DE RESCATE
1	-2'940,180	-6'440,180
2	-1'105,297	-4'280,297
3	447,048	-2'502,952
4	1'776,208	-1'098,792
5	2'412,188	- 87,812
6	2'692,823	517,823
7	2'446,443	696,443
8	1'507,823	- 42,177
9	-1'766,627	-1'916,627

A través del flujo de efectivo (cuadro 9 b) después de impuestos que considera el reemplazo en diferentes periodos de permanencia se puede observar que existe un año en el cual es maximizado dicho reemplazo. Además, es interesante ver que al considerar nulo el valor de rescate el reemplazo se posterga en tiempo, lo cual significa una reducción en las oportunidades que maximizan el aprovechamiento de la inversión original. Cabe subrayar que tiene relevante importancia el determinar valores de rescate realísticos. Para visualizar la conducta de este proceso de análisis ver gráfica del cuadro N° 9 c.

C U A D R O N° 9c



5.2 IMPACTO INFLACIONARIO PARA EL REEMPLAZO DE EQUIPO, E IMPACTO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO.

Cuando se analiza un proyecto de inversión donde el objetivo es reemplazar un equipo, es de elevada importancia cuantificar los factores técnicos o económicos que prevalecen en el entorno de la empresa. En el caso de los factores técnicos es necesario - prever las posibles situaciones de desarrollo tecnológico que se están sucediendo o se pueden presentar, ya que ello ocasionará - ventajas en la empresa con respecto a sus competidores. Por otra parte, en lo correspondiente a los factores económicos es necesario tener conciencia del impacto que pueden tener los precios de los equipos o refacciones, los niveles de costo en mano de obra y otros. Lo cual lleva a tomar en cuenta el impacto inflacionario existente.

En la evaluación de un reemplazo de equipo el impacto del desarrollo tecnológico está representado por los costos de oportunidad que -- existen al dejar de comprar otro(s) equipos que operan con ventajas técnicas y por supuesto también económicas, respecto de los gastos que realiza la empresa; o también mejorar - las capacidades productivas. Por lo que respecta a la inflación es necesario prever los futuros incrementos en costo que se generen y

de ello preveer la repercusión en los gastos de operación de los equipos.

Al describir y analizar estos factores es conveniente regresar al ejemplo del equipo encapsulador AZ-60, donde primero se incluirá el factor tecnológico como un costo de oportunidad, y después se tratará el factor inflacionario.

Partiendo inicialmente con el impacto de los desarrollos tecnológicos, es necesario puntualizar que reviste gran dificultad en determinar o apreciar los costos de oportunidad que implican, ya que se requiere tener un amplio conocimiento de los equipos disponibles en el mercado y las ventajas de unos y otros.

Procediendo con este factor al cual se analizará en sensibilidad, se partirá del cuadro N° 6, donde se encuentran solamente los costos de operación y mantenimiento del equipo AZ-60 para cada año. Si se supone que el costo de oportunidad por no cambiar a otro equipo con mayor desarrollo tecnológico es el que sigue ¿cuál sería su repercusión?

AÑO	% DEL COSTO DE MANT. Y OPERACION (COSTO OPORTUNIDAD)	COSTO DE OPORTUNI- DAD \$
1	0	0
2	0	0
3	10	185,640
4	15	302,328
5	20	445,536
6	25	623,220
7	35	983,892
8	40	1'463,904
9	50	2'519,400

El costo de oportunidad está dado como una fracción del costo total (costos de operación + mantenimiento + oportunidad), que se tiene para cada año.

El costo de oportunidad se le sumaría al costo por mantenimiento y operación, pero no es aplicable al evaluar la cantidad gravable porque no lo opera en la realidad la empresa.

Para ejemplificar se toma el análisis del flujo correspondiente al año 3 (Cuadro N° 7).

