

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE**  
**PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**TÍTULO:**

VALORACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO DE CONSTRUCCIÓN,  
PARA OBTENER LOS COSTOS DE OPERACIÓN, BASADO EN INGENIERÍA  
DE TASACIÓN

**AUTOR:**

CARPIO VILLAMAR, MIGUEL FRANCISCO

Trabajo de graduación previo a la obtención del Título de:

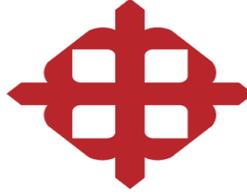
INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.

**TUTORA:**

Ing. Ángela Cali Proaño, Mgs.

**Guayaquil, Ecuador**

**2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE**  
**PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por **Miguel Francisco Carpio Villamar** como requerimiento parcial para la obtención del Título de **Ingeniero en Administración de Proyectos de Construcción**.

**TUTORA:**

---

Ing. Ángela Cali Proaño, Mgs.

**DIRECTOR DE LA CARRERA:**

---

Arq. Florencio Compte Guerrero, Mgs.

**Guayaquil, 21 de Marzo del año 2017**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN DE**  
**PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Miguel Francisco Carpio Villamar**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación **Valoración de maquinaria y equipo de construcción, para obtener los costos de operación, basado en ingeniería de tasación**, previa a la obtención del Título de **Ingeniero en Administración de Proyectos de Construcción**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

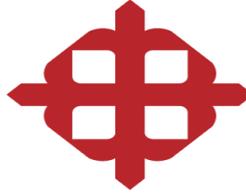
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, 21 de Marzo del año 2017**

**EL AUTOR**

---

**Miguel Francisco Carpio Villamar**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
CARRERA DE INGENIERIA EN ADMINISTRACIÓN DE  
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Miguel Francisco Carpio Villamar**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Valoración de maquinaria y equipo de construcción, para obtener los costos de operación, basado en ingeniería de tasación;** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, 21 de Marzo del año 2017**

**EL AUTOR**

---

**Miguel Francisco Carpio Villamar**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL



Certificado No CQR-1492 I



FACULTAD DE ARQUITECTURA Y  
DISEÑO

PBX 2-200864

Guayaquil, 06 de marzo de 2017

Arq. Enrique Mora Alvarado

**Coordinador de la UTE**

**Carrera de Ingeniería en administración de proyectos de la construcción**

**Facultad de Arquitectura y Diseño**

**Universidad Católica de Santiago de Guayaquil**

En su despacho;

De mis consideraciones,

Adjunto el Reporte **URKUND** del Trabajo de Titulación de la estudiante **CARPIO VILLAMAR MIGUEL FRANCISCO** titulado **VALORACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO PESADO DE CONSTRUCCIÓN, PARA OBTENER LOS COSTOS DE OPERACIÓN, BASADO EN INGENIERÍA DE TASACIÓN**, con 9% de coincidencias en el documento.

Se adjunta captura de pantalla de archivo analizado: **TESIS MIGUEL CARPIO.docx (D26183466)**

URKUND	
Documento	<a href="#">Tesis Miguel Carpio.docx</a> (D26183466)
Presentado	2017-03-06 00:19 (-05:00)
Presentado por	angela.cali@cu.ucsg.edu.ec
Recibido	angela.cali.ucsg@analysis.orkund.com
Mensaje	TESIS MIGUEL CARPIO - MARZO 2017 <a href="#">Mostrar el mensaje completo</a>
	9% de esta aprox. 61 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 10 fuentes.

Agradeciendo de antemano su atención, quedo de Usted

Atentamente,

Ing. Ángela Cali Proaño.

**Docente - Tutor**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios todo poderoso por ser mi mayor fortaleza, a mi madre, esposa e hijos por ser mi apoyo incondicional para seguir adelante en este proyecto y alcanzar el objetivo trazado, a mis amigos y amigas por compartir inolvidable experiencias.

Mis profesores, que de una u otras formas pudieron impartirme sus conocimientos y experiencia, guiándome de manera idónea en mi nueva carrera universitaria.

Y sobre todo, al fuerza y perseverancia durante todos estos años de estudio, con una terminación exitosa mi carrera universitaria.

**Miguel Francisco Carpio Villamar**

## **DEDICATORIA**

A Dios, Padres quienes me dieron la vida.

Gracias querida madre, por dejar buenas enseñanza y ser perseverante en todo lo que existe en la vida, esforzarte de que tus hijos alcancen esas metas trazada, a pesar que ya no está con nosotros. Todos los éxitos alcanzados por tu hijo Miguel para ti y a mi familia.

A mi facultad y profesores que de una y otra manera me dieron esa sabiduría e enseñanza.

A mis amigos y amigas secretarias de facultad.

