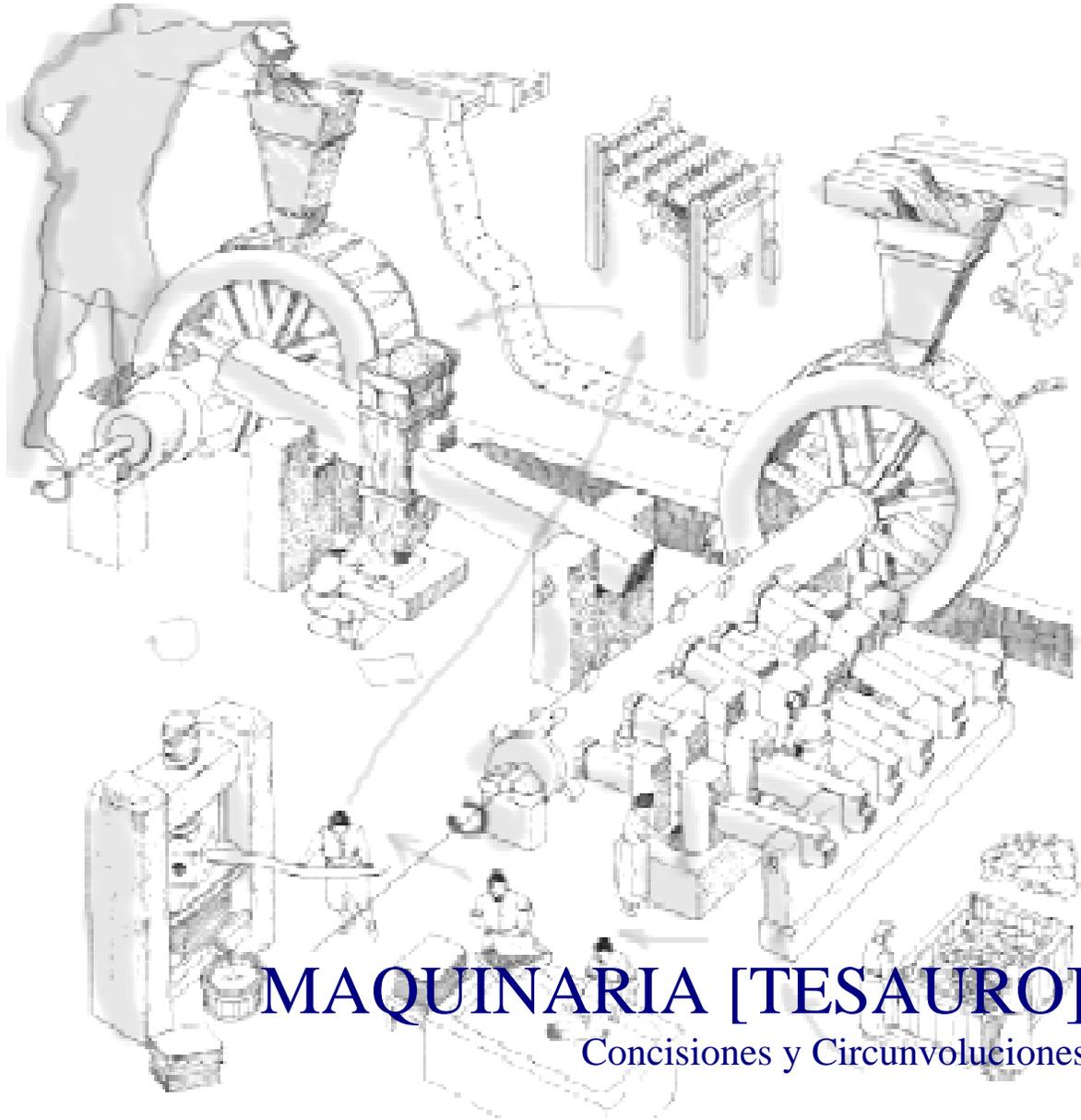




COFINSA



MAQUINARIA [TESAURO]

Concisiones y Circunvoluciones

ÍNDICE GENERAL

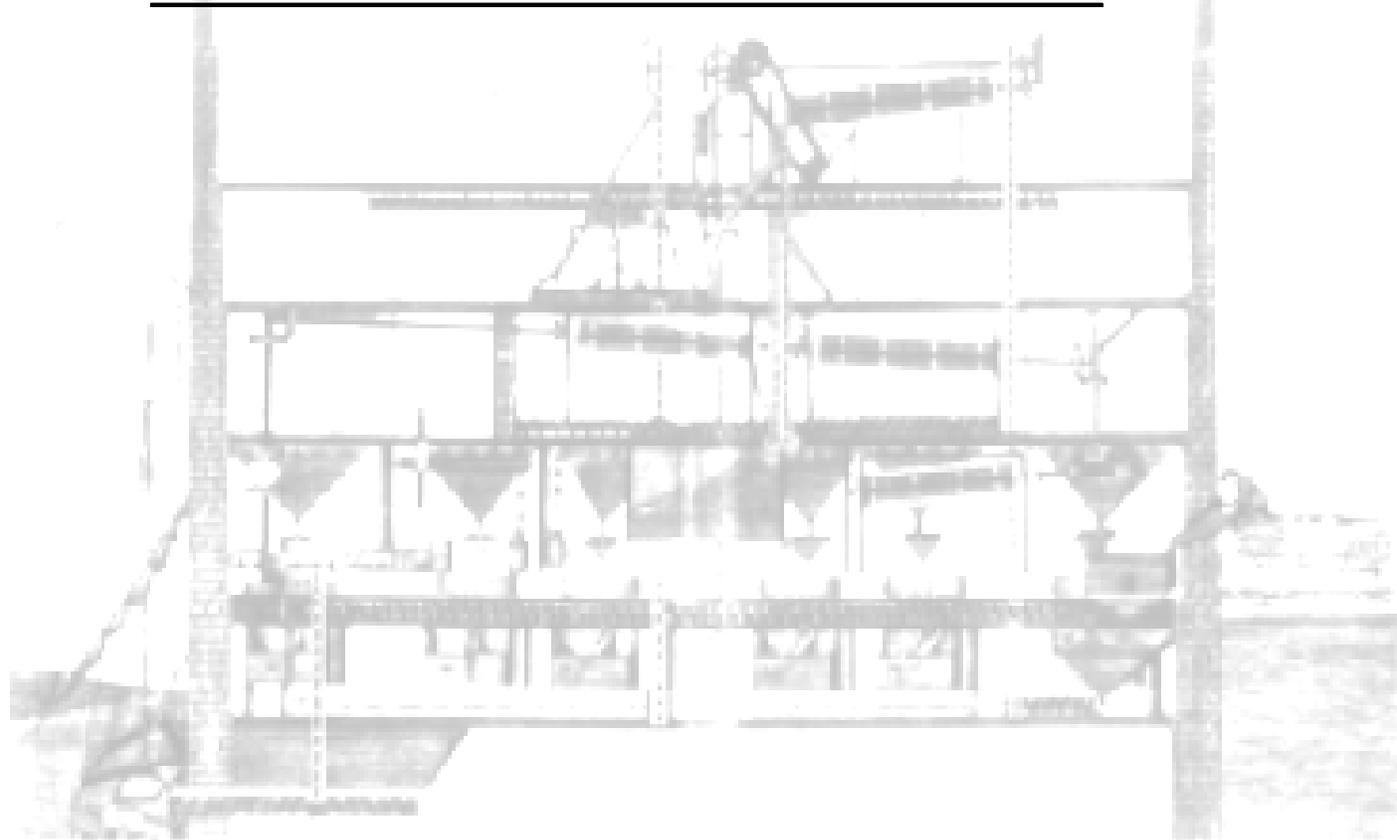
Introducción	1
Antecedentes	2
Planteamiento del problema	3
Objetivos	3
Justificación	4
MODELO GENERAL DE VALUACIÓN	5
I. FLUJO Y PROCESO	6
Balance de materia y energía	7
Balance de materia "El Ingenio Azucarero"	8
Balance de materia "La Planta Metalmecánica"	16
Grado de conservación	19
Confiabilidad	20
Tasa de fallo	22
MTBF y MTTR	25
Disponibilidad	27
Modelos estadísticos utilizados en Confiabilidad	27
Mantenimiento correctivo y costo anual del dispositivo	28
Obsolescencia conforme al mercado	30
Costos fijos y variables	33
II. ANÁLISIS ECONÓMICO	36
Unidad industrial produciendo valor	37
Tasa de rendimiento	39
Rendimiento esperado del mercado	40
Coefficiente Beta	44
Cálculo y tipos de beta	46
Integración del CAPM	50
Costo y estructura de capital	52
Horizonte de capitalización	55
La "g" de crecimiento	57
Valor terminal	59
Resumen y conclusión	60
Glosario	63
Bibliografía	65



COFINSA

ÍNDICE TABLAS Y GRÁFICOS

INTRODUCCIÓN	1
Modelo general de valuación	5
I. FLUJO Y PROCESO	6
Fabricación del azúcar de caña	8
Balance de materia azúcar de caña	9
Tasa de fallos creciente	23
Tasa de fallos decreciente	23
Tasa de fallos constante	24
Curva de la bañera	24
Fallos típicos	25
Diferencia entre MTTR y paro total	26
Vida económica	30
II. ANÁLISIS ECONÓMICO	36
Horizonte de capitalización	55





1.0.0. INTRODUCCIÓN

Es comúnmente aceptado que la valuación de una máquina por sí sola se torna muchas veces en un problema relativamente difícil, dar seguimiento a los distintos estadios que componen el proceso de valoración como identificarla, reproducirla o reponerla¹ y posteriormente depreciarla con el típico objeto de estimar un valor comercial, genera importantes vías derivadas que deben llevarse a cabo con sumo cuidado a fin de no sobre o subvalorar un equipo determinado. Si a lo anterior adicionamos su instalación y suponemos que las utilidades reportadas vienen a confirmar el valor concluido, estamos ante un gran escenario, toda vez que en esta circunstancia el equipo sujeto se encuentra instalado y operando bajo la condición de uso continuado².

Para su resolución, se proponen dos grandes capítulos a resolver: Análisis del Flujo de Proceso y Análisis Económico.

Para el caso del análisis del flujo de proceso se toman en consideración todas aquellas variables que inciden de manera total en la maquinaria y equipo dispuesta en línea, sea continua o intermitente, con objeto de fabricar algún producto terminado y para el segundo caso el analizar todas las variables conectivas de naturaleza económica.

El propósito de este estudio y de puntualizar en esos capítulos, reside en demostrar que un adecuado análisis valuatorio del activo fijo por su reposición depreciada va en

¹ El término toma en cuenta que se parte como base de depreciación al Valor de Reproducción Nuevo menos el capital en exceso para concluir en el Valor de Reposición Nuevo.

² ASA American Society of Appraisers, Curso ME 202. Justo Valor de Mercado en Uso (Fair Market Value in Continued Use). Es la suma de dinero a cambio de la cual podría esperarse, de manera razonable, que un comprador y un vendedor informados estarían dispuestos a efectuar la transacción de un bien, bajo condiciones equitativas y sin que ninguno tuviera la necesidad de comprar o vender, donde ambos conocen de toda la información pertinente, incluyendo lo relativo a su instalación y suponiendo que las ganancias confirman el valor considerado en el informe.



paralelo a la parte proporcional del valor del negocio que pudiese contener todos los bienes de capital, dado que es posible derivar los elementos necesarios para capitalizar exclusivamente la maquinaria y equipo por si misma y así atender literalmente a la definición de uso continuado.

2.0.0. ANTECEDENTES

Desgraciadamente en nuestro medio muchas veces se ha cuestionado a evaluadores por evaluadores, el porque de análisis incompletos, tal vez no mal intencionados, pero usualmente muy distanciados de la veracidad del mercado. La respuesta generalizada hace referencia a la falta de apreciación del solicitante en tasar adecuadamente, en costo, las horas hombre aplicadas para llevar a buen término el trabajo encomendado y aquí es donde se origina el problema. En esta perspectiva y aceptada una escasa retribución económica provocaría de igual forma, reducción de material técnico y humano sintetizando al máximo los medios en franca creencia de obtener iguales resultados y como impacto subyacente se anulan modelos y su información que puede ser, o es, determinante en la conclusión del valor buscado.

La contraparte del planteamiento, es que existen solicitantes que saben del tamaño e importancia del estudio requerido dispuestos a reconocer dentro de un límite lógico los costos incurridos, sin embargo el mal ya esta hecho, porque el trabajo se entrega con el nivel de síntesis expuesto, ahora, ya no por una escasa retribución sino porque el nivel de análisis esta “siempre reservado” a otros problemas.

Estos razonamientos buscan darle forma al antecedente, el autor fielmente considera que en un origen la valuación era por fuerza propia altamente reconocida, donde se aplicaban absolutamente todos los elementos necesarios para su amplio desarrollo y



que al ser transmitida a lo largo del tiempo y bajo estos inconvenientes se fue deteriorando y perdiendo el nivel requerido de análisis.

En este tenor, la valuación de maquinaria y equipo en uso continuado se ha visto sumamente afectada en dos grandes puntos, en su interpretación: porque se valúa un planta productiva como una serie de unidades independientes no correlacionadas, y en su aplicación: porque los modelos se restringen a deméritos nada sustanciales y sin tomar en cuenta su dependencia y conexión económica respecto no solo de la planta productiva sino del sector mismo donde se encuentra inmersa.

3.0.0. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El uso continuado involucra varios problemas importantes a resolver: se trata de una unidad fabril, insertada en algún sector industrial, bien o mal interrelacionada con todos sus subsistemas incluso la tierra y edificaciones, que considera el balance de materia y energía para reponer inversiones e identificar cuellos de botella o en su caso para exponer inutilidad por sobrecapacidad mecánica respecto de su producción, que tiene un grado específico de fiabilidad y por supuesto de conservación sea individual o en serie, que puede o no contar con equipo redundante para asegurar el flujo del proceso y que además, debe analizarse productivamente lo que deriva en un análisis financiero de la aportación en valor del utillaje a la planta en su conjunto. Todo lo anterior se visualiza conforme a los objetivos y el desarrollo planteado.

