



Resolución Directoral

Nº 035-2010/VIVIENDA/VMCS-DNC

Lima, 22 de Marzo de 2010

VISTOS:

El Informe Nº 017-2010/VIVIENDA-VMCS-DNC, el Informe Técnico Nº 001-2010/VIVIENDA-VMCS/DNC/DEN-RPS y el Informe Legal Nº 007-2010-VIVIENDA/OGAJ-CCH;

CONSIDERANDO:

Que, la Ley Nº 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, determina y regula el ámbito, estructura orgánica básica, competencia y funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; precisando que este sector formula, aprueba, ejecuta y supervisa las políticas de alcance nacional aplicables en materia de vivienda, urbanismo, construcción y saneamiento;

Que, el Artículo 31º del Decreto Supremo Nº 002-2002-Vivienda, establece que la Dirección Nacional de Construcción es el órgano de línea encargado de proponer lineamientos de política, normas y procedimientos referidos a la construcción de infraestructura, así como a promover el desarrollo, evaluar su aplicación y estimular la iniciativa privada a fin de mejorar las condiciones de infraestructura y por ende, el nivel de vida de la población, teniendo entre sus funciones la de formular y proponer los lineamientos de política planes y normas referidos al desarrollo y la construcción de infraestructura;

Que, el numeral 1) del Artículo 10º de la Resolución Ministerial Nº 175-2003-VIVIENDA, establece que la Dirección de Estudios y Normalización de la Dirección Nacional de Construcción, es la encargada de promover y coordinar estudios e investigaciones, así como formular la normativa concordada con el avance tecnológico y las características socioculturales de la población que contribuyan a dinamizar la actividad de infraestructura; asimismo, mediante Resolución de Secretaría General Nº 031-2009-VIVIENDA/SG, se aprobó el Plan Operativo Institucional del Ministerio, encontrándose dentro de las tareas programadas por la Dirección Nacional de Construcción la elaboración y/o actualización de normas del sector construcción;

Que, en la actualidad para el desarrollo de la construcción de infraestructura en nuestro país, las entidades requieren el uso de equipos y maquinarias utilizándose en múltiples casos para la determinación de su costo horario (que es un componente de la estructura de costos, de gran incidencia en el presupuesto de una obra de construcción), una diversidad de criterios y

de información técnica, resultando que el uso de una misma maquinaria puede generar diferentes costos, causando consecuentemente un mal rendimiento de la obra de construcción, por lo que se elaboró la presente norma técnica "Elementos para la Determinación del Costo Horario de los Equipos y la Maquinaria del Sector Construcción" con la finalidad de establecer los componentes básicos que se deben incluir en el cálculo del costo horario de las maquinarias y de los equipos más utilizados en el sector construcción, incluyendo una guía de cálculo;

Que, para la elaboración del presente dispositivo, se ha contado con la participación de representantes de distintas entidades públicas y privadas especializadas, pertenecientes al sector técnico, de consumo y de producción, tales como el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), el Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social (MIMDES), el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), el Ministerio de Defensa (MINDEF), el Ministerio de Agricultura (MINAG), el Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), la Empresa COSAPI S.A. y la Empresa CROSLAND TECNICA S.A;

Que, de conformidad a lo establecido en la Ley Nº 27792, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; el Decreto Supremo Nº 002-2002-VIVIENDA, Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; la Resolución Ministerial Nº 175-2006-VIVIENDA que aprueba la regulación de los órganos de menor nivel jerárquico que se encuentran en el ROF del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; la Resolución Directoral Nº 029-2008-VIVIENDA/VMCS-DNC, que establece la Metodología para la Elaboración de Normas y la Ley Nº 27444 - Ley del Procedimiento Administrativo General;



SE RESUELVE:

ARTÍCULO UNICO.-

APROBACION DE NORMA TECNICA

Aprobar la Norma Técnica denominada "Elementos para la Determinación del Costo Horario de los Equipos y la Maquinaria del Sector Construcción", que como anexo, forma parte integrante de la presente Resolución Directoral, que será publicada en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (www.vivienda.gob.pe), en la fecha de publicación del presente dispositivo.



Regístrate, comuníquese y publíquese.