A mis compañeros y amigos de aula clase.

A todo aquel que se propone objetivos y los alcanza sin importada la edad y tropiezos en el camino.

**Miguel Francisco Carpio Villamar**

## **TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**ING. ÁNGELA CALI PROAÑO, MGS.**

**PROFESOR TUTOR**

---

**ARQ. ANDRÉS DONOSO PAULSON, MGS.**

**PROFESOR DELEGADO**

---

**ARQ. RICARDO SANDOYA LARA, MDA**

**PROFESOR DELEGADO**

---

**ARQ. JORGE ORDÓNEZ GARCÍA, MGS**

**PROFESOR DELEGADO**

## ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I: .....	18
1. INTRODUCCIÓN .....	18
1.1 ANTECEDENTES .....	18
1.1.1 SECTOR CONTRUCCIÓN Y LA ECONOMÍA.....	19
1.1.2 SECTOR CONSTRUCCIÓN Y LA LIQUIDEZ.....	20
1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.3 OBJETIVOS .....	21
1.3.1 OBJETIVO GENERAL: .....	21
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	21
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	21
1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO.....	22
CAPÍTULO II.....	23
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	23
2.1 MARCO TEÓRICO .....	23
2.1.1 Valuación de Equipo-Maquinaria y Costos de Operación.....	23
2.2FACTORES PRINCIPALES PARA EL CÁLCULO DEL COSTO..	24
2.2.1 Valor de adquisición (Va) .....	24
2.2.2 Vida Económica Útil (VEU).....	25
2.2.3 Valor residual (Vr). .....	26
2.3 COSTO ORIGINAL.....	27
2.3.1 Ajuste por Importación (FI) .....	29
2.4 COSTO HORARIO DE POSESIÓN DE UNA MAQUINARIA	31
2.4.1 Depreciación.....	31
2.4.2 Seguros. ....	33
2.4.3 Impuestos. ....	33
2.4.4 Almacenaje.....	33

2.4.5	Interés del capital invertido .....	34
2.4.6	Costo de propiedad.....	34
2.5	COSTO HORARIO DE OPERACIÓN DE UNA MAQUINARIA ...	35
2.5.1	Combustible. ....	35
2.5.2	Lubricantes.....	36
2.5.3	Grasa.....	37
2.5.4	Filtros. ....	37
2.5.5	Neumáticos.....	38
2.5.6	Piezas de desgaste. ....	39
2.5.7	Mantenimiento y reparación.....	39
2.6	COSTO HORARIO DE OPERADOR ESPECIALIZADO .....	40
2.7	SALARIO .....	40
2.8	COSTO O VALOR DE REPOSICIÓN.....	41
2.8.1	Costo de Reposición.....	41
2.9	REVALORIZACIÓN. ....	41
2.10	TASACIÓN .....	42
2.10.1	Parámetros del resultado de una tasación.....	42
2.10.2	Conceptos de valor y principios de una tasación .....	43
2.10.3	Metodología para tasación de maquinaria.....	44
2.10.4	Procedimientos de tasación. ....	46
2.11	MÉTODOS DE DEPRECIACIÓN .....	46
2.11.1	Aplicación de los Métodos de Depreciación.....	47
2.11.2	Método basado en la actividad o Unidades de producción. ...	47
2.11.3	Método de línea recta .....	48
2.11.4	Método del saldo decreciente.....	48
2.11.5	Método de los Números dígitos .....	49
2.11.6	Factores que son Fuente de Depreciación.....	50

2.11.7	Grado de Operatividad (GO).....	52
2.11.8	Causas Indirectas de la Depreciación.....	53
2.12	MÉTODO SEGÚN EL TIPO BIEN O DE JANS .....	54
2.12.1	Método JANS-Heidecke .....	55
CAPÍTULO III.....		60
3.	METODOLOGÍA DE VALUACIÓN.....	60
3.1	IMPORTANCIA DE LA VALUACIÓN .....	60
3.2	MARCO TÉCNICO VALUATORIO .....	60
3.3	PRINCIPIO DE VALUACION.....	61
3	Micro Ubicación .....	61
3.3.2	Inspección.....	62
3.3.3	Avalúo .....	63
3.4	DETERMINACIÓN DEL COSTO ACTUAL DE REPOSICIÓN.....	64
3.5	MAQUINARIA UTILIZADAS EN MOVIMIENTO DE TIERRA... 65	
3.5.1	GENERALIDADES.....	65
3.6	TIPOS DE MAQUINARIAS PESADA .....	65
3.6.1	DESCRIPCIÓN DE LAS MAQUINARIAS .....	66
3.7	PRECIO DE MAQUINARIA.....	69
3.8	PROCEDIMIENTO DE DEPRECIACIÓN DE BIENES.....	70
3.8.1	Cálculo del Coeficiente de Depreciación.....	70
3.9	METODOLOGÍA.....	72
3.9.1	APROXIMACIONES AL VALOR DE MERCADO.....	72
3.10	DESARROLLO DE VALORACIÓN .....	73
3.10.1	PROCESO MATEMÁTICO DE VALUACIÓN.....	73
3.11	CÁLCULO DE LA MAQUINARIA: COSTO PROMEDIO .....	74
3.12	CÁLCULO DE LA MAQUINARIA: JANS - HEIDECKE.....	80
3.13	RESUMEN DE CÁLCULO: MÉTODO COSTO PROMEDIO..	83