4.0.0. OBJETIVOS

La investigación en estudio se presenta como propuesta de extensión a los cursos de la especialidad en Maquinaria y Equipo impartidos por la H. Universidad Autónoma de Zacatecas, bajo los siguientes objetivos:



- Conocer los procedimientos de evaluación de la planta fabril, referidos a flujo y procesos, tanto cuantitativos como cualitativos, utilizados en las ramas de ingeniería industrial, mecánica y de sistemas para su adecuación en la valuación de unidades industriales operando bajo la condición de uso continuado.
- Aplicar los modelos y las variables de análisis financiero para la valuación de unidades económicas en su totalidad aplicando estrategias de valuación de negocios.
- Plantear y demostrar la conexión entre la planta productiva y la entidad económica respecto de la maquinaria y equipo sobre la base de uso continuado.

5.0.0. JUSTIFICACIÓN

El estudio se fundamenta en tres vertientes, en concordancia con su antecedente y objetivos, primero, la reingeniería del modelo tradicional de valuación de Maquinaria y Equipo adecuando técnicas de análisis de proceso al modelo de valuación por métodos de costos, segundo, el corroborar datos de activo fijo actuando dentro del proceso en cuanto a su aportación de valor a la unidad económica generando con ello el modelo de capitalización de la planta productiva y tercero, el establecer un modelo general de valuación interrelacionado para plantas industriales en uso, como analogía de la valuación de negocios.



$\Delta E = Q - W$
Energía total = Calor - Trabajo
 $\Delta E = \int P dV - \Delta E_{cin} - \Delta E_{pot} - f$
 $\Delta E_{cin} = \frac{1}{2} m (v_2^2 - v_1^2)$
 $\Delta E_{pot} = mg (h_2 - h_1)$
 $f = \text{energía de fricción, } \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

I. Flujo y Proceso

7.0.0. BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

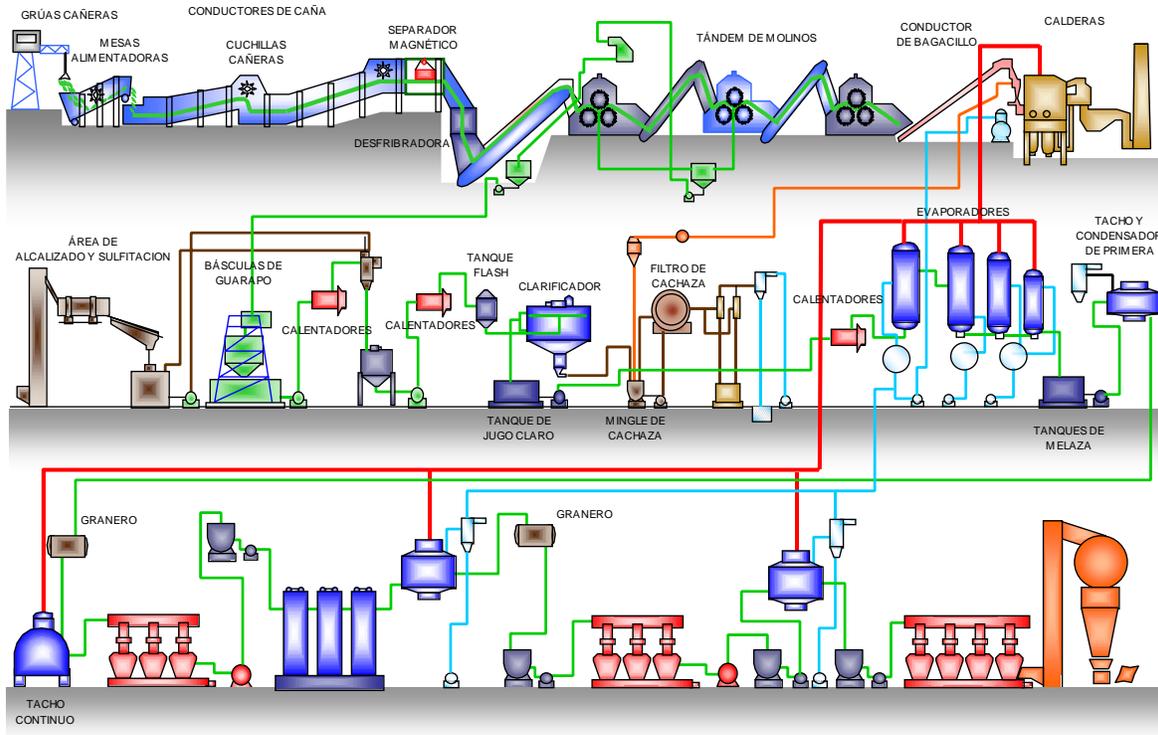
En la fabricación existen variables que deben ser analizadas con el fin de comprender todos los factores que intervienen como la cantidad y condiciones de materias primas, los productos y desechos generados además de la energía requerida para que el proceso sea posible llevarse a cabo.

El analista debe identificar todas las variables y operarlas adecuadamente a través de balances de materia y energía para poder realizar de manera optima la evaluación del proceso productivo, que identifique en sus resultados, la disminución de desperdicios, el aumento de eficiencias, utilización de energía, y la selección de equipos para poder adentrarse en cálculos más complejos relacionados con la valuación en uso continuado.

Para su explicación y estudio se desarrollan dos modelos: El Ingenio Azucarero y La Planta Metalmecánica, ambos con distintos métodos, para el caso del Ingenio Azucarero se realiza el balanceo de materia conforme a la regla “*entradas = salidas*”, para el caso de La Planta Metalmecánica el balanceo se calcula conforme al diseño de estaciones de trabajo y la identificación de la máxima producción de su capacidad instalada, eficiencia, tiempos de ciclo de producto y tiempos perdidos por sobrecapacidad.

7.1.0. BALANCE DE MATERIA “EL INGENIO AZUCARERO”

Gráfico 7.1 Fabricación del azúcar de caña



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

1. Recepción y preparación de la materia prima

- Recepción de caña de azúcar a través de camiones los cuales son llevados a una báscula de plataforma para verificar la cantidad de producto que se recibe.
- Canalización de los camiones a un patio de batey en el cual serán descargados por medio de grúas cañeras v/o volcadores de camiones.
- Recepción de materia prima en mesas alimentadoras, las cuales controlan por medio de su avance la cantidad de caña a suministrar.
- Distribución de la caña de azúcar sobre conductores de caña, los cuales cuentan con cuchillas cañeras las que dan un primer rompimiento de las fibras de la materia prima.
- El conductor de caña hace pasar la materia prima por un desfibrador en donde se termina el rompiendo las fibras de la caña.

- Las fibras de la caña de azúcar pasan por un separador magnético en el que se extraen partículas metálicas.

2. Extracción de jugo o güarapo

- Las fibras de la caña de azúcar pasan por una serie de molinos, los cuales extraen el jugo de dichas fibras, el cual es depositado en tanques de almacenamiento, a este jugo se le denomina "güarapo".
- El jugo se canaliza a filtros rotativos, obteniéndose de estos un jugo claro, ya filtrado se hace pasar por una báscula en la que se controla la cantidad de jugo claro a manejar.

3. Alcalizado y sulfitación

- Se continua agregando al jugo claro una cierta cantidad de cal y azufre para así controlar su PH y de igual forma hacerlo un poco más claro; cabe señalar que tanto la cal como el azufre en un sistema independiente han sido disueltos y calentados.

4. Calentamiento del jugo y evaporación del agua excedente

- Con un PH controlado, el jugo se canaliza a una serie de calentadores de jugo en los que se prepara para el siguiente paso productivo,
- El jugo caliente se dirige a un tanque flash, en el que se logra convertir de un flujo turbulento a un flujo laminar, para así poder pasar a los preevaporadores en los cuales se extraerá una pequeña parte de agua,
- Para terminar de extraer el agua excedente se conduce el jugo claro a los evaporadores, los cuales darán como resultado final la obtención de meladura de azúcar, que será llevada a los tanques de meladura los que tienen como objetivo el reposo,

5. Formación del grano de azúcar

- Una vez reposada la meladura se envía a los tachos, los cuales tienen como objetivo alimentar a la glucosa de la semilla base, la cual ayudará a la formación del grano de azúcar.
- Se canaliza la semilla a los cristalizadores, en donde se terminará de formar el grano de azúcar y se llevará a cabo su reposo.
- El siguiente paso será canalizar la meladura cristalizada a unos portatemplas y mezcladores en donde se dará un reposo final a los cristales de azúcar y se hará una mezcla entre los diferentes granos de azúcar.

6. Obtención y envasado del producto final

- La meladura cristalizada se dirige a una serie de centrifugas las cuales tendrán por objetivo la separación de la miel que no se pudo cristalizar con el grano de azúcar; cabe señalar que la miel incristalizable obtenida puede ser reprocesada para la obtención de otros productos como lo es el alcohol de caña de azúcar.

- El azúcar resultado de la separación antes mencionada es conducida por medio de transportadores helicoidales y elevadores de cangilones a un secador de azúcar, en donde se le extrae la humedad contenida.
- Por último se hace pasar el azúcar a una báscula en donde se le da el peso adecuado según la presentación requerida y se realiza el envasado, a su vez se es canalizado el producto al mercado o bodegas de almacén.

7. Obtención de azúcar refinada

- Para la obtención de la azúcar refinada se canaliza el azúcar después del secador a un tanque fundidor el que se vuelve a obtener un estado líquido del azúcar.
- Nuevamente se hace pasar por el proceso de alcalizado y ácido fosfórico, en donde se le eliminan impurezas del azúcar estándar,
- De igual forma que en el azúcar estándar, el jugo se hace pasar por otros calentadores y clarificadores que con la ayuda de un floculante se obtiene el licor del cual se obtendrá el producto final,
- El licor se hace pasar por unos filtros en los que se separan las partículas de mayor tamaño, y solo pasa aquello que podrá ser cristalizado,
- Una vez filtrado el licor se canaliza a sus respectivos tachos para formar el cristal del azúcar refinado y a su vez colocado en porta templas y mezcladores.
- Por último se separa el grano de la miel incristalizable por medio de centrifugas y el azúcar obtenido se lleva hasta el secador y posteriormente a su envasado.

7.1.1. Balance de Materia para un Ingenio Azucarero

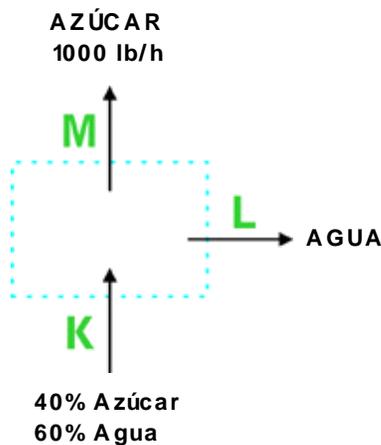
La figura representa el diagrama de flujo simplificado de la fabricación del azúcar.

AGUA: $0.25 F = YD + 0.05 G + J + L$ (3)

PULPA: $0.59 F = 0.80 D + 0.95 G$ (4)

Se tienen 4 ecuaciones con 7 incógnitas, por consiguiente no hay solución en el momento. Ahora se realizan balances de materias por equipos:

2. Balance de materia para el cristalizador:



Balance de corrientes:

$$K = M + L$$

$$K = 1000 \text{ lb/h} + L$$

Balance de componentes:

AZUCAR: $0.40 K = M$

$$0.40 K = 1000 \text{ lb/h}$$

$$K = 1000 / 0.4$$

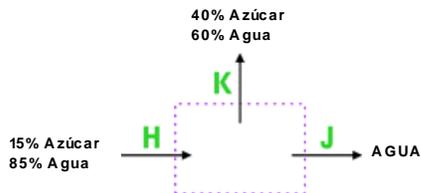
$$K = 2500 \text{ lb/h}$$

AGUA: $0.60 K = L$

$$0.60 (2500 \text{ lb/h}) = L$$

$$L = 1500 \text{ lb/h}$$

3. Balance de materia para el evaporador:



Balance de corrientes:

$$\mathbf{H = K + J}$$

$$\mathbf{H = 2500 \text{ lb/h} + \mathbf{J} \text{ (5)}}$$

Balance de componentes:

AZUCAR: $0.15 \mathbf{H} = 0.40 \mathbf{K}$
 $0.15 \mathbf{H} = 0.40 (2500 \text{ lb/h})$
 $\mathbf{H} = 0.40 (2500 \text{ lb/h}) / 0.15$
 $\mathbf{H} = 6667 \text{ lb/h}$

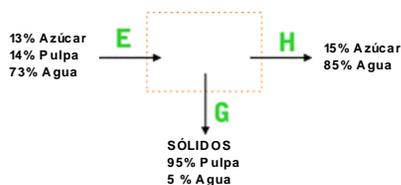
Sustituyendo el valor de **H** en (5):

$$6667 \text{ lb/h} = 2500 \text{ lb/h} + \mathbf{J}$$

$$\mathbf{J} = 6667 \text{ lb/h} - 2500 \text{ lb/h}$$

$$\mathbf{J} = 4167 \text{ lb/h}$$

4. Balance de materia para la malla:



Balance de corrientes:

$$\mathbf{E = G + H}$$

$$\mathbf{E = G + 6667 \text{ lb/h} \text{ (6)}}$$

Balance de componentes:

AZUCAR: $0.13 \mathbf{E} = 0.15 \mathbf{H}$
 $0.13 \mathbf{E} = 0.15 (6667 \text{ lb/h})$
 $\mathbf{E} = 7692 \text{ lb/h}$

Sustituyendo el valor de **E** en (6):

$$7692 \text{ lb/h} = \mathbf{G} + 6667 \text{ lb/h}$$

$$\mathbf{G} = 7692 \text{ lb/h} - 6667 \text{ lb/h}$$

$$\mathbf{G} = 1025 \text{ lb/h}$$

5. Balance de materia para el molino:

Balance de corrientes:

$$F = D + E$$

$$F = D + 7692 \text{ lb/h (7)}$$

Balance de componentes:

$$\text{AZUCAR: } 0.16 F = 0.13 E + XD$$

$$0.16 F = 0.13 (7692) \text{ lb/h} + XD$$

$$0.16 F = 1000 \text{ lb/h} + XD \text{ (8) = (2)}$$

$$\text{AGUA: } 0.25 F = 0.73 E + YD \text{ (9)}$$

las fracciones en D son:

$$1 = 0.8 + (X + Y)$$

$$X + Y = 0.2$$

$$Y = 0.2 - X \text{ (10)}$$

Ahora sustituyendo (10) en (9):