ANO	FLUJO EFECTIVO ANTES IMPSTO.	DEPRECIACION	CANTIDAD GRAVABLE	(-) IMPSTO o (+) AHORRO	FLUJO EFECTIVO DESP. IMPSTO.
0	-4.500,000				-4'500,000
1	-1'538,160	-500,000	-2'038,160	+1'019,080	- 519,080
2	-1'697,280	-500,000	-2'197,280	+1'098,640	- 598,640
3	-2'042,040*	-500,000	-2'356,400	+1'178,200	- 863,840**
3	2'000,000			-1'000,000	1'000,000

* Suma de \$1'856,400 más \$185,640

** Notar que antes era -678,200 y se incrementó por el efecto de costo de oportunidad.

De tal manera que el flujo de efectivo después de impuestos quedaría como sigue:

C U A D R O N° 10

ANO	FLUJO DE EFECTIVO ANTES DE IMPUESTOS	FLUJO DE EFECTIVO DESPUES DE IMPUESTOS
0	-4'500,000	-4'500,000
1	-1'538,160	- 519,080
2	-1'697,280	- 598,640
3	-2'042,040	- 863,840
4	-2'317,848	-1'060,088
5	-2'673,216	-1'309,376
6	-3'116,100	-1'619,660
7	-3,795,012	-2'139,452
8	-5'123,664	-3'043,784
9	-7'558,200	-4'788,800

Y donde se aprecia que el flujo de efectivo después de impuestos es más elevado en desembolsos, es decir el costo es más alto, como consecuencia de tener que "cubrir" dicho costo de oportunidad. (Comparar Cuadro N° 7 con Cuadro N° 10).

De manera que al proceder a determinar el costo anual equivalente a una tasa de financiamiento del 20% para los diferentes períodos de permanencia se obtendría el siguiente cuadro (N° 11):

C U A D R O N° 11

AÑO	VALOR PRESENTE NETO SI SE PERMANECE N AÑOS CON EL ACTIVO	FACTOR DE ANUALIDAD EQUIVALENTE	COSTO ANUAL EQUIVALENTE
1	-3'682,567	1.2000	-4'419,080
2	-4'480,233	0.6545	-2'932,313
3	-5'269,493	0.4747	-2'501,428
4	-5'997,737	0.3863	-2'316,926
5	-6'684,697	0.3344	-2'235,363
6	-7'277,353	0.3007	-2'188,300
7	-7'927,460	0.2774	-2'199,077
8	-8'674,883	0.2606	-2'260,675
9	-9'632,056	0.2481	-2'389,713

En este cuadro (N° 11), se puede apreciar que el costo anual equivalente mínimo está ubicado en el sexto año, a diferencia del que se obtuvo en el cuadro N° 8a, el cual se tenía en el octavo año. Sin embargo, cuando se compara con el valor (costo) anual equivalente obtenido en el cuadro N° 9a, coincide en tiempo la realización del reemplazo. Ello implica que ese costo de oportunidad involucrado puede adelantar el reemplazo; favoreciéndose éste ante los cambios tecnológicos que puedan suceder.

Para el caso del impacto inflacionario, se estima que los costos serán paulatinamente incrementados; con lo cual el flujo de efectivo se verá afectado por una tasa inflacionaria en cada período. Para propósitos de ilustración se supone una tasa inflacionaria promedio del 20% para el caso del ejemplo del equipo encapsulador AZ-60, dando un flujo de efectivo después de impuestos de la manera siguiente:

ANO	*FLUJO DE EFECTIVO DESP. DE IMPSTOS.	% TASA DE INFLACION PROMEDIO	FLUJO DE EFECTIVO DESP. DE IMPSTOS. PONDERANDO CON INFLACION.
0	-4'500,000		-4'500,000
1	- 519,080	20	- 622,896
2	- 598,640	20	- 718,368
3	- 863,840	20	-1'036,608
4	-1'060,088	20	-1'272,106
5	-1'309,376	20	-1'571,251
6	-1'619,660	20	-1'943,592
7	-2'139,452	20	-2'567,342
8	-3'043,784	20	-3'652,541
9	-4'788,800	20	-5'746,560

* Deriva del cuadro No. 10.