3.14	RESUMEN DE CÁLCULO: MÉTODO DE JANS-HEIDECKE	84
3.15	COMPARACIÓN: COSTO PROMEDIO Y JANS –HEIDECKE...	85
CAPÍTULO IV.....		86
4.	COSTO DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA.....	86
4.1	COSTO HORARIO DE OPERACIÓN .....	86
4.2	COSTO DEL EQUIPO.....	87
4.3	COSTOS DE POSESIÓN DE MAQUINARIA PESADA.....	87
4.3.1	Valor actual de la maquinaria.....	87
4.3.2	Vida económica útil. ....	87
4.3.3	Valor residual (salvamento) a la hora del reemplazo.....	88
4.3.4	Costo de propiedad.....	88
4.3.5	Depreciación.....	88
4.3.6	Valor Medio .....	88
4.3.7	Interés por Inversión de Capital (Iic) .....	89
4.4	COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA.....	89
4.4.1	Costo de Operación .....	89
4.5	DESARROLLO DEL COSTO HORARIO.....	92
4.5.1	Cálculo del Costo Horario de Posesión.....	93
4.5.2	Costo Horario de Operación.....	94
4.6	ANÁLISIS COSTO HORARIO.....	97
4.7	COSTO HORARIO EXCAVADORA DE ORUGAS .....	97
4.7.1	COSTO HORARIO CARGADORA FRONTAL.....	100
4.7.2	COSTO HORARIO VOLQUETA 16m <sup>3</sup> .....	102
4.8	RESUMEN DE LOS COSTOS HORARIOS DE MAQUINARIAS	104
4.8.1	Costo de Operación de una Máquina Excavadora. ....	104
4.8.2	Costo de Operación de una Máquina Cargadora.....	105
4.8.3	Costo de Operación de una Volqueta 16m <sup>3</sup> .....	106

CAPÍTULO V .....	107
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. Vida económicamente útil de las maquinarias.....	25
Cuadro 2. Vida económicamente útil de las maquinarias.....	26
Cuadro 3. Tributos a pagar.....	28
CUADRO 4. Factores de costo de propiedad.....	35
Cuadro 5. Factores de consumo por combustible.....	36
Cuadro 6. Consumo horario de aceite.....	36
Cuadro 7. Consumo de grasa.....	37
Cuadro 8. Costo de filtros.....	37
Cuadro 9. Vida útil de los neumáticos.....	38
Cuadro 10. Tiempo estimado de desgaste, partes o piezas.....	39
Cuadro 11. Eficiencia de trabajo de mantenimiento.....	39
Cuadro 12. Análisis de sueldos en base a mercado - 2016.....	40
Cuadro 13. Factores de depreciación por tecnología.....	45
Cuadro 14. Vida útil contable de acuerdo al tipo de bien.....	46
Cuadro 15. Cálculo de depreciación por unidades producidas.....	47
Cuadro 16. Cálculo de depreciación por línea recta.....	48
Cuadro 17. Cálculo de depreciación por reducción de saldos.....	49
Cuadro 18. Cálculo de depreciación por suma de dígitos.....	49
Cuadro 19. Porcentaje por Obsolescencia.....	51
Cuadro 20. Factores de mantenimiento (FM).....	52
Cuadro 21. Factores por grado de operatividad.....	53
Cuadro 22. Criterio Jans, índice “x” para la raíz de (E /VEU).....	55
Cuadro 23. Criterio Heidecke.....	56
Cuadro 24. Tipos de Maquinarias Pesada.....	66
Cuadro 25. Clasificación de Maquinaria Pesada.....	67
Cuadro 26. Precio de Maquinarias Pesada.....	70
Cuadro 27. Datos Generales de costo horario. Excavadora.....	98
Cuadro 28. Costo Horario. EXCAVADORA DE ORUGAS.....	99
Cuadro 29. Datos Generales de costo horario. CARGADORA.....	100
Cuadro 30. Análisis del costo Horario. CARGADORA.....	101
Cuadro 31. Datos Generales de Costo horario. VOLQUETA.....	102
Cuadro 32. Análisis del Costo Horario. VOLQUETA 16m <sup>3</sup> .....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Valores residuales.(%).....	27
Tabla 2. Cálculo de Impuestos en Equipos Importado.....	29
Tabla 3. Jans-Heidecke.....	59

## ÍNDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1. Relación entre la construcción el programa monetario.....	19
Gráfico 2. Curvas del nivel de depreciación de acuerdo al tipo del bien...	55

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación, Manta ante del terremoto sector Tarqui.....	61
ILUSTRACIÓN 2. Movimiento de escombros y acarreo de material.....	62

## Resumen

En el presente estudio se pretende analizar los principios generales de la ingeniería de valuación aplicados a la tasación de maquinarias y equipos, examinando cada uno de los componentes principales que se deben tomar en cuenta al momento de valorar este tipo de bienes, con los requerimientos de las NIIF. En avalúos de los activos fijos tangibles, más concretamente en el caso que nos ocupa Maquinaria y Equipos Industriales, la valuación debe procesarse con criterio técnico y con un amplio conocimiento de la maquinaria en cuestión. Para la realización de tareas valoratorias correspondientes a máquinas y equipos industriales, es importante preocuparse por conocer algunos aspectos como: Costo de Reposición y Métodos de Depreciación. Esto nos lleva como primer paso a encontrar de la forma más fidedigna el Costo de Reposición, punto de partida para el proceso valoratorio por el Método del Costo. Posteriormente se define la depreciación y se le señala como el punto crucial de los estudios valoratorios, se analizan las causas de depreciación y la relación que guarda ésta con la vida útil en el proceso de cálculo. Se muestra la manera cómo influyen indirectamente otros factores que modifican la vida útil remanente de las máquinas. Se plantean métodos de cálculo de depreciación como la utilización de la metodología de mercado o comparación directa y el método de la renta, debido a que en la actualidad el campo temático de las tasaciones ha logrado tener gran relevancia por la necesidad de realizar estudios de factibilidad técnico/financiero para de esta manera realizar proyectos inmobiliarios, tasaciones hipotecarias y tareas de peritaje que sean de amplia aceptación y confiabilidad y que a la vez permitan el registro de las propiedades, según lo establecido en las normas internacionales de valuación.

Esta investigación se sustenta, desde el punto de vista teórico- técnico, en los enfoques de los métodos de tasación de muebles antes citados. Metodológicamente la investigación es descriptiva, insertada en la modalidad documental pues se apoya, principalmente, en fuentes bibliográficas e informes divulgados por medios impresos y electrónicos. En menor medida es un estudio de campo, debido a la obtención de las percepciones de expertos tasadores sobre el concepto de valor empleados por ellos al momento de realizar avalúos de bienes muebles. Las técnicas para la recolección de información fueron la observación documental y la investigación de mercado. De igual manera, se utilizaron técnicas de

análisis documental. Los resultados de la investigación permitieron establecer que el concepto de valor de los bienes muebles, asumidos por cada uno de los métodos de tasación analizados, se ajusta en alguna medida a lo establecido en las normas internacionales. Además con los resultados obtenidos de la tasación, se analizará los costos de posesión y operación de la maquinaria de construcción.

En cuanto a la estructura de la investigación, ésta se encuentra conformada por los siguientes capítulos:

Capítulo I. Introducción: abarca los antecedentes de la práctica de valoración de bienes, la definición del problema, los objetivos de la investigación, la justificación y alcance del estudio.

Capítulo II. Marco teórico: se presentan los conceptos básicos de la investigación, así como el conjunto de todos los aspectos teóricos que permitieron proporcionar una base conceptual del tema investigado.

Capítulo III. Metodología de valuación: en el cual se señala la importancia de la valuación, el marco técnico valuatorio, metodología; el cual describe paso a paso el proceso investigativo, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de procesamiento y el análisis de datos para los cálculos de tasación de la maquinaria objeto de estudio.

Capítulo IV. Costo de Operación: Análisis del costo de operación en base a los resultados de la tasación donde se presentan el análisis de los elementos de posesión y operación de la maquinaria, planteados por medio de un conjunto en hojas de cálculos.

Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones, producto de la investigación, así como los apéndices y anexos que amplían más la información.