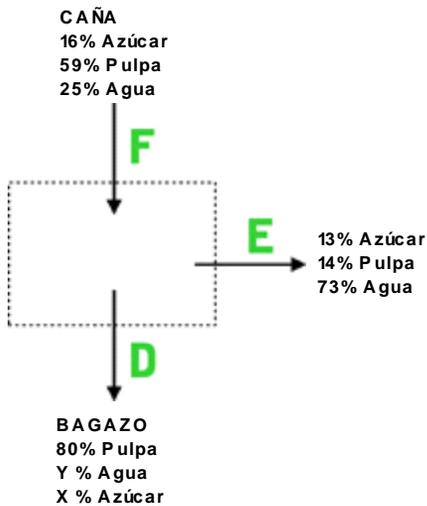
$$0.25 F = 0.73 (7692 \text{ lb/h}) + (0.2 - X) D$$

$$0.25 F = 5615 \text{ lb/h} + 0.2 D - XD \text{ (11)}$$

$$\text{PULPA: } 0.59 F = 0.14 E + 0.80 D$$

$$0.59 F = 0.14 (7692 \text{ lb/h}) + 0.80 D$$

$$0.59 F = 1077 \text{ lb/h} + 0.80 D \text{ (12)}$$



Resolviendo las ecuaciones: (8), (11) y (12)

$$0.16 \mathbf{F} = 1000 \text{ lb/h} + \mathbf{XD} \quad (8)$$

$$0.25 \mathbf{F} = 5615 \text{ lb/h} + 0.2 \mathbf{D} - \mathbf{XD} \quad (11)$$

$$0.59 \mathbf{F} = 1077 \text{ lb/h} + 0.80 \mathbf{D} \quad (12)$$

Rescribiendo las ecuaciones: (8), (11) y (12):

$$0.16 \mathbf{F} - \mathbf{XD} = 1000 \text{ lb/h} \quad (8)$$

$$0.25 \mathbf{F} - 0.2 \mathbf{D} + \mathbf{XD} = 5615 \text{ lb/h} \quad (11)$$

$$0.59 \mathbf{F} - 0.80 \mathbf{D} = 1077 \text{ lb/h} \quad (12)$$

Despejando a \mathbf{X} de la ecuación (8):

$$X = \frac{0.16F - 1000 \text{ lb/h}}{D}$$

Sustituyendo el valor de \mathbf{X} en la ecuación (11):

$$0.25F - 0.2D + \frac{0.16F - 1000 \text{ lb/h}}{D} D = 5615 \text{ lb/h}$$

$$0.25F - 0.2D + 0.16F - 1000 \text{ lb/h} = 5615 \text{ lb/h}$$

$$0.25F - 0.2D + 0.16F = 5615 + 1000 \text{ lb/h}$$

$$0.25F - 0.2D + 0.16F = 6615 \text{ lb/h}$$

$$0.41F - 0.2D = 6615 \text{ lb/h}$$

Ahora tenemos un Sistema de Ecuaciones de 2 por 2:

$$0.41 \mathbf{F} - 0.2 \mathbf{D} = 6615 \text{ lb/h} \quad (11)$$

$$0.59 \mathbf{F} - 0.80 \mathbf{D} = 1077 \text{ lb/h} \quad (12)$$

Despejamos a \mathbf{F} de (11):



COFINSA
Consultores Industriales

15

$$F = \frac{6615lb/h + 0.2D}{0.41} \quad (13)$$

Sustituimos el valor de **F** en (12):

$$(0.59) \frac{6615lb/h + 0.2D}{0.41} - 0.80D = 1077lb/h$$

Despejamos a **D**:

$$(1.43902439)(6615lb/h + 0.2D) - 0.80D = 1077lb/h$$

$$9519lb/h + 0.2878D - 0.8D = 1077lb/h$$

$$0.2878D - 0.8D = 1077 - 9519lb/h$$

$$-0.5122D = -8442lb/h$$

$$D = \frac{-8422}{-0.5122}$$

$$D = 16442 \text{ lb/h}$$

Sustituimos el valor de **D** en la ecuación (13):

$$F = \frac{6615lb/h + 0.2D}{0.41}$$

$$F = \frac{6615lb/h + 0.2(16442lb/h)}{0.41}$$

$$F = \frac{6615lb/h + 0.2(16442lb/h)}{0.41}$$

$$F = 24154 \text{ lb/h}$$

Calculando el valor de **X**:

$$X = \frac{0.16F - 1000lb/h}{D}$$

$$X = \frac{0.16(24154lb/h) - 1000lb/h}{16442lb/h}$$

$$X = 0.1742$$

Calculando el valor de Y:

$$Y = 0.2 - X \text{ (10)}$$

$$Y = 0.2 - 0.1742$$

$$Y = 0.0258$$

7.2.0. BALANCE DE MATERIA “LA PLANTA METALMECÁNICA”

Para este caso el balanceo de líneas consiste en la agrupación de las actividades secuenciales del proceso en centros de trabajo³, con el fin de lograr el máximo aprovechamiento de la mano de obra y equipo y de esa forma reducir o eliminar el tiempo y capacidad ociosos de operación.

Las actividades compatibles entre sí se combinan en grupos de tiempos aproximadamente iguales que no violan las relaciones de precedencia, las cuales especifican el orden en que deben ejecutarse las tareas del proceso.

Con efecto ilustrativo se presenta un análisis de balanceo de línea de un proceso el cual involucra desde la entrada de materia prima hasta producto terminado.

³ Cabral Calvillo Leticia, Nafinsa- ITAM, Paquete producción, fascículo 3 “Diseño de Instalaciones de producción”, pags., 108-113.



Supongamos un proceso “ P_X ” compuesto de solo cuatro pasos productivos los cuales son desarrollados por el mismo número de UMI's⁴, con los siguientes datos:

Tipo Máquina	Capacidad ton/día	Tiempo de operación (minutos)
A	400	3.6000
B	400	3.6000
C	450	3.2000
D	600	2.4000
Suma		12.8000

El tiempo del ciclo (T_C) es igual al tiempo máximo de operación (TOP_{max}) de una UMI dentro del proceso:

$$T_C = TOP_{max}$$

Calculamos:

$$T_C = 3.60 \text{ min}$$

Número de estaciones, (N_E):

$$N_E = \sum TOP \div T_C$$

Deduciendo:

$$N_E = 12.80 \div 3.60 \quad ; \quad N_E = 3.56$$

⁴ UMI.- Unidad Mínima Indivisible, corresponde a una máquina operando con todos sus equipos periféricos, incluyendo tuberías de proceso y servicio hasta su última derivación con ramales generales de planta, así como la obra civil necesaria para su montaje y sujeción.



Redondeo a límite superior:

$$N_E = 4$$

Eficiencia de la línea (E_L):

$$E_L = \sum TOP \div [N_E * T_C]$$

$$E_L = 12.80 \div [4 * 3.60] \ ; \ E_L = 0.88 \ \text{ó} \ \underline{88\%}$$

Tiempo ocioso (T_O), es función del tiempo de ciclo (T_C) menos el tiempo de operación (TOP) del i ésimo elemento (i):

$$T_O = T_C - TOP_i$$

Por lo que tenemos:

Tipo Máquina	Capacidad ton/día	Tiempo de operación (minutos)	Tiempo Ocioso (minutos)
A	400	3.6000	0.0000
B	400	3.6000	0.0000
C	450	3.2000	0.4000
D	600	2.4000	1.2000
Suma		12.8000	1.6000

El análisis de materia evidencia los siguientes resultados : La línea en su totalidad esta restringida a aquellas UMI's de menor capacidad para el caso A y B de 400 ton/día, lo que por fuerza eleva el tiempo de ciclo a 3.6 min/ton, en automático las UMI's "C" y "D" se definen con exceso de capacidad que repercute en un 88% de eficiencia con tiempos ociosos de 1.60 min/ton por lo que habría de estimar su grado de Obsolescencia Funcional Operativa, sea por balanceo económico o en su caso



por cálculo de los costos de cura pertinentes, aplicando aquel resultado de menor inversión.

8.0.0. GRADO DE CONSERVACIÓN

La vida económica de las máquinas es en suma, el número de horas que podrán alcanzar sus diferentes componentes mecánicos que la constituyen garantizando una operación continua, con costos adecuados por mantenimiento y consumo de energía. En cuanto a trabajo se refiere, la vida productiva esperada de las máquinas se basa en los parámetros que el fabricante tuvo en cuenta durante su diseño como cargas, velocidades, temperatura, medio ambiente y materiales utilizados.

El Estado de Conservación o Grado de Conservación de un equipo⁵ determinado, es recomendable analizarlo, independientemente de la observación y levantamiento físico⁶ que realizado, a través de modelos que consideren puntos importantes de verificación, uno de ellos cuantifica y analiza la disponibilidad y confianza de operación de las baterías, derivados ambos, en su probabilidad de falla así como nivel de mantenimiento sea preventivo o correctivo y la periodicidad de aplicación, dicho método está basado dentro del contexto de Confiabilidad.

Otro método involucra no solo el trabajo realizado, también toma en cuenta su impacto económico por explotación, para el caso, calcula y contrasta los costos de mantenimiento correctivo contra los costos anuales equivalentes de cada *UMI* para con ello poder estimar si su vida económica remanente se encuentra dentro de los límites de reparación o es necesaria la sustitución a una nueva tecnología.

⁵ ASA American Society of Appraisers.- Toda la maquinaria es equipo, pero no todo el equipo es maquinaria.

⁶ Existen indicadores que evidencian un mal estado de conservación de las máquinas detectables a simple vista, p.ej. vibración, golpeteo, desbalanceo, etc., una apariencia grasienta o de mal acabado superficial en pintura no necesariamente indica un mal estado de conservación.

Ambos métodos pueden no ser los únicos para la verificación de Maquinaria & Equipo, sin embargo son los más recomendable utilizados en ingeniería de proceso y producción, con solo un objetivo global específico, que la planta productiva trabaje con metas de tiempo y operación continuos además de ser al menor costo posible, siendo estos dos modelos estructura del trabajo del analista son desarrollados en capítulos posteriores.

9.0.0. CONFIABILIDAD

En cada proceso existe un histograma sobre el número de rechazos de producto terminado, dato importante como indicador de conservación, en algunas ocasiones el número es de tal magnitud que es necesario verificar y analizar las causas que lo originan.

Leemos como definición de confiabilidad⁷: “Probabilidad de buen funcionamiento de algo, cualidad de confiable”; en términos de nuestro estudio, la entenderíamos entonces como la capacidad de los equipos operando con requerimientos específicos así como en condiciones y tiempos establecidos.

Se parte del hecho que los estudios de fiabilidad si bien son aplicables a aquellos equipos tanto reparables como no reparables⁸, para nuestro caso solo analizamos aquellos con características de fallo recurrente, es decir, reparables.

Es de suma importancia verificar en las áreas productivas de planta los modelos de probabilidad sobre la confiabilidad de planta productiva, analizar su mantenimiento

⁷Diccionario de la Lengua Española.

⁸Productos no reparables: sólo un fallo puede ocurrir. Ejemplos: bombillas de luz, transistores, motores a propulsión, microprocesadores, etc.

Productos reparables: más de un fallo puede ocurrir. En este caso es importante considerar la disponibilidad del producto reparado (que dependerá de la ocurrencia de fallos y del tiempo de mantenimiento).



preventivo y correctivo así como actividades asociadas y desarrolladas con efectos de mantener en buen estado de funcionamiento el(los) equipo(s) de un sistema. Los métodos⁹ de confiabilidad son:

a).- POR COMPONENTES INDIVIDUALES.

Cuando el número de componentes en serie aumenta, la confiabilidad de todo el sistema disminuye rápidamente. Encontramos que la confiabilidad de todo el sistema (R_s) es producto de las fiabilidades individuales: R_i .

$$R_s = R_1 \times R_2 \times R_3 \times \dots \times R_i$$

La ecuación asume que la confiabilidad total de una UMI es función de uno o todos los componentes individuales, donde cada uno de ellos, no depende de la fiabilidad de los otros componentes (son independientes), además, las fiabilidades son presentadas como probabilidades.

b).- POR REDUNDANCIA.

Conocida también como maquinaria en espera y se adiciona sin falla evidente, de tal forma que a falta de un componente el sistema puede recurrir a otro por puenteo. En ejemplo, supongamos que la fiabilidad de un componente y su redundante son del 80%, la fiabilidad resultante, es:

Probabilidad de que el primer componente funcione		Probabilidad de que el segundo componente funcione		Probabilidad ¹⁰ de necesitar el segundo componente		
0.80	+	[0.80	x	0.20]	=	0.96

⁹ Heizer y Render, Dirección de la producción - Decisiones Tácticas, Ed. Prentice Hall

¹⁰ La probabilidad de necesitar el segundo componente es: 20% de que el primer componente no funcione (1-0.8).

9.1.0. TASA DE FALLO

La falta total de operación del dispositivo mismo o la condición de trabajo por debajo de niveles aceptables se acepta como tasa de fallo, por lo que una avería o desviación sobre la tolerancia del producto fabricado resulta (para los casos de líneas de proceso continuas) en el paro de las baterías con la consecuencia de efectos negativos en los objetivos tanto productivos como económicos en una empresa.

La tasa de fallos es de especial interés en Fiabilidad. A través de la observación de la tasa de fallos se puede aprender acerca de las causas del fallo y sobre la fiabilidad del equipo.

El comportamiento del patrón de fallos puede presentar tres formas básicas:

- Tasa de fallos creciente (*IFR*)
- Tasa de fallos decreciente (*DFR*)
- Tasa de fallos constante (*CFR*)

La tasa de fallos acumulada es de gran utilidad para decidir si un componente tiene *IFR*, *CFR* ó *DFR*. Se caracterizan por ser una línea recta en caso *CFR*, crece más rápido que una recta si el modelo es *IFR* y más despacio si es *DFR*.

IFR: surge por desgaste y fatiga del componente (envejecimiento).