.....
ING. GUILLERMO E. VIVANCO DUEÑAS
DIRECTOR NACIONAL DE CONSTRUCCIÓN



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de
Construcción

NORMA TÉCNICA

**“ELEMENTOS PARA LA DETERMINACION DEL
COSTO HORARIO DE LOS EQUIPOS Y LA
MAQUINARIA DEL SECTOR CONSTRUCCION”**



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de
Construcción

INDICE

- 1. GENERALIDADES**
- 2. OBJETO**
- 3. CAMPO DE APLICACIÓN**
- 4. ELEMENTOS MINIMOS A INCLUIRSE PARA EL CÁLCULO DEL COSTO HORARIO**
- 5. ANEXO A (INFORMATIVO): METODOLOGÍA REFERENCIAL PARA EL CÁLCULO DE LOS COSTOS DE POSESIÓN Y OPERACIÓN DE LA MAQUINARIA EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN**
- 6. ANEXO B (INFORMATIVO): EJEMPLO APLICATIVO PARA MAQUINARIA NUEVA**
- 7. ANEXO C (INFORMATIVO): TABLA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES.**



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

1. GENERALIDADES

El costo horario de equipos y maquinaria que intervienen en el proceso de construcción es un elemento de la estructura de costos que tiene gran implicancia en diferentes sectores productivos.

Debido al desarrollo constructivo que se viene dando a nivel nacional es necesario brindar a todos los interesados en el tema (profesionales, entidades públicas y privadas) un marco básico que organice, aclare y facilite la determinación de este costo real.

2. OBJETO

Establecer los elementos que como mínimo se deben incluir en el cálculo del costo horario de las maquinarias y los equipos mas utilizados en el sector construcción.

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Todas las actividades de la construcción que involucre el uso de equipos y maquinaria.

4. ELEMENTOS MÍNIMOS A INCLUIRSE PARA EL CÁLCULO DEL COSTO HORARIO TOTAL

4.1 Para el Costo de Posesión (C.P.).

- 4.1.1 Depreciación
- 4.1.2 Interés de capital invertido
- 4.1.3 Seguros, Impuestos y Almacenaje

4.2 Para el Costo de Operación (C.O.).

- 4.2.1 Mantenimiento y reparación
- 4.2.2 Combustibles
- 4.2.3 Lubricantes
- 4.2.4 Filtros
- 4.2.5 Grasas
- 4.2.6 Llantas ó neumáticos
- 4.2.7 Piezas de desgaste
- 4.2.8 Herramientas de corte
- 4.2.9 Operador especializado



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

5. ANEXO A (INFORMATIVO): METODOLOGÍA REFERENCIAL PARA EL CÁLCULO DEL COSTO HORARIO TOTAL DE LOS EQUIPOS Y LA MAQUINARIA EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

El Costo Horario Total estará determinado por la sumatoria del Costo Horario de Posesión más el Costo Horario de Operación.

$$\text{Costo Horario Total} = \text{Costo Horario de Posesión} + \text{Costo Horario de Operación}$$

5.1 CALCULO DEL COSTO HORARIO DE POSESIÓN DE UNA MAQUINARIA

El Costo de Posesión se refiere al costo de inversión de una maquinaria.

El Costo de Posesión representa un costo continuo para el propietario. Para determinar el Costo de Posesión se deberán sumar los siguientes rubros:

- Depreciación (D)
- Interés de capital invertido (I)
- Seguros, Impuestos y Almacenaje

5.1.1 DEPRECIACIÓN (D)

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

La fórmula a emplearse para el cálculo de la depreciación horaria es el siguiente:

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

Donde:

- D = Depreciación por hora de trabajo
Va = Valor de adquisición (Ver numeral 5.1.1.1).
Vr = Valor de rescate o salvataje (Ver numeral 5.1.1.2).
VEU = Vida Económica Útil de la maquinaria expresada en horas de trabajo totales (Horas anuales x numero de años)

5.1.1.1 VALOR DE ADQUISICIÓN (Va)

Es el precio del mercado de una maquinaria. Para esto se debe tener en cuenta todos los gastos que demanden la adquisición de la maquinaria.

Si la maquinaria es de fabricación extranjera, en la cotización deberá incluirse el precio de la unidad puesta en el puerto de embarque (FOB), los gastos de embarque, fletes y desembarque en el Puerto del Callao (CIF-Callao), pagos de derecho Ad-Valorem, sobre tasa arancelaria, Ley de Promoción de Exportaciones no Tradicionales, derechos portuarios de almacenaje, seguros para bienes en tránsito, otros gastos conexos (como cartas de crédito, garantías, etc.), el transporte hasta el parque de maquinarias del propietario, entre otros.



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

5.1.1.2 VALOR DE RESCATE (Vr)

El Valor de Rescate llamado también Valor de Recuperación ó Valor de Salvataje se define como el valor de reventa que tendrá la maquinaria al final de su vida económica.

El Valor de Rescate para maquinarias pesadas (cargadores, motorañas, tractores, etc.) fluctúa generalmente entre el 20 y 25% del Valor de Adquisición.