# CAPÍTULO I:

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

A lo largo de la historia muchas civilizaciones contribuyeron al desarrollo de la práctica de valoración de bienes. Babilonia fue una de las primeras, la cual se manejaba con el uso de tablillas de barro puesto que tenían su propio movimiento inmobiliario que realizaba constantemente transferencias de tierras las cuales se pagaban con metales o en especies y donde los agricultores debían pagar una cuota según lo que generaba la tierra. Por otro lado, se encuentran los Incas, que son considerados los primeros tasadores en América Latina, en su caso no había ni moneda ni mercado por lo que sólo era posible fomentar su desarrollo con ayuda de los tasadores. Posteriormente los españoles y portugueses aprendieron sus técnicas de tasación durante la colonización y se crearon los primeros catastros en América. (Hidalgo, 2013)

La tasación consiste en realizar un cálculo para conseguir un valor comercial lo más cercano posible a la realidad respecto a una propiedad. Para esto el tasador debe tener conocimientos sólidos sobre el mercado inmobiliario y del valor según el tipo de construcción para poder fijar el valor más adecuado a una propiedad. En el caso de los bancos, éstos usan el valor de tasación para entregar un crédito ya que no pueden arriesgarse a que si el deudor no cumple, la propiedad hipotecada se encuentre por debajo del valor del crédito que va a otorgar. (Subsidio.Cl, 2016)

De igual forma para la tasación de maquinaria y equipo se requiere de profesionales con experiencia en ingeniería de tasación puesto que es un proceso muy complejo y de ser necesario deben cumplir con las Normas Internacionales de Contabilidad y de Información Financiera y con Decretos Nacionales sobre normas contables. Esta metodología se puede aplicar para diversas industrias como la maderera, metalmecánica, textil, de transporte, de construcción, entre otras. (Restrepo, 2010)

Aunque para realizar una tasación es necesario seguir los reglamentos y normas de cada país, los expertos se valen de diversos procedimientos y herramientas para complementar su trabajo como las aproximaciones teóricas al valor urbano, principios de la

valoración inmobiliaria, estudios de los valores en el mercado, teorías de la distribución espacial, entre otros. (Pérez, 2009)

### 1.1.1 SECTOR CONTRUCCIÓN Y LA ECONOMÍA

Este sector tiene una importante participación en la economía ya que interactúa con todos los sectores e involucra diferentes aspectos como la mano de obra, impuestos, materiales de acabados, ferretería, etc. El ciclo de esta industria se encuentra determinado por la oferta y la demanda interna, así como la creación de proyectos, los cuales pueden ser afectados ante una contracción de la economía. Si se estima un crecimiento tomando como base este sector hay que considerar su relación con el sector fiscal, interno, externo y financiero. Es así, como tomando en cuenta que los ingresos y gastos están vinculados con la construcción, cualquier desequilibrio puede provocar efectos negativos que impacten al sector monetario. Entonces si se produce un crisis o contracción económica las obras escasean, los ingresos se reducen, aumenta el riesgo y el desempleo y todo esto afecta a otros sectores que ofrecen servicios e insumos. (Pérez, 2009)

**Gráfico 1. Relación entre la construcción el programa monetario**



**Fuente:** (Pérez, 2009)

En el gráfico anterior se puede apreciar que si se modifican algunas variables, su desarrollo se ve afectado lo cual influye en el ahorro y consumo. De esta forma, ante una crisis económica por cambios en la producción, empleo y precios, el ciclo económico se ve afectado por el volumen de todos los activos comprometidos. Entonces todo el que trabaje en

este sector debe considerar el análisis de diferentes variables como el nivel de ahorro, la oferta y demanda, tasas de interés, precios, entre otros. (Pérez, 2009)

### **1.1.2 SECTOR CONSTRUCCIÓN Y LA LIQUIDEZ**

El término liquidez se refiere a que tan rápido un activo se puede convertir en dinero y al mismo tiempo se entiende como la capacidad para poder solventar las obligaciones. Las instituciones financieras siempre se encargan de diversas obligaciones por lo que sus activos tienen diferentes niveles de liquidez según su vencimiento y normativa. De igual forma deben cumplir con diferentes disposiciones que guardan relación entre su capital con el riesgo y es en esta parte donde cobra mayor importancia la calidad de las tasaciones de bienes en garantía. Cuando hay una situación de riesgo entre la rentabilidad y la liquidez, las instituciones financieras ven afectadas sus operaciones, cambia su calificación e impacta a la negociación de documentos de valor. Es en este caso cuando los entes financieros intervienen para su supervisión y control, pero desde la perspectiva de las tasaciones se establecen programas y planes de calidad total, para impedir escenarios de riesgo. (Pérez, 2009)

## **1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Aprender a valorar un equipo, maquinaria o cualquier bien, es de vital importancia puesto que de realizarse de la manera indicada los costos de operación se podrían verse reducidos si la valoración es la correcta. En este caso particular donde la maquinaria y equipo de construcción tiene altos precios, una tasación correcta le puede ahorrar mucho dinero a una empresa que empezará un nuevo proyecto.

En el sector de la construcción el método de tasación puede servir como un indicador de sostenibilidad pero al mismo tiempo es necesario que el mercado se mantenga transparente y exista un equilibrio entre oferta y demanda, que son factores que afectan a este sector, puesto que pueden producirse construcciones a pesar de que no haya demanda sólo porque cada vez hay más facilidades de financiamiento.