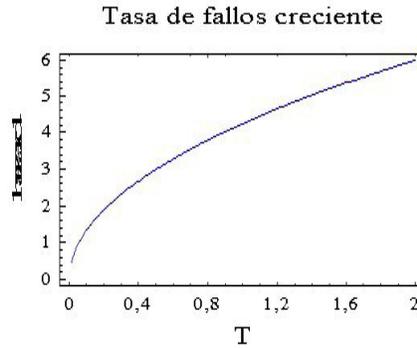


Gráfico 9.1

DFR: surge a menudo en materiales; al principio de su funcionamiento la probabilidad de fallo es alta debido a la existencia de posibles defectos ocultos. También aparece frecuentemente en estudios de supervivencia a equipos reconstruidos donde el riesgo disminuye a medida que transcurre su operación.

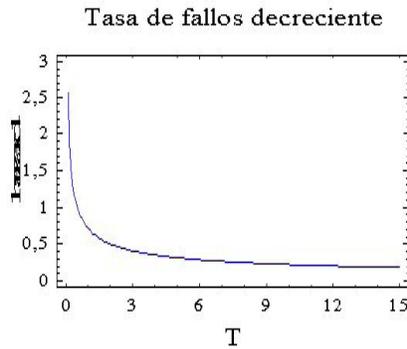


Gráfico 9.2

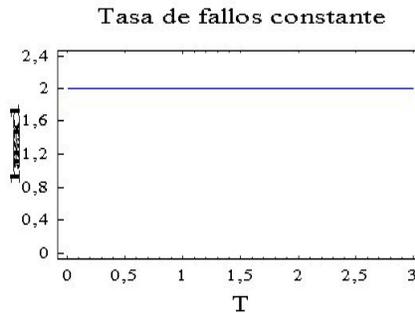


Gráfico 9.3

CFR: la probabilidad de fallo instantáneo es la misma a lo largo del tiempo, por tanto no tiene memoria.

Las tres formas de fallo básicas se combinan para generar la curva de la bañera o bathtub curve, curva típica en Fiabilidad.

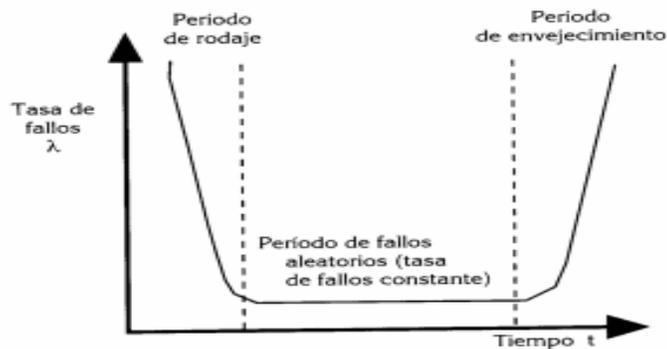


Gráfico 9.4 Curva de la bañera

La primera zona (^{1/3}), se denomina de mortalidad infantil, la siguiente zona (^{2/3}) de vida útil y finalmente la zona de deshecho o desgaste (^{3/3}).

En el gráfico 9.5 se ilustran algunas curvas típicas para diferentes dispositivos y que involucran los tres estadios de referencia.

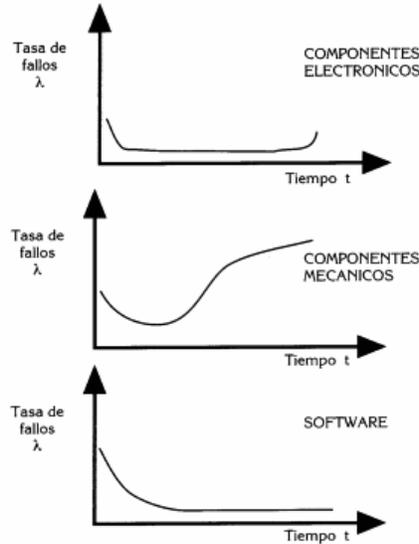


Gráfico 9.5 Fallos típicos en diferentes ítems

9.2.0. MTBF

El término más común en la fiabilidad es el tiempo medio entre fallos (*MTBF*)¹¹, el cual nos indica el tiempo medio de operación efectiva de la maquinaria o equipo, que se presenta entre dos averías o fallas que necesiten reparación. El *MTBF* se calcula mediante la siguiente formula:

$$MTBF = OT^{12} \div Nf^{13}$$

El *MTBF* es un factor que nos indica un índice de fiabilidad o de confianza. Entre más alto sea el *MTBF*, es más confiable el equipo sujeto.

¹¹**MTBF** son las siglas de "Mean Time Between Faillure" o "Tiempo Medio de Vida entre Fallos". Típicamente se expresa en horas pero puede ser en otras unidades. Para un determinado dispositivo podemos decir que existe un *MTBF* teórico o calculado y un *MTBF* práctico o medido.

¹² OT.- Tiempo de operación expresado en horas, días, meses o años.

¹³ Nf.- Número total de averías durante el periodo de operación.



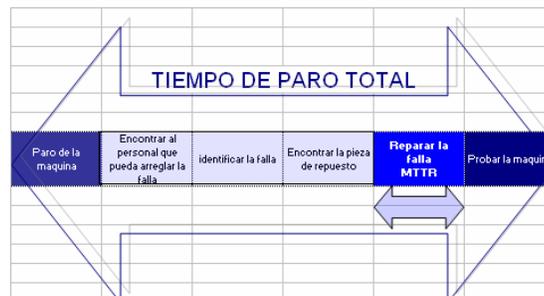
9.3.0. MTTR

El Tiempo Medio de Reparación (*MTTR*), es el tiempo requerido para poner en funcionamiento un equipo o maquinaria que haya presentado un fallo.

Una vez que la pieza de un equipo o maquinaria ha fallado, debe ser posible él sustituirla lo antes posible ya que de esto depende la reparación de la falla y la puesta en marcha del equipo en el menor tiempo posible.

Los fabricantes proporcionan en los datos de venta, el Tiempo Medio de Reparación, en el cual se asume que el problema o fallo ya está identificado, las piezas de recambio y el personal que se requiere para realizar la reparación están disponibles, por lo tanto, solo se tomara en cuenta para el *MTTR* el tiempo que llevará la reparación. (Fig. 1)

Gráfico 9.6 Diferencia entre MTTR y par o total





9.4.0. DISPONIBILIDAD

La disponibilidad es la probabilidad que un equipo o sistema este funcionando en un tiempo de operación "t". La disponibilidad "At" se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$At = MTBF \div (MTBF + MTTR)$$

Un alto valor en la disponibilidad se da mediante un aumento del *MTBF*, el cual provoca también un aumento en la fiabilidad, p.ej., tiempo medio entre fallos de 2000 horas y tiempo de reparación de 120 horas, se tiene:

$$At = 2000 \div (2000 + 120); At = 94.33 \%$$

Un impacto por cualquier circunstancia al mismo equipo, que reduzca su *MTBF* a 500 horas, la disponibilidad es de:

$$At = 500 \div (500 + 120); At = 80.64 \%$$

Si la circunstancia prevalece y en el extremo su *MTBF* = 10 horas, la disponibilidad se resuelve en 7.69%.

9.5.0. MODELOS ESTADÍSTICOS UTILIZADOS EN FIABILIDAD

Modelo exponencial, único modelo que presenta tasa de fallos constante = falta de memoria, se calcula mediante la siguiente formula:

$$R_{(t)} = e^{(-t \div MTBF)}$$

Donde:

t.- Tiempo desde la última falla.

e.- Logaritmo neperiano (2.718281)

En ejemplo, si un equipo requiere funcionar por dos años sin presentar ninguna falla y el fabricante proporciona un tiempo medio entre fallos (*MTBF*) de 2 años, tenemos:

$$R_t = e^{(-2 \div 2)} ; R_t = 0.36$$

Por lo tanto, se tiene un 36% de fiabilidad en el equipo, o un 64% ($1-R_{(T)}$) de probabilidad de que el equipo presente una falla en estos dos años. Si el *MTBF* fuera de 10 años, se tendría que la fiabilidad en este equipo aumentara a un 82%¹⁴, mientras que la probabilidad de falla se reduciría a 18%.

Existen otros modelos de fiabilidad como Weibull, Lognormal y Gamma, sin embargo no son comúnmente utilizados para análisis valuatorio, toda vez que su aplicación considera el primer tercio o último tercio de la gráfica de la curva de la bañera, lo que significa que los modelos están dentro de *DFR* ó *IFR* es decir, tasas de fallo decrecientes y crecientes respectivamente y a este punto de análisis son evidentes dos opciones: o bien que está en arranque y pruebas o que los costos de mantenimiento consumidos por la UMI han rebasado su edad económica.

10.0.0. MANTENIMIENTO CORRECTIVO Y COSTO ANUAL DEL DISPOSITIVO

Dos parámetros inusuales del costo de operación son el tiempo medio entre fallas (*MTBF*) y el tiempo medio de reparación (*MTTR*), pero son de suma importancia ya que ayudan a la obtención del costo del mantenimiento correctivo.

¹⁴ Función de: $R_{(t)} = e^{(-2 \div 10)} = 0.82$



También los costos de garantía dependen en gran medida de la información proporcionada por el MTBF. El costo de mantenimiento por lo tanto se calcula mediante la siguiente formula:

$$C_{CM} = (SOH) (MTTR) (C_m) \div MTBF$$

Donde:

C_{CM} .- costo del mantenimiento correctivo por año.

SOH .- horas de funcionamiento.

MTBF.- tiempo medio entre fallos.

MTTR.- tiempo medio de reparación.

C_m .- costo del trabajo de reparación.

Ejemplo

La empresa estima un perfil de funcionamiento de uno de sus equipos en 4500 horas por año, propone de acuerdo a sus indicadores se realice un mantenimiento preventivo cada 1500 horas de servicio. Cada acción de mantenimiento correctiva se debe realizar en 5 horas y el costo de cada hora de éste

mantenimiento es de \$1000 dólares por hora. Si la empresa estima mediante estudios de fiabilidad que sus sistemas pueden fallar cada 2000 horas. El costo total del mantenimiento correctivo para el equipo es de:

$$C_{CM} = 4500 \times 5 \times 1000 \div 2000^{15}; \quad C_{CM} = \underline{\underline{\$11,250 \text{ USD}}}$$

La simple relación entre su C_{CM} menos su costo base de mantenimiento, en circunstancias normales de operación y su valor de reposición depreciado llevado al año resulta en un indicador de conservación que toma en cuenta la vida económica del proyecto, su expresión matemática es:

$$G_c = Vrd \div [FC (C_{CM} - C_{CB})]$$

Donde:

G_c = Grado de conservación

C_{CB} = Costo base de mantenimiento

FC = Factor de capitalización¹⁶

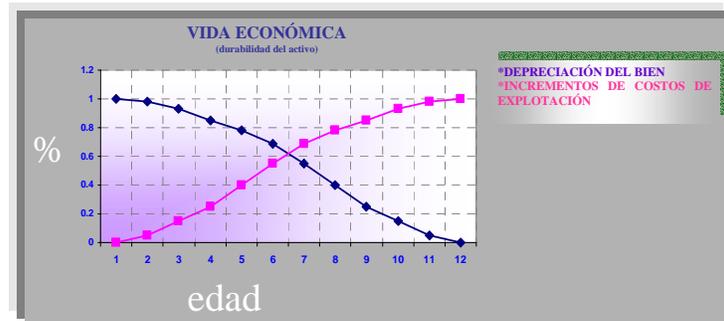
¹⁵ Fórmula simplificada, la base del planteamiento es: $(4,500 \div 2,000) \times 5 \times 1,000 = \$11,250 \text{ USD}$

¹⁶

$Vrd = \text{Valor de reposición depreciado}$

Cabe aclarar que en el modelo cuando sea $Gc \leq I$, la vida económica se ha consumido y es momento de su sustitución; su gráfico tiene el siguiente comportamiento a lo largo del tiempo.

Gráfico 10.1 Vida económica



Por separado, el costo anual del equipo al año “i”:

$$Vrd_{(i)} = Vrd \div FC$$

11.0.0. OBSOLESCENCIA CONFORME AL MERCADO

Dentro de los factores por revisar para el marco total de depreciación, como se ha visto, están los tangibles e intangibles, los tangibles son medidos vía costos de cura, para los intangibles y dado que los costos excedentes gravitan sobre la maquinaria cada año en tanto no se corrijan, se presentan en forma de renta y por ende para traducirla a un factor total es necesario capitalizarla.

$$FC = \left\{ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right\}$$

FC. Factor de capitalización [Ingeniería Económica], fórmula de descuento para una serie de pagos iguales, La literal “i” corresponde a WACC en su capítulo correspondiente; donde “n”= vida útil remanente del equipo.



Un punto por demás importante en el cálculo de inutilidad de planta no es nada más verificar la falta de producción, también es corroborar la aceptación en el mercado de lo que si se produce, p.ej., la planta esta capacitada para producir 100, actualmente por circunstancias externas produce 80, luego entonces la inutilidad es producto de la escalación económica de $80 \div 100$, pero ¿que pasa si los 80 que se producen están en almacén sin posibilidad de colocación?

Retomando el ejemplo de productores azucareros: El azúcar de caña actualmente compite con un concentrado de mayor poder edulcorante, la fructuosa¹⁷, por otro lado de acuerdo al Manual Azucarero de cada año, los Ingenios en tiempo de zafra¹⁸ trabajan en promedio del 90% al 98% de su capacidad instalada, uno y otro problema se suman resultando en un exceso de producto en almacén y desgraciadamente sin colocación en el mercado, peor aún sin poderla exportar, ya que dentro de la contabilidad nacional también se incluye la importación de la misma fructuosa dentro del consumo de edulcorantes¹⁹.

El problema deja de ser subyacente, es cierto que se produce a casi el 100%, pero queda evidente que lo producido no se distribuye al 100%, luego entonces debe existir penalización por inutilidad.

¹⁷ Fructuosa.- Se trata de un edulcorante (endulzante) de importación conocido como jarabe de maíz con alto contenido de fructuosa identificado en dos grados: JMAF 42 Y JMAF 55 es un producto calórico que contiene fundamentalmente glucosa, levulosa y en menor medida sacáridos.

¹⁸ Zafra.- Cosecha de la caña dulce. Fabricación del azúcar de caña, y, por extensión del de remolacha. Tiempo que dura esta fabricación.

