

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**CÁLCULO DE COSTO HORARIO PARA MAQUINARIA
PESADA DE TRANSPORTE Y ACARREO**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO**

PEDRO JESUS ROJAS MATOS

PROMOCIÓN 2001-I

LIMA-PERU

2 0 1 1

ÍNDICE

PRÓLOGO	01
CAPITULO I	04
INTRODUCCION	04
1.1 OBJETIVO GENERAL	05
1.2 OBJETIVO ESPECIFICOS	05
1.3 ALCANCES	06
1.4 LIMITACIONES	06
CAPITULO II	08
GENERALIDADES DE MAQUINARIA PESADA	08
2.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE TRANSPORTE, EMPUJE Y CARGUIO EN CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA.	08
2.1.1 Camión Volquete	08
2.1.2 Excavadora	09
2.1.3 Tractor de Orugas	10
2.2 FORMAS DE OBTENCION DEL EQUIPO	12
2.2.1 Arriendo de Equipos	13
2.2.2 Leasing de Equipos	14
2.2.3 Compra de los Equipos	16
2.3 ASPECTOS CONTRACTUALES	16
CAPITULO III	20
CÁLCULO DEL COSTO HORARIO	20
3.1 CONCEPTOS PRELIMINARES	20
3.1.1 Costo Horario	20
3.1.2 Costos Total	20

3.1.3	Tarifa Horaria	20
3.1.4	Valor de Adquisición de la Maquinaria (VA)	21
3.1.5	Vida Económica Útil (VE)	21
3.1.6	Valor de Rescate	23
3.2	COSTO DE POSESION	24
3.2.1	Depreciación (D)	24
3.2.2	Intereses de Capital Invertido (I)	25
3.2.3	Impuestos (T)	26
3.2.4	Seguros (SA)	27
3.3	CALCULO DE COSTO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN	28
3.3.1	La Importancia del Mantenimiento en los Costos	28
3.3.2	Lubricantes	31
3.3.3	Filtros	32
3.3.4	Grasas	32
3.3.5	Llantas	33
3.3.6	Sistema de Rodamientos	34
3.3.7	Elementos de Desgaste	36
3.3.8	Repuestos de Reparación	36
3.3.9	Taller y Equipo Mecánico	38
3.3.10	Combustible	39
3.3.11	Operador Especializado	40
3.4	GASTOS GENERALES	41
	CAPITULO IV	43
	ANALISIS DE RESULTADOS	43
	CAPITULO V	58
	EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD	58

5.1	INDICADORES FINANCIEROS	58
5.1.1	Generalidades	58
5.1.2	La Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR)	59
5.1.3	El Valor Actual Neto (VAN)	68
5.1.4	La Tasa Interna de Retorno (TIR)	72
	CONCLUSIONES	78
	RECOMENDACIONES	80
	BIBLIOGRAFIA	82

PRÓLOGO

La maquinaria en la actividad de la construcción es uno de los bienes de capital más costosos; por ello, quien posee este debe tener en cuenta el capital que ha invertido en su adquisición como un dinero susceptible a ser recuperado con una utilidad razonable, gracias al trabajo realizado por la maquina misma. Conviene resaltar que la recuperación del capital invertido con esta utilidad razonable, conlleva a que el valor de reposición de la maquina sea permanente actualizada a fin de evitar que, factores tales como la devaluación del signo monetario, no impida restituir la maquina usada una vez concluida su vida útil.

Así para lograr este objetivo, quien utilice una máquina para su trabajo o la de un alquiler analizara concienzudamente los costos que le representan, tanto por posesión como por operación, para de esa manera conocer con certeza la suma invertida en la labor ejecutada y no tener pérdidas económicas antes de realizar algún proyecto.

Los costos por hora de una maquina pueden variar debido a factores como el costo inicial de la máquina, el tipo y condiciones de la máquina, tipo y condiciones de

trabajo, los precios locales de los combustibles y lubricantes, las tasa de interés, las reglamentaciones tributarias, las prácticas de mantenimiento y reparaciones, etc.

Ningún método obtiene resultados iguales a los costos reales arrojados por la obra, lo que pretende este informe es obtener una proximidad al costo real, teniendo en cuenta la condición existente de la obra, la experiencia y los datos de obras anteriores, y que estos cálculos sirvan como referencia para el control de costos de actividades claves como el consumo de combustible, los gastos de mantenimiento, la perseverancia del estado de una maquina, el mejoramiento de los rendimientos de producción, etc.

Es muy importante mantener estadísticas de los costos de obras anteriores porque es una información que sirve como guía, aunque ningún proyecto por parecido que sea a otro produce datos iguales. Lo mismo sucede con dos maquinas similares, no se puede asegurar que arrojen los mismos costos porque las condiciones de trabajo son siempre diferentes.

Cada vez que se analice un proyecto, se deben estudiar con gran cuidado todas las condiciones de trabajo, los posibles riesgos e imprevistos que se pueden presentar y hacer modificaciones a los resultados, teniendo en cuenta tanto la experiencia como el sentido común.

En el capítulo 1, se indican los objetivos de este análisis de costo horario de maquinaria pesada así mismo las limitaciones y alcances que se tiene en este trabajo.

En el capítulo 2, se dan los conceptos generales de los equipos que se utilizan en la construcción y minería, además de los equipos con los cuales se va hacer un cálculo para explicar mejor el método descrito en este trabajo.

En el capítulo 3, se muestra como calcular el costo horario de posesión, costo horario de operación y mantenimiento, y gastos generales, lo cual al final nos da el costo total horario de los equipos de transporte y acarreo para construcción y minería.

En el capítulo 4, se realiza un ejercicio de cálculo de los costos horarios y se analizan los resultados comparándolos entre ellos no solo en el costo horario sino también el costo total.

En el capítulo 5, se ve la factibilidad económica del proyecto encontrando indicadores contables y realizando un análisis adecuado.

Este trabajo recoge mi experiencia vivida en mis trabajos y los problemas que tuve que afrontar para poder ver la rentabilidad de los proyectos que estuve a cargo.

También doy las gracias más sinceras a *mi padre Jesús Rojas Romero* quien siempre está conmigo y contar con su apoyo e inspirarme a ser cada día mejor, a *mi madre Margarita Matos Matos* por haberme dado la vida y por ser un ejemplo de vida.

También quiero dar las gracias a todas las personas que me ayudaron en esta mi amada carrera y quienes siempre estaré muy agradecido.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En los proyectos de construcción y minería el costo de la maquinaria es representativa en el costo del proyecto u Obra es por eso su importancia de saber en dónde y en que costos estamos involucrados exclusivamente los costos para poner operativos los equipos, ya que son ellos quienes hacen posible que se acorten los tiempos de las obras así como de que menor número de personal y por tanto los costos de mano de obra se reduzcan.

Existen diferentes métodos para el cálculo del costo horario de la maquinaria pero estas son solo aproximaciones al el costo real de operación solo se obtendrá con los datos reales obtenidos en la obra, la idea es que al presupuestar un proyecto, es necesario tener costos horarios preliminares de las maquinarias que se utilizaran en el desarrollo de la obra, los que se deberán comparar con los que se obtengan durante el desarrollo de la obra; para tomar las medidas necesarias que permitan obtener el resultado económico previsto para la obra. Generalmente se ven estos costos desde el punto de vista de las operaciones y se no del mantenimiento quien es el soporte principal para mantener o reducir estos costos aplicando las técnicas de mantenimiento (correctivo, preventivo, predictivo, proactivo, etc.).

El presente trabajo está dirigido a obtener un costo horario de alquiler de los equipos lo más próximo posible considerando detalles propios del mantenimiento considerando todos los costos incurridos para tener una aproximación aceptable de tal forma que el contratista o el encargado de calcular el costo de tarifa horaria tenga una herramienta y referencia con que comparar si es rentable o no el alquiler de los equipos.

También se brinda a los interesados un marco genérico de estructura de costos y como calcular el costo horario de maquinas y equipos para la construcción y minería.

Debemos mencionar que el cálculo del costo horario de equipos está regulada por la NORMA TECNICA denominada "Elementos para la Determinación del Costo Horario de los Equipos y la Maquinaria del Sector Construcción", Resolución Directoral N° 035-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC, aprobada el 22 de marzo del 2010.

1.1 OBJETIVO GENERAL.

- 1.- Establecer el método para el costo horario y evaluar la rentabilidad en alquiler de equipos para la Construcción y Minería.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Poder evaluar los costos involucrados en el cálculo del costo horario de los equipos.
2. Conocer la incidencia del costo de posesión, costo de operación y mantenimiento y gastos generales respecto del costo horario de alquiler de los equipos.

3. Conocer la incidencia del mantenimiento y sus técnicas a utilizar para el control de los costos.
4. Establecer los costos fijos y cuales los variables para poder controlar mejor a estos.
5. Tener en claro que costos (lubricantes, filtros, combustible, etc.), tienen gran incidencia en la parte cualitativa y cuantitativa en los costos para el cálculo del costo horario de los equipos.

1.3 ALCANCES.

1. Este trabajo está dirigido a las empresas contratistas de equipos o constructoras donde se tenga que alquilar equipos sea dentro de su misma empresa como área de servicio o alquilar a otras empresas en el campo de la construcción y minería.
2. Se debe mencionar que el presente se puede extender a todos los equipos que tengan tarifa horaria y presenten un esquema similar (retroexcavadora, motoniveladora, rodillo, etc.).
- 3.- Este cálculo del costo horario del presente informe parte como base para ser comparado con los costos reales del proyecto de tal forma que podamos corregir o mejorar nuestro proyecto.

1.4 LIMITACIONES.

- 1.- Se está realizando el cálculo para los tres tipos de equipos más usados en la construcción y minería como son el camión volquete, excavadora de orugas y el tractor de orugas (Capítulo 4).

2. Los datos para el cálculo del costo de operación y mantenimiento, en su mayoría son tomados de los manuales y experiencia obtenida en proyectos similares de los equipos en mención.
3. Está sujeto a un tipo de cambio (soles a dólares) en la actualidad, el cual puede sufrir variación en el tiempo, así como en los precios de los insumos repuestos, costo de mano obra, etc.
4. Se debe tener en consideración el régimen y lugar de trabajo para tener presente el tiempo de vida de los componentes e insumos.

CAPITULO II

GENERALIDADES DE MAQUINARIA PESADA

2.1 DESCRIPCIÓN DE EQUIPOS DE TRANSPORTE, EMPUJE Y CARGUIO EN CONSTRUCCIÓN Y MINERÍA.

A continuación se describe algunos de los equipos más utilizados en la construcción minería.

2.1.1 Camión Volquete

También conocido como Camión basculante o bañera, se utiliza para el movimiento de tierras y para el acarreo de materiales en general. Está dotado de una caja abierta basculante que descarga por vuelco. Transporta cargas de hasta 20Tm. La caja basculante se adapta a un bastidor dotado de motor, prefabricado en serie.

Este equipo es uno de los más utilizados para el transporte en al área de construcción como minería, se utiliza también en canteras y en todo tipo que tenga que ver con el transporte de materiales, en el mercado se encuentran de toda procedencia, modelos, potencia y capacidades según la necesidad del usuario



Fig. N° 2.1 Camión SCANIA Modelo P360 (6X4).

2.1.2 Excavadora

Tal vez son las maquinas más utilizadas actualmente en obras civiles y de minería, ya que sirven para excavación, cargue, demoliciones, perforaciones y manejo de cargas entre otras funciones. Dependiendo de la obra, de las maniobras a ejecutar como tender tubos, excavar, manejar cargas, etc, tipo de material, volúmenes a mover o terreno, puede hacer algunas de las funciones del cargador, del tractor sobre orugas, de la grúa y del perforador. Por ejemplo, si se tienen rocas grandes y duras, cambiando el cucharón por un martillo hidráulico se puede disminuir su tamaño para mejor manejo o cargue.

Se pueden ensamblar de acuerdo al tipo de labor que se va a realizar, pues sus fabricantes ofrecen distintas y variadas alternativas de superestructuras,

boom, brazos y aditamentos, para la configuración más adecuada de la excavadora.



Fig. N° 2.2 Excavadora CAT, Modelo 330CL.

2.1.3 Tractor de Orugas

Este Tractor es fundamental en casi todos los proyectos que impliquen movimiento de tierra. Consta de tres partes principales: la topadora (blade), el tractor (dozer) y el escarificador (ripper), este conjunto de partes ensamblado como uno, se llamara de ahora en adelante tractor de orugas o simplemente tractor.

Son máquinas de posibilidades amplísimas: desde los trabajos de carretera a los de edificación, de los hidráulicos a los de cantera, mineros, etc.; por otro lado, pueden arrastrar o empujar una amplia gama de aperos y máquinas de obras

En particular:

- Trabajos de edificación y carreteras. Extendido de los materiales escavados por la misma máquina o transportados por otras máquinas; explanaciones de montones; aperturas de zanjas; rellenando de la misma después de la colocación de los cables, tubos, etc.; construcciones de acceso a los puentes; desatascado de los vehículos enterrados; empuje de mototraíllas; trabajos de escarificación; arreglo de tatúales; trazado de carreteras a media ladera; mantenimiento de las vías de acceso; desplazamiento de los materiales en las canteras; mantenimiento y asentamiento de los pasos y de las pistas para permitir en las canteras la circulación de las otras máquinas, etc.

- Trabajos hidráulicos. Construcción de diques; obstáculos de tierras; limpieza de canales; construcción de depósitos, etc.

- Canteras y minas. Eliminación de las capas superficiales. Alejamiento de la escoria; extendido y sedimentación de los materiales; alejamiento de las masas rocosas desprendidas de las voladuras; acumulación de los materiales que deben ser recogidos por una máquina cargadora, alimentación de tolvas, etc.

- Usos varios. Eliminación y enterramiento de desechos de todo género, limpieza de nieve, etc.



Fig. N° 2.3 Tractor de Orugas CAT Modelo D8R.

2.2 FORMAS DE OBTENCIÓN DEL EQUIPO

Uno de los principales problemas que debe afrontar un contratista es obtener los equipos requeridos para una obra, al menor costo posible. En general, se presentan tres opciones básicas para solucionar este problema:

1. Arriendo de equipo.
2. Leasing de equipo.
3. Compra de equipo.

La elección de cada uno de estas posibilidades depende de varios factores que se combinan, favoreciendo a una de estas opciones. Los principales factores a considerar son los siguientes:

1. Utilización que se va a dar al equipo.
2. Tiempo de utilización del equipo.
3. Características del equipo necesario.
4. Necesidades de mantenimiento de equipo.
5. Conocimiento previo que el usuario tiene del equipo.
6. Situación financiera del contratista y/o mandante.
7. Costo unitario de cada alternativa.

En los siguientes párrafos se analizara las tres opciones, con sus principales características, ventajas y desventajas.

2.2.1 Arriendo de Equipos

El Arriendo de equipo el arriendo de equipo es la solución más apropiada para periodos cortos de tiempo, al término de los cuales el equipo es devuelto a sus dueños o arrendadores.