El Valor de Rescate para maquinarias y equipos livianos (compresoras, mezcladoras, motobombas, etc.) fluctúa generalmente entre el 10 y 20% del Valor de Adquisición.

5.1.1.3 VIDA ECONÓMICA ÚTIL (VEU)

La Vida Económica Útil de una máquina puede definirse como el período durante el cual dicha máquina trabaja con un rendimiento económicamente justificable. Generalmente, se estima la Vida Económica Útil en horas totales:

- Maquinaria de obra ligera: 6,000 horas de trabajo total; 3 años de duración (por ejemplo una motobomba).
- Maquinaria de obra pesada: 10,000 horas de trabajo total; 5 años de duración (por ejemplo un Cargador Frontal).
- Maquinaria de obra extraordinariamente pesada: 16,000 horas de trabajo total; 8 años de duración (por ejemplo una Planta de Asfalto).

Lo señalado supone 2,000 horas de trabajo anual. Esto representa que trabaja (o está disponible) 300 días al año, un mes de 25 días y un día de 8 horas, con un rendimiento del 80%, lo que se ajusta con bastante aproximación a la realidad.

5.1.2 INTERÉS DEL CAPITAL INVERTIDO (I)

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

Debemos insistir que, a pesar de que el empresario pague su equipo al contado, debe cargársele los intereses de esa inversión ya que ese dinero bien pudo haberse invertido en otro negocio que produzca dividendos a su propietario.

La formula genérica para el cálculo de este costo es el siguiente:

$$\text{INTERES (I)} = \frac{\text{IMA} \times \% i}{\text{VEU hrs}}$$

Donde:

- | | | |
|---------|---|--|
| I | = | Interés horario del capital invertido |
| IMA | = | Inversión media anual (Ver numeral 5.1.2.1) |
| i | = | Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda a utilizar (Tasa Activa en Moneda Nacional – TAMN, Tasa Activa en Moneda Extranjera – TAMEX). |
| VEU hrs | = | Vida Económica Útil de la maquinaria expresada en horas totales de trabajo |



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

5.1.2.1 INVERSIÓN MEDIA ANUAL (IMA)

Puede definirse como la media de los costos de los equipos al final de cada año, durante toda su vida económica útil, después de aplicarle la amortización correspondiente de cada año.

Sobre la Inversión Media Anual se acostumbra calcular los intereses, seguros, impuestos y costo de almacenamiento.

$$\text{IMA} = \frac{Va(n+1) + Vr(n-1)}{2n}$$

Va = Valor de Adquisición

Vr = Valor de Rescate

n = # de años de la Vida Económica Útil

5.1.3 SEGUROS, IMPUESTOS Y ALMACENAJE

Las primas de seguro varían 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 maquinaria se asegure con una Compañía de Seguros, como en el caso de que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria (autoaseguramiento). El tipo de seguros a considerar es el TREC (Todo Riesgo Equipo Contratista) que como promedio se puede asumir en 5.5%.

Los impuestos se aplican sobre el bien adquirido. Su porcentaje se deberá de calcular de acuerdo a la legislación vigente y pueden variar en el orden del 1 al 2%.

Respecto al almacenaje, se refiere al costo ocasionado por la permanencia de la maquinaria en talleres centrales (por inactividad). Este costo se estima que es del orden del 1 al 1.5% de la Inversión Media Anual.

Para el cálculo del costo por Seguros, Impuestos y Almacenaje se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Seguros, Impuestos y Almacenaje} = \frac{\text{IMA} \times (\Sigma \text{ de tasas anuales})}{\text{VEU hrs}}$$

Donde:

- | | |
|----------------------|---|
| IMA | = Inversión Media Anual |
| (Σ de tasas anuales) | = Sumatoria de Primas Anuales de Seguros, Tasas de Impuestos Anuales y el Porcentaje de Almacenaje. |
| VEU hrs | = Vida Económica Útil de la maquinaria expresada en horas anuales de trabajo |



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

5.2 CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN DE UNA MAQUINARIA

El Costo de Operación se refiere al costo que demanda la operación y mantenimiento de una maquinaria. Para determinar el Costo de Operación se deberá sumar los siguientes rubros:

- Mantenimiento y reparación
- Combustibles
- Lubricantes
- Grasas
- Filtros
- Llantas ó neumáticos
- Piezas de desgaste
- Herramientas de corte
- Operador especializado