¹⁹ Cartas paralelas al TLCAN (Tratado de Libre Comercio de América del Norte) del capítulo azucarero firmado por Mickey Tantor y Jaime Serra Puche, donde se especifica contabilizar la fructuosa para determinar producción y consumo de edulcorantes en la República Mexicana.



La penalización por inutilidad para este caso, Rhodes (2001) propone²⁰ medirla hilvanando datos respecto de los estados Financieros de la entidad analizada, p.ej.,

item	cap. Total	Inutilidad	
1 Capacidad Nominal (Tons/ año)	60,000	60,000	
2 Producción	60,000	47,500	F. Inutilidad
3 Capacidad Utilizada	1.00	0.79	0.87
4 Ventas Totales	1.00	0.79	
5 Costo Variable	0.65	0.51	
6 Costo Fijo	0.15	0.15	
7 Utilidad de Operación	0.20	0.127	
8 Factor de capacidad		0.63542	
9 Factor de Escala		0.6	
10 Factor de Inutilidad		0.76	

Del ejercicio pueden extraerse datos interesantes:

- Para una capacidad y producción vendida de 60,000 ton/año le corresponden el 100% de utilización, pero para una producción de 47,500 ton/año le corresponden, $47,500 \div 60,000 = 0.79$ es decir 79% de capacidad utilizada, si aquí escalamos al factor de 0.6, el resultado de obsolescencia económica es de 87%.
- Si afectamos con datos de resultados, tendremos que para una capacidad de 79% el costo variable es de 51%, resultado de: 0.79×0.65 .
- Para ambos casos, sea producción al 100% ó 79% el costo fijo se mantiene constante del 15%.
- Calculando resultados, la utilidad de operación es del 12.7% contra una utilidad de operación del 20% a una demanda del 100%.

²⁰ Lester Rhodes, Senior Manager of Valuation Services at Ryan & Company. The Journal of the International Machinery & Technical Specialties Committee of the American Society of Appraisers Publishes External Obsolescence and Complex Property Article. Volume 18, Issue 1.



- El factor lineal por capacidad, ahora es de: $0.127 \div 0.20 = 0.6354$ ó 63.54%
- Que elevado al factor de escalación económica de 0.6 (previamente verificado), resulta en: 0.76 ó 76% de Obsolescencia Económica y su complementario de 24% por inutilidad.

Como se podrá notar el primer cálculo de OE de 87% sin tomar en cuenta costos fijos y variables²¹ resulta elevado respecto del 76%, o lo que es lo mismo un 11% de valuación excedente y a favor, por no considerar la demanda. La fórmula propuesta se resume en:

$$\text{Inutilidad} = 1 - (\text{Demanda} \div \text{Cap } a)^n$$

La diferencia respecto de la fórmula original es:

$$\text{Inutilidad} = 1 - (\text{Cap } b \div \text{Cap } a)^n$$

La aportación de Rhodes, consiste en sustituir la capacidad producida (*Cap b*) un tanto tautológica²², por la demandada en el mercado, siendo la capacidad de planta (*Cap a*), un dato constante.

11.1.0. COSTOS FIJOS Y VARIABLES

Con efectos de presentar alternativas de solución al modelo de obsolescencia de acuerdo al mercado se presenta un cálculo concentrado de costos fijos y variables supónganse de una empresa determinada los siguientes datos:

²² Tautología.- Repetición de un mismo pensamiento expresado de distintas maneras; Repetición inútil y viciosa.

PRODUCCIÓN Y COSTO TOTAL PRODUcido				
	PERIODO	VOLUMEN	C. TOTAL	CAP. PLANTA
MÍNIMOS	9	250	7,500	17%
	10	400	9,000	27%
	7	500	10,000	33%
	8	500	10,000	33%
	11	650	11,000	43%
	12	750	12,000	50%
MÁXIMOS	1	950	15,000	63%
	6	1,150	17,500	77%
	2	1,250	20,000	83%
	5	1,250	20,000	83%
	3	1,350	21,500	90%
	4	1,500	25,000	100%
SUMA	12	10,500	178,500	

El volumen producido mensual se ordena de menor a mayor, con sus respectivos costos totales, la columna de periodo corresponde al número de mes de la producción, que al ser ordenados por volumen impiden que su alineación no sea consecutiva, la última columna en porcentaje representa la capacidad de planta utilizada para los niveles de producción correspondientes tomando como máximo o tope el volumen de 1,500 unidades.

N	X	Y	YX	X²
PERIODO	VOLUMEN	C. TOTAL		
9	250	7,500	1,875,000	62,500
10	400	9,000	3,600,000	160,000
7	500	10,000	5,000,000	250,000
8	500	10,000	5,000,000	250,000
11	650	11,000	7,150,000	422,500
12	750	12,000	9,000,000	562,500
1	950	15,000	14,250,000	902,500
6	1,150	17,500	20,125,000	1,322,500
2	1,250	20,000	25,000,000	1,562,500
5	1,250	20,000	25,000,000	1,562,500
3	1,350	21,500	29,025,000	1,822,500
4	1,500	25,000	37,500,000	2,250,000
12	10,500	178,500	182,525,000	11,130,000

Se multiplica volumen por costo total y se enlista en la columna "yx" en otra se adiciona el dato de x^2 y se suman los subtotales al año tomando en cuenta los 12 meses.

Se plantea un sistema de ecuaciones de dos variables y dos incógnitas (2x2) para separar costos fijos y variables

<i>SEPARACIÓN Y CÁLCULO DE COSTOS FIJOS Y VARIABLES</i>				
$\Sigma Y =$	$N a + b \Sigma X$	178,500 =	$12 a +$	$10,500 b$
$\Sigma YX =$	$a \Sigma X + b \Sigma X^2$	182,525,000 =	$10,500 a +$	$11,130,000 b$

Expuestas las ecuaciones se resuelve el sistema por el método de **cramer**

<i>SOLUCIÓN AL SISTEMA DE ECUACIONES</i>				
COSTO FIJO				
$a =$	$\frac{\begin{vmatrix} 178,500 & 10,500 \\ 182,525,000 & 11,130,000 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 12 & 10,500 \\ 10,500 & 11,130,000 \end{vmatrix}}$	=	\$ 3,011.26	
COSTO VARIABLE				
$b =$	$\frac{\begin{vmatrix} 12 & 178,500 \\ 10,500 & 182,525,000 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 12 & 10,500 \\ 10,500 & 11,130,000 \end{vmatrix}}$	=	\$ 13.55856	

De resultados: costo fijo mensual: \$ 3,011.26 que corresponde a todos aquellos elementos que intervienen indirectamente en la producción que aún no produciendo se tienen que solventar y costo variable por unidad \$13.55, en algunas plantas industriales se decide fabricar incluso productos que no son rentables para la empresa, toda vez que esta estrategia permite diluir el costo fijo en mas unidades producidas²³.

²³ Cassaigne, Costeo Directo en la Toma de Decisiones, Ed. Limusa 1994, ejemplo literal Págs., 74 a 76. Si es requerido conocer mas del tema se recomienda: Páramo Merino, Teoría y Cálculo de Costos Industriales, Ed. Limusa, Noriega Editores, 1992.



II. Análisis Económico

12.0.0. UNIDAD INDUSTRIAL PRODUCIENDO VALOR

En la primera parte del presente estudio se enfatizó en el hecho de valorar la maquinaria & equipo bajo la condición de uso continuado, en el mismo marco teórico se hace referencia a que la conexión entre el balanceo de la unidad fabril y propiamente su capitalización es precisamente la producción medida por el ingreso, dado que el valor de una entidad, por supuesto, tiene origen en las ventas menos costos y gastos inherentes y a su vez estos son producto de un adecuado uso del activo fijo, que cuando no es el caso, la obsolescencia se encarga literalmente de evaporar deficiencias, sea identificando capital en exceso, inutilidad o cuellos de botella mediante ajustes a las reproducciones y posteriormente aplicando balanceos; en derivación, se estará hablando y calculando siempre en unidades homogéneas, ya que no es posible establecer una justa comparativa entre una planta simplemente depreciada y su valor ganancial sin haber revisado previamente sus conectores analíticos.

En no menos ocasiones hemos escuchado que la aportación de valor al activo fijo, tradicionalmente la capitalización de maquinaria y equipo, “no es aplicable”, por que drásticamente se razona que se carecen de datos de entrada suficientes para poder integrar un modelo económico, debido a que no es fácilmente identificable la acumulación de rentas así como consumibles operativos y administrativos, digamos p.ej., de un reactor de pruebas.

Al respecto solo puede estarse de acuerdo en una cosa y se aclara: efectivamente para un equipo *valuado individualmente*, salvo algunas excepciones²⁴, se carecen de los elementos necesarios para desarrollar con seriedad un modelo que identifique y cuantifique el crecimiento o disminución de valor que vienen a afectar a las

²⁴ Maquinaria pesada, automóviles, equipo menor para la construcción, etc.



inversiones erogadas para desarrollar o mantener un proyecto determinado. Resulta pues, que en uso continuado la premisa se fractura y por consiguiente sus razonamientos de “por que no puede realizarse”.

La planta productiva dista mucho de ser *un tren de maquinitas individuales formadas una atrás de otra*, visto así es como muchos analistas prefieren o quieren entenderlo. De hecho este arreglo al que se hace referencia, es técnicamente y en realidad: Una serie de equipos que conforman una batería o tandem, dispuestos secuencialmente para desarrollar un trabajo dado, con mas o menos consumo de materia, obra de mano y energía suministrada mediante redes troncales y que están totalmente ligados a las condiciones económicas del sector al cual pretenden cubrir por la fabricación y colocación de su producto terminado.

En los anteriores términos podemos estar en posibilidades de plantear los puntos concisos para la obtención de datos:

1° Un tren de maquinaria en uso continuado es en toda su extensión, una línea de producción.

2° Todo el activo fijo balanceado forma parte de la cadena de compra de materia prima, producción, almacenaje, distribución y venta, consecuentemente contribuye a la creación o pérdida de valor de la entidad en su debida proporción.

3° La unidad, ahora económica, tiene cobertura de su sector productivo porque depende y compite con sus cambios, además del comportamiento global del mercado.



Se deduce, si el uso continuado considera como medulares los puntos anteriores en cuanto a análisis económico se refieren, se plantean en solución las variables desarrolladas en temario posterior.

13.0.0. TASA DE RENDIMIENTO

La integración de una tasa de rendimiento no esta muy lejana, en una primera aproximación, de una decisión lógica y sin una aplicación minuciosa de los resquicios matemáticos que creemos debe utilizarse. Un inversionista, antes de decidir aventurarse a un sector comercial, tendría el siguiente planteamiento:

“...Yo soy dueño del capital, tú del negocio, para que yo decida invertir mi capital en tu negocio, debes pagarme como base el interés de una inversión sin riesgo, más el diferencial del mercado premiado por tu riesgo...”

En otra perspectiva, este planteamiento engloba que no solo el retorno del capital actuando en un negocio debe pagarse como una inversión sin riesgo (R_f), p.ej., invertir en Cetes²⁵, porque a esta base tiene que reconocerse en suma que existe un rendimiento esperado del mercado (R_m), existe evidentemente una diferencia entre uno y otro ($R_m - R_f$), que es el premio adicional por dirigir el capital a un punto de producción y consumo, se acota que no es lo mismo invertir en Cetes que en el mercado de acero, azúcar o textiles; por último, adicionar el riesgo del sector identificado como beta (B) en prima adicional a este diferencial.

En una segunda aproximación más analítica, lo anterior queda matemáticamente expresado por:

²⁵ (CETES) son el instrumento de deuda bursátil más antiguo emitido por el Gobierno Federal. Se emitieron por primera vez en enero de 1978 y desde entonces constituyen un pilar fundamental en el desarrollo del mercado de dinero en México. Estos títulos pertenecen a la familia de los bonos cupón cero, esto es, se comercializan a descuento (por debajo de su valor nominal), no devengan intereses en el transcurso de su vida y liquidan su valor nominal en la fecha de vencimiento, para su valuación ver:
SHCP. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS CERTIFICADOS DE LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN.

$$CAPM^{26} = Rf + [(Rm-Rf) \beta]$$

Los puntos que tienen más problema en su cálculo son básicamente R_m y B , dado que R_f es tasa directa del promedio de Cetes propuesto²⁷ a 10 años, por lo que se desarrollan tales variables.

13.1.0. RENDIMIENTO ESPERADO DEL MERCADO [R_M]

El R_m tiene su base de cálculo en el Índice de Precios y Cotizaciones (IPC).

- IPC.- Este indicador mide los movimientos en los precios del mercado accionario en su forma general para todo el mercado o para las emisoras más representativas del mismo.

Se considera el indicador del desarrollo del mercado accionario en su conjunto, en función de las variaciones de precios de una selección de acciones (o muestra) balanceada, ponderada y representativa del conjunto de acciones cotizadas en la BMV²⁸.

A diferencia de otros índices de este tipo, el valor del IPC se relaciona con el día anterior y no con el valor de la fecha base, debido a que la muestra es revisada periódicamente con el objeto de considerar a las emisoras líderes, y no permitir que ésta se vuelva anacrónica y obsoleta, perdiendo consecuentemente su representatividad. Eventualmente su información se presenta de la siguiente forma:

²⁶ De sus siglas en ingles: Capital Asset Price Model.

²⁷ El periodo para promediar Cetes realmente no tiene una regla, sin embargo se propone un lapso de 10 años para todos los análisis, este lapso contempla la sustitución de tecnología así como cambios socioeconómicos del sector fuente.