El arriendo como un medio de consecuencia del equipo, presenta varias ventajas entre los que se destacan los siguientes:

1. Es posible obtener equipos modernos, eficientes y bien mantenidos sin necesidad de grandes inversiones.
2. Los contratistas no necesitan tener un inventario de repuestos de varias marcas y tipos.

3. Elimina y reduce los costos de almacenamiento, de reparación, de mantención y otros gastos asociados
4. Facilitar la estimación de los costos asociados a los equipos en los estudios de costos para propuestas y otros.
5. Es económico para tiempos cortos.
6. Permite contar rápidamente con equipos en caso de emergencia, especialmente en aquellos países donde cualquier equipo importante que se desee adquirir, debe importarse.

2.2.2 Leasing de Equipos

Leasing es un método de financiamiento que permite a una organización asegurarse el uso de un activo de otras organizaciones a cambio de tarifas de arriendo generalmente elevadas. Normalmente, al final de periodo de leasing, se transfiere la propiedad a la parte que contrata el leasing. Sus principales ventajas y desventajas son las siguientes:

1. Permite disponer de un equipo, sin tener que ingresarlo a activos y pasivos de la empresa.
2. Conserva el capital de trabajo de la empresa.
3. Permite proyecciones del flujo de caja a futuro, más exactos.
4. Permite más flexibilidad en las operaciones financieras, que con el financiamiento a través de los créditos.
5. Es práctico para el financiamiento de equipos menores, en que los créditos pueden ser impracticables.
6. Puede ser más caro que otras posibilidades de financiamiento.

Existen tres modalidades distintas de leasing: operativo, financiero y léase--back.

En el leasing financiero, el arrendador es una institución financiera o una sociedad filial de un banco; en el leasing operativo, el arrendador suele ser un fabricante, un distribuidor o un importador de bienes de equipos.

La diferencia fundamental entre el leasing financiero y el operativo es que aquel no tiene la condición de revocable que tiene el operativo, y que depende, en todo caso, la voluntad del arrendador.

Como consecuencia de ello, la sociedad que practica el leasing operativo no alquila material más que material muy estandarizado, dado que deben evitar el riesgo de obsolescencia que pesa en las operaciones de leasing financiero sobre el arrendatario.

El léase – back se define como la compra por parte de la sociedad de leasing de un bien que luego sede simultáneamente en leasing en la empresa vendedora. En esa modalidad interviene la empresa vendedora, que vende el activo y lo adquiere simultáneamente en leasing, y la sociedad de leasing, que compra activos y lo sede en régimen de leasing. La empresa vendedora obtiene el valor de mercado del bien como financiero, perdiendo al mismo tiempo su propiedad jurídica, pero no su disfrute. Existe la opción de recuperar la propiedad jurídica del activo y seguir con su disfrute al finalizar el contrato del lease, previo pago del valor residual del bien, preestablecido en la opción original de compra de aquel.

2.2.3 Compra de los Equipos

La compra de equipos en comparación con las otras alternativas, presenta una serie de ventajas y desventajas. Las principales ventajas son:

1. Es más económico, si el equipo es utilizado intensamente de modo que se amortice en un corto plazo.
2. Está disponible cada vez que la empresa lo necesite.
3. En general, debido a la alta inversión, son mejor cuidados y mantenidos que en los otros casos.

Entra las desventajas, se puede mencionar lo siguiente:

1. Si su uso es limitado, puede ser más caro que arrendarlo.
2. Requiere una inversión importante de dinero que puede destinarse a otros fines.
3. Estimula el uso de equipos de puede estar obsoleto, pero que, como son de la empresa deben usarse.
4. Puede obligar a una empresa a mantener dentro de un cierto tipo de trabajo, desechando otros campos, debido de amortizar los equipos.

Para terminar con este punto, es importante indicar que la alternativa elegida para la obtención de equipos debe de ser aquella que entrega la utilización más económica de los equipos necesarios para la ejecución de la obra.

2.3 ASPECTOS CONTRACTUALES

Aquí detallamos lo que vendría hacer de alquiler de los equipos de la misma forma que en contratos y arrendamientos

En líneas generales, los criterios que pueden servir para la toma en alquiler de los equipos, dependen de forma fundamental de las condiciones locales de cada obra.

No obstante, puede darse como indicación las observaciones que a continuación se enumeran:

- En las empresas de obras públicas dedicadas a movimiento de tierras, el alquiler resulta muchas veces de la necesidad de un complemento del equipo, ya sea debido a trabajos excepcionales, ya sea por necesidades surgidas de las condiciones meteorológicas, o de los plazos exigidos. En todo caso, el plazo más común de alquiler varía entre dos/tres meses y un año; la parte del parque alquilado alcanza hasta un 60% o más del equipamiento de una obra.

- En los equipos de movimiento de tierras, el alquiler se produce al menos en el 80% de los casos con conductor; y, en general, cuando se alquilan más de cinco máquinas a la misma empresa, aquellas quedan acompañadas de un responsable de explotación y de un responsable mecánico.

- En los trabajos de cierta relevancia, el contrato de alquiler que liga a las dos partes debe definir el coeficiente de disponibilidad, que se fija entre 90% y 95%.

- Existe, en general, en la contratación de máquinas de movimientos de tierras, un mínimo de horas referidas del día, semana, mes o año. En contratos importantes, tanto en máquinas como en permanencia de las mismas en obra, existen diversas formas de tarificación posibles, que

comprenden el precio por hora de funcionamiento, el precio de inmovilización (salvo avería), el precio de indemnización por condiciones meteorológicas adversas, etc.

- En muchos países existen agrupaciones de sociedades de alquiler de tamaño pequeño y medio. Para la diversificación de sus riesgos. En general, estos equipos resultan de uso más interesante que aquellos que pertenecen a sociedades pequeñas, o no sindicadas.

- Salvo en obras de tamaño excepcional y tratándose de empresas de tipo pequeño y medio, se puede considerar el alquiler siempre que no se alcancen las mil horas de trabajo de un equipo. En todo caso, la consideración final debe ser hecha de acuerdo con un criterio de rentabilidad.

- También se debe definir el protocolo de recepción y entrega del equipo al inicio y al final del alquiler, así como algunas formas, como quien autoriza el ingreso del equipo y quien es el autorizado para la entrega del equipo, etc., según el contrato pactado por ambas partes, donde se indican quien asume que o tal costo.

Cuando se arriendan equipos, se deben dejar claramente establecidos los siguientes aspectos contractuales:

- a. Periodo de tiempo base para el pago de las tarifas de arriendo: hora, día, mes, etc.
- b. Establecer la cantidad de horas mínimas si los hubiera.
- c. Responsabilidad por las reparaciones que hay que hacerle al equipo.
- d. Definición por lo que se entiende por "uso y desgaste normales".

- e. Responsabilidad por combustible y lubricantes.
- f. Arriendo con o sin operador.
- g. Quien va a realizar el mantenimiento de los equipos.
- h. Responsabilidad por los costos de transporte
- i. Condiciones y estado del equipo al momento de recibirlo del arrendador.
- j. Instantes del inicio del arriendo
- k. Formas de cancelación del arriendo.
- l. Seguros requeridos
- m. Razones para la cancelación del contrato de arriendo, y condiciones para extensiones.

CAPITULO III

CÁLCULO DEL COSTO HORARIO.

3.1 CONCEPTOS PRELIMINARES

3.1.1 Costo Horario

Es el costo de un área de trabajo el cual esta dividido entre las horas laboradas, así tenemos el costo horario de mantenimiento, costo horario de la mano de obra, costo horario total, etc.

3.1.2 Costo Total

El costo horario total estará determinado por la suma del Costo Horario de Posesión más el Costo Horario de Operación y Mantenimiento y los Gastos Generales; este costo no incluye el Impuesto General a las Ventas (I.G.V.) ni utilidad.

3.1.3 Tarifa Horaria.

La tarifa horaria está determinado por la suma del Costo Horario de Posesión más el Costo Horario de Operación y Mantenimiento más los Gastos Generales y la utilidad; este costo no incluye el Impuesto General a las Ventas (I.G.V.)

3.1.4 Valor de Adquisición de la Maquinaria (VA)

Es el precio actual en el mercado y se obtiene solicitando cotización a los proveedores especializados en venta de maquinaria. En esta cotización, está incluido el precio de la unidad puesta en el puerto de embarque (FOB) mas de los gastos de embarque, flete y desembarque en el puerto del Callao (CIF-Callao), pagos de derecho Ad-Valorem, sobre tasa arancelaria, Ley de Promoción de Exportación no Tradicionales, Impuesto General a las Ventas, derechos portuarios de almacenaje, seguro para bienes en tránsito, otros gastos conexos (cartas de créditos, garantías, etc.) y el transporte hasta el parque de maquinarias del propietario, entre otros.

3.1.5 Vida Económica Útil (VE)

La vida económica útil de una maquina puede definirse como el periodo durante el cual dicha maquina trabaja con rendimiento económico justificable.

Asimismo, es conocido que a medida que aumenta la vida y el uso de la maquina, la productividad de la misma tiende a disminuir y por ende sus costos de operación van en constante aumento como en consecuencia de los gastos cada vez mayores de mantenimiento y reparación.

Así, también, se produce una mayor frecuencia averías en la maquina que aumentan los tiempos muertos o improductivos reduciendo, por lo tanto, sus disponibilidades llegando incluso a afectar la productividad de otras maquinas que se encuentran trabajando conjuntamente con ella; trayendo, como consecuencia un atraso en el tiempo de ejecución de la obra.

A continuación se presenta una tabla guía de la vida útil en horas esperada de los equipos, con datos promedio dados por los fabricantes y de experiencias en el medio:

TABLA N° 3.1 Vida Económica Útil de los Equipos de Construcción

DESCRIPCION	AÑOS(N)	HORAS(hrs)
I. EQUIPOS PARA PERFORACION	6	12 000
I.1 Comprensoras	3	3 000
I.2 Martillos neumáticos	6	12 000
I.3 Perforadores sobre orugas		
II. EQUIPOS PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS	6	12 000
II.1 Cargadores sobre orugas		
II.2 Cargadores sobre llantas	5	10 000
De 1,5 y d3.-3,5 yd3.	6	12 000
De 4.0 y d3.-8,0 yd3		
II.3 Mototrailas		
a) Autocargables	5	10 000
De 11 y yd3.y 16yd3.	6	12 000
De 23 yd3.		
b) Cargables	6	12 000
De 14 yd3 – 31 yd3		
II.4 Excavadora sobre llantas	5	10 000
II.5 Excavadora sobre orugas	5	10 000
II.6 Retroexcavadora sobre llanta	5	10 000
II.7 Retroexcavadora sobre cargadores		
II.8 Tractores sobre orugas	5	10 000
De 60 – 190 HP	6	12 000
De 190 – 240 HP	7,5	15 000
De 305 – 850 HP		
II.9 Rippers	10	20 000
II.10 Tractores sobre llantas	5	10 000
II.11 Pala frontal		
III. EQUIPOS PARA REFINES Y AFINADDOS	7.5	15 000
III.1 Motoniveladoras		
IV. EQUIPOS DE COMPACTACION	2	4 000
IV.1 Compactador vibratorio	5	10 000
IV.2 Rodillo liso vibratorio autopropulsado	5	10 000
IV.3 Rodillo liso vibratorio de tiro	6	12 000
IV.4 Rodillo neumático autopropulsado	6	12 000
IV.5 Rodillo pata de cabra vibratorio de tiro	6	12 000
IV.6 Rodillo pata de cabra vibratorio de tiro	6	12 000
IV.7 Rodiilo tándem estático autopropulsado	6	12 000
IV.8 Rodiilo tándem vibratorio autopropulsado	5	10 000
IV.9 Rodiilo tres ruedas estático autopropulsado		
V. EQUIPO PRODUCTORES DE AGREGADOS	10	20 000
V.1 Chancadoras primarias	10	20 000
V.2 Chancadoras secundarias	10	20 000
V.3 Chancadoras primarias – secundarias	10	20 000
V.4 Zaranda vibratoria	10	20 000

VI.	PAVIMENTACION	5	10 000
	VI.1 Amasadora de asfalto	5	10 000
	VI.2 Barredora mecánica	5	10 000
	VI.3 Calentador de aceite	5	10 000
	VI.4 Cocina de asfalto	10	20 000
	VI.5 Planta de asfalto en frio	10	20 000
	VI.6 Secador de áridos	10	20 000
	VI.7 Pavimentación sobre orugas		
	VII.9 Vibradores		
VII.	VEHICULOS	7	8 000
	VIII.1 Camiones	6	6900
	VIII.2 Camión cisterna	6	6900
	VIII.3 Camión concreto	6	6900
	VIII.4 Camión imprimador	6	6900
	VIII.5 Camión plataforma	6	6900
	VIII.6 Semitrayer	6	6900
	VIII.7 Volquete	9	12000
	VIII.8 Volquetes fuera de ruta		

TABLA N° 3.1 fuente CAPECO, información tomada del libro, *El Equipo y sus Costos de Operación. CAPECO. Autor Ing. Jesús Ramos Salazar. 2007 Cuarta edición Perú*

3.1.6 Valor de Rescate (VR)

El valor de salvataje llamado también valor Recuperable o de Rescate se define como el valor de reventa que tendrá la maquinaria final de su vida económica.

Generalmente, el valor de rescate que se puede considerar fluctúa entre 20 a 25% del valor de adquisición para maquinarias pesadas (cargadores, mototraillas, tractores, etc.) en países en desarrollo como el nuestro; en otros países donde se producen maquinarias y equipos este valor es significativamente menor señalado anteriormente.

Así mismo, debemos señalar que para maquinarias y equipos livianos (compresoras, mezcladoras, motobombas, etc.) el valor de salvataje puede variar del 8 al 20% el valor adquisitivo.

3.2 COSTOS DE POSESIÓN

El simple hecho de ser propietario de un equipo o maquinaria de construcción de cualquier tipo, representa una inversión permanente e independiente al trabajo que ejecuta el equipo.

Estos gastos fijos se derivan de los correspondientes a depreciación, interés de capital invertido, seguro y gasto de almacenaje; factores estos que afectan al propietario de la maquina durante el tiempo de posesión de la misma por ser inherente a la inversión de un capital.

3.2.1 Depreciación (D)

Es el costo que resulta de la disminución en el valor original de la máquina como consecuencia de su uso durante el tiempo de su vida económica.

Existen varios métodos para determinar el Costo de depreciación; entre los cuales podemos citar:

- a) Método de la función.
- b) Método del porcentaje sobre el saldo.
- c) Método de la suma de los dígitos de los años.
- d) Método del fondo de amortización.

De estos métodos, el que más se utiliza, en la práctica es el correspondiente en la función lineal, que se basa en la suposición de que la depreciación se produce a ritmo uniforme a lo largo del tiempo de la vida útil del equipo (**Ver cuadros 4.1 y 4.2**).