Después este flujo de efectivo se evalúa con objeto de determinar el costo anual equivalente a una tasa de financiamiento del 20% para los diferentes periodos de permanencia; dando por resultado el cuadro (N°12), que sigue:

CUADRO N° 12

ARO	VALOR PRESENTE NETO SI SE PERMANECE N AÑOS CON EL ACTIVO	FACTOR DE ANUALIDAD EQUIVALENTE	COSTO ANUAL EQUIVALENTE
1	-3'769,080	1.200	-4'522,896
2	-4'649,891	0.6545	-3'043,354
3	-5'539,132	0.4747	-2'629,426
4	-6'369,623	0.3863	-2'460,585
5	-7'161,824	0.3344	-2'394,914
6	-7'862,964	0.3007	-2'364,393
7	-8'632,488	0.2774	-2'394,652
8	-9'521,488	0.2606	-2'481,300
9	-10'664,281	0.2481	-2'645,808

En el caso del impacto inflacionario aplicado al flujo de efectivo, el cálculo del costo anual equivalente indica que el menor costo se presenta en el sexto año, lo cual vuelve a coincidir con el caso de la evaluación del impacto tecnológico. Por lo tanto cabe subrayar que aunque el factor inflacionario afecta los costos de operación y mantenimiento, se puede esperar que los precios a los cuales se vendan los productos también se modifiquen; aunque no en igual valor, pe-

ro sí de proporción similar. Pero esto el costo anual equivalente mínimo aparece en el sexto año, coincidiendo con el caso del factor tecnológico.

5.3 CRITERIOS DE DEPRECIACION DEL EQUIPO ANTE EL PROBLEMA INFLACIONARIO Y COSTOS COMPLEMENTARIOS.

La depreciación es un instrumento administrativo que se emplea para recuperar paulatinamente la inversión realizada.

Sin embargo, en periodos inflacionarios esta recuperación tiende a ser menor con respecto a su capacidad adquisitiva, y por ello se debe prever cuáles pueden ser las repercusiones particulares en la administración de los activos fijos que se posean, en este caso particular de los equipos.

Además de ello existen costos complementarios como son equipos accesorios para las máquinas de proceso, verbigracia equipo anticontaminante que también es necesario adquirir y que su costo también está afectado por el factor inflacionario existente en la economía.

Por otra parte, junto con lo mencionado es necesario subrayar que el criterio de depreciación debe ser cuantificado de manera realística. Y ello es efectuado cuando se tienen los detallados conocimientos de las necesi-

sidades de mantenimiento de los equipos, - porque la verdadera depreciación deberá ser reflejo fiel del servicio que proporcione - una máquina durante su vida económica.

Es decir, si un equipo como el mostrado en la ejemplificación anterior tiene una vida económica de 6 años, ésto nos dice que de acuerdo a las condiciones originales que se plantearon en las evaluaciones, dicha máquina durará 4837 horas productivas:

ANO	HORAS PRODUCTIVAS
1	884
2	853
3	823
4	792
5	759
6	<u>726</u>
TOTAL	4837

Si estas horas productivas se emplearan en un lapso de tiempo de uno, o dos, o tres -- años, la depreciación real sería en ese uno, o dos, o tres años.

Y los costos complementarios estarían involucrados en el lapso correspondiente a la vida económica del activo.

También es lógico pensar que la afectación que se tenga por las situaciones inflacionarias debe ser incluida en el periodo(s) -- real(es) de esa vida económica del equipo.

Por todo lo mencionado, cabe concluir que la aplicación de los criterios expuestos para el análisis de sensibilidad de inversión en los reemplazos de equipos, deben ser sistemáticamente aplicados para cuantificar su repercusión y con ello prever posibles inconvenientes que deterioren los objetivos de maximización de los recursos de la empresa.

5.4 AMBIENTE FISCAL PARA UNA DECISION DE REEMPLAZO DE EQUIPO.

La inversión que se efectúa en activos fijos, específicamente en equipo de proceso tiene un objetivo fundamental: ser un medio productor de riqueza. Esta riqueza es aplicable a la empresa que opera el equipo y al Estado que recibe beneficios a través de los impuestos generados por dicha empresa poseedora del equipo.