²⁸ Bolsa Mexicana de Valores



SF43713 Indicadores de la bolsa mexicana de valores				
Índice de precios y cotizaciones Máximo				
período: 19/04/1990 - 19/08/2005	periodicidad: Diaria			
cifra: Indices	unidad: Sin Unidad	base: 1978		
SF43714 Indicadores de la bolsa mexicana de valores				
Índice de precios y cotizaciones Mínimo				
período: 19/04/1990 - 19/08/2005	periodicidad: Diaria			
cifra: Indices	unidad: Sin Unidad	base: 1978		
SF43715 Indicadores de la bolsa mexicana de valores				
Volumen operado				
período: 21/12/1999 - 19/08/2005	periodicidad: Diaria			
cifra: Volumen	unidad: Miles de Operaciones			
SF43716 Indicadores de la bolsa mexicana de valores				
Índice de precios y cotizaciones Cierre				
período: 19/04/1990 - 19/08/2005	periodicidad: Diaria			
cifra: Indices	unidad: Sin Unidad	base: 1978		
FECHA	SF43713	SF43714	SF43715	SF43716
19/04/1990	528.7100	526.4400	N/E	528.3000
19/04/1991	952.8000	915.5600	N/E	915.5600
20/04/1992	1857.8400	1840.5200	N/E	1850.1300
19/04/1993	1758.0900	1741.0500	N/E	1742.6600
19/04/1994	2131.3600	2064.7100	N/E	2064.7700
19/04/1995	1802.2900	1785.8100	N/E	1792.7500
19/04/1996	3330.5600	3254.1800	N/E	3284.4800
18/04/1997	3807.5000	3783.5200	N/E	3788.4300
20/04/1998	5167.8600	5083.2500	N/E	5166.3700
19/04/1999	5686.9800	5460.4500	N/E	5464.1700
19/04/2000	6688.8400	6396.6400	353986.60	6446.5800
19/04/2001	6163.5300	6026.4500	158811.10	6029.0600
19/04/2002	7546.7900	7474.8800	118330.00	7509.2200
21/04/2003	6336.5000	6302.0000	39210.40	6326.6500
19/04/2004	10701.1200	10582.6700	94965.50	10646.8100
19/04/2005	12051.4400	11754.1700	85326.30	12011.5300

Mecánica de cálculo, Base: 0.78 = 30 de octubre de 1978.

Fórmula:

$$I_t = I_{t-1} \left(\frac{\sum P_{it} * Q_{it}}{\sum P_{i,t-1} * Q_{i,t-1} * F_i} \right)$$

Donde:

I_t = Índice en tiempo t

P_{it} = Precio de la emisora i el día t

Q_{it} = Acciones de la emisora i el día t

F_i = Factor de ajuste por ex-derechos

$i = 1, 2, 3, \dots, n$

Una vez identificado el IPC, se calcula el Rm para el caso, en un periodo de 10 años, del 19 abril de 1995 al 2005, nótese dentro de la tabla, que no todas las fechas coinciden con el día de la fecha base, p.ej., 1997, 1998 y 2003, esto es porque se toman los datos de la última cotización y seguramente el día 19 de esos años no fue laboral, la fórmula de cálculo es:

$$Rm = [P_i - P_0] \div P_0$$

Donde:

P_0 = IPC en tiempo base

P_i = IPC en tiempo “ i ”

En ejemplo, aplicando datos para la muestra 3, 20-abr-98, tenemos:

$$Rm = [5,166.37 - 3,788.43] \div 3,788.43 = \underline{36.37\%}$$

RENDIMIENTO DEL MERCADO (Rm)			
Número	fecha	IPC último hecho	Rm/Año
0	19-Abr-95	1,792.75	
1	19-Abr-96	3,284.48	83.2090%
2	18-Abr-97	3,788.43	15.3434%
3	20-Abr-98	5,166.37	36.3723%
4	19-Abr-99	5,464.17	5.7642%
5	19-Abr-00	6,446.58	17.9791%
6	19-Abr-01	6,029.06	-6.4766%
7	19-Abr-02	7,509.22	24.5504%
8	21-Abr-03	6,326.65	-15.7482%
9	19-Abr-04	10,646.81	68.2851%
10	19-Abr-05	12,011.53	12.8181%
		Total	242.0969%
		Promedio	24.2097%

En una lectura rápida, tendríamos que en 10 años el rendimiento promedio del mercado (Rm) es de 24.20%, sin embargo esta apreciación tan lineal involucra un error que, de no identificarse, repercute totalmente en modelos posteriores, la tabla como se plantea calcula y resuelve en pesos corrientes con diferente poder adquisitivo, por tanto no es posible utilizar el resultado para efectos de valuación si aceptamos que todos los modelos son desarrollados a precios constantes.

La solución se plantea entonces en:

RENDIMIENTO DEL MERCADO (Rm) pesos constantes						
Número	fecha	IPC último hecho	Rm/Año	INPC	Tasa de inflación	Tasa real (Rm cte)
0	19-Abr-95	1,792.75		35.37		
1	19-Abr-96	3,284.48	83.2090%	48.43	36.92%	33.8035%
2	18-Abr-97	3,788.43	15.3434%	59.25	22.34%	-5.7202%
3	20-Abr-98	5,166.37	36.3723%	68.2	15.11%	18.4760%
4	19-Abr-99	5,464.17	5.7642%	80.63	18.23%	-10.5405%
5	19-Abr-00	6,446.58	17.9791%	88.48	9.74%	7.5119%
6	19-Abr-01	6,029.06	-6.4766%	94.77	7.11%	-12.6839%
7	19-Abr-02	7,509.22	24.5504%	99.23	4.71%	18.9524%
8	21-Abr-03	6,326.65	-15.7482%	104.43	5.24%	-19.9435%
9	19-Abr-04	10,646.81	68.2851%	108.83	4.21%	61.4813%
10	19-Abr-05	12,011.53	12.8181%	113.84	4.60%	7.8531%
					Total	99.190%
					Promedio	9.9190%



A la tabla anterior se le adicionaron tres columnas mas, el Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) con efectos de calcular la tasa de inflación al año estudiado y el cálculo de la tasa real que es la Rm deflactada, la inflación se calcula simplemente dividiendo índices (INPC's) y restando la unidad; para la tasa real:

$$Rm_{cte} = [Rm - \pi] \div [1 + \pi]$$

Donde:

π = Inflación

Rm cte = Rm deflactada

Bajo estos términos, una lectura apropiada sería que el rendimiento del mercado a precios constantes (Rm cte) con un promedio de 10 años es de:

$$\underline{Rm\ cte = 9.91\%}$$

13.2.0. COEFICIENTE BETA.

De ordinario la inversión en el mercado de capitales es a través de compra y venta de acciones de empresas, la ganancia o pérdida que un inversionista pueda obtener depende del momento y la estrategia de la compra-venta. El mercado accionario es un mercado que ofrece un rendimiento variable, vemos también que no existen garantías en sus extremos, no es ley que un incremento de mercado resulte más rentable o viceversa, por lo que independientemente de la situación, un variado portafolio de inversiones dará al inversor hábil un buen espectro de posibilidades y si son bien llevadas también probablemente de utilidades, sin embargo, con efectos de asegurar sus resultados pueden recurrir a ciertas técnicas para reducir el margen de error en sus decisiones.



Si se quiere conocer la contribución de una acción individual al riesgo de un conjunto de acciones de diferentes sectores, se necesita medir su riesgo de mercado, lo que equivale a medir su sensibilidad respecto a los movimientos del mercado, esta sensibilidad se denomina Beta.

Una acción con una beta de 1.0 tiene el riesgo medio del mercado y responde totalmente a sus movimientos, un título p.ej., con una beta de 0.7 tiene un riesgo de mercado menor y las acciones con beta mayores que 1, “palanquean”²⁹ los movimientos sea a la baja o a la alza.

Por ejemplo,

Incremento previsto del mercado: 5%; acción con beta de 1.3, tenemos:

$$1.3 \times 0.05 = 0.065 \text{ ó } 6.5\%$$

$$y, 6.5\% > 5\%$$

Como el valor de este título en particular tiene un beta mayor que 1, su volatilidad es superior a la de mercado. Otro caso, si el mercado se decrementa un 5%; para una acción con beta de 0.7, tenemos:

$$0.70 \times 0.05 = 0.035 \text{ ó } 3.5\%$$

$$y, 3.5\% < 5\%$$

Lo que significa que un decremento del mercado en 5%, solo impactó en un 3.5% para la citada acción, que resulta en un menor riesgo.

²⁹ Se aplica el termino “palanquean” considerando que una acción con beta mayor a 1 incrementa la proporción de pérdida o utilidad señalada por el mercado, distando del resultado 1:1.

13.2.1. TIPOS DE BETAS.

Es viable calcular diferentes tipos de betas³⁰, por ejemplo de: activos que es función del apalancamiento de la empresa, beta apalancada; contable, desarrollada en función de datos contables respecto de su entorno, la base de cálculo corresponde al valor del capital del que se puede deducir el valor accionario en libros involucrando el retorno sobre el capital (*ROE*); de la industria y sector, para estos últimos la única variación es que se toman en consideración el Índice de Precios y Cotizaciones sea industrial o de todo el mercado y por último de proyecto de inversión, que toma en cuenta un riesgo mas alto que el mercado en general.

Morales Castro (2002) desarrolla un ejemplo de cálculo del beta (B)³¹ sectorial para una empresa “y” en un periodo de 10 días hábiles, enlistando datos, por ahora solo del mercado, tenemos:

RENDIMIENTO DEL MERCADO (Rm)			
Número	fecha	I P C último hecho	Rm/día
0	05/08/2005	14463.140	0
1	08/08/2005	14596.770	0.9239%
2	09/08/2005	14673.340	0.5246%
3	10/08/2005	14702.580	0.1993%
4	11/08/2005	14768.950	0.4514%
5	12/08/2005	14673.220	-0.6482%
6	15/08/2005	14842.700	1.1550%
7	16/08/2005	14559.190	-1.9101%
8	17/08/2005	14560.330	0.0078%
9	18/08/2005	14619.960	0.4097%
10	19/08/2005	14678.160	0.3979%
		Total	1.5114%
		Promedio	0.1511%

Para el cálculo del Rm por día:

³⁰ <http://tesishoy.tripod.com.mx/beta.htm>

³¹ Morales Castro Arturo y J. Antonio, Respuestas Rápidas para los Financieros, Ed. Prentice Hall 2002.Cap. 17 “Diseño del Portafolios de Inversión”.Págs., 431-469.

$$Rm = [P_i - P_0] \div P_0$$

Donde:

P_0 = IPC en tiempo base

P_i = IPC en tiempo "i"

En ejemplo, aplicando datos para la muestra 2, 9-ago-05, tenemos:

$$Rm = [14,673.34 - 14,596.77] \div 14,596.77 = \underline{0.5246\%}$$

La suma de los rendimientos dividido entre el número de muestras, resulta en un rendimiento del mercado promedio de 10 días hábiles en:

$$Rm = \underline{0.1511\%}$$

Enlistamos datos de la empresa "y", de sus cotizaciones por acción al cierre en el mismo periodo:

PERFIL DE LA ACCIÓN EMPRESA "Y"			
Número	fecha	Precio de cierre o último hecho	Rendimiento de la acción/día
			Xi
0	05-Ago-05	\$12.00	
1	08-Ago-05	\$12.40	3.3333%
2	09-Ago-05	\$12.70	2.4194%
3	10-Ago-05	\$13.00	2.3622%
4	11-Ago-05	\$14.00	7.6923%
5	12-Ago-05	\$14.10	0.7143%
6	15-Ago-05	\$14.12	0.1418%
7	16-Ago-05	\$14.12	0.0000%
8	17-Ago-05	\$13.00	-7.9320%
9	18-Ago-05	\$14.22	9.3846%
10	19-Ago-05	\$14.50	1.9691%
		Total	20.0850%
		Promedio	2.0085%

El cálculo del rendimiento de la acción por día tiene el mismo tratamiento planteado anteriormente, en ejemplo, aplicando datos para la muestra 2, 9-ago-05, tenemos:

$$\text{Rendimiento día acción (Rda)} = [\$12.70 - \$12.40] \div \$12.40$$

$$Rda = \underline{2.4194\%}$$

La suma de los rendimientos dividido entre el número de muestras, resulta en un rendimiento de la acción de la empresa “y” del promedio de 10 días hábiles en:

$$Rm = \underline{2.0085\%}$$

Concatenamos datos, del rendimiento del mercado y de la acción de la empresa “y” en el mismo periodo, con efectos de establecer el perfil de la acción respecto del mercado:

PERFIL DE LA ACCIÓN EMPRESA "Y" RESPECTO AL MERCADO									
Número	fecha	Precio de cierre o último hecho	Rendimiento de la acción/día	Rendimiento del mercado accionario	Rendimiento de la acción menos el promedio	Rendimiento del mercado menos el promedio	Rendimiento de la acción menos el promedio al cuadrado	Rendimiento del mercado menos el promedio al cuadrado	Covarianza de la acción con el mercado accionario
			Xi	Y	(xi-x̄)	(Y-Ȳ)	(xi-x̄) ²	(Y-Ȳ) ²	(xi-x̄)(Y-Ȳ)
0	05-Ago-05	\$12.00							
1	08-Ago-05	\$12.40	3.3333%	0.9239%	1.3248%	0.7728%	0.017552%	0.005972%	0.010238%
2	09-Ago-05	\$12.70	2.4194%	0.5246%	0.4109%	0.3734%	0.001688%	0.001394%	0.001534%
3	10-Ago-05	\$13.00	2.3622%	0.1993%	0.3537%	0.0481%	0.001251%	0.000023%	0.000170%
4	11-Ago-05	\$14.00	7.6923%	0.4514%	5.6838%	0.3003%	0.323057%	0.000902%	0.017067%
5	12-Ago-05	\$14.10	0.7143%	-0.6482%	-1.2942%	-0.7993%	0.016750%	0.006389%	0.010345%
6	15-Ago-05	\$14.12	0.1418%	1.1550%	-1.8667%	1.0039%	0.034844%	0.010078%	-0.018739%
7	16-Ago-05	\$14.12	0.0000%	-1.9101%	-2.0085%	-2.0612%	0.040341%	0.042487%	0.041400%
8	17-Ago-05	\$13.00	-7.9320%	0.0078%	-9.9405%	-0.1433%	0.988137%	0.000205%	0.014246%
9	18-Ago-05	\$14.22	9.3846%	0.4097%	7.3761%	0.2585%	0.544071%	0.000668%	0.019070%
10	19-Ago-05	\$14.50	1.9691%	0.3979%	-0.0394%	0.2468%	0.000016%	0.000609%	-0.000097%
Total			20.0850%	1.5114%	0.0000%	0.0000%	1.967706%	0.068728%	0.095234%
Promedio			2.0085%	0.1511%					



Una vez con todos los datos incluidos y perfectamente listados se aplica cálculo estadístico (columnas con énfasis) y se analiza, Varianza³²:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_1^n (Xi - \bar{X})^2}{n - 1}$$

$$\delta^2 = 1.9677\% \div 9 = \underline{0.2186\%}$$

Desviación estándar³³:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (Xi - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$\delta = 4.67\%$$

³² En teoría de probabilidad y estadística la varianza es un estimador de la divergencia de una variable aleatoria X de su valor esperado $E[X]$. También se utilizan la desviación estándar, la raíz de la varianza.