La fórmula al emplearse para calcular de la depreciación horaria es la siguiente:

Fórmula:

$$D = \frac{Va - Vr.}{Ve \text{ hrs}}$$

Donde:

D = Depreciación por hora de trabajo.

Va = Valor de adquisición.

Vr = Valor de salvataje o rescate

Ve = Vida Económica de la maquinaria expresada en horas de trabajo (Tabla N° 1)

3.2.2 Intereses de Capital Invertido (I)

Cualquier empresa para comprar una maquinaria financia los fondos necesarios en los bancos o mercados de capital, pagando por ello los intereses correspondientes; o puede darse el caso, que si el empresario dispone de fondos suficientes de capital, hace la inversión directamente, esperando que la maquina reditué en proporción con la inversión efectuada. Por lo tanto, este rubro será equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en la maquinaria.

Demos insistir que, a pesar de que el empresario pague su equipo al contado, debe cargarse le los intereses que esta inversión ya que este dinero bien

puede haberse invertido en otro negocio que produzca dividendo a su propietario (Ver cuadros 4.1 y 4.2).

La formula genérica para el cálculo de este costo es:

$$I = R - A$$

R: Amortización + intereses por hora

A: amortización por hora.

Y

$$R = (V_a - V_r) \times \text{TIEM} / (1 - (1 + \text{TIEM})^{-\text{VUM}}) / (\text{HTM})$$

$$A = (V_a - V_r) / \text{VUH}$$

Donde:

TIEM: Tasa de interés efectiva mensual.

VUM: Vida útil en meses.

HTM: Horas de trabajo mensual.

VUH: Vida útil en horas.

3.2.3 Impuestos (T)

Es la tasa anual de los impuestos exigidos por el gobierno, los que se aplican sobre el bien adquirido; este monto también se encuentra determinado por la Legislación Tributaria vigente (Ver cuadros 4.1 y 4.2)

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$T = (TIA/12) * Va / (HTM)$$

T: Impuesto por hora.

TIA: Tasa de impuestos anual.

Va: Valor de Adquisición.

HTM: horas trabajo mensual.

3.2.4 Seguros (SA)

La primera de seguro varía de acuerdo al tipo de maquinaria y a los riesgos que debe cubrir durante su vida económica. Este cargo existe tanto en el caso de que la máquina se asegure con una Compañía de Seguro, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la máquina (autoseguramiento).

El tipo de seguro a considerar, en este estudio, es el TREC (Todo Riesgo Equipo Contratista) que tiene un costo anual dependiendo del tipo y tamaño del equipo.

$$S = (SA/12)/HTM$$

Donde:

SA: Pago de prima anual.

HTM: horas trabajadas mensuales.

3.3 CÁLCULO DE COSTO DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

Los costos de operación son los que se generan por el uso y mantenimiento de la máquina y se causan por el consumo de combustible, lubricantes, grasa, filtros, llantas, repuestos, mano de obra de reparaciones, mano de obra de operación y otros, este se expresa en \$/h.

3.3.1 La Importancia del Mantenimiento en los Costos.

Antes de tocar directamente los costos de operación de maquinaria, veremos las practicas de mantenimiento más utilizadas, porque tienen una gran influenciaren los costos operacionales de la maquina.

Mantenimiento en el sentido amplio de la palabra significa "prolongación de la vida", los que más se utilizan en este tipo de maquinas son el correctivo, el preventivo y el predictivo.

- **Mantenimiento correctivo:** Consiste en repara las máquinas a medida que se daña, Este sistema en lugar de de disimular los costos, los eleva, porque la pieza dañada generalmente produce daño en otras, la reparación se hace más difícil, mas demorada y el lucro cesante mientras la máquina permanece varada es mayor.

Este método solo se debe practicar si se desea una operación ineficiente, con posibles pérdidas y con una maquina de poco valor al final del proyecto.

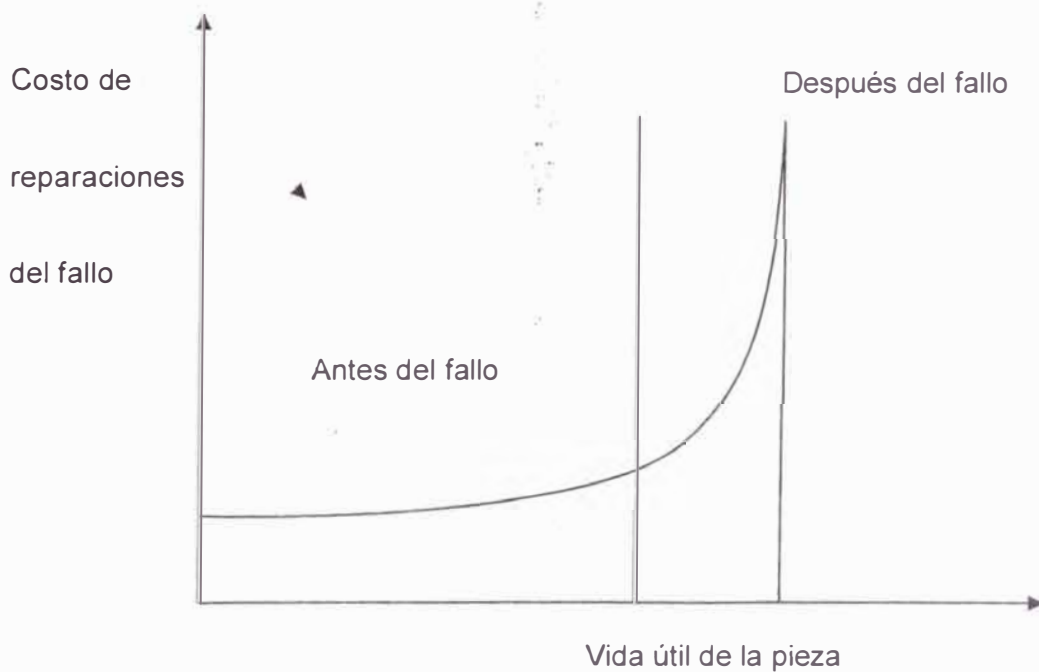
- **Mantenimiento preventivo:** Consiste en cuidar, lubricar, e ir reparando la maquina o remplazando las piezas de desgaste del equipo de acuerdo con unos periodos de vida útil establecido antes que los lubricantes, piezas o partes de degraden o dañen.

Con este método se logra mantener la maquina en buenas condiciones y con una gran disponibilidad lo que trae como consecuencia utilidades y cumplimiento en la obra, además, se puede conocer con mas certeza el costo de lubricantes, llantas, y reparaciones, tanto en repuestos como en mano de obra durante la vida útil de la máquina.

- **Mantenimiento predictivo:** Consiste en lubricar o repara la máquina a medida que se va determinando la vida útil de los lubricantes, y de las partes de las piezas, se realiza por medio de medidas, análisis con equipos especiales o de laboratorio, que predicen cuando el lubricante o de la pieza pueden fallar o terminar su vida útil sin llegar a causar daños en el resto de la maquina.

Con este sistema se consigue la mayor vida útil de los lubricantes y de las piezas de desgaste de la máquina en buenas condiciones y con una buena disponibilidad.

Es importante conocer el concepto de sobre costos que implican no dar mantenimiento, no remplazar o no reparar a tiempo un componente y esperar a que falle, porque se obtiene resultados catastróficos. Una reparación antes de fallo puede costar una tercera parte de lo que costaría después, además que el tiempo de reparación puede ser menor, aunque se sacrifique un poco de la vida útil del componente. Este se puede ver claramente en la siguiente gráfica.



Después de repasar algunos conceptos de mantenimiento y de la importancia de llevar un buen registro de todas sus actividades, lo que nos ayuda a determinar el costo hora de reparaciones y la eficiencia de una máquina, veremos cómo se analiza y encuentra este valor de acuerdo a cada uno de los ítems que lo componen.

Es necesario contar con un buen programa de mantenimiento debido a, entre otras, las siguientes razones:

1. Disminuir al mínimo las probabilidades de falla y desperfectos de los equipos.
2. Evitar las interrupciones y demoras durante la ejecución de los trabajos.
3. Controlar los costos de mantención y reparación de los equipos a lo largo de su vida útil.
4. Minimizar el tiempo de reparación necesario.
5. Determinar la vida útil esperada de un equipo para establecer políticas de reemplazo.
6. Disminuir accidentes debido a fallas de los equipos que pueden afectar la seguridad de la obra.

3.3.2 Lubricantes

El método más exacto para averiguar el costo hora de consumo de cada uno de los aceites, consiste en tomar el dato de la capacidad en galones del depósito de aceite o cárter para los motores y el de los tanques, depósitos de aceite o capacidad del sistema para los aceites hidráulicos, de transmisión, mandos finales y reductores multiplicar este valor por el valor del galón de aceite respectivo y dividir todo en las horas recomendadas para cada cambio correspondiente.

$$\text{Costo de aceite (\$/h)} = (\text{costo galón} \times \text{capacidad del depósito}) / (\text{periodo en horas de cambio}).$$

Esta fórmula es asumiendo que no hay escapes ni consumo de aceite, en el caso del aceite de motor, que se quema o consume una cantidad entre cada periodo de cambio, a pesar de ser pequeña es bueno conocerla ya sea para

adicionarla al costo de la fórmula anterior y/o para tener el control sobre el estado del motor.

3.3.3 Filtros

Los filtros son elementos que capturan las impurezas que los lubricantes transportan, así ayudan a conservar los componentes internos de los equipos. Los costos por hora de filtros se puede calcular teniendo en cuenta los periodos de vida recomendado por el fabricante para el cambio para cada filtro e incorporarlo de forma real al costo, y se calcular mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Costo hora filtro (\$/hr)} = \frac{(\text{Número de filtros de un tipo} \times \text{costo del filtro (\$)})}{(\text{Intervalo de cambio del filtro (h)})}$$

3.3.4 Grasas

El método más exacto para averiguar el costo hora de grasa de una máquina es el siguiente: se determina un periodo en horas de uso de la maquina hasta cuando el engrase se vuelve repetitivo, tanto en la cantidad de grasa, como en los puntos a engrasar. Este periodo se puede obtener de los programas de mantenimiento.

El costo horario de la grasa se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de grasa (\$/h)} = \frac{(\text{cantidad de grasa utilizada (lb)} \times \text{precio de la grasa (\$/lb)})}{(\text{Periodo escogido})}$$

La cantidad de grasa que se va a usar depende del tipo y tamaño de la máquina, También se puede consultar los manuales del fabricante de cada máquina.

3.3.5 Llantas

El costo hora de las llantas es difícil de determinar pues su vida útil depende de muchas variables, como el mantenimiento, presiones de inflado, estado de la vía, velocidad de desplazamiento, curvas y pendientes en la vía, posición de la llanta en la máquina (delantera, traseras, direccional o de tracción), carga, etc., pero también depende muchísimo de la selección de la llanta adecuada para el tipo de servicio en el que se va a utilizar, Lo que sí se sabe es que el costo por hora de las llantas es alto y por eso se trabaja a parte (**Ver cuadro 4.5**).

De todas maneras el mejor dato de la vida útil de las llantas es el que se recoge en las experiencias de otros proyectos., de las recomendaciones del fabricante, de la experiencia de los proveedores, del adecuado mantenimiento que se le dé a las llantas y la experiencia propia de campo.

A veces se le dedica más atención a la parte mecánica de la maquina y se descuidan las llantas, pero se debe tener en cuenta que mientras se repara una vez el motor, las llantas se han cambiado hasta cinco veces y que una reparación de motor puede costar lo que vale un tendido de llantas, de allí su importancia de tener monitoreado el rendimiento de las llantas para no tener elevados costos con respecto a lo presupuestado.

El costo horario de la llanta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Costo hora de la llanta} = (\text{Costo de la llanta (\$)}) / (\text{Vida útil de la llanta (hr)})$$



Fig. N° 3.1 Desarmando la Llanta Fig. N° 3.2 Midiendo la Presión de la Llanta

3.3.6 Sistema de Rodamientos

Se toca el sistema de rodamiento de manera independiente ya que en el transcurso de la vida útil de los equipos que cuentan con este sistema, el costo de este llega a ser el 25% a 35% del costo total de mantenimiento.

Debemos tener en claro que para mantener nuestros costos controlados, el mantenimiento juega un papel determinante ya que un mantenimiento adecuado, se garantiza que el costo no se eleve mas allá de lo presupuestado.

El tiempo de vida del sistema de rodamiento se puede obtener por los datos de proyectos anteriores, de los fabricantes, de los proveedores y de la experiencia personal de quien presupueste el proyecto; el tiempo de vida del

sistema de rodamiento depende de la procedencia, del fabricante, del mantenimiento que se le brinda de las condiciones del terreno donde trabaja, de la forma de operación la aplicación que se le da a un equipo.

La forma de calcular el costo del sistema de rodamientos, es de tener el costo de cada elemento entre el tiempo de vida de este, la suma de todos estos costos horarios nos da el costo total del sistema de rodamientos (**Ver cuadros N° 4.3 y 4. 4).**



Fig. N° 3.3 Herramientas de Medición Superiores.



Fig. N° 3.4 Midiendo los Rodillos



Fig. N° 3.5 Medición de los Segmentos. Fig. N° 3.6 Medición de las Zapatas.

3.3.7 Elementos de Desgaste

Las piezas de sujetas a desgaste rápido, pero de fácil reemplazo, se consideran aparte de las reparaciones generales ya que están sujetas directamente con el régimen de trabajo y el terreno donde se opera. Se incluyen las uñas del cucharón, las cuchillas, las punteras, puntas de los escarificadores, sus protectores, planchas de las tolvas de los volquetes, etc.

El costo hora de cada una de las piezas de desgaste se encuentra dividiendo el valor de la pieza por su duración probable en horas, luego se suman para obtener el costo hora total de las piezas de desgaste (**Ver cuadros N° 4.3, 4.4 y 4.5**).

Es difícil estimar la vida útil de las piezas de desgaste sin un conocimiento de las condiciones de la obra, por eso se debe acudir a la experiencia de proyectos anteriores, así como el terreno donde se realizará los trabajos, de la información del fabricante, de la información de los proveedores y de la experiencia propia de los diferentes trabajos realizados.

3.3.8 Repuestos de Reparación

El costo hora de repuestos se puede determinar teniendo en cuenta:

- La experiencia obtenida en otros proyectos.
- Los datos estadísticos obtenidos de operaciones pasadas con maquinarias.
- Los datos y experiencias que los fabricantes de maquinas tienen.
- Una buena política tanto administrativa como operativa de mantenimiento.

El valor del costo total de reparación por hora se establecer siguiendo el siguiente procedimiento:

1. Se define la vida útil (V_e) o un período de tiempo en horas determinado que se le quiere dar a la maquina.
2. Se determinan todas las piezas o partes que deben cambiar o reparar durante esta vida útil o periodo escogido. Deben estar incluidas las de vida corta, vida media y vida larga, a excepción de las piezas de desgaste rápido como cuchillas, dientes, puntillas, etc.
3. Se establecen los periodos (P) o intervalos en horas en que se deben hacer estos cambios o reparaciones (de acuerdo al programa de mantenimiento), se deben colocar solamente los que son menores que la vida útil esperada de la máquina.
4. Se valora cada uno de estos cambios o reparaciones (VR), ya sea el cambio total de la pieza, de algunos de los componentes, arreglo de la pieza (por ejemplo, recalzar las bandas de los frenos), o mejoramiento de la vida útil de la pieza (por ejemplo, cubrir con cordones de soldadura dura piezas de desgaste).

Se aplica la siguiente fórmula:

$$\text{Costo de cada reparación (\$/hr)} = (\text{costo de la reparación (\$)}) / (\text{intervalo de tiempo de cada reparación (hr)})$$

La suma de todos los componentes de reparación nos dá el costo total de reparación (Ver cuadros N° 4.3, 4.4 y 4.5).

3.3.9 Taller y Equipo Mecánico

En el costo hora del taller y equipo mecánico del proyecto está incluido el costo del personal que interviene directamente en las tareas de lavado, lubricación, mantenimiento mecánico y eléctrico, llantas y reparaciones.

También se debe considerar la supervisión para los trabajos descritos (jefe de equipos, asistente de equipos, supervisor de seguridad), las herramientas, movilidad del personal, alimentación, etc., dependiendo del número de maquinas y del sitio donde se trabaja.

Existen varios métodos para encontrar el costo hora del taller y equipo mecánico aquí mostramos la siguiente:

1. Se determina la cantidad de horas promedio a trabajar por cada equipo.
2. Se determina la cantidad de equipos iguales.
3. Se tiene como dato el costo horario de insumos de mantenimiento (lubricantes, filtros, grasas, etc.).
4. Se calculan previamente todos los costos del taller y equipo mecánico (sueldos de trabajadores, supervisores, herramientas, alimentación, transporte, oficina, etc.) todos los ítems que intervengan para la ejecución de los trabajos en el proyecto.
5. Luego multiplicamos $(1 \times 2 \times 3)$ y obtendremos el costo total mensual de los insumos de mantenimiento.
6. Dividimos $(4 / 5)$ y obtendríamos la relación en porcentaje del costo de taller con respecto al costo de insumos mantenimiento.
7. Finalmente para obtener el costo de horario taller y equipo mecánico multiplicamos

(6 X3) de tal forma que el costo de taller y equipo mecánico, para cada equipo es prorrateado en forma proporcional a la cantidad de horas trabajadas al mes, la cantidad de equipos de la mismo tipo y modelo, su costo de insumos de mantenimiento (**Ver cuadro N° 4.6**).

Con este método se logra apreciar la magnitud de lo que vale el costo de taller y equipo mecánico en las reparaciones y mantenimiento durante la vida útil de la maquina.

3.3.10 Combustible

Este es un consumible muy importante debido a su alto valor, la cantidad y precio de los combustibles consumidos variara con la potencia, ubicación, clase de trabajo y tipo de maquinaria a utilizarse; el consumo de combustible también dependerá de la habilidad del operador, por lo que resulta importante capacitarlos periódicamente cada vez que se adquieran nuevos equipos y modernos.

La forma más exacta de conocer el valor del consumo del combustible es tomar directamente de la obra, sin embargo como todo proyecto al momento de presupuestarlo, se utilizan valores iniciales que son proporcionados por los manuales técnicos de los equipos y en este caso se toma el máximo valor de consumo horario, o por la experiencia del profesional que elabora el presupuesto o con los datos estadísticos de obras similares, de ganar el proyecto para su ejecución dichos valores deben ser comparados con los valores obtenidos en el desarrollo del proyecto, lo que permitirá tener valores

reales de consumo de combustible en el proyecto y de ser el caso tomar las acciones correctivas correspondientes.

Teniendo el valor del consumo horario lo multiplicamos por el costo actual del galón de combustible y tenemos así el costo horario del combustible (**Ver cuadro N° 4.7**).

$$\text{Costo de combustible (\$/hr)} = (\text{costo por galón (\$)} \times (\text{consumo por hora (gl/hr)})$$

3.3.11 Operador Especializado

El costo de hora hombre (H-H) de los operadores va a estar en función de la normatividad legal de los trabajadores de construcción civil o el régimen privado dependiendo la modalidad en que se han contratados los trabajadores varia este costo.

También hay que adicionar al costo del sueldo del operador, costos como la movilidad, alimentación, equipo de protección personal, vivienda, transporte y otros que tienen que ver directamente con que el operador pueda realizar su labor sin ningún inconveniente, debemos señalar los costos anteriormente mencionados dependen del proyecto y del tipo de contrato que se realiza entre los implicados (**Ver cuadro N° 4.8**).

El costo horario del operador se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Costo horario del operador especializado (\$/hr)} = ((\text{sueldos} + \text{vivienda} + \text{movilidad} + \text{otros}) (\$/hr)) / (\text{horas de trabajo mensual})$$

3.4 GASTOS GENERALES

En un negocio o proyecto de cualquier tipo se denominan gastos o costes generales, al gasto por el mero hecho de tener una actividad en funcionamiento.

Ejemplos de ello son los costes de gas, electricidad, limpieza, alquiler o el sueldo de los trabajadores. El término se suele utilizar para englobar los gastos necesarios para no cesar la actividad, pero que no están directamente relacionados con los productos o servicios que se ofrecen, es decir, no aumentan los beneficios de la empresa.

Los gastos generales son costes sobre el estado de resultados, con excepción del trabajo directo, materiales directos y gastos directos. Los gastos generales incluyen gastos de contabilidad, depreciación, seguros, intereses, tarifas legales, reparaciones, alquiler, materiales adquiridos, impuestos, facturas de teléfono, gastos utilitarios y viajes.

A continuación se muestra un ejemplo de cálculo de los costos generales para el alquiler de una flota de equipos.

Tabla N° 3.1 Determinación de los Gastos Generales Mensuales

ITEM	CONCEPTO	Unidad	Cant.	Costo Unitario US\$	MES USD
1	Remuneración Gerentes	Personas	3	5 000,00	15 000,0
2	Remuneración Jefe, Supervisores y Asistentes	Personas	5	2.500,00	12.500,0
3	Equipo e Instrumentos de Gestión, Supervisión y Control	Equipo	2	791,67	1 583,3
4	Alimentación	Personas	8	182,14	1 457,1
5	Vehículos (Tarifa Mensual)	Equipo	2	1 950,00	3.900,0
6	Depreciación de locales, pagos de tributos y otros municipales	Equipo	1	2.000,00	2.000,0
7	Energía Eléctrica (De acuerdo al consumo promedio mensual)	Kw-Hr	22 657	0,06	1 359,4
8	Transporte de Personal	Personas	8	200,89	1 607,1
9	Implementos	Personas	8	14,88	119,0
10	Pasajes	Personas	8	30,67	245,4
11	Depreciaciones y Seguros (Equipo de Oficina)	Equipo	8	63,84	510,7
12	Útiles de Oficina (De acuerdo al consumo promedio mensual)	Unidades	1	1 500,00	1 500,0
13	Mantenimiento de locales y/o Vivienda	Personas	2	613,50	1 227,0
14	Teléfonos: Fijo, Celular, RPM	Minutos	8	70,00	560,0
GASTOS GENERALES					43 569,2

1 Y 2 DATOS PROPORCIONADOS POR RECURSOS HUMANOS

3 CÁLCULO DEL COSTO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	Cant	Valor Unit.	Monto US\$	Vida Útil (Meses)
Valor de Máquina de Soldar	3	2 500	7.500	36
Valor de Compresora	2	3.500	7 000	24
Valor de Compresora	0	600	0	18
Valor de Hidrolavadora	2	2.500	5 000	36
Valor de Prensa Hidráulica	2	1.100	2.200	36
Valor de Caja Herramientas	3	550	1 650	18
TOTAL	12		23.350	

4 CÁLCULO DE COSTO DE ALIMENTACIÓN

DIARIO SIN IGV	17,0 SEGUN CONTRATO
MENSUAL (30 DIAS)	510,0 SOLES
MENSUAL T.C 2,8	182,14 DOLARES

8 CÁLCULO DEL COSTO DE TRANSPORTE

COMBI 12 PSJ	4 500 Soles x Mes
Transporta	8 Pasajeros Diarios
Costo x Pasajero	562,5 Soles x Mes
Costo x Pasajero	200,9 Dolares x Mes

9 CÁLCULO DEL COSTO DE IMPLEMENTOS

Gasto Implementos x Pers	250 Soles (DATO LOGÍSTICA LIMA)
Vida Útil de los Implementos	6 Meses
Costo Mensual en Soles	Soles
Costo Mensual en Dolares	Dólares

CAPITULO IV

ANALISIS DE RESULTADOS

A continuación se muestra un ejemplo con valores reales del cálculo de los costos horarios de tres equipos; camión volquete, excavadora 330 y tractor D8R.

1. El cuadro N° 4.1 se encuentran los datos generales de los equipos.
2. En el cuadro N°4.2 se encuentra el cálculo del costo de posesión.
3. En el cuadro N°4.3 se encuentra el cálculo del costo horario de mantenimiento de la excavadora 330CL.
4. En el cuadro N°4.4 se encuentra el cálculo costo horario de mantenimiento del camión volquete.
5. El cuadro N°4.5 se encuentra el cálculo costo horario de mantenimiento costo horario del tractor D8R.
6. En el cuadro N°4.6 y 4.7 se encuentra el cálculo del costo de taller.
7. En el cuadro N°4.8 se encuentra el cálculo des costo horario del combustible.
8. En el cuadro N°4.9 se encuentra el cálculo del costo horario del operador de equipo pesado y chofer.de camión volquete.
9. En el cuadro N°4.10 se encuentra el cálculo de los gastos generales que se realizan para poder llevar a cabo el proyecto.

10. En el cuadro N°4.11 se muestra los resultados en resumen de los costos horarios.
11. En el cuadro N°4.12 se muestra los resultados en resumen de los costos horarios mensuales del pool de equipos.

Tabla N° 4.1 Datos para Calcular el Costo Horario de Cada Equipo

EQUIPOS	Cantidad	Valor de Adquisición US\$		Valor Residual US\$			Vida Útil		Trabajo Efectivo Mensual		Turnos	Tasa de Interés Efectiva Anual	Costo de Seguro Anual x Equipo US\$	Tasa de Imuesto Vehicular Anual
		Unitario	Total	%	Unitario	Total								
TRACTOR D8R	4	390.000	1.560.000	20%	78.000	312.000	12.000	Horas	340	Horas	2	8%	5.000	
EXCAVADORA 330CL	4	270.000	1.080.000	20%	54.000	216.000	14.000	Horas	400	Horas	2	8%	3.000	
VOLQUETE SCANIA P400 (6X4)	30	115.000	3.450.000	25%	28.750	862.500	14.000	Horas	380	Horas	2	8%	1.000	1%
									1.120					
INVERSIÓN EN ADQUISICIÓN US\$		6.090.000												
DEPRECIACIÓN ANUAL CONTABLE		20%		1.218.000										
VALOR RESIDUAL US\$		1.390.500												

Tabla N° 4.2 Calculo del Costo de Posesión

TASA INTERES EFECTIVA ANUAL TIEA	TASA INTERES EFECTIVA MENSUAL TIEM	TASA IMPUESTOS ANUAL TIA
8,00%	0,64%	1,00%

R	AMORTIZ. + INTERESES x HORA =	$[VA - VR] \times TIEM / [1 - (1+TIEM)^{-VUM}] / [HTM]$
A	AMORTIZACIÓN HORA	$(VA - VR) / VUH$
I	INTERES x HORA	$R - A$
S	SEGUROS x HORA =	$[SA/12] / HTM$
T	IMPUESTOS x HORA =	$[TIA/12] \times VA / [HTM]$
VUM	VIDA UTIL EN MESES	VUH / HTM
VR	VALOR RESIDUAL	$TR \times VA$

CLASE / MODELO DE EQUIPO	VUH	HTM	VUM	VA	TR	VR	COSTO DE POSESION USD / HORA					R	SA
	VIDA UTIL HRAS	HORAS TRABAJO MENSUAL	VIDA UTIL MESES	VALOR DE ADQUISICION US \$	TASA % RESIDUAL AL FINAL DEL VUH	VALOR RESIDUAL US \$	AMORTIZACION HORA	INTERES x HORA	SEGURO x HORA	IMPUESTOS x HORA	COSTO TOTAL DE POSESION x HORA US \$	AMORTIZACION + INTERESES x HORA US \$	SEGURO ANUAL X EQ
TRACTOR D8R	12 000	340	35	390.000	20%	78.000	26,00	3,15	1,23	0,96	31,33	29,15	5000
EXCAVADORA 330CL	14000	400	35	270.000	20%	54.000	15,43	1,85	0,63	0,56	18,47	17,28	3000
VOLQUETE SCANIA P400 (6X4)	14000	380	37	115.000	25%	28.750	6,16	0,78	0,22	0,25	7,41	6,94	1000

NOTAS: Los Costos de la perforadora Diamantina están calculados en Metros, Los de la camioneta en Kilometros y el resto en horas.

VUH = HORAS ESTIMADAS COMO VIDA ÚTIL DE ACUERDO A LA EXPERIENCIA Y/O INDICADAS POR FABRICANTE

HTM = HORAS DE TRABAJO MENSUAL.