Las disposiciones fiscales existentes, intervienen para una decisión de reemplazo de equipo en las siguientes formas:

- a) Permite que las decisiones de reemplazo sean tomadas bajo condiciones óptimas, ya que la consideración de impuestos tiende a evitar los reemplazos cuyos rendimientos sean mediocres.
- b) El mecanismo de depreciación de los equipos reemplazados, permite que la empresa efectúe deducciones de éste, lo cual disminuye el ingreso gravable, y da lugar a una disponibilidad mayor de fondos para reinversión y por ende, aumentar su potencial de crecimiento.

- c) El fisco establece normativamente los períodos de depreciación, pero acepta justificadamente la realidad que exponen las empresas respecto a su depreciación (real) de equipos, ya que deben efectuarla durante la vida económica de las máquinas. Esto implica que dá las facilidades de reemplazar los equipos cuya operación no sea económica, es decir, cuando su vida útil se haya cumplido. Puesto que operar con equipo "inútil" deteriora los beneficios de la empresa y como consecuencia del Estado.

Quando un equipo se reemplaza y tiene un valor de rescate puede existir una ganancia o pérdida extraordinaria de capital. Esta puede resultar si el valor de venta del equipo es diferente de su valor en libros. Dicha venta va a influir en la cantidad de impuestos que se deben pagar al fisco. Los cuales son función de la tasa impositiva que grava las utilidades de la empresa. Antes de 1979 las ganancias o pérdidas de capital (en este caso por venta de equipo reemplazado), se obtienen como la diferencia entre el valor de rescate del equipo al momento de venta y su valor en libros. Pero a partir de las reformas fiscales de 1979, las ganancias o pérdidas de capital se deben obtener como la diferencia entre el valor de rescate del activo al momento de la venta y un costo ajustado.

Dicho costo ajustado depende de la vida - del activo, y se obtiene del producto entre el valor en libros y un factor de ajuste. La siguiente tabla muestra parte de los factores de ajuste para diferentes años de vida del activo (equipo).

ANOS DE VIDA	FACTOR
Hasta 1 año	1.0
Más de 1 hasta 2 años	1.1
" 2 " 3 "	1.3
" 3 " 4 "	1.7
" 4 " 5 "	2.0
" 5 " 6 "	2.3
" 6 " 7 "	2.8
" 7 " 8 "	3.1
" 8 " 9 "	3.3
" 9 " 10 "	3.5

Nota: La tabla fue obtenida de la Ley del Impuesto sobre la Renta.

Para ilustrar su aplicación se procederá a aplicar al ejemplo del Equipo encapsulador . AZ-60.

En el cuadro N° 7 aparecen en el flujo de efectivo los posibles ingresos por valor de Rescate que pueden aplicarse a cada periodo.

Para el año 3 el valor de rescate es de - - \$2'000,000 y el valor en libros \$3'000,000. El flujo descrito en el cuadro N° 7 se indica que de los \$2'000,000 de ingreso por venta \$1'000,00 es destinado a impuestos - por lo que sólo se reciben \$1'000,000. Sin embargo, al aplicar los factores de ajuste estipulados en las Reformas Fiscales el impuesto a pagar se modifica, dando los siguientes resultados:

AÑO	VALOR EN LIBROS	FACTOR AJUSTE	VALOR DE VENTA (RESCATE)	IMPUESTO
3	3'000,000	1.3	2'000,000	* - 950,000

*: 3'000,000 (1.3) = \$3'900,000

2'000,000 - 3'900,000 = + 1'900,000 cantidad gravable

-1'900,000 (50/100) de impuesto = -950,000

Esto significa que de los ingresos se descontarían \$950,000 ya que representa una pérdida de capital.

Por el contrario si la venta fuera en -
 \$4'000,000 la cantidad gravable serfa de
 \$100,000 (4'000,000 - 3'900,000) y el -
 impuesto a pagar \$50,000 (100,000 ($\frac{50}{100}$)).