La varianza $V[X]$ de una variable aleatoria X se define como:

$$V(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

Mientras que la desviación estándar es el promedio de la distancia de cada punto respecto del promedio, la varianza es como un área.

³³ En probabilidad y estadística, la desviación estándar es la medida más común de dispersión. Dicho de manera sencilla, mide qué tan dispersos están los valores en una colección de datos. La desviación estándar está definida como la raíz cuadrada de la varianza. Se define de esta manera para darnos una medida de la dispersión que es (1) un número no negativo y (2) tiene las mismas unidades que los datos.



Beta o pendiente respecto del mercado:

$$Bx = \frac{\sum_1^n (Xi - \bar{X})(Yi - \bar{Y})}{\sum_1^n (Yi - \bar{Y})^2}$$

$$Bx = 0.09523 \% \div 0.06872\% = \underline{1.39}$$

El factor beta o la beta como prefiera llamarse para la empresa “y” tiene como resultante 1.39, y se subraya para el caso del promedio de 10 días hábiles respecto al mercado en su conjunto, si es requerido para análisis mas específicos, el modelo puede desarrollarse para periodos mayores, incluso años, sin embargo se recomienda siempre verificar la naturaleza de los números de pesos corrientes a pesos constantes.

14.0.0. INTEGRACIÓN DEL CAPM

Una vez, despejadas las dos variables de mayor trabajo que integran parte de la ecuación del CAPM, a saber R_m y B , estamos en posibilidad de estimar la tasa mínima requerida para invertir capital en un sector determinado, partimos de la fórmula:

$$CAPM = R_f + [(R_m - R_f) \beta]$$

Deducimos R_f :

Promedio geométrico de Inflación (P_{gi}) en 10 años, los INPC's del año de 1995 al 2005 son del mismo periodo:

$$P_{gi} = [113.84 \div 35.37]^{(1 \div 10)} = 12.81\%$$



Lo que significa que en promedio la inflación anual en un periodo de 10 años es de 12.81%, si partimos del hecho que Cetes promedio, insistimos del mismo periodo, es de 16.34%³⁴, entonces la tasa real de este instrumento es de:

$$Tr_{cetes} = [0.1634 - 0.1281] \div 1.1281 = 0.0312 \text{ ó } 3.12\%$$

Si para efectos ilustrativos, tomamos como aplicables³⁵ los resultados calculados en páginas anteriores, los datos de entrada son:

- Rf, Cetes promedio = 3.12%
- Rm, Tasa de mercado promedio = 9.91%
- B, Beta del sector = 1.39

Ecuación base:

$$CAPM = Rf + [(Rm - Rf) \beta]$$

Aplicando variables:

$$CAPM = 0.0312 + [(0.0991 - 0.0312) 1.39]$$

Resulta:

$$\underline{CAPM = 12.55\%}$$

Lo que significa que si el poseedor de los capitales invierte en la empresa “y” que tiene cobertura de un sector industrial determinado con una beta de 1.39, la tasa de retorno mínima para su inversión es de 12.55%.

³⁴ Cifra con efectos ilustrativos, no tiene número generador.

³⁵ Se hace la aclaración, la beta calculada corresponde a un periodo de 10 días hábiles y para el ejemplo se considera como la resultante en un año, por lo que con efectos ilustrativos se califica como “aplicable”, para el cálculo específico debería haberse realizado para un periodo de 10 años.

15.0.0. COSTO Y ESTRUCTURA DE CAPITAL

Sin excepción a toda persona o entidad ambos económicamente productivos, tienen un costo de capital, de ordinario si tomamos el ejemplo de un profesional recién titulado y listo para desarrollarse, la propuesta ideal y “muy personal” de su sueldo no estaría muy lejana de cotizarse bajo un presupuesto previo que tomara en cuenta sus necesidades básicas, ahorro y pago de deudas, de tal forma que en caso de aceptarse una cantidad menor, resultaría forzosamente a futuro en mayor endeudamiento, toda vez que el flujo de efectivo para resolver sus requerimientos solo tiene dos lógicas fuentes, sea por capital propio medido por la aportación de su trabajo o sea por captación de deuda.

Si aplicamos una analogía al razonamiento expuesto, las empresas actúan de igual forma solo cambian conceptos, el sueldo por ventas, el ahorro por la creación de valor y el de deuda se mantiene constante.

Para poder desarrollar matemáticamente el costo de capital es necesario conocer la estructura de capital de quien se pretende calcularlo, que identifica el origen del capital invertido, entendiéndolo como la suma del dinero invertido en activo fijo, en circulante y en diferido.



CONCEPTO	1 997	1 998	1 999	2 000	1 997	1 998	1 999	2 000
ACTIVO								
EFFECTIVO INVERSIONES TEMPORALES	0	17 028	29 164	4 614				
CUENTAS POR COBRAR	0	98 219	53 116	25 859				
INVENTARIOS	0	47 858	60 934	45 163				
DEUDORES DIVERSOS	0	0	0	0				
TOTAL ACTIVO CIRCULANTE	0	163 106	143 214	75 636				
INMUEBLE, PLANTA Y EQUIPO NETO	0	433 181	423 072	420 522				
OTROS ACTIVOS	0	23 571	28 059	16 492				
INVERSIONES EN ACCIONES	0	11 990	12 282	12 678				
ACTIVO TOTAL	0	631 847	604 627	525 328				
PASIVO								
OTROS PASIVOS A CORTO PLAZO	0	40 411	74 052	57 774	0.00%	6.40%	12.25%	11.00%
CREDITOS BANCARIOS CORTO PLAZO	0	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
INTERESES X PAGAR	0	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
POR.CIR.L.P. BANCOS	0	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
PROVEEDORES	0	2 957	3 410	4 153	0.00%	0.47%	0.56%	0.79%
IMPUESTOS X PAGAR	0	5 544	3 395	2 928	0.00%	0.88%	0.56%	0.56%
ACREEDORES DIVERSOS	0	12 787	6 717	10 478	0.00%	2.02%	1.11%	1.99%
CUENTAS POR PAGAR FILIALES	0	0	0	0	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL PASIVO A CORTO PLAZO	0	61 699	87 574	75 333	0.00%	9.76%	14.48%	14.34%
OTROS PASIVOS LARGO PLAZO	0	91 629	71 023	113 376	0.00%	14.50%	11.75%	21.58%
PRIMAS DE ANTIGÜEDAD	0	3 447	3 075	2 682	0.00%	0.55%	0.51%	0.51%
PASIVO TOTAL	0	156 776	161 672	191 391	0.00%	24.81%	26.74%	36.43%
EFFECTO ACUMULADO ISR	0	0	0	(76 844)	0.00%	0.00%	0.00%	-14.63%
CAPITAL SOCIAL	0	514 520	514 520	514 520	0.00%	81.43%	85.10%	97.94%
RESULTADO EJERCICIOS ANTERIORES	0	40 267	19 604	1 111	0.00%	6.37%	3.24%	0.21%
UTILIDAD DEL EJERCICIO	0	(20 663)	(18 493)	(23 846)	0.00%	-3.27%	-3.06%	-4.54%
EXCESO (INSUFICIENCIA) ACTUALIZACION DEL CAPITAL	0	(59 053)	(72 676)	(81 004)	0.00%	-9.35%	-12.02%	-15.42%
TOTAL PASIVO Y CAPITAL	0	631 847	604 627	525 328	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%

ESTRUCTURA FINANCIERA

ITEM	AÑO				TENDENCIA
	1 997	1 998	1 999	2 000	
PASIVO CORTO PLAZO	0.00%	9.76%	14.48%	14.34%	17.438%
PASIVO TOTAL	0.00%	24.81%	26.74%	36.43%	40.948%
CAPITAL CONTABLE	0.00%	75.19%	73.26%	63.57%	59.052%
PASIVO + CAPITAL	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.000%

PARTICIPACIÓN DE DEUDA

36.433%

PARTICIPACIÓN DE CAPITAL PROPIO

63.567%

El origen pues, esta conformado por el lado derecho de un balance, de un $x\%$ deuda a corto y largo plazo (D), y $z\%$ de aportación de socios (C), donde x , z son fracciones másicas respecto de su peso propio y la suma de ellos siempre es el 100%, lo anterior matemáticamente queda expresado por:

$$x = [D \div D+C]$$

$$z = [C \div D+C]$$

$$100\% = x + z$$

Conocida la participación de “ x ” y “ z ” dentro de la estructura de capital, delimitamos que la deuda (D) tiene una tasa de interés y el capital propio (C) otra. Veamos, no es lo mismo el dinero que tiene como fuente participación ajena que el dinero aportado



por los accionistas, que de hecho son los inversores. Curiosamente se pensaría que el dinero ajeno dentro de una estructura de capital es mas caro que el propio; ¿quien actuaría en “sangrarlo” si es su patrimonio?, pero no es así, existen beneficios fiscales para el dinero en préstamo, por lo que a este rubro habrá de descontarse el pago impositivo correspondiente, planteamos entonces el Costo Promedio Ponderado de Capital conocido como $WACC$ ³⁶, que matemáticamente queda expresado por:

$$WACC = \left[K_d (1-t) \left(\frac{D}{D+C} \right) \right] + \left[K_s \left(\frac{C}{D+C} \right) \right]$$

Donde:

K_d = Tasa de deuda

t = tasa fiscal, a 2005 del 30%

K_s = CAPM

Aplicando los siguientes datos, sea:

- $K_d = 15.5\%$
- $t = 30\%$
- $K_s = 12.55\%$
- $x = 36.43\%$
- $z = 63.57\%$

Tenemos:

$$WACC = [0.155 (1-0.3) 0.3643] + [0.1255 (0.6357)]$$

El WACC ó el costo de capital de la empresa es de:

³⁶ De sus siglas en ingles: Weighted Average Cost of Capital

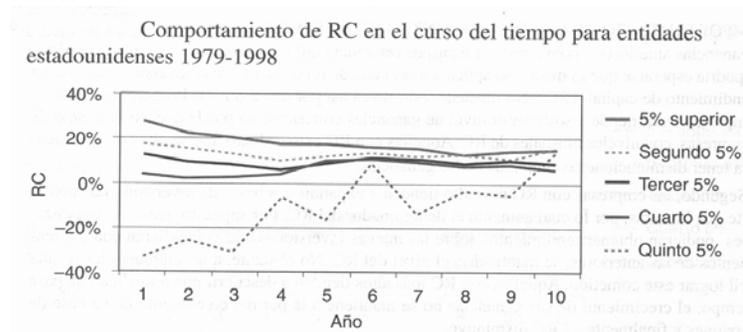
$$\underline{WACC = 11.92\%}$$

El resultado obtenido nos indica que todos los proyectos de inversión de la empresa así como su maquinaria & equipo operando y produciendo, mínimo deben reportar en su retorno un 11.92%³⁷, ya que con ello la entidad cubre perfectamente sus obligaciones tanto propias como ajenas. Sin embargo nótese que la tasa de costo de capital resultante es menor a la tasa de deuda y a la tasa exigida por los accionistas, no es que haya error de cálculo, significa que la mezcla de las fracciones másicas de deuda y capital actuando en esos porcentajes, además del beneficio fiscal correspondiente permiten cotizar y reducirse a esa tasa.

16.0.0. HORIZONTE DE CAPITALIZACIÓN

El horizonte de capitalización es básicamente el tiempo de capitalización de la entidad, en algunos casos este se calcula considerando la Vida Útil Remanente de los equipos principales productivos, en otras ocasiones se analiza la vida económica del producto terminado, como se aprecia en el gráfico:

Gráfico 16.1



³⁷ Si el retorno de las inversiones medido por el ROE (Return On Equity) es superior al WACC se entiende que el activo fijo esta creando valor para la empresa propietaria.



Nótese en el gráfico, que para una unidad terminada tecnológicamente de punta, aquella empresa que lo produce de inmediato toma la mayor parte del mercado vía ventas, en escala descendente, las empresas con producto mas cercano van perdiendo el mercado que la primera gana, a lo largo del tiempo el producto se posiciona, se copia por su necesidad de competencia y tiende a volverse obsoleto hasta que equilibra todas las utilidades, para empezar de nueva cuenta el ciclo.

Un modelo mas con base al activo fijo plantea como premisa básica del horizonte de capitalización o periodo explícito de análisis, $F= 2P$, donde el futuro (F) es igual a dos veces el presente (P), en términos de inversión; es función de las variables: tasa de interés real pasiva nominal y la tasa de amortización de las inversiones en activo fijo, para el modelo, ejemplificando:

$$h = \log 2 \div \log (1+i); h=5.38 \text{ años}^{38}$$

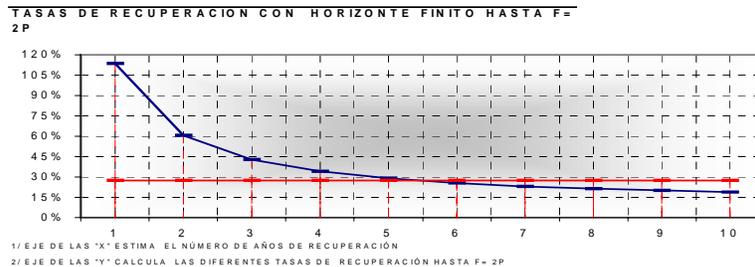
Donde:

h = Horizonte de capitalización

\log = logaritmo base 10

HORIZONTE DE LA INVERSIÓN			
a	TASA LIBRE DE RIESGO		16.66%
b	INFLACIÓN		8.96%
c= (1+a):(1+b)	TASA REAL		7.06%
d = 1: VUR	AMORTIZACIÓN		6.67%
e = c+d	TASA BASE DE DESCUEN		13.73%
f	LOGARITMO 2		0.30103
g = log(1+e)	LOGARITMO		0.05588
h= f:g	(n) HORIZONTE EN AÑOS :		5.3875577

³⁸ Comprobación: El factor de capitalización (Fc) para un horizonte n= 5.38 años, con una tasa del 13.73%, es igual a 3.642 su recíproco, es de: 27.46% y este porcentaje es 2 veces 13.73%, por lo que se cumple la regla.