Otro gran problema, es que en muchos casos se puede hacer la sobrevaloración de un bien en base a expectativas que se generan lo cual puede conducir a un riesgo. También debido al gran valor que tienen los recursos que se necesitan para la construcción y que representan en una inversión para la empresa, es necesario realizar informes de tasación utilizando datos relevantes, que respalden las decisiones para hacer uso de estos bienes.

Realizar un análisis por medio de esta metodología no es nada sencillo, por lo que es necesario que para hacer una correcta tasación de un bien se analicen los diferentes aspectos que hay que considerar para hacer la valuación de un bien como el valor de mercado, el valor de reposición y el valor rentable.

Entonces éstos son algunos puntos que se deben considerar para que al momento de realizar la valoración de un bien los resultados sean favorables y no indiquen un valor mayor al estimado, ya que se podría incurrir en un costo mayor para la empresa, cuando el objetivo de la tasación es proporcionar valores lo más cercanos a la realidad de tal forma que ambas partes se beneficien por la adquisición del bien que se está negociando, o para otros aspectos en mejorar los precios estimados de un presupuesto de obra.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL:**

- Comprender el funcionamiento de la ingeniería de tasación para realizar una correcta valuación de la eficiencia de maquinaria y equipo de construcción mediante su aplicación.

#### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Establecer los conceptos básicos de la ingeniería de tasación, metodología y los procesos de valuación.
- Analizar las diversas variables que se deben considerar para hacer una valuación mediante el método de tasación.
- Realizar un estudio sobre el precio de mercado de maquinaria y equipo de construcción.
- Aplicar correctamente la metodología de la ingeniería de tasación para realizar una valoración satisfactoria.
- Analizar el costo de operación para equipos y maquinarias de construcción.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La industria de la construcción se encuentra en constante crecimiento y promueve un importante desarrollo a la economía, sin embargo, la inversión en este sector también es muy elevada por los altos precios de la maquinaria que se requiere, los cuales han aumentado en Ecuador debido a los aranceles impuestos desde el 2015.

Este aumento de precios ha dado como resultado un mayor costo de operación a cualquier obra o proyecto que se realice, por lo que es necesario emplear los conocimientos necesarios para poder estimar cuánto le podría costar a una empresa invertir en estos equipos, para lo que se requiere de herramientas como en el caso de la ingeniería de tasación.

Para hacer esto, también se requieren estudios de mercado que determinen los precios que se manejan en el país y qué opción es la más conveniente, en algunos casos, empresas optan por esperar que el mercado baje sus precios para invertir o específicamente en Ecuador, que los aranceles sean levantados para realizar la compra de estos equipos, sin embargo, el problema de esto último es el factor tiempo que también implica un costo para la compañía.

Entonces, se considera necesario realizar un análisis del sector de la construcción para promover el desarrollo de esta industria en Ecuador, de tal forma que se pueda determinar mediante la metodología de tasación el valor estimado de todos los equipos y maquinarias necesarias para desarrollar un proyecto, lo que dará como resultado el costo de realizarlo y de esta manera evitar problemas como excederse en el presupuesto o adquirir equipo que no sea necesario para la obra, reduciendo los costos de operación.

## **1.5 ALCANCE DEL ESTUDIO**

El presente estudio se hará en base a un grupo de maquinaria en un proyecto específico relacionado a movimiento de tierra y escombros, la zona cero de Ecuador, en las ciudades de Manta y Portoviejo.

Para la realización de esta investigación se hará uso de la recopilación de información técnica obtenida de campo, registros manuales y fotográficos. Además de diferentes documentos en internet como tesis y ensayos que contengan información relevante sobre cómo se aplica la metodología de tasación, como se aplica la información sobre la maquinaria y los equipos para la construcción en Ecuador y las tendencias en los precios, así como diferentes fuentes que brinden datos de cómo ha evolucionado la industria de la construcción en el país y los costos que conlleva realizar una obra o proyecto.

Con los datos recopilados se pretende hacer un análisis mediante el uso de tablas y gráficos para obtener una idea más clara de cómo han variado los precios, así como los pasos que se deben seguir para realizar la correcta tasación de un bien. Además con los resultados de la tasación, se analizará los costos de operación de la maquinaria.

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 Valuación de Equipo-Maquinaria y Costos de Operación

- **Conceptos Básicos**

**Equipo:** En el sector de la construcción este término se refiere a todo lo relacionado con equipo mecánico para la construcción, como el martillo neumático, perforadoras sobre orugas, herramientas individuales entre otros, así como las de uso colectivo como picos, carretillas, etc., también a todos los implementos que no son herramientas o máquinas pero que son necesarios para realizar una construcción como encofrados, andamios, etc.