5.2.1 MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN (C.M.R.)

El Costo de Mantenimiento y Reparación (C.M.R.) de una maquinaria resulta de la sumatoria del Costo de la Mano de Obra (C.M.O.) y del Costo de los Repuestos (C.R.):

$$\boxed{\text{C.M.R.} = \text{C.M.O.} + \text{C.R.}}$$

Para obtener el Costo de la Mano de Obra (C.M.O.) y el Costo de los Repuestos (C.R.), se debe calcular previamente el Costo de Mantenimiento (C.M.) de una maquinaria durante su vida útil. Este se considera referencialmente como un porcentaje del Valor de Adquisición:

Costo de Mantenimiento para Trabajo Duro = 80 a 100% del Valor de Adquisición

Costo de Mantenimiento para Trabajo Normal = 70 a 90% del Valor de Adquisición

Costo de Mantenimiento para Trabajo Suave = 50 a 80% del Valor de Adquisición

El Costo de la Mano de Obra (C.M.O.)
representa el 25 % del Costo de
Mantenimiento (C.M.) sobre el número de C.M.O. = $\frac{25\% \text{ (C.M.)}}{\text{V.E.U.}}$
horas de la Vida Económica Útil.

El Costo de los Repuestos (C.R.) representa
el 75% del Costo de Mantenimiento (C.M.)
sobre el número de horas de la Vida C.R. = $\frac{75\% \text{ (C.M.)}}{\text{V.E.U.}}$
Económica Útil.

No se incluye las Piezas de Desgaste ni Herramientas de Corte.



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

5.2.2 COMBUSTIBLES

La cantidad y precio de los combustibles consumidos variará con la potencia, ubicación, clase de trabajo y tipo de maquinaria a utilizarse. La forma mas exacta de conocer el valor del consumo del combustible es tomar el dato directamente de la obra. Se utilizan valores iniciales que son proporcionados por los manuales técnicos de los equipos los que deberán ser comparados con los valores que se van dando en el desarrollo del proyecto, lo que permitirá tener valores reales de consumo de combustible en obra.

5.2.3 LUBRICANTES

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

$$\text{Costo lubricantes (S/. / h)} = \frac{\text{Costo galón} \times \text{Capacidad del depósito}}{\text{Período en horas de cambio de aceite}}$$

El ambiente de trabajo (seco, húmedo, tropical, con polvo, etc.) obligan a cambiar los lubricantes con mas frecuencia por lo que será necesario determinar estas variaciones extraordinarias que de ninguna manera pueden reflejarse en una simple fórmula. Será siempre necesario llevar una estadística que nos permita determinar con mayor exactitud el momento del cambio de lubricantes.

Finalmente conviene advertir que es muy importante la calidad de los lubricantes. En base de lo señalado precedentemente puede estimarse el costo de lubricación entre el 10 y 15% del consumo del carburante en motores diesel.

5.2.4 GRASAS

La cantidad grasa que se va a usar depende del tipo y tamaño de la máquina. Para tener un dato mas exacto se debe recurrir a los datos que suministra el fabricante para cada máquina específica.

$$\text{Costo hora de grasa} = \frac{\text{Costo de la grasa por Equipo}}{\text{Período en horas de engrase}}$$

5.2.5 FILTROS

Se puede considerar que el valor de los filtros es igual al 20% de la suma de los combustibles y lubricantes.

$$\text{Costo hora de Filtro} = \frac{20 (\text{combustible} + \text{lubricante})}{100}$$



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

5.2.6 LLANTAS O NEUMÁTICOS

El costo hora de los neumáticos es muy difícil de determinar, en la medida de que su vida útil depende de muchas variables tales como el mantenimiento, presiones de inflado, estado de la vía, velocidad de desplazamiento, curvas y pendientes de la vía, posición de la llanta en la máquina (delantera, trasera, dirección o de tracción), carga, etc. Lo que sí debemos tener en cuenta es que el costo por hora de las llantas es alto y merece un cálculo aparte.

El costo hora (S/. / h) se determina de la siguiente fórmula:

$$\text{Costo hora de la llanta (S/. / h)} = \frac{\text{Costo de la llanta}}{\text{Vida útil de la llanta (hrs.)}}$$

5.2.7 PIEZAS DE DESGASTE

Son aquellas piezas sujetas a desgaste rápido pero de fácil reemplazo. Entre estas piezas podemos citar a tolvas, mandíbulas, cucharones, tren de rodamiento, etc.