Lo expuesto anteriormente implica que los
 valores de rescate después de impuestos se
 modifican de la manera siguiente:

C U A D R O N°13

ANO	VALORES DE RESCATE DESPUES DE IMPUESTO
1	3'500,000
2	3'175,000
3	2'950,000
4	2'875,000
5	2'500,000
6	2'175,000
7	1'750,000
8	1'550,000
9	150,000

Estos valores al introducirse en el cuadro
 N°9a, dan los siguientes valores anuales -
 equivalentes:

C U A D R O N° 14

AÑO	VALOR PRESENTE NETO SI SE PERMANECE N AÑOS CON EL ACTIVO	FACTOR DE ANUALIDAD EQUIVALENTE	VALOR ANUAL EQUIVALENTE
1	- 11,244	1.3500	- 15,179
2	+323,396	0.7755	+250,794
3	+502,676	0.5897	+296,428
4	+591,991	0.5008	+296,469
5	+509,416	0.4505	+229,492
6	+411,229	0.4193	+172,428
7	+287,974	0.3988	+114,844
8	+147,378	0.3849	+ 56,726
9	-108,901	0.3752	- 40,860

En el cuadro N° 14, se aprecia que el valor anual equivalente máximo se encuentra ubicado al final del año 4. Esto naturalmente nos indica que un reemplazo óptimo sería aplicable en el cuarto año.

Si se compara con los cuadros N° 9a, 11 y 12 se aprecia que la maximización del valor anual equivalente se recorre dos años. Esto implica que las disposiciones fiscales contribuyen notablemente a optimizar el beneficio para la empresa que efectúe un reemplazo oportuno.

VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

La administración de equipo es un tema importante y actual, en el cual el reemplazo es un tópico cuya - práctica se descuida, a pesar de conocer sus repercusiones.

Bajo la premisa anterior se llegó al siguiente grupo de conclusiones:

- a) El tener una estructura normativa en la evaluación de reemplazos de equipo, permite mejorar - las decisiones que conducen a incrementar la productividad industrial.

- b) En el caso particular de la Industria Químico-Farmacéutica en México se encontraron indicios que permiten estimar la ausencia de adecuadas políticas de reemplazo en la administración de sus equipos. Situación que no debe prevalecer, debido a la importancia que tiene ésta para el país.

- c) Al existir una funcional administración de equipos se promueve una mejor asignación de recursos y con ello se logran beneficios para los consumidores y los productores vía un sistema adecuado de precios.

- d) Se encuentran a disposición métodos y modelos matemáticos aplicados al reemplazo, los cuales

permiten que el administrador industrial se auxilie de éstos para conseguir mejorar sus evaluaciones de reemplazo.

- e) Dependiendo de los recursos técnicos y humanos con que cuente cada empresa, se podrán elegir los métodos de reemplazo más viables.

- f) La organización de adecuados sistemas para la determinación de los factores que intervienen en la evaluación de reemplazos, permitirán precisar las necesidades en asignación de fondos, financiación y presupuestos de capital destinados al mismo.

- g) Del estudio realizado se seleccionaron cuatro modelos y métodos que por sus características presentan una buena alternativa de evaluación de reemplazo. Sin embargo, dos de ellos, el de Redes de Optimización y el de Programación Dinámica se consideraron complejos respecto al manejo de su información. Requiriendo para su uso, recursos computacionales no siempre disponibles, personal especializado poco frecuente en la industria actual y grandes volúmenes de datos. En el otro extremo, los modelos simplistas como son el de asignación y el de valor presente, resultaron en general poco versátiles en cuanto al manejo de sensibilización por el lado de inflación, tasas de interés, impuestos o situaciones cambiantes año con año, lo que en México ocurre con mucha frecuencia.

Se pensó entonces, que vía análisis financiero y considerando fundamentalmente variaciones en flujo de caja anuales que pudieran ser compiladas a un costo total de operación de cada equipo, comparado con la utilidad que de ese equipo se obtiene, se podrían obtener los plazos óptimos de reemplazo. Siendo estructurado el trabajo dentro de este proceso, en el cual existen las ventajas de ser aplicable con los datos que se disponen, estar apoyado en una práctica financiera básica, y permitir sensibilizar en los aspectos previstos por el personal que lo esté utilizando.