**Maquinaria:** este es uno de los bienes que mayor inversión requiere, entonces quien invierte en este bien espera que su capital se pueda recuperar a través del tiempo generando una utilidad aceptable mediante el trabajo que la máquina realice.

También se debe considerar que el valor de reposición de la máquina debe ser actualizado constantemente por factores como la inflación, devaluación de la moneda, entre otros, que no permita restituir la maquinaria cuando su vida útil culmine.

**Costo horario de posesión y de operación:** Se refiere al capital necesario para adquirir y operar un bien, incluyendo su funcionamiento y mantenimiento de su estado (antes, durante y luego de su uso). Además esta maquinaria debe tener su respectivo seguro y estar al día en sus impuestos de acuerdo a la legislación vigente. (Carhuavilca, 2010)

Con el tiempo las máquinas pierden su valor original a causa del uso continuo y su desgaste natural, incluso con un mantenimiento periódico y también su productividad disminuye lo que provoca que los costos de mantenimiento y reparación aumenten, llegando a un punto donde ya no son útiles y se las considera obsoletas. Por esta razón el dueño de la maquinaria debe estar preparado para sustituir dicho bien en un tiempo oportuno por uno nuevo o por otro diferente y mejor.

Para calcular el costo de posesión y operación se pueden usar varios métodos que solo darán un resultado aproximado a la realidad, ya que la única manera de obtener el costo

real sería usando los datos de la obra. Además no es posible que los otros métodos que brindan resultados estimados den el mismo resultado que usando los datos reales, por eso el objetivo de realizar un presupuesto para una obra es que los costos horarios del equipo y maquinaria requeridos sean lo más aproximados posibles y se requiere comparaciones entre los valores estimados y los obtenidos durante el proyecto, de tal manera que se pueda controlar los costos en el desarrollo de la obra. Estos costos también pueden variar por factores como la tasa de interés de las maquinarias, precio del combustible y lubricantes, condiciones de trabajo, valor de adquisición, impuestos, mantenimiento, etc. Las obras civiles tienen 3 clasificaciones para sus trabajos que depende de las siguientes condiciones: severas, suaves y medias. (Carhuavilca, 2010)

Para el análisis del costo horas-máquina se tienen en cuenta las condiciones laborales, por esta razón cuando se realiza el presupuesto de un proyecto primero se deben conocer cuáles son estas condiciones laborales de tal forma que se ajusten a las tarifas del presupuesto y para ello se debe contar con un especialista contable o administrador de proyecto de construcciones, que se encargue de estimar el presupuesto. Las estadísticas también son importantes por lo que es necesario tener registros de los proyectos anteriores los cuales se pueden usar de base para realizar el nuevo presupuesto, sin embargo, siempre se debe considerar que aunque existan obras parecidas no van a generar el mismo costo, lo cual también se aplica en el caso de la maquinaria y equipo, la causa de todo es que las condiciones de trabajo son muy variables, lo que origina costos diferentes. El cálculo de los costos de posesión y operación se realiza considerando todas las máquinas empleadas, y otros costos como las llantas o repuestos, las cuales se calculan por separado y se añaden al costo total al final. (Carhuavilca, 2010)

## **2.2 FACTORES PRINCIPALES PARA EL CÁLCULO DEL COSTO**

### **2.2.1 Valor de adquisición (Va)**

Es el precio que se obtiene luego de haber realizado las respectivas cotizaciones con diversos proveedores de maquinaria y que da origen el precio de mercado. También su valor depende del lugar de fabricación del bien, es decir, si es nacional o importado, además incluye todos los gastos necesarios en la adquisición de la maquinaria como los seguros, impuestos, transporte, etc.

## 2.2.2 Vida Económica Útil (VEU)

Consiste en el tiempo en que la máquina va a trabajar ofreciendo un rendimiento razonable. Este valor viene dado en las especificaciones técnicas del producto, donde se estima su vida útil en función de las horas de uso. A título informativo se puede dar los siguientes datos, como se indica en los cuadros 1-2.

Maquinaria pequeña: 8,000 horas de trabajo; 4 años de duración. Maquinaria de obra pesada: 14,000 horas de trabajo; 7 años de duración. Maquinaria de obra extraordinariamente pesada: 20,000 horas de trabajo; 10 años de duración.