No se pueden dar reglas concretas dada la gran variedad de condiciones de uso, sin embargo hay valores de la experiencia que resulta necesario tener presente:

Trenes de orugas	:	de 2,000 a 6,000 h.
Hojas de motoniveladora	:	de 2,000 a 3,000 h.
Cintas transportadoras	:	de 500 a 1,500 h (2 recauchutados)
Cucharon	:	de 3,000 a 5,000 h

$$\text{Costo hora de piezas de desgaste (S/. / h)} = \frac{\text{Costo de las piezas de desgaste}}{\text{Vida útil de las piezas de desgaste (hrs.)}}$$

5.2.8 HERRAMIENTAS DE CORTE

Son herramientas de costo variable y dependen de las condiciones de trabajo, tipo de material, etc. Entre estas herramientas podemos citar a las cuchillas, cantoneras, brocas, dientes de cucharón, puntas de los escarificadores, punta de martillos, etc.

$$\text{Costo hora de herramientas de corte (S/. / h)} = \frac{\text{Costo de las herramientas de corte}}{\text{Vida útil de las herramientas de corte (hrs.)}}$$

5.2.9 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. Sin embargo dado el costo de la maquinaria a utilizarse sus operadores tendrán una bonificación adicional la cual dependerá de cada empresa. En forma referencial podemos indicar el costo de horas hombre (H-H) del operador más usualmente utilizado.

$$\begin{aligned} \text{Operador Especializado de equipo liviano} &= 1.2 \times \text{costo de H-H del operario de Construcción Civil} \\ \text{Operador Especializado de equipo pesado} &= 1.5 \times \text{costo de H-H del operario de Construcción Civil} \end{aligned}$$



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio de
Construcción y Saneamiento

Dirección Nacional de
Construcción

Nota Informativa: El Costo Horario de una Máquina Seca no incluye Operador, Combustible, Lubricante, Filtros, Herramientas de corte y Llantas.



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

6. ANEXO B (INFORMATIVO): EJEMPLO DE CÁLCULO DEL COSTO HORARIO TOTAL DE UN VOLQUETE NUEVO DE 15M3

Costo Horario Total = Costo Horario de Posesión + Costo Horario de Operación

6.1.1 DATOS GENERALES DE LA MAQUINARIA

Valor de Adquisición (Va)	=	S/. 352.941.18 (Sin I.G.V.)
Vida Económica Útil (VEU)	=	n = 6 años, 2,000 horas anuales = 12,000 horas
Valor de Rescate (Vr)	=	20% del Va = S/. 70,588.24
Potencia	=	440 HP
Capacidad	=	41,000 Kg.
Capacidad de tolva	=	12-17 m3

6.1.2 CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE POSESIÓN (DEPRECIACION + INTERES DE CAPITAL INVERTIDO + IMPUESTOS, SEGUROS Y ALMACENAJE)

- **Costo horario de la Depreciación**

$$\text{Depreciación} = \frac{\text{Va} - \text{Vr}}{\text{VEU}} = \frac{\text{S/. } 352,941.18 - \text{S/. } 70,588.24}{6\text{años}}$$
$$\text{Depreciación} = \text{S/. } 47,058.82 / \text{año}$$
$$\text{Depreciación} = \text{S/. } 47,058.82 / 2,000 \text{ horas}$$
$$\text{Depreciación} = \text{S/. } 23.53 / \text{hora}$$

- **Costo horario del Interés de Capital Invertido**

$$\text{Interés de Capital Invertido} = \frac{\text{IMA} \times \% i}{\text{Nº de horas anuales}}$$

Cálculo de la Inversión Media Anual (IMA)

$$\text{Cálculo de la Inversión Media Anual (IMA)} = \frac{\text{Va}(n+1) + \text{Vr}(n-1)}{2n} = \frac{\text{S/. } 352,941.18 \times (6+1) + 70,588.24 \times (6-1)}{2 \times 6\text{años}}$$

$$\text{Cálculo de la Inversión Media Anual (IMA)} = \text{S/. } 235,294.12 / \text{año}$$

Para el presente ejemplo usaremos referencialmente el promedio de Tasa Activa en Moneda Nacional (TAMN) del año 2007 que fue del 22.85%.

$$\text{Interés de Capital Invertido} = \frac{\text{IMA} \times \% i}{\text{Nº de horas anuales}} = \frac{\text{S/. } 235,294.12 / \text{año} \times 0.2285}{2,000 \text{ horas}}$$

$$\text{Interés de Capital Invertido} = \text{S/. } 26.88 / \text{hora}$$



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

- **Costo horario de los Seguros, Impuestos y Almacenaje**

Para el presente ejemplo usaremos referencialmente las siguientes tasas promedios anuales de: Seguros, Impuestos y Almacenaje:

Seguros	:	2.5%
Impuestos	:	2.0%
<u>Almacenaje</u>	:	1.0%
TOTAL	:	5.5%

La sumatoria de las tasas promedio las aplicaremos sobre la Inversión Media Anual

$$\text{Seguros, Impuestos y Almacenaje} = \frac{\text{IMA} \times (\Sigma \text{ de tasas anuales})}{\text{Nº de horas anuales}} = \frac{\text{S/. } 235,294.12 / \text{años} \times 5.5 \%}{2,000 \text{ horas}}$$

$$\text{Seguros, Impuestos y Almacenaje} = \text{S/. } 6.47 / \text{hora}$$

$$\text{Depreciación} = \text{S/. } 23.53 / \text{hora}$$

$$\text{Intereses} = \text{S/. } 26.88 / \text{hora}$$

$$\text{Seguros, impuestos y almacenaje} = \text{S/. } 6.47 / \text{hora}$$

$$\boxed{\textbf{Total Costo Horario de Posesión} = \text{S/. } 56.88 / \text{hora}}$$

6.1.3 CÁLCULO DEL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN (MANTENIMIENTO Y REPARACION + COMBUSTIBLE + LUBRICANTES + FILTROS + GRASAS + PIEZAS DE DESGASTE + HERRAMIENTAS DE CORTE + NEUMÁTICOS + OPERADOR DE EQUIPO ESPECIALIZADO)

Datos generales

Combustibles:

$$\text{Consumo de Petróleo (para equipo nuevo)} : 3.5 \text{ gal/hora}$$

Lubricantes:

$$\text{Consumo de Aceite Motor Grado 40} : 0.035 \text{ gal/hora}$$

$$\text{Consumo de Aceite Caja de cambio grado 140} : 0.00435 \text{ gal/hora}$$

$$\text{Consumo de Aceite Toma fuerza, reductor, dirección; grado 140} : 0.0026 \text{ gal/hora}$$

$$\text{Consumo de Aceite Dirección} : 0.001 \text{ gal/hora}$$

$$\text{Grasa} : 0.22 \text{ lib/hora}$$

$$\text{Refrigerante} : 0.002 \text{ gal/hora}$$

Filtros:

$$\text{Filtros} : 20\% \text{ (combustible + lubricante)}$$

Neumáticos:

$$\text{Neumáticos} : 10 \text{ unidades}$$

$$\text{Vida Útil de cada unidad} : 800 \text{ horas (condiciones severas)}$$

Operador:

$$\text{Operador de equipo pesado} : 1.5 \text{ H-H del operario de Construcción Civil}$$



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

- **Cálculo del Costo de Mantenimiento y Reparación (C.M.R.)**

$$\text{C.M.R.} = \text{Costo de Mano de Obra} + \text{Costo de Reparaciones}$$

Para determinar ambos costos se calcula previamente el Costo de Mantenimiento:

Costo de mantenimiento	= 90% del Valor de Adquisición
	= 0.9 x S/. 352,941.18
	= S/. 317,647.06

a) Costo de Mano de Obra	= 25% x Costo de Mantenimiento /V.E.U.
	= 25% x S/. 317,647.06 / V.E.U.
	= S/. 79,411.76 / 12,000 horas
	= S/. 6.62 / hora

b) Costo de Reparaciones	= 75% x S/. 317,647.06 / 12,000 horas
	= S/. 238,235.30 / 12,000 horas
	= S/. 19.85 / hora

Costo de Mantenimiento y Reparación	= Costo de Mano de Obra + Costo de Reparaciones
Costo de Mantenimiento y Reparación	= S/. 6.62 / hora + S/. 19.85 / hora
Costo de Mantenimiento y Reparación	= S/. 26.47 / hora

<u>Cotizaciones (feb. 2008)</u>
--

Galón de petróleo (galón)	= S/. 9.58 sin I.G.V.
Galón de aceite Motor Grado 40 (galón)	= S/. 31.09 sin I.G.V.
Aceita Caja de cambio; grado 140	= S/. 33.96 sin I.G.V.
Aceita Toma fuerza, reductor, dirección, grado 140	= S/. 33.96 sin I.G.V.
Aceite Dirección	= S/. 38.55 sin I.G.V.
Grasas (libra)	= S/. 4.67 sin I.G.V.
Refrigerante (galón)	= S/. 35.01 sin I.G.V.
Neumáticos (unidad)	= S/. 1,215 c/u sin I.G.V.
Operario de Construcción Civil	= S/. 12.42 H-H

- **Cálculo del Costo del Combustible**

Combustible (Petróleo)	= 3.5 gal /h x S/. 9.58
Combustible total	= S/. 33.53 /hora