17.0.0. LA "g" DE CRECIMIENTO

El concepto de reinversión dentro de planta es de suma importancia, la empresa mínimo reinvertirá su depreciación para mantener la planta productiva, si no es así se corre el riesgo de consumir en falsas utilidades la depreciación de todos los equipos, es de hecho una muerte silenciosa. Adicionalmente y con efectos de crecer, las utilidades no deberían tener una tasa de pago por dividendo del 100%, regularmente existirá una tasa de retención de acuerdo a políticas corporativas, de tal forma que del 100% de utilidades, una parte de ellas p.ej., el 30% se reservan en tesorería y canalizan a nuevos proyectos, lo cual permite incremento de productividad y consecuentemente de riqueza, atendiendo al concepto de creación de valor.

La variable de crecimiento por reinversión se denomina "g"³⁹ y es calculada conforme a los datos previamente analizados en balance y estado de resultados, considera además de reinversión, los antecedentes del sector en cuanto a producción pero corrige en cuanto al consumo, dato producto del comportamiento particular de la entidad.

Para su aplicación, se suponen los datos enlistados en el modelo:

³⁹ (g).-De growth, crecimiento.



Datos de resultados y balance				
ventas netas	15,000	retención de util.	/ 100% =	200
utilidad de la operación (EBIT)	1,480	utilidad despues de dividendos		440
intereses	414	pasivo		8,000
uai (EBT)	1,066	capital		5,300
tasa fiscal (aplicable al EBIT)	40%	pasivo + capital		13,300
utilidad neta	640	activo total		13,300
pago a accionistas	31.25%	tasa de interes de la deuda (Td)		5.18%

APLICACIÓN DE DATOS			
MUSV =	$\frac{640}{15,000}$	=	4.27%
RAT =	$\frac{15,000}{13,300}$	=	112.78%
ROA =	$4.27\% \times 112.78\%$	=	4.8122%
Apalancamiento financiero (pasivo / activo total):			
	$\frac{8,000}{13,300}$	=	60.15%
ROE = Rendimiento sobre capital contable :	$\frac{4.8122\%}{1 - 0.6015}$	=	12.08%
p =	$\frac{440}{640}$	=	68.75%
D/C =	$\frac{8,000}{5,300}$	=	1.51
i =	$5.18\% \times 1 - 40\%$		
	$5.18\% \times 60\%$	=	3.11%

APLICACIÓN DE LA FÓRMULA				
1 (p)	**2 (ROA)	3 (D/C)	4 (ROA)	5 (i)
68.75%	6.68%	1.51	6.68%	3.11%
			6 (ROA-i)	3.57%
**con apalancamiento			7 (D/C X 6)	5.395%
			8 (ROA + 7)	12.076%
			9 (p)	68.75%
			$g_{(8x9)} = 8.302\%$	

RAZÓN SIMPLIFICADA	
ROA =	$\frac{640}{13,300} = 4.8122\%$

MODELO ARTHUR YOUNG	
P	68.75%
1-t	60%
A = P x 1-t	41.28%
EBIT	1,480
Activo total	13,300
ROA = EBIT/ activo total	11.13%
Tasa de deuda	5.18%
B= D/C	1.51
C= ROA-Td	5.95%
D= B X C	8.99%
E = ROA + D =	20.11%
$g_{(A \times E)} = 8.302\%$	

PRUEBA :	
1.-RENDIMIENTO SOBRE CAPITAL CONTABLE :	$\frac{640}{5,300} = 12.08\%$
2.- TASA DE RETENCIÓN DE UTILIDADES :	68.75%
$g_{(1x2)} = 8.302\%$	

De lo anterior deducimos con los datos presentados, que para una retención del 68.75%, la tasa de crecimiento anual de la empresa es del 8.30%, el modelo se aplica conforme a razones financieras y se comprueba, en este caso, mediante el modelo de Arthur Young⁴⁰.

Todo en finanzas tiene doble filo y este indicador no es la excepción, puede darse el caso que la “g” resulte negativa, si así se cumple marca decrecimiento. En la introducción de la variable al modelo de valor terminal, como “g” por planteamiento

⁴⁰ Young Arthur, Guide to Financing for Growth, Ten Alternatives for Raising Capital; Publisher New York: Wiley, 1986.



se resta del WACC y a su vez la propia literal es negativa, resulta en una cantidad positiva por lo que en lugar de atenuar la tasa de proyecto, la incrementa y por ende resultaría en un valor presente menor, en este marco de ideas, resulta concordante que a una caída constante le corresponde un menor valor capitalizado.

18.0.0. Valor terminal

Hasta el modelo anterior solo se ha analizado el horizonte de capitalización conocido como periodo explícito, sin embargo la planta productiva no se ha consumido, obsoleta o no sigue produciendo y esa continuidad forma parte en muchos de los casos de más del 70% del valor concluido, a este modelo se le denomina Valor terminal (V_t)

El valor de entidad al final del periodo explícito, puede ser producto de varias alternativas, uno: la capitalización a perpetuidad del último flujo de efectivo considerando su crecimiento y dos, para el caso que los flujos de efectivo se comportan en base negativa el valor neto de reposición depreciado al mismo periodo, se considera la mas adecuada.

1	MODELO A PERPETUIDAD (ENFOQUE CONSERVADOR)
----------	--

$$V_t = \frac{F_i (1+g)}{WACC}$$

Un segundo enfoque, incluso más agresivo propone incrementar el último flujo al crecimiento y también decrementar el WACC, suponiendo que el crecimiento se mantuviera constante (Ceteris Parubis)

$$\boxed{2} \quad V_t = \frac{F_i (1+g)}{WACC - g}$$

El modelo general de valuación, se integra entonces como:

**FÓRMULA DE VALUACIÓN PARA
FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO**

$$VE = \left\{ \sum_1^n \frac{FCF_n}{1+WACC} \right\} + \frac{V_{t_n}}{1+WACC}$$

19.0.0. RESUMEN Y CONCLUSIÓN

Cubiertos los dos grandes bloques de análisis, sea flujo y proceso así como análisis económico, es importante emitir los puntos concisos fundamentales con sus respectivas aclaraciones:

FLUJO Y PROCESO.

- Sea el caso de una línea con exceso y/o deficiencia de capacidad instalada su análisis valuatorio óptimo es función del balanceo de materia y energía, por lo que se define con capacidad “C_y”; el ajuste resultante afecta la reproducción de la planta productiva para igualar capacidades y por ende se propicia la reposición económica de las inversiones.



- Sea el caso de una batería⁴¹ con sobre inversión en mantenimiento correctivo es necesario estimar su grado de conservación mediante la verificación de sus costos de explotación así como de cálculos específicos de fiabilidad, independientemente de la simple observación obligada, a realizarse en su levantamiento de datos.
- Sea el caso de una batería capacitada con maquinaria redundante, sea de proceso o de servicio, con objeto de evitar corte de flujo de fabricación, no es correcto estimarse bajo el concepto de capital en exceso⁴² siempre y cuando sea analizada su viabilidad confirmada de uso.
- Sea el caso que el requerimiento de producto terminado en demanda " P_i " es menor a la capacidad instalada y balanceada. La penalización dentro de su estadio correspondiente debe analizar Estados Financieros, costo primo del producto conformado por costos fijos y variables y con ello aplicar su porcentaje de inutilidad, el hacerlo de esta forma conforme al modelo realizado garantiza evitar un análisis tautológico del proceso.

ANÁLISIS ECONÓMICO

- Sea el caso que el proceso es codependiente de todo el sistema fabril es posible establecer la relación entre los subsistemas mecánico y financiero, este planteamiento del modelo, permite al analista estar en posibilidad de calcular la productividad y en derivación la aportación de valor de un componente al conjunto. Para su valuación, el conector entre los subsistemas

⁴¹ Diccionario de la lengua española., f. Conjunto de aparatos análogos, instalados en el mismo local, que realizan la misma función o trabajo. El término tiene su origen en practicas militares así como en el verbo batir (acción y efecto); dado el tiempo de carga y ataque de una catapulta para batir un objetivo, se decide agruparlas en paralelo para asegurar resultados mas devastadores, dicha formación recibe el nombre de batería.

⁴² Diferencia entre inversiones por reproducción y reposición



COFINSA
Consultores Industriales

62

de fabricación e ingreso lo significa básicamente la producción como tal, en el entendido que las condiciones de operación ya están definidas, es decir, desde el punto de vista financiero cada unidad producida esta lista para su distribución y venta con cortos o nulos plazos en inventario y desde el punto de vista de valor neto de reposición, esta absorción del mercado ya impactó la mecanización por balanceo y obsolescencias tanto funcionales como económicas. De ahí que es posible poder calcular la productividad del conjunto y cumplir con la segunda parte de la definición de uso continuado *“...y suponiendo que las ganancias confirman el valor considerado en el informe...”*

Sergio Contreras Valdés

Octubre/2005

“DICTUM MEUM PACTUM”

20.0.0. GLOSARIO

- 1. COHERENCIA.** Un sistema de componentes es coherente si: (a) su función de estructura no es decreciente con respecto al vector de estado de los componentes, y (b) cada componente del sistema es relevante.
- 2. DISPONIBILIDAD.** La disponibilidad (puntual) de un dispositivo es la probabilidad de que funcione en cualquier instante de tiempo.
- 3. DISPONIBILIDAD LÍMITE.** La disponibilidad límite de un dispositivo es el límite matemático de la función de disponibilidad puntual.
- 4. DISPONIBILIDAD MEDIA.** La disponibilidad media de un dispositivo a lo largo de un intervalo de tiempo es la integral de la función de disponibilidad en dicho intervalo, normalizada por la longitud del mismo.
- 5. DISPONIBILIDAD MEDIA LÍMITE.** La disponibilidad media límite de un dispositivo es el límite matemático de la función de disponibilidad media.
- 6. DISTRIBUCIÓN RESIDUAL DE VIDA.** Esta es la distribución de las vidas residuales de dispositivos de una edad determinada pertenecientes a una muestra dada.
- 7. FIABILIDAD.** Probabilidad de que un dispositivo funcione de forma adecuada a lo largo del tiempo, cuando se utiliza en el entorno para el que fue diseñado.
- 8. GARANTÍA PRORRATEADA.** Un compromiso de que en caso de fallo antes de la expiración del período de garantía, el fabricante «pagará» al cliente una parte del precio del producto garantizado, y la proporción a pagar dependerá de la edad del producto en el momento del fallo.



9. GARANTÍA TOTAL DE SUSTITUCIÓN. La garantía de reparar o sustituir un producto que ha dejado de funcionar (o un componente del producto), para lograr que el producto resultante sea tan bueno como nuevo.

10. ÍNDICE CONSTANTE DE FALLOS. Una distribución de vida se considera una distribución de índice constante de fallos (CFR) cuando la derivada de su función de riesgo es siempre cero.

11. ÍNDICE CRECIENTE DE FALLOS. Una distribución de vida se considera una distribución de índice creciente de fallos (IFR) cuando la derivada de su función de riesgo es siempre no negativa.

12. ÍNDICE DECRECIENTE DE FALLOS. Una distribución de vida se considera una distribución de índice decreciente de fallos (DFR) cuando la derivada de su función de riesgo es siempre no positiva.

13. NUEVA MEJOR QUE USADA. Una distribución de vida se considera nueva mejor que usada (NBU) cuando la probabilidad condicional de supervivencia de la distribución es menor que la probabilidad inicial de supervivencia, cuando ambas se evalúan a lo largo de un intervalo de duración arbitraria.

14. NUEVA PEOR QUE USADA. Una distribución de vida se considera nueva peor que usada (NWU) cuando la probabilidad condicional de supervivencia de la distribución es mayor que la probabilidad inicial de supervivencia, cuando ambas se evalúan a lo largo de un intervalo de duración arbitraria.

15. PROCESO DE RENOVACIÓN. Un proceso de renovación es una secuencia de variables aleatorias no negativas, independientes e idénticamente distribuidas.

16. RELEVANCIA. Un componente de un sistema se considera irrelevante a la estructura si la función de estructura es constante con respecto al valor de estado del componente. De otro modo, el componente es relevante a la estructura.

17. SISTEMA k-de-n. Un sistema k-de-n es aquél en que el funcionamiento de k cualesquiera de sus n componentes asegura el funcionamiento adecuado del sistema.



18. SISTEMA PARALELO. Un sistema en que el funcionamiento adecuado de cualquier componente asegura el funcionamiento del sistema.

19. SISTEMA SERIE. Un sistema en el que todos los componentes deben funcionar adecuadamente para que el sistema lo haga.

21.0.0. BIBLIOGRAFÍA

» REINOSO MAR, SANJUAJO MIGUEL, Guía de Valoración de Empresas, Financial Times, Prentice Hall, 2º Ed. 2003.

» CEPAL/AAT, Organización de Naciones Unidas, Manual de Proyectos de Desarrollo Económico 1958

» Gonzalo Cortina Ortega, Prontuario Bursátil y Financiero, Ed. Trillas, 1990.

» Hira N. Ahuja Michael A. Walsh, Ingeniería de Costos y Administración de Proyectos, Ediciones Alfaomega 1989.

» Instituto Mexicano de Ejecutivos en Finanzas IMEF, Valuación de Empresas y Creación de Valor, Price Water House Coopers 2002.

» J. Fred Weston Thomas E. Copeland, Finanzas en Administración Novena Edición Vol. I y II, McGraw-Hill 1995.

» Juan Mascareñas Pérez Íñigo, Fusiones y Adquisiciones de Empresas Tercera edición, McGraw-Hill 2000.

» Manual de procedimientos técnicos, Consultora Federal de Industrias, S.A. de C.V. / 1996.

» Stonier/ Hague, Manual de Economía, Ed. Aguilar S.A., Madrid 1975.

» SHCP, Secretaría de Hacienda y Crédito Público, DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS CERTIFICADOS DE LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN, 2003.

» Shannon P. Pratt, DBA, CFA, FASA Robert F. Reilly, CFA, ASA, CPA Robert P. Schweihs, ASA, Valuing Small Businesses and Professional Practices Second Edition, Business One Irwin, 1986 and 1993.

» T. Copeland, T. Koller, J. Murrin; Valuation Measuring and Managing the Value of Companies; McKinsey & Company, Inc., 1995.