Por lo anterior, se recomienda aplicar políticas y programas de reemplazo, que estén evaluadas ponderando aquellos factores que son relevantes para la empresa, muy especialmente inflación y cambios tecnológicos, ya que esto permite una sana administración de equipos y por ende mayores resultados de productividad.

Además, es necesario revisar continuamente los sistemas que permiten analizar las alternativas en el proceso de reemplazo de equipos, puesto que de ello derivan mejores condiciones en las operaciones industriales.

Finalmente cabe subrayar la necesidad de difundir criterios administrativos que apoyen el sano desarrollo industrial, en este caso se encuentra la administración de bienes de capital y particularmente

el de reemplazo de equipo, que sería interesante aplicar en otro tipo de industria diferente a la farmacéutica, de tal manera que se tuviera una evaluación más completa de sus beneficios.

VII

B I B L I O G R A F I A

1. Banco de México, S. A., Información Económica, Producto Interno Bruto y Gasto, Cuaderno 1970-1979. - Pub. de Subdirección Económica y Bancaria,
2. ANIQ, Anuario de la Industria Química Mexicana, 1981.
3. Secretaría de Programación y Presupuesto, Censo Industrial 1976, Coord. Gral. del Sist. Nal. de Información,
4. De Marfa y Campos Mauricio, La Industria Farmacéutica en México, Rev. de Com. Exterior, Agosto 1977.
5. Centro Nacional de Información y Estadísticas del Trabajo, Encuesta de Ingresos y Gastos Familiares 1975, (Serie Estudios 1), 1977.
6. Richard G. Lipsey, Introducción a la Economía Positiva, Ed. Vicens Vives, 1974.
7. Richard H. Leftwich, Sistema de Precios y Asignación de Recursos, Ed. Interamericana, 1975.

8. M. Sasieni, A. Yaspan, L. Friedman, Investigación de operaciones, Ed. Limusa, 1976.
9. J. Prawda, Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, Vol. I, II, Ed. Limusa, 1980.
10. Hillier F. and G. Lieberman, Introduction to Operations Research, Holden Day Inc. 1967
11. R. L. Ackoff y M. W. Sasieni, Fundamentos de Investigación de Operaciones, Ed. Limusa Wiley. 1971.
12. White, D. I. Dynamic Programming, Holden-Day Inc., 1969.
13. Fred. Weston J. Eugene F. Brigham. Essential of Managerial Finance, Ed. Holt, Rinehart and Winston, - 1974.
14. James C. Van Horne. Fundamentals of Financial Management, Prentice Hall Inc. 1974.
15. James C. Van Horne, Financial Management and Policy Prentice Hall Inc. 1974

16. George A. Taylor. Managerial and Economy. D. Van - Nostrand. Company Inc. 1964.
17. J. López Léautaud. Evaluación Económica. McGraw-Hill de México. 1975.
18. James C. Mao. Quantitative Analysis of Financial Decisions. McMillan Company N. Y. 1969.
19. R. Coss Bu. Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión. Limusa, S. A. 1981.
20. Robert N. Anthony. La Contabilidad en la Administración de Empresas. U.T.E.H.A. 1976.
21. Kasner Erick. Essentials of Engineering Economics. McGraw-Hill Inc. 1979.
22. P. Hunt, C. Williams, G. Donaldson. Financiación - Básica de los Negocios. U.T.E.H.A. 1977.
23. Eugene Meneil. Financial Accounting. Good Year - Publishing Co. Inc. 1971.
24. Verheyen P.A. Economic Interpretation of Models for the Replacement of Machines. European Journal of - Operational Research. Vol. 3 No.2 Pag.150-156. 1979.

25. Fabozzi F.J., Shiffrin L.M. Replacement Cost Accounting Application to the Pharmaceutical Industry. Quarterly Review of Economic Business. Vol.19 No.1 pag.163-171 1979.
26. Estes Carl B., Jalali Yazdi Abraham. How Replacement Equipment on Actual Cost Basis. Industrial Engineering Vol.10 No.11, pag. 34-36. 1978.