- **Cálculo del Costo de los Lubricantes**

Aceite Motor Grado 40 (galón)	= 0.035 gal/h x S/. 31.09 = S/. 1.09 /hora
Aceita Caja de cambio; grado 140	= 0.004 gal/ x S/. 33.96 = S/. 0.15 /hora
Aceite Toma fuerza, reductor, dirección; grado 140	= 0.0026 /gal x S/. 33.96 = S/. 0.09 /hora
Aceite Dirección	= 0.001 /gal x S/. 38.55 = S/. 0.04 /hora
Refrigerante	= 0.002 gal/h x S/. 35.01 = S/. 0.07 /hora
Lubricantes total	= S/. 1.44 / hora

- **Cálculo del Costo de los Filtros**

Filtros	= 20% (combustible + lubricante)
Filtros	= 0.2 (S/. 33.53 /hora + S/. 1.36 /hora)
Filtros Total	= S/. 6.98 /hora



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

- **Cálculo del Costo de las Grasas**
Grasas = 0.22 lib /h x S/. 4.67
Grasas Total = S/. **1.03 /hora**
 - **Cálculo del Costo de las Piezas de Desgaste** = **0.00 (no tiene)**
 - **Cálculo del Costo de las Herramientas de Corte** = **0.00 (no tiene)**
 - **Cálculo del Costo de los Neumáticos**
Neumáticos = Costo de los neumáticos / Vida útil de la llanta
Neumáticos = 10 unidades x S/. 1,215.00 / 800 horas
Neumáticos Total = S/. **10.13 /hora**
 - **Cálculo del Costo del Operador Especializado**
Operador Especializado = 1.5 (Costo de H-H de Op. de Constr. Civil)
Operador Especializado = 1.5 H-H (S/. 12.42)
Operador Especializado = S/. **18.63**
- | | |
|---|--------------------------|
| Mantenimiento y reparación | = S/. 26.47 /hora |
| Combustible | = S/. 33.53 /hora |
| Lubricantes | = S/. 1.44 /hora |
| Filtros | = S/. 6.98 /hora |
| Grasas | = S/. 1.03 / hora |
| Piezas de desgaste | = 0.00 |
| Herramientas de corte | = 0.00 |
| Neumáticos | = S/. 10.13 /hora |
| Operador de equipo pesado | = S/. 18.63 /hora |
| Total Costo Horario de Operación | = S/. 98.21 /hora |

6.1.4 CALCULO DEL COSTO HORARIO TOTAL

Costo Horario del Volquete de 15m³ (con operador) = Costo de Posesión + Costo de Operación

Costo Horario del Volquete de 15m³ (con operador) = S/. **56.88/ hora + S/. 98.21 /hora**

COSTO HORARIO DEL VOLQUETE DE 15M³ (CON OPERADOR) = S/. 155.09

Nota: Este costo no incluye el Impuesto General a las Ventas (I.G.V.), gastos generales ni utilidad



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

7. ANEXO C (INFORMATIVO): TABLA DE CONVERSIÓN DE UNIDADES

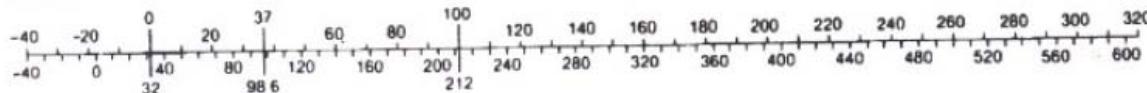
Multiplicador Unidades Métricas	Por	Para Obtener Unidades Inglesas
kilómetros (km)	0,6214	millas
metros (m)	1,0936	yardas
metros (m)	3,28	pies
centímetros (cm)	0,0328	pies
milímetros (mm)	0,03937	pulg
km ²	0,3861	millas ²
hectárea (ha)	2,471	acres
m ²	10,764	pie ²
m ²	1550	pulg ²
cm ²	0,1550	pulg ²
cm ³	0,061	pulg ³
m ³	1,308	yd ³
litro (L)	61,02	pulg ³
litro (L)	0,001308	yd ³
km/h	0,621	MPH
litro (L)	0,2642	gal. EE.UU.
litro (L)	0,22	gal inglés
ton métricas (t)	0,984	ton largas
ton métricas (t)	1,102	ton cortas EE.UU.
kilogramo (kg)	2,205	libras
gramos (gr o g)	0,0353	onzas
kilonewton (kN)	225	libras
Newton (N)	0,225	libras
cm ³	0,0338	onzas
kg/m ³	1,686	lb/yd ³
kg/m ³	0,062	lb/pie ³
kg/cm ²	14,225	lb/pulg ²
kilocalorías (kcal)	3,968	Btu
kg.m (kilográmetros)	7,233	pie-lb
m.kg	7,233	pie-lb
CV o HP (hp métricos)	0,9863	hp (EE.UU.)
kW	1,341	hp (EE.UU.)
kilopascal (kPa)	0,145	lb/pulg ²
bar	14,5	lb/pulg ²
tons/m ³	1692	lb/yd ³
decalitro	0,283	bushel