Lo señalado supone 2,000 horas de trabajo por año, esto representa que la máquina 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. (Janon F. V., 2000)

**CUADRO 1. Vida económicamente útil de las maquinarias**

<b>VIDA ECONÓMICAMENTE ÚTIL DE LAS MAQUINARIAS</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Monto a Depreciar</b>	<b>Promedio de Vida Útil</b>	<b>Promedio de Vida Útil</b>
<b>ITEM</b>		<b>% (*)</b>	<b>N(años)</b>	<b>Ve (Horas/Km)</b>
<b>I</b>	<b>EQUIPOS PARA PERFORACIÓN</b>			
1.1	Compresoras neumáticas de 125-950 pcm.	65	5-10	10,000-20,000
1.2	Martillos neumáticos	65	5-10	5,000-10,000
1.3	Perforadora sobre orugas	65	5-10	10,000-20,000
<b>II</b>	<b>EQUIPOS PARA MOVIMIENTO DE TIERRA</b>			
2.1	Cargadoras sobre orugas hasta 120 hp	75	7-15	14,000-30,000
2.2	Cargadoras sobre llantas	75	10-15	20,000-30,000
	de 1.3m <sup>3</sup> - 4,7m <sup>3</sup> / 914G - 970F			
	de 5m <sup>3</sup> - 12,30m <sup>3</sup> / 980G - 992G			
2.3	Mototraillas	70	10-20	20,000-40,000
2.4	Retroexcavadora sobre llantas	75	10-15	20,000-30,000
2.5	Retroexcavadora sobre orugas	70	10-20	20,000-40,000
2.6	Tractores sobre orugas	70	15-25	30,000-50,000
	de 70 -240HP / D3-D6-D7			
	de 305 -405HP / D8-D9-D10			

**Fuente:** (CATERPILLAR, 2000)

**CUADRO 2. Vida económicamente útil de las maquinarias**

<b>VIDA ECONÓMICAMENTE ÚTIL DE LAS MAQUINARIAS</b>				
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Monto a Depreciar</b>	<b>Promedio de Vida Útil</b>	<b>Promedio de Vida Útil</b>
<b>ITEM</b>		<b>% (*)</b>	<b>N(años)</b>	<b>Ve (Horas/Km)</b>
2.7	Rippers	75	10-15	20,000-30,000
2.8	Tractores sobre llantas	70	6-12	12,000-24,000
2.9	Pala frontal	75	10-15	20,000-30,000
2.10	Excavadoras de orugas	70	15-25	30,000-50,000
	de 128-222 HP / 320B,330B			
	de 286-428 HP / 345B,350,375			
<b>III</b>	<b>EQUIPOS PARA CONSERVACIÓN DE CAMINO</b>			
3.1	Motoniveladora de 125hp -275hp	75	10-20	20,000-40,000
<b>IV</b>	<b>EQUIPOS DE COMPACTACIÓN</b>			
4.1	Compactador vibratorio 77-145HP	70	3 - 7	3,000 -7,000
4.2	Rodillo liso vibratorio	75	10-15	20,000-30,000
4.3	Compactador de relleno sanitario 216-450HP	65	10-15	20,000-30,000
<b>V</b>	<b>VEHÍCULOS</b>			
6.1	Camionetas	85	8-12	12,000-18,000
6.2	Camiones, Volquetas, etc.	80	10-15	15,000-22,500
<b>VI</b>	<b>CAMIONES-TRACTORES DE OBRA Y MINERÍA</b>			
	<b>Dumper</b>			
7.1	24m <sup>3</sup> -60m <sup>3</sup> / 769D - 777D	70	15-25	30,000-50,000

**Fuente:** (CATERPILLAR, 2000)

**Elaborado Por:** Autor

### 2.2.3 Valor residual (Vr).

Es el valor que tiene un bien al final de su vida útil. Este valor puede ir entre el 20% al 30% de su valor original en el caso de maquinaria pesada como tractores, cargadoras, etc., sin embargo, este valor puede ser menor en otros países. Para maquinaria liviana el valor de rescate puede encontrarse entre el 10% al 20% de su precio original. (Valoración Maquinaria, 2016)

En la tabla 1 a continuación proporciona los porcentaje (%) residuales.

**TABLA 1. Valores residuales.(%)**

VALORES RESIDUALES	
Tipo de Bien	%
Máquinas y Herramientas	15 - 20
Equipos Especiales (Dumper)	25 - 35
Equipos Electromecánicos	15 - 20
Maquinaria Pesada	20 - 30

**Fuente:** (Bach & Vitale, 1981)

**Elaborado por:** Autor

### 2.3 COSTO ORIGINAL

Es la sumatoria de todos los gastos que se generan en el momento de adquirir, construir y realizar el montaje de una máquina, equipos o planta industrial. Pero desde el punto de vista de tasación real (valor comercial), se debe dar regímenes de depreciación distintos a los de la maquinaria, ya que sus vidas útiles y particularidades de obsolescencia funcional o técnica o tecnológica y los estándares de cargas de trabajo, pueden ser muy diferentes. Por costo original o histórico se ha