TR = % ESTIMADO COMO VALOR DE REALIZACIÓN O VENTA AL FINAL DE LA VIDA ÚTIL

Tabla N° 4.3 Calculo del Costo Horario de Mantenimiento –US\$/HORA

EQUIPO:	EXCAV 330CL
COSTOS DE MANTENIMIENTO	
FILTROS	0,73
LUBRICANTES	0,50
GRASAS	0,72
SISTEMA DE RODAMIENTO	5,61
ELEMENTOS DE DESGASTE	3,34
REPUESTOS DE REPARACIÓN	2,24
COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO	US\$ 13,15

A. FILTROS Y LUBRICANTES:1. FILTROS

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	DURACION(HRAS)	COSTO/HRA
FILTRO DE PETROLEO	UND		1,00	27,86	27,86	250	0,11
FILTRO DE ACEITE	UND		1,00	27,23	27,23	250	0,11
FILTRO SEPARADOR	UND		1,00	33,25	33,25	500	0,07
FILTRO HIDRAULICO DE ACEIT	UND		2,00	32,88	65,76	1000	0,07
ELEMEN FILTRO HIDRAULICO	UND		1,00	48,09	48,09	1000	0,05
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	UND		1,00	118,90	118,90	500	0,24
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	UND		1,00	91,34	91,34	1000	0,09
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,73

2. LUBRICANTES

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	DURACION(HRAS)	COSTO/HRA
ACEITE MOTOR	GAL		10,00	5,74	57,40	250	0,23
ACEITE HIDRAULICO	GAL		46,20	8,30	383,46	2000	0,19
ACEITE MANDO DE LA ROTACI	GAL		5,00	6,62	33,10	1000	0,03
ACEITE MANDOS FINALES	GAL		8,00	6,02	48,16	1000	0,05
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,50

3. GRASAS

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	DURACION(HRAS)	COSTO/HRA
GRASAS	UND		3,00	3,60	10,80	15	0,72
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,72

TOTAL LUBRICANTES Y GRASAS	1,95
-----------------------------------	-------------

B. SISTEMA DE RODAMIENTO + ELEMENTOS DE DESGASTE1. SISTEMA DE RODAMIENTO

ELEMENTO	UND.	CODIGO	CANT.	P.UNIT.	COSTO	DURACION(HRAS)	COSTO/HRA
ZAPATAS	UND		98	80,00	7840,00	10000	0,78
CADENAS (Volteo)	UND		2	16000,00	32000,00	10000	3,20
SPROCKET	UND		2	500,00	1000,00	5000	0,20
RODILLO INFERIOR	UND		4	270,00	1080,00	10000	0,11
RODILLO SUPERIOR	UND		18	270,00	4860,00	10000	0,49
RUEDA GUIA	UND		2	870,00	1740,00	50000	0,03
OTROS	UND		1	40000,00	40000,00	50001	0,80
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							5,61

2. ELEMENTOS DE DESGASTE

ELEMENTO	UND.	CODIGO	CANT.	P.UNIT.	COSTO	DURACION(HRAS)	COSTO/HRA
UNAS	UND		6	109,16	854,98	280	2,34
PLANCHAS Y SOLDADURAS +	GLO		1	1000,00	1000,00	1000	1,00
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							3,34

TOTAL ELEMENTOS DE DESGASTE Y CADENAS	8,95
--	-------------

C. REPUESTOS DE REPARACION1. REPUESTOS

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT.	P.UNIT.	COSTO	DURACION(HRAS)	COSTO/HRA
REEMPLAZO DE TURBO	UND		1	1 700,00	1 700,00	6000	0,28
INYECTORES	UND		6	700,00	4 200,00	6000	0,70
BOMBA DE AGUA	UND		1	350,00	350,00	6000	0,06
OTROS REPUESTOS	JGO		1	6 000,00	6 000,00	5000	1,20
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							2,24
TOTAL REPUESTOS Y MANTENIMIENTO							2,24

Tabla N° 4.4 Calculo del Costo Horario de Mantenimiento –U\$\$/HORA

EQUIPO:	SCANIA P400 (6X4)	
COSTOS DE MANTENIMIENTO		
FILTROS		0,41
LUBRICANTES		0,44
GRASAS		0,30
SISTEMA DE RODAMIENTO		3,13
ELEMENTOS DE DESGASTE		1,17
REPUESTOS DE REPARACIÓN		1,04
COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO	US\$	6,48

A FILTROS Y LUBRICANTES**1. FILTROS**

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	RACION(HR)	COSTO/HRA
FILTRO DE PETROLEO	UND	1372444	1,00	12,33	12,33	250	0,05
FILTRO RACOR sep water	UND	1393640	1,00	35,19	35,19	500	0,07
FILTRO DE ACEITE	UND	1117285	1,00	11,95	11,95	250	0,05
FILTRO DE SERVO-DIRECCIO	UND	1953094	1,00	4,43	4,43	1000	0,00
FILTRO PRIMARIO	UND	1421021	1,00	102,56	102,56	500	0,21
FILTRO SECUNDARIO	UND	1335680	1,00	36,00	36,00	1000	0,04
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,41

2. LUBRICANTES

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	RACION(HR)	COSTO/HRA
ACEITE DE MOTOR	GAL	Rimula X 15W/40	9,50	5,74	54,53	250	0,22
ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS	GAL	Spirax A 90	5,00	6,27	31,35	500	0,06
ACEITE DIFERENCIAL CUBOS	GAL	Spirax A 140	3,00	6,24	18,72	1000	0,02
ACEITE DE CORONAS 1° Y 2°	GAL	Spirax A 140	11,00	6,24	68,64	2000	0,03
ACEITE HIDRAULICO	GAL	Donax TC - 10W	25,00	8,30	207,50	2000	0,10
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,44

3. GRASAS

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	RACION(HR)	COSTO/HRA
GRASA	LB	Retinax X	5,00	3,60	18,00	60	0,30
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,30

TOTAL LUBRICANTES Y GRASAS	1,15
-----------------------------------	-------------

B. LLANTAS + ELEMENTOS DE DESGASTE**1. LLANTAS**

ELEMENTO	UND.	CODIGO	CANT.	P.UNIT. NU EVA	COSTO	DURACION(HRAS)	COSTO/HRA
1RA VIDA							
GOOD YEAR HARD ROCK LUG 12X	UND		10	500,00	5.000,00	1.600,00	3,13
TOTAL LLANTAS					5.000,00	1.600,00	3,13
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							3,13

2. ELEMENTOS DE DESGASTE

ELEMENTO	UND.	CODIGO	CANT.	P.UNIT.	COSTO	RACION(HR)	COSTO/HRA
PLANCHAS Y SOLDADURA TOLVA	UND		1	3500,00	3500,00	3000	1,17
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							1,17

TOTAL ELEMENTOS DE DESGASTE Y LLANTAS	4,29
--	-------------

C. REPUESTOS DE REPARACIÓN**1. REPUESTOS**

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT.	P.UNIT.	COSTO	DURACION(HRAS)	COSTO/HRA
REEMPLAZO DE TURBO	UND	1354277	1	450,00	450,00	6000	0,08
INYECTORES	UND	1373002	6	163,00	978,00	6000	0,16
BOMBA DE AGUA	UND	1353072	1	300,00	300,00	6000	0,05
OTROS REPUESTOS	JGO		1	4500,00	4500,00	6000	0,75
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							1,04
TOTAL REPUESTOS Y MANTENIMIENTO							1,04

Tabla N° 4.5 Calculo del Costo Horario de Mantenimiento –U\$\$/HORA

EQUIPO:	SCANIA P400 (6X4)
COSTOS DE MANTENIMIENTO	
FILTROS	0,41
LUBRICANTES	0,44
GRASAS	0,30
SISTEMA DE RODAMIENTO	3,13
ELEMENTOS DE DESGASTE	1,17
REPUESTOS DE REPARACIÓN	1,04
COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO	US\$ 6,48

A. FILTROS Y LUBRICANTES**1. FILTROS**

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	RACION(HR)	COSTO/HRA
FILTRO DE PETROLEO	UND	1372444	1,00	12,33	12,33	250	0,05
FILTRO RACOR sep water	UND	1393640	1,00	35,19	35,19	500	0,07
FILTRO DE ACEITE	UND	1117285	1,00	11,95	11,95	250	0,05
FILTRO DE SERVO-DIRECCIO	UND	1953094	1,00	4,43	4,43	1000	0,00
FILTRO PRIMARIO	UND	1421021	1,00	102,56	102,56	500	0,21
FILTRO SECUNDARIO	UND	1335680	1,00	36,00	36,00	1000	0,04
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,41

2. LUBRICANTES

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	RACION(HR)	COSTO/HRA
ACEITE DE MOTOR	GAL	Rimula X 15W/40	9,50	5,74	54,53	250	0,22
ACEITE DE CAJA DE CAMBIOS	GAL	Spirax A 90	5,00	6,27	31,35	500	0,06
ACEITE DIFERENCIAL CUBOS	GAL	Spirax A 140	3,00	6,24	18,72	1000	0,02
ACEITE DE CORONAS 1° Y 2°	GAL	Spirax A 140	11,00	6,24	68,64	2000	0,03
ACEITE HIDRAULICO	GAL	Donax TC - 10W	25,00	8,30	207,50	2000	0,10
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,44

3. GRASAS

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT	P.UNIT.	COSTO	RACION(HR)	COSTO/HRA
GRASA	LB	Retnax X	5,00	3,60	18,00	60	0,30
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							0,30

TOTAL LUBRICANTES Y GRASAS	1,15
-----------------------------------	-------------

B. LLANTAS + ELEMENTOS DE DESGASTE**1. LLANTAS**

ELEMENTO	UND.	CODIGO	CANT.	P.UNIT. NU EVA	COSTO	DURACION (HRAS)	COSTO/HRA
1RA VIDA							
GOOD YEAR HARD ROCK LUG 12X	UND		10	500,00	5 000,00	1 600,00	3,13
TOTAL LLANTAS					5 000,00	1 600,00	3,13
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							3,13

2. ELEMENTOS DE DESGASTE

ELEMENTO	UND.	CODIGO	CANT.	P.UNIT.	COSTO	RACION(HR)	COSTO/HRA
PLANCHAS Y SOLDADURA TOLVA	UND		1	3500,00	3500,00	3000	1,17
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							1,17

TOTAL ELEMENTOS DE DESGASTE Y LLANTAS	4,29
--	-------------

C. REPUESTOS DE REPARACIÓN**1. REPUESTOS**

ELEMENTO	UND	CODIGO	CANT.	P.UNIT.	COSTO	DURACION (HRAS)	COSTO/HRA
REEMPLAZO DE TURBO	UND	1354277	1	450,00	450,00	6000	0,08
INYECTORES	UND	1373002	6	163,00	978,00	6000	0,16
BOMBA DE AGUA	UND	1353072	1	300,00	300,00	6000	0,05
OTROS REPUESTOS	JGO		1	4500,00	4500,00	6000	0,75
COSTO POR HORA (US \$ / HR)							1,04
TOTAL REPUESTOS Y MANTENIMIENTO							1,04

Tabla N° 4.6 Determinación de los Costos de Taller

DETERMINACIÓN DEL GASTO MENSUAL DE TALLER					
ITEM	CONCEPTO	Unidad	Cant.	Costo Unitario US\$	MES USD
1	Remuneración Operarios	Personas	10	1.200,00	12.000,0
2	Remuneración Jefe, Supervisores y Asistentes	Personas	3	2.000,00	6.000,0
3	Equipo y Herramientas (Maquinas de Soldar, Compresoras, Herramientas)	Equipo	1	383,06	383,1
4	Alimentación	Personas	13	182,14	2.367,9
5	Camioneta (Tarifa Mensual)	Equipo	1	2.100,00	2.100,0
6	Camión Lubricador (Tarifa Mensual, Los choferes son los Lubricadores)	Equipo	1	1.500,00	1.500,0
7	Energía Eléctrica (De acuerdo al consumo promedio mensual)	Kw-Hr	11.667	0,06	700,0
8	Transporte de Personal	Personas	13	123,63	1.607,1
9	Implementos	Personas	13	14,88	193,5
10	Pasajes	Personas	13	71,43	928,6
11	Depreciaciones y Seguros (Equipo de Oficina)	Equipo	1	68,84	68,8
12	Útiles de Oficina (De acuerdo al consumo promedio mensual)	Unidades	1	220,00	220,0
13	Vivienda	Personas	13	9,52	123,8
14	Teléfono RPM	Minutos	3	35,00	105,0
COSTO TALLER					28.297,8

1 Y 2 DATOS PROPORCIONADOS POR RECURSOS HUMANOS

3 CÁLCULO DEL COSTO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	Cant.	Valor Unit.	Monto US\$	Vida Útil (Meses)	Costo x Mes US\$
Valor de Maquina de Soldar	1	1.790	1.790	36	49,72
Valor de Compresora	1	2.800	2.800	24	116,67
Valor de Compresora	0	600	0	18	0,00
Valor de Hidrolavadora	1	2.000	2.000	36	55,56
Valor de Prensa Hidráulica	1	900	900	36	25,00
Valor de Caja Herramientas	5	490	2.450	18	136,11
TOTAL	9		9.940		383,06

4 CÁLCULO DEL COSTO DE ALIMENTACION

DIARIO SIN IGV	17,0 SEGÚN CONTRATO
MENSUAL (30 DIAS)	510,0 SOLES
MENSUAL T C 2,8	182,14 DOLARES

8 CÁLCULO DEL COSTO DE TRANSPORTE

COMBI 18 PSJ	4.500 Soles x Mes
Transporta	13 Pasajeros Diarios
Costo x Pasajero	346,153846 Soles x Mes
Costo x Pasajero	123,6 Dolares x Mes

9 CÁLCULO DEL COSTO DE IMPLEMENTOS

Gasto Implementos x Pers	250 Soles (DATO LOGISTICA LIMA)
Vida Útil de los Implementos	6 Meses
Costo Mensual en Soles	41,7 Soles
Costo Mensual en Dolares	14,88 Dolares

10 CÁLCULO DEL COSTO DE PASAJES

Valor de Pasaje Ida y Vuelta	100 Soles
Salidas al Mes	2
Costo Mensual en Soles	200,0 Soles
Costo Mensual en Dolares	71,43 Dolares

11 CÁLCULO DEL COSTO DE DEPRECIACION Y SEGUROS

Computadoras 2 + Impresora 1	35,51 Dolares
Radios Portátiles 4	33,33 Dolares
Costo Mensual	68,8 Dolares

13 CÁLCULO DEL COSTO DE VIVIENDA

Gasto Mensual	400 Soles
Personas Alojadas	15 Pers
Costo Mensual x Persona	26,7 Soles
Costo Mensual x Persona	9,5 Dolares

Tabla N° 4.7 Calculo del % del Costo Taller Respecto del Costo de Mantenimiento

		A	B	C = A x B	D	E = C x D
EQUIPOS	UNIDAD	HORAS MENSUAL x EQUIPO	TOTAL EQUIPOS	TOTAL HORAS MENSUAL	COSTO HORARIO MANTTO	GASTO x MES MANTTO USD
TRACTOR D8R	HORA	340	4	1.360	15,73	21.394,96
EXCAVADORA 330CL	HORA	400	4	1.600	13,15	21.033,79
VOLQUETE VOLVO NL12 6X4	HORA	380	30	11.400	6,48	73.875,69
						116.304

GASTO TALLER - MES 28.298 DÓLARES MES

GASTO MANTENIMIENTO 116.304 DÓLARES MES

COSTO DE TALLER EN %	24,33%	GASTO TALLER / GASTO MANTTO
----------------------	--------	-----------------------------

Tabla N° 4.8 Determinación del Costo de Combustible

CONCEPTO	SI./GL	US\$/GL
DIESEL 2 (LIMA)	11,400	4,071
TRANSPORTE (LIMA - MINA)	0,340	0,121
DESPACHO INTERNO (MINA) (US\$3,500 / 100,000 GL)	0,008	0,003
COSTO D2 EN EQUIPO	11,75	4,200

Tarifa Mensual de Cisterna US\$ A 3.000
Consumo Mensual de D2 GLN B 100.000
Costo US\$/GLN A / B 0,030

EQUIPOS	Unidad de Alquiler	D2 Gl/Hra	US\$/GAL	US\$
TRACTOR D8R	HORA	10,5	4,20	44,10
EXCAVADORA 330CL	HORA	10,0	4,20	42,00
VOLQUETE SCANIA P400 (6X4)	HORA	3,6	4,20	9,07

NOTA: LOS CONSUMOS PROMEDIOS (GL/HRA EFECTIVA), SON DE ACUERDO A LOS MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL FABRICANTE.

Tabla N° 4.9 Determinación del Costo de Operador y Chóferes

RESUMEN DEL COSTO HORARIO DE OPERADOR Y CHOFERES		
CONCEPTO	Operador	Chofer Volquete
REMUNERACIÓN	6,51	5,16
ALIMENTACIÓN	0,80	0,80
MOVILIDAD	0,24	0,24
IMPLEMENTOS (Mameluco+Casco+Botin+Tapon Oido+Botas jebe+Guantes+Anteojos)	0,08	0,08
VIVIENDA (Casa+Luz+Agua+Limpieza)	0,02	0,02
COSTO DE OPERADOR	7,65	6,30

CALCULO DEL COSTO DE REMUNERACIÓN		
	Operador	Chofer Volquete
Jornal de 8 Horas	48,50	36,50
Beneficios Sociales 50%	24,25	18,25
Jornal 8 Horas - Incluido Beneficios	72,75	54,75
Valor Hora Normal - Incl. Benef. (Jornal/8horas)	9,09	6,84
Valor Hora Extra Simple - Incl. Benef. (25% Adicional)	11,37	8,55
Valor Dominical - Incl. Benef. (1 Jornal)	72,75	54,75
Horas Normales - Mes (26 Dias x 8)	208,00	208,00
Horas Extras Simples - Mes (28 Dias x 2)	52,00	52,00
Domingos - Mes (4 Dias)x2	8,00	8,00
Remuneración de Horas Normales	1.891,50	1.423,50
Remuneración de Horas Extras Simples	591,09	444,84
Remuneración de Dominicales	1.164,00	876,00
TOTAL REMUNERACIÓN MENSUAL S/	3.646,59	2.744,34
HORAS EFECTIVAS MES - 01 EQUIPO	200,00	190,00
COSTO POR REMUNERACIÓN S/ / HRA	18,23	14,44
TIPO DE CAMBIO	2,80	2,80
COSTO POR REMUNERACIÓN US\$/HRA	6,51	5,16

CALCULO DEL COSTO DE ALIMENTACIÓN		
VALOR DE ALIMENTACIÓN POR DÍA - S/	17,00	
DÍAS SUBSIDIADOS	30,00	
GASTO MENSUAL S/	510,00	
HORAS EFECTIVAS MES - 01 EQUIPO	195,00	
COSTO POR ALIMENTACIÓN S/ / HRA	2,62	
TIPO DE CAMBIO	3,26	
COSTO POR ALIMENTACIÓN US\$/HRA	0,80	

CÁLCULO DEL COSTO DE MOVILIDAD		
COSTO DIARIO DE BUS S/	350,00	
TRANSPORTA DIARIO - PERSONAS	80,00	
COSTO DIARIO POR PERSONA S/	4,38	
COSTO MENSUAL POR PERSONA S/	131,25	
HORAS EFECTIVAS MES - 01 EQUIPO	195,00	
COSTO POR MOVILIDAD S/ / HRA	0,67	
TIPO DE CAMBIO	2,80	
COSTO POR MOVILIDAD US\$/HRA	0,24	

CALCULO DEL COSTO DE IMPLEMENTOS		
IMPLEMENTOS S/ (Mameluco+Casco+Botin+Tapon Oido+Botas jebe+Guantes+Anteojos)	250,00	
VIDA UTIL DE LOS IMPLEMENTOS - MESES	6,00	
COSTO MENSUAL S/	41,67	
HORAS EFECTIVAS MES - 01 EQUIPO	195,00	
COSTO POR IMPLEMENTOS S/ / HRA	0,21	
TIPO DE CAMBIO	2,80	
COSTO POR IMPLEMENTOS US\$/HRA	0,08	

CÁLCULO DEL COSTO DE VIVIENDA		
GASTO MENSUAL POR VIVIENDA	1.000,00	
TOTAL CHOFERES Y OPERADORES	76,00	
COSTO MENSUAL POR PERSONA S/	13,16	
HORAS EFECTIVAS MES - 01 EQUIPO	195,00	
COSTO POR VIVIENDA S/ / HRA	0,07	
TIPO DE CAMBIO	2,80	
COSTO POR VIVIENDA US\$/HRA	0,02	

Tabla N° 4.10 Determinación de los Gastos Generales Mensuales

ITEM	CONCEPTO	Unidad	Cant.	Costo Unitario US\$	MES USD
1	Remuneración Gerentes	Personas	3	5 000,00	15.000,0
2	Remuneración Jefe, Supervisores y Asistentes	Personas	5	2.500,00	12.500,0
3	Equipo e Instrumentos de Gestión, Supervisión y Control	Equipo	2	791,67	1.583,3
4	Alimentación	Personas	8	182,14	1.457,1
5	Vehículos (Tarifa Mensual)	Equipo	2	1.950,00	3.900,0
6	Depreciación de locales, pagos de tributos y otros municipales	Equipo	1	2.000,00	2.000,0
7	Energía Eléctrica (De acuerdo al consumo promedio mensual)	Kw-Hr	22.657	0,06	1.359,4
8	Transporte de Personal	Personas	8	200,89	1.607,1
9	Implementos	Personas	8	14,88	119,0
10	Pasajes	Personas	8	30,67	245,4
11	Depreciaciones y Seguros (Equipo de Oficina)	Equipo	8	63,84	510,7
12	Útiles de Oficina (De acuerdo al consumo promedio mensual)	Unidades	1	1.500,00	1.500,0
13	Mantenimiento de locales y/o Vivienda	Personas	2	613,50	1.227,0
14	Teléfonos: Fijo, Celular, RPM	Minutos	8	70,00	560,0
	GASTOS GENERALES				43.589,2

1 Y 2 DATOS PROPORCIONADOS POR RECURSOS HUMANOS

3 CÁLCULO DEL COSTO DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS

	Cant.	Valor Unit	Monto US\$	Vida Útil (Meses)
Valor de Máquina de Soldar	3	2.500	7.500	36
Valor de Compresora	2	3.500	7.000	24
Valor de Compresora	0	600	0	18
Valor de Hidrolavadora	2	2.500	5.000	36
Valor de Prensa Hidráulica	2	1.100	2.200	36
Valor de Caja Herramientas	3	550	1.650	18
TOTAL	12		23.350	

4 CÁLCULO DE COSTO DE ALIMENTACIÓN

DIARIO SIN IGV	17,0 SEGÚN CONTRATO
MENSUAL (30 DIAS)	510,0 SOLES
MENSUAL T.C 2,8	182,14 DOLARES

8 CÁLCULO DEL COSTO DE TRANSPORTE

COMBI 12 PSJ	4 500 Soles x Mes
Transporte	8 Pasajeros Dianos
Costo x Pasajero	562,5 Soles x Mes
Costo x Pasajero	200,9 Dolares x Mes

9 CÁLCULO DEL COSTO DE IMPLEMENTOS

Gasto implementos x Pers	250 Soles (DATO LOGISTICA UMA)
Vida Útil de los Implementos	6 Meses
Costo Mensual en Soles	41,7 Soles
Costo Mensual en Dolares	14,88 Dolares

Tabla N° 4.11 Resumen Costos Internos de Equipos (U\$\$/HORA)

EQUIPOS	UNIDAD DE MEDIDA	COSTO DE POSESIÓN					COSTO DE MANTENIMIENTO							COSTO DE OPERACIÓN				COSTO TOTAL (U\$\$)	TARIFA UNITARIA DE MERCADO (U\$\$)	UTILIDAD			
		AMORTIZACIÓN	INTERÉS	SEGUROS	IMPUESTOS	COSTO DE POSESIÓN	FILTROS	LUBRICANTES	GRASAS	SISTEMA DE RECAMBIO	ELEMENTOS DE GASTO	REPAROS DE REPARACIÓN	Costo de Artículos	COSTO TALLER 24.33%	COSTO DE MANTENIMIENTO	COMBUSTIBLE	OPERADOR ESPECIALIZADO			COSTO DE OPERACIÓN	GASTOS GENERALES	Unidad US\$	% Venta
																4.2							
TRACTOR 88R	HORA	26.00	3.15	1.23	0.66	31.33	0.56	0.67	0.28	8.57	3.54	2.11	16.73	3.83	19.66	44.10	7.85	61.76	6.43	108.07	110.0	0.83	0.8%
EXCAVADORA 330CL	HORA	15.43	1.85	0.63	0.56	18.47	0.73	0.50	0.72	5.61	3.34	2.24	13.16	3.20	16.34	42.00	7.65	49.66	5.28	88.76	86.0	-3.78	-4.4%
VOLQUETE SCANIA P400 (8x4)	HORA	6.16	0.78	0.22	0.25	7.41	0.41	0.44	0.30	3.13	1.17	1.04	6.48	1.58	8.06	15.12	6.30	21.42	2.31	39.20	42.0	2.80	6.7%

NOTA
COSTO TALLER: EL COSTO TALLER ES UN PORCENTAJE RESPECTO DEL COSTO DE ARTICULOS DE MANTENIMIENTO

Tabla N° 4.12 Resumen Costos Internos Mensuales de Equipos

EQUIPOS	D2 GV/Hra	HORAS MENSUAL x EQUIPO	TOTAL EQUIPOS	TOTAL HORAS MENSUAL	Depreciación Mensual USD	Gasto Financiero Mensual USD	Seguros Mensual USD	Impuesto Vehicular Mensual USD	Articulos Mantto Mensual USD	Taller Mensual USD	Combustible Mensual USD	Operador Mensual USD	G. Generales Mensual USD	COSTO INTERNO Mensual USD	VENTA Mensual USD	UTILIDAD Mensual USD
TRACTOR 88R	10,6	340	4	1.360	36.360	4.280	1.667	1.300	21.386,0	6.205,6	69.876,0	10.410,6	8.747,6	148.341,1	149.600,0	1.268,9
EXCAVADORA 330CL	10	400	4	1.600	24.686	2.963	1.000	900	21.033,8	6.117,7	67.200,0	12.247,7	8.468,9	143.616,6	137.600,0	-6.016,6
VOLQUETE SCANIA P400 (8x4)	3,6	380	30	11.400	70.232	8.877	2.600	2.876	73.876,7	17.974,6	172.368,0	71.838,3	26.362,8	446.893,7	478.800,0	31.906,3
				14.360	130.278	16.120	6.167	6.076	116.304	28.298	299.544	94.497	43.669	738.851	766.000	27.149
							166.639			144.602		394.041	43.669	738.861	766.000	27.149

1. La depreciación (amortización) es el mayor costo en el costo de posesión y es proporcional al precio del equipo o maquinaria (Ver cuadro N° 4.1 y 4. 2).
2. El costo horario de la grasa en la excavadora en comparación de los otros 2 equipos (camión volquete y tractor de orugas) es mayor debido a su frecuencia. (Ver cuadro N° 4.10).
3. El costo horario de las llantas y el sistema de rodamiento son los costos más altos de del costo horario de mantenimiento en la maquinaria pesada (Ver cuadro N° 4.10).
4. El costo horario de los elementos de desgaste en la maquinaria pesada también es un costo significativo (Ver cuadro N° 4.10).
5. El costo horario del taller y equipo mecánico también es significativo dependiendo del poll de equipos (Ver cuadro N° 4.10).
6. En cuanto a los costos totales mensuales el costo más alto es el de operación (combustible y operador especializado), seguido del costo de posesión y luego por el costo de mantenimiento y por último los gastos generales (Ver cuadro N° 4.11).

CAPITULO V

EVALUACIÓN DE RENTABILIDAD

5.1 INDICADORES FINANCIEROS

5.1.1 Generalidades

La relación tan cercana que existe entre la Tasa mínima atractiva de rendimiento (TMAR), el Valor actual neto (VAN) y la Tasa interna de retorno (TIR) merece que sean tratados conjuntamente.

Hasta este momento, sólo se han presentado conceptos generales sobre cómo trasladar, a valores equivalentes, el dinero a través del tiempo.

En la práctica empresarial y, en el ámbito de cualquier inversionista, el esquema que generalmente se plantea para invertir es: dado que se invierte cierta cantidad y, que las ganancias probables en los años futuros ascienden a determinada cifra, **¿es conveniente hacer la inversión?** Lo anterior se puede plantear desde otro punto de vista: el inversionista siempre espera recibir o cobrar cierta tasa de rendimiento en toda inversión, por lo tanto, debe contar con técnicas de análisis que le permitan cuantificar si con determinada

inversión y ganancias probables ganará realmente la tasa que él ha fijado como mínima para aceptar hacer la inversión.

Aquí se verán las técnicas necesarias para realizar este tipo de análisis y tomar decisiones de inversión en forma acertada.

Las técnicas que se mostrarán son las únicas con que se cuenta para evaluar cualquier tipo de inversión y que han sido adaptadas a las circunstancias, pues no es lo mismo invertir en una empresa manufacturera de bienes de consumo final que invertir en la explotación de un campo petrolero o invertir en la bolsa de valores. En cualquier caso, siempre habrá, como referencia, una tasa mínima aceptable de rendimiento y la inversión se evaluará calculando un valor actual neto o de una tasa interna de rendimiento.

5.1.2 La Tasa Mínima Atractiva de Rendimiento (TMAR)

Todo inversionista ya sea persona natural, jurídica, gobierno, o cualquier otro, tiene en mente, antes de invertir, beneficiarse por el desembolso que va a hacer. En este texto no se considerarán las inversiones de tipo social, pero si el gobierno de un país es el que invierte, éste debe esperar, si no lucrar, al menos salir a mano en sus beneficios respecto de sus inversiones, para que no haya un subsidio en el consumo de bienes o servicios y no aumente el déficit del propio gobierno.

Por tanto, se ha partido del hecho que todo inversionista deberá tener una tasa de referencia sobre la cual basarse para hacer sus inversiones. Tasa de referencia es la base de comparación y de cálculo en las evaluaciones económicas que haga. Si no se llega a obtener cuando menos esa tasa de rendimiento, entonces se rechazará la inversión.

El asunto es: ¿cómo se determina esa tasa?

Todo inversionista espera que su dinero crezca, en términos reales. Como en todos los países hay inflación aunque su valor sea pequeño, crecer en términos reales significa ganar un rendimiento superior a la inflación, ya que si se gana un rendimiento igual a la inflación el dinero no crece sino mantiene su poder adquisitivo. Es esta la razón por la cual no debe tomarse como referencia la tasa de rendimiento que ofrecen los bancos, pues es bien sabido que la tasa bancaria de rendimiento es normalmente menor a la inflación.

Si los bancos ofrecieron una tasa igual o mayor a la inflación implicaría que, o no ganan nada o que transfieren sus ganancias al ahorrador, haciéndolo rico y, descapitalizando al propio banco, lo cual nunca va a suceder.

Por tanto, la TMAR se puede definir como:

$$\text{TMAR} = \text{tasa de inflación} + \text{premio al riesgo}$$

El premio al riesgo significa el verdadero crecimiento del dinero y se le llama así porque el inversionista siempre arriesga su dinero (siempre que no invierta en el banco) y, por arriesgarlo merece una ganancia adicional sobre la inflación. Como el premio es por arriesgar, significa que a mayor riesgo, se merece mayor ganancia.

La determinación de la inflación está fuera del alcance de cualquier analista o inversionista, y, lo más que se puede hacer es pronosticar un valor, que en el mejor de los casos se acercará un poco a lo que sucederá en la realidad. Lo que sí puede establecer cuando haga la evaluación económica es el premio al riesgo.

Para calcular el premio al riesgo se pueden tomar como referencias las dos situaciones siguientes:

- a) Si se desea invertir en empresas productoras de bienes o servicios, deberá hacerse un estudio del mercado de esos productos. Si la demanda es estable, es decir, si tiene pocas fluctuaciones a lo largo del tiempo, y, crece con el paso de los años, aunque sea en pequeña proporción y no hay una competencia muy fuerte, se puede afirmar que el riesgo de la inversión es relativamente bajo y el valor del premio al riesgo puede fluctuar del 3 al 5 por ciento.

Luego de esta situación de bajo riesgo vienen una serie de situaciones de riesgo Intermedio, hasta llegar a la situación de mercado de alto riesgo, con condiciones Opuestas a la de bajo riesgo, pero caracterizada principalmente por fuertes fluctuaciones en la demanda del producto y, una alta competencia en la oferta. En casos de alto riesgo en inversiones productivas el valor del premio al riesgo siempre está arriba de un 2 por ciento sin un límite superior definido.

- b) La segunda referencia es analizar las tasas de rendimiento por sectores en la bolsa de valores. Supóngase que se desea invertir en el área de productos químicos. Por un lado, deberá observar cuál ha sido el rendimiento promedio de las empresas del área de productos químicos que cotizan en la bolsa de valores, y por otro, conocer el valor real de la inflación.

Si se observa, por ejemplo, que los rendimientos actuales de las industrias químicas sobrepasan apenas un 3 por ciento al ritmo inflacionario, no sería acertado fijar un premio al riesgo muy superior al promedio vigente para una nueva industria química, pues implicaría pedir altos rendimientos a un sector productivo que en ese momento, por las razones que sean, no está proporcionando altos rendimientos.

Ya será decisión de los inversionistas arriesgarse en esas condiciones.

Si en un determinado sector productivo los rendimientos promedio son bajos, pero una industria particular de ese mismo sector tiene altos rendimientos, no se debe confundir esta circunstancia y, querer imitarla en ganancias fijando un alto premio al riesgo en la etapa de evaluación económica, cuando apenas se va a decidir si se invierte. La fijación de un valor para el premio al riesgo y por tanto para la TMAR es, como su nombre lo indica, el mínimo aceptable. Si la inversión produce un rendimiento muy superior a la TMAR, tanto mejor.

Determinación de la TMAR en base al Costo de Oportunidad

La tasa mínima atractiva de retorno (TMAR) suele ser una cuestión política que decide el administrador principal de una organización de acuerdo con numerosas consideraciones. Entre éstas se encuentran las siguientes:

- La cantidad de dinero disponible para la inversión, la fuente y costo de estos fondos (es decir, fondos propios o fondos tomados en préstamo).
- Número de buenos proyectos disponibles para inversión y su propósito (es decir, si sostienen las operaciones presentes y son esenciales, o amplían las operaciones presentes y son electivos).
- La cantidad de riesgos percibidos, asociados con oportunidades de inversión disponibles para la empresa, y el costo estimado de administrar proyectos en horizontes cortos de planeación en comparación con horizontes largos de planeación.
- Tipo de organización de que se trata (es decir, gubernamental, de servicio público, o industria de competencia).

En teoría la TMAR, que algunas veces se denomina tasa obstáculo, se debe elegir para maximizar el bienestar económico de una organización, sujeta a los tipos de consideraciones anteriores. La manera en que una empresa individual lo lleva a la práctica dista mucho de estar bien definida y suele ser tema de discusión. Un método común de establecer una TMAR implica tomar en cuenta el **costo de oportunidad**, y en consecuencia del fenómeno del racionamiento de capital. El racionamiento de capital existe cuando la dirección decide limitar el monto total de capital que se invierte. Esta situación puede surgir cuando el monto de capital disponible es insuficiente para patrocinar todas las oportunidades de inversión atractivos

En la figura se muestra un ejemplo simple de racionamiento de capital, donde los requerimientos de inversión acumulada de siete proyectos aceptables se grafican junto con la tasa anual probable de utilidad de cada uno. La figura muestra un límite de \$ 6 millones de capital disponible. En vista de esta limitación el último proyecto colocado sería E, con una tasa probable de utilidad del 19% anual, y el mejor proyecto rechazado es F.

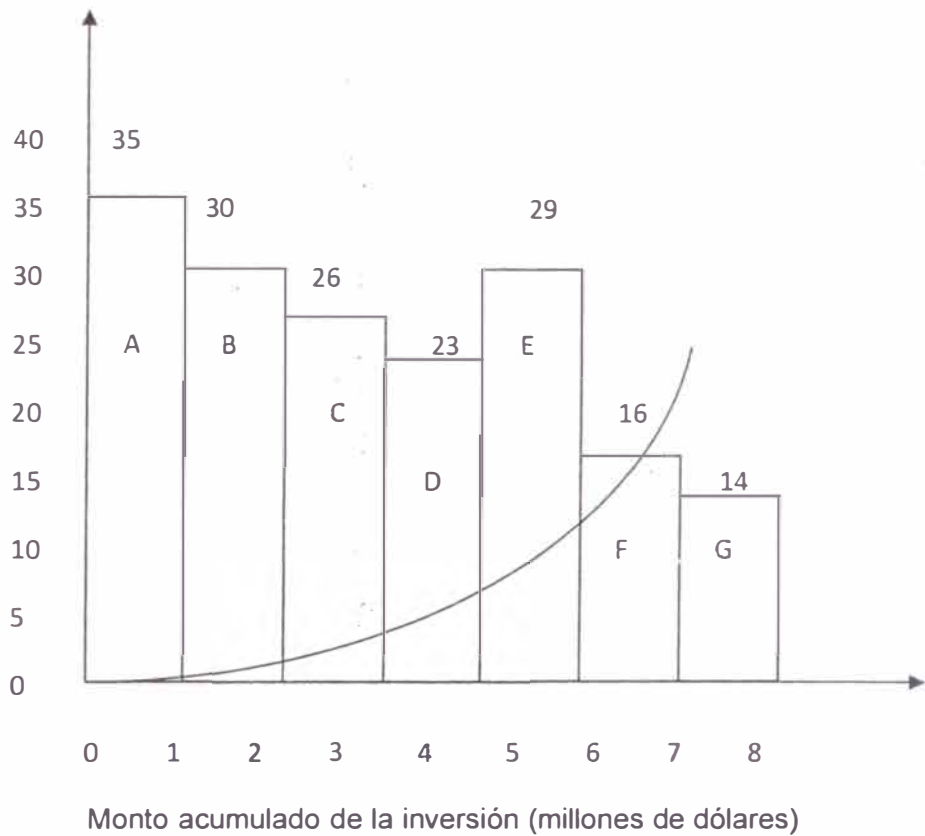
En este caso la **TMAR** por el principio de costo de oportunidad sería del **16%** anual.

Al no ser capaz de invertir en el proyecto F, la empresa presumiblemente pierde la oportunidad de obtener un rendimiento anual del 16%. Como el monto de capital de inversión y las oportunidades disponibles cambian con el tiempo, la TMAR de la empresa también cambia.

En la figura está sobrepuesto el costo aproximado de obtener los \$ 6 millones, con lo que puede verse que el proyecto **E** sólo es aceptable en tanto su tasa anual de utilidad exceda el costo de reunir el último millón.

Como se muestra, el costo del capital tenderá a aumentar gradualmente conforme se adquieran sumas grandes de dinero a través del aumento del préstamo (deuda) y/ o nuevas emisiones de acciones (capital).

Tasa anual de utilidad %



No olvide que la TMAR es una tasa de rendimiento que ha sido fijada por el inversionista, que tomó en cuenta las circunstancias expuestas y, por tanto, es el punto de referencia para decidir sus inversiones. El valor asignado en nuestros ejercicios no es muy importante, pues en la realidad variará de acuerdo con la inflación y/o el costo de oportunidad. Lo que realmente importa en los problemas, no es su valor sino el concepto que acarrea y las consecuencias que implica determinar aceptablemente su valor para tomarlo como parámetro de referencia.

EJERCICIO N° 1

Considere el siguiente programa, que muestra las tasas anuales probables de utilidad para cierto proyecto de alquiler de equipos:

Tasa anual de utilidad esperada	Requerimientos de inversión (miles de dólares)	Inversión acumulada
40% y más	\$ 2 200	\$ 2 200
30 – 39,9%	\$ 3 400	\$ 5 600
20 – 29%	\$ 6 800	\$ 12 400
10 – 19,9%	\$ 14 200	\$ 26 600
Debajo del 10%	\$ 22 800	\$ 49 400

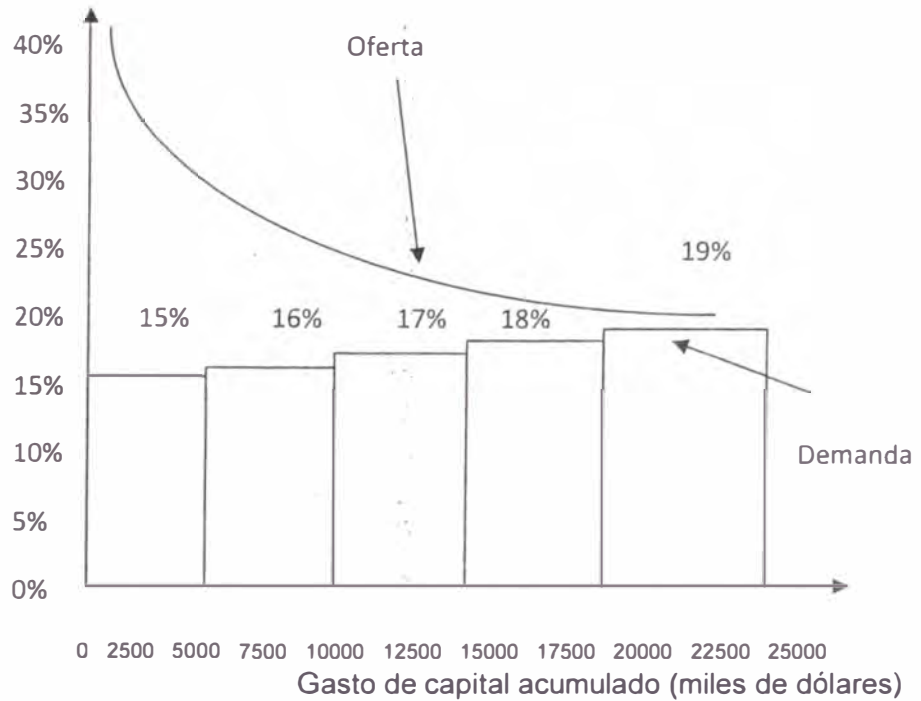
Si la oferta de capital obtenido de fuentes internas y externas tiene un costo del 15% anual para los primeros \$ 5 000 000 invertidos y después aumenta 1% por cada \$ 5 000 000, ¿cuál es la TMAR de la compañía cuando se utiliza un punto de vista del costo de oportunidad?

Solución

La demanda de capital acumulado contra la oferta se puede graficar contra la tasa anual de utilidad, como se muestra en la siguiente figura. El punto de intersección es aproximadamente 18% anual, que representa una estimación realista de la TMAR de la compañía cuando se utiliza el punto de vista del costo de oportunidad.

Tasa anual de utilidad %

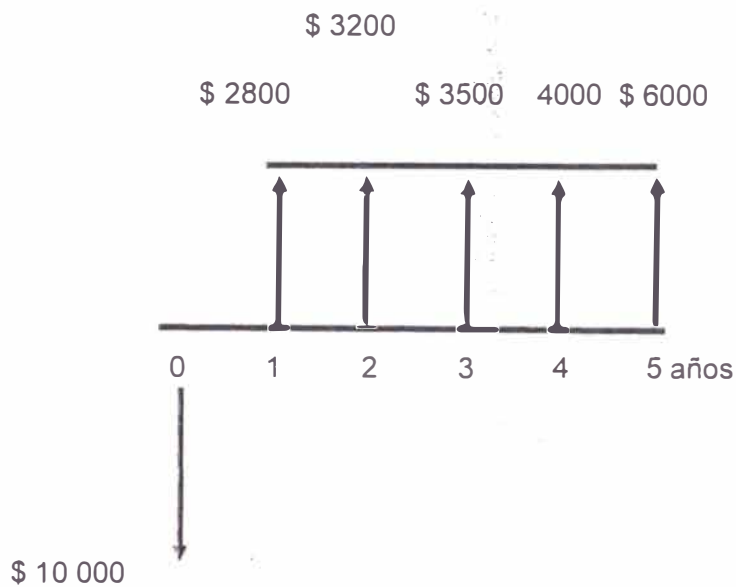
Tasa anual de utilidad %



5.1.3 El Valor Actual Neto (VAN)

El valor actual simplemente significa traer del futuro al presente cantidades monetarias a su valor equivalente. Cuando se trasladan cantidades del presente al futuro, se dice que se utiliza una tasa de interés, pero cuando se trasladan cantidades del futuro al presente, como en el cálculo del VAN, se dice que se utiliza una tasa de descuento por lo cual a los flujos de efectivos ya trasladados al presente se les llama flujos descontados (Ver cuadros N° 5.1 y 5.2).

Supóngase que se ha hecho cierto estudio que tomó en cuenta la posibilidad de invertir en el alquiler de equipos. Se estimó una inversión inicial de \$ 10 000 con la posibilidad de obtener las ganancias de fin de año que se muestran a continuación:



¿Conviene invertir en estos proyectos dados las expectativas de inversión y ganancias?

Para dar una respuesta, se puede apoyar en el criterio del VAN. Para ello se tiene que trasladar los flujos de los años futuros al tiempo presente y restar la inversión inicial que, además, se encuentra en tiempo presente. Las

cantidades futuras se descuentan a una tasa que corresponde a la TMAR, como sigue:

$$\text{VAN} = -P + A_1 / (1 + i)^1 + A_2 / (1 + i)^2 + \dots + A_n / (1 + i)^n$$

P : es la inversión inicial en el año cero, aquí \$ 10 000.

An : flujo neto efectivo en el año "n", aquí corresponde a la ganancia neta después de impuestos en el año "n".

i : tasa de referencia que corresponde a la TMAR.

Si la TMAR = 20%

$$\begin{aligned} \text{VAN} &= -10\,000 + 2800 / (1 + 0,2)^1 + 3200 / (1 + 0,2)^2 + 3500 / (1 + 0,2)^3 \\ &+ 4000 / (1 + 0,2)^4 + 6000 / (1 + 0,2)^5 = -10\,000 + 2333,3 + 2222,2 + \\ &2025,4 + 1929,0 + 2411,2 = -10\,000 + 10921,1 = \$ 921,1 \end{aligned}$$

Es claro que el inversionista espera que los ingresos obtenidos superen o al menos igualen a la inversión inicial, por lo que \$ 921,1 significa la ganancia extra después de haber recuperado los \$ 10 000 invertidos, con 20% como tasa de referencia o tasa mínima atractiva de retorno que presenta este proyecto.

Por tanto, si el VAN es positivo, significa que habrá ganancia más allá de haber recuperado el dinero invertido y deberá aceptarse la inversión.

Si el VAN es negativo, implicará que las ganancias no son suficientes para recuperar el dinero invertido, entonces debe rechazarse la inversión.

Si el VAN es igual a cero, sólo se ha recuperado la TMAR y, por tanto, debe aceptarse la inversión.

Si

$VAN \geq 0$ acéptese la inversión.

$VAN < 0$ rechácese la inversión.

La influencia de la TMAR en el cálculo del VAN es determinante. Tanto que si se toman como referencia los datos anteriores, es interesante observar como varía el VAN al variar la TMAR. Suponer que el inversionista se vuelve más exigente y fija un valor de $TMAR = 25\%$, lo que significa pedir más rendimiento a su inversión:

Si la $TMAR = 25\%$

$$VAN = -10\,000 + 2800 / (1 + 0,25)^1 + 3200 / (1 + 0,25)^2 + 3500 / (1 + 0,25)^3 + 4000 / (1 + 0,25)^4 + 6000 / (1 + 0,25)^5 = -10\,000 + 2240 + 2048,0 + 1792,0 + 1638,4 + 1966,1 = -10\,000 + 9684,5 = -\$ 315,5$$

El VAN es negativo, lo que significa que si le pedimos más rendimiento al proyecto, y este no tiene para dar más, ***simplemente hay que rechazarlo.***

Si el inversionista decide disminuir la TMAR ;

Si la TMAR = 15%

$$\begin{aligned} \text{VAN} = & - 10\,000 + 2800 / (1 + 0,15)^1 + 3200 / (1 + 0,15)^2 + 3500 / (1 + \\ & 0,15)^3 + 4000 / (1 + 0,15)^4 + 6000 / (1 + 0,15)^5 = - 10\,000 + 2434,8 + 2419,7 \\ & + 2301,3 + 2287,0 + 2983,0 = - 10\,000 + 12425,8 = \$ 2425,8 \end{aligned}$$

El VAN es ahora bastante alto, el inversionista bajó sus exigencias de rendimiento, y el proyecto en términos de lo que desea el inversionista se volvió más atractivo.

Si se tienen varias alternativas de inversión, se elegirá aquella con mayor VAN, ya que así se obtendrá mayor ganancia.

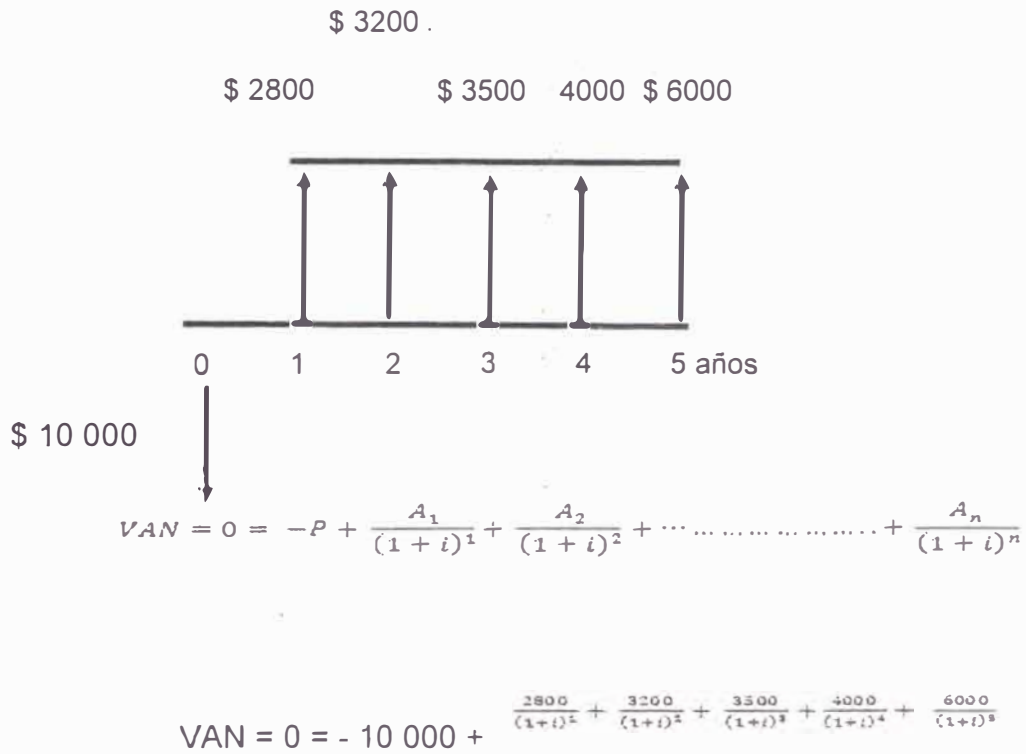
5.1.4 La Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es la tasa de descuento que hace el VAN = 0

El siguiente ejercicio ha sido analizado ya anteriormente, ahora buscaremos la TIR correspondiente, la misma que puede ser calculada por tanteos o con calculadora programable (Ver cuadros N° 5.1 y 5.2).

EJERCICIO N° 3

En cierto negocio de alquiler de equipos se estimó una inversión inicial de \$ 10 000 con la posibilidad de obtener los ingresos que se muestran a continuación:



Valor de la TMAR	VAN
27%	- 748,9
26%	- 536,2
25%	- 315,5
24%	- 86,5
23,63%	0,0
22%	398,1
19%	1198,5
17%	1787,3
15%	2425,8

Del cuadro se tiene que la TIR = 23,63 %, ya que para esta tasa el VAN se hace CERO.

Cuando la TMAR es de 15 %, se recupera la inversión (\$ 10 000) y se tiene además una ganancia extra de \$ 2425,8. Si la TMAR es de 22 %, se recupera la inversión además una ganancia extra de \$ 398,1.

Si la TMAR es 23,63 %, se recupera la inversión sin ganancia adicional. Por el contrario, si se exige una TMAR elevada, por ejemplo 25 % no se alcanza a recuperar la inversión.

Por tanto, cuando se utiliza la TIR para analizar una alternativa de inversión:

Si:

$TIR \geq TMAR$ acéptese la inversión.

$TIR < TMAR$ rechácese la inversión.

Cuando se utilizan los métodos VAN y TIR para evaluar la rentabilidad de una inversión, la decisión por cualquier método debe ser la misma.

Se rechaza un proyecto cuando

$VAN < 0$

$TIR < TMAR$

Ejemplo.

A continuación se muestra la evaluación económica realizada al ejemplo de proyecto de alquiler equipos del capítulo 4.

Tabla 5.1 Costos de Venta Año 2006
(Expresado en Dólares Americanos)

	US\$
Depreciación	1.563.334
Combustible	3.594.528
Operador / Chofer	1.133.959
Articulos de Mantenimiento	1.323.824
Costo Taller	339.573
Impuesto Vehicular	60.900
Seguro	62.000
Total Costo de Venta	8.078.118

COSTO DE VENTA - CONTABLE

(Expresado en Dólares Americanos)

	US\$
Depreciación	1.218.000
Combustible	3.594.528
Operador / Chófer	1.133.959
Articulos de Mantenimiento	1.323.824
Costo Taller	339.573
Impuesto Vehicular	60.900
Seguro	62.000
Total Costo de Venta	7.732.784

Tabla 5.2 Estados Financieros**ESTADOS FINANCIEROS****ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS AÑO 2006**
(Expresado en Dólares Americanos)

	US\$
Ventas	9.192.000
Costo de Venta	-8.078.118
Utilidad Bruta	1.113.882
Gastos Generales	-522.831
Gastos Financieros	-193.437
Total Gastos	-716.268
Utilidad AIP	397.614
Participaciones (8%)	-31.809
Impuesto a la Renta (30%)	-109.742
Utilidad Neta	256.064

ESTADO DE GANANCIAS Y PERDIDAS CONTABLE
(Expresado en Dólares Americanos)

	US\$
Ventas	9.192.000
Costo de Venta	-7.732.784
Utilidad Bruta	1.459.216
Gastos Generales	-522.831
Gastos Financieros	-193.437
Total Gastos	-716.268
Utilidad AIP	742.948
Participaciones (8%)	-59.436
Impuesto a la Renta (30%)	-205.054
Utilidad Neta	478.459

FLUJO DE CAJA DE PROYECTO PRESUPUESTADO

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
INVERSIONES	6.090.000			
Ventas		9.192.000	9.192.000	9.192.000
Valor residual				1.390.500
Total Ingresos		9.192.000	9.192.000	10.582.500
Gastos Generales		-522.831	-522.831	-522.831
Gastos Financieros		-193.437	-193.437	-193.437
Costo de Ventas		-8.078.118	-8.078.118	-8.078.118
Depreciación		1.563.334	1.563.334	1.563.334
Total Egresos		-7.231.052	-7.231.052	-7.231.052
Flujos US\$	-6.090.000	1.960.948	1.960.948	3.351.448

Tasa de descuento 8,00%

TIR 8,56%

VAN 67.378

P

CONCLUSIONES

1. En el costo horario se ha determinado que el costo de posesión esta en el orden del 20% a 30% del costo total, lo que quiere decir que nuestro equipo no puede estar parado ya que estaríamos perdiendo dinero solo por poseer la maquinaria o equipo.
2. El costo de mantenimiento es el costo que se encuentra alrededor del 20% del costo total, como vemos su incidencia es menor que el costo de posesión, pero la gran ventaja es que este costo se puede contralar y con una adecuada gestión se puede hasta reducir.
3. El costo de combustible es el costo más alto en la tarifa del equipo ya que significa entre el 30% y 40% del costo total del equipo.
4. El costo de los neumáticos en un camión es aproximadamente el 40% del costo total de mantenimiento, el cual se pude controlar o reducir con una adecuada selección y mantenimiento de los mismos.
5. El costo del sistema de rodamiento es aproximadamente el 35% del costo total de mantenimiento (Ver el cuadro N° 4.11), por es decisivo su control y mantenimiento para evitar que el equipo se pare y mantener sus costos en los parámetros presupuestados.

El sistema de rodamiento dentro de los costos de mantenimiento es relevante y se puede sincerar con una adecuada selección y mantenimiento, según el tipo de operación en la que nos encontremos, se debe elegir algunos componentes en forma adecuada (zapatas, cadenas, procedencia de los componentes del sistema de rodamiento, etc.) por eso es bueno conocer nuestra operación y sus condiciones para hacer una selección adecuada, además de la recomendación del fabricante, seguir el mantenimiento recomendado por el fabricante y las rutinas de mantenimiento, en esto punto hay que precisar que la gran mayoría de empresas no cumplen a cabalidad estas recomendaciones por lo cual el costo del sistema de mantenimiento eleva su costo.

6. El costo horario de la grasa es significativo si lo comparamos con el costo de los filtros y los lubricantes, con este insumo si bien es cierto como volumen no es relevante dentro de los costos, no se pueden bajar los consumo y por ende los costos, cobra importancia ya que si no se realizan los mantenimiento de manera eficiente se dañaran los componentes de los equipos de forma prematura, y eso si es un costo mayor ya que entraríamos a una reparación correctiva.

RECOMENDACIONES

1. Es importante indicar, así mismo, que para el análisis del costo horario de la maquinaria, se consideran condiciones medias o promedio de trabajo; por lo que, cada vez que se está presupuestando un proyecto en obra, será necesario estudiar con cuidado las condiciones de trabajo y hacer los correspondientes modificaciones a las tarifas; utilizando para ello la experiencia y el sentido común del ingeniero encargado de elaborar el presupuesto correspondiente.
2. Para el control de equipos se debe tener personal preparado y con la respectiva experiencia en el mantenimiento de equipos, las cuales deben ser competentes en el mantenimiento y control de equipos.
3. El costo llantas y sistema de rodamiento es alto es por eso que este rubro se debe maneja aparte, porque se puede mejorar su control y bajar su costo, como se manejan grandes volúmenes a costos totales altos es mejor tener a alguien quien controle este costo.
4. No podemos alquilar nuestros equipos por debajo de nuestro costo total, sino inevitablemente estaríamos perdiendo dinero en cualquier proyecto.
5. La importancia de llevar una estadística de los costos por hora y los tiempos disponibles o de uso de los equipos, es que ayuda a tomar la mejor decisión para determinar a vida útil del equipo, a establecer cuando una maquina ya no da utilidad y es tiempo de reemplazarla. Puede llegar a suceder que se esté

trabajando con equipos que hayan terminado su vida útil y otro contratista con equipos nuevos a precios más bajos y reciba más utilidades

Con las estadísticas de los costos hora de propiedad y operación de una maquina se puede proyectar cuando deja de ser económica, comparando el promedio de los costos actuales con valores proyectados a diferentes tiempos a futuro, y estar preparados para determinar cuándo se tiene que reemplazar.

6. EL costo del combustible es el costo más alto de la tarifa horaria, por es necesaria su respectivo control, además de la instrucción y capacitación a los operadores, para que operen al equipo dentro de los rangos adecuados de operación y así no tengamos un consumo excesivo de combustible.
7. También es necesario que el área de RRHH contrate operadores buenos y capaces para la operación de los equipos, responsables, de experiencia ya que las fallas de los equipos se pueden disminuir con una correcta operación y teniendo el debido conocimiento del equipo que se opera y cual es su uso adecuado.

BIBLIOGRAFIA

- Gerencia de Equipos para Obras Civiles y Minería Jorge H. Solanilla B.
2003 primera edición Colombia.
- Administración de Operaciones de Construcción Alfredo Serpell B.
2002 2ª edición Chile
- Manual de Maquinaria de Construcción Manuel Díaz del Río
2001 primera edición España
- El Equipo y sus Costos de Operación. CAPECO. Autor Ing.
Jesús Ramos Salazar.
2007 Cuarta edición Perú
- Estimación de Costos de Construcción Peurifoy Robert L.
1965 segunda edición México
- Ingeniería de Construcción pesada José Manuel Ruiz Taviel
1992 México

Contabilidad de Costos

Charles T. Horngren

Srikant M. Datar

George Foster.

2007 Decimo segunda edición México (EEUU).

Ingeniería Económica

Leland Blank

Anthony Tarquin

2006 Sexta Edición México (EEUU)