Multiplicador Unidades Inglesas	Por	Para Obtener Unidades Métricas
millas (terrestre)	1,609	km
yarda	0,9144	m
pie	0,3048	m
pulg (pulgada)	25,4	mm
millas ²	2,590	km ²
acre	0,4047	hectárea (ha)
pie ²	0,0929	m ²
pulg ²	0,000645	m ²
yd ³	0,7645	m ³
pulg ³	16,387	cm ³
pie ³	0,0283	m ³
pulg ³	0,0164	litros (L)
yd ³	764,55	litros (L)
MPH	1,61	km/h
ton-MPH	1,459	t-km/h
gal. EE.UU.	3,785	litros (L)
gal. EE.UU.	0,833	gal inglés
ton larga	1,016	t (ton métrica)
ton corta EE.UU.	0,907	t
lb	0,4536	kg
onza (oz)	28,35	gramos (gr)
lb	0,00445	kN
lb	4,45	N
onza líquida	29,57	cm ³
lb/pie ³	16,018	kg/m ³
lb/pulg ²	0,5933	kg/cm ²
lb/yd ³	0,0703	kg/m ³
lb/pulg ²	0,0689	bar
lb/pulg ²	6,89	kPa
Btu	0,2520	kcal
pie-lb	0,1383	kg.m
hp (EE.UU.)	1,014	CV o HP (mét.)
hp (EE.UU.)	0,7457	kW
lb/yd ³	0,0005928	tons/m ³
Libras (diésel No. 2)	0,1413	gal. EE.UU.
bushel	3,524	decalitro

NOTA: Algunos de los factores indicados se han redondeado. Los factores para conversiones exactas son los de las tablas del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Conversión de temperatura

Grados C



Grados F

$$^{\circ}C = (^{\circ}F - 32) / 1,8$$

$$^{\circ}F = (C \times 1,8) + 32$$



PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y SaneamientoViceministerio de
Construcción y SaneamientoDirección Nacional de
Construcción

EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES METRICAS

1 km	=	1000 m
1 m	=	100 cm
1 cm	=	10 mm
1 km ²	=	100 ha
1 hect	=	10.000 m ²
1 m ²	=	10.000 cm ²
1 cm ²	=	100 mm ²
1 m ³	=	1000 lit
1 litro	=	1000 cm ³
1 t	=	1000 kg
1 quintal	=	100 kg
1 Newton	=	0,10197 kg-m/s ²
1 kg	=	1000 g
1 g	=	1000 mg
1 bar	=	14,504 lb/pulg ²
1 kcal.	=	427 kg-m
	=	0,0016 CV-h o HP-h
	=	0,00116 kW-h
1 CV o HP	=	75 kg-m/s
1 kg/cm ²	=	0,97 atm. (atmósferas)

EQUIVALENCIAS ENTRE UNIDADES INGLESAS

1 milla	=	1760 yd
1 yd	=	3 pies
1 pie	=	12 pulg
1 milla ²	=	640 acres
1 acre	=	43.560 pies ²
1 pie ²	=	144 pulg ²
1 pie ³	=	7,48 gal liq.
1 galón	=	231 pulg ³
	=	4 cuartos liq.
1 cuarto	=	32 onz. liq.
1 onz. liq.	=	1,80 pulg ³
1 ton corta	=	2000 lb
1 ton larga	=	2240 lb
1 lb	=	16 onz.
1 BTU	=	778 pie-lb
	=	0,000393 hp-h
	=	0,000293 kW-h
1 hp	=	550 pie-lb/seg
1 atm.	=	14,7 lb/pulg ²

EQUIVALENCIAS DE UNIDADES DE POTENCIA

kW	=	Kilovatio
hp	=	Caballo de fuerza
CV	=	Caballo de vapor
		Designación francesa del caballo de fuerza métrico
PS	=	Pferdestarke (caballo de fuerza)
		Designación alemana del caballo de fuerza métrico
1 hp	=	1,014 CV = 1,014 PS
	=	0,7457 kW
1 PS	=	1 CV = 0,986 hp
	=	0,7355 kW
1 kW	=	1,341 hp
	=	1,36 CV
	=	1,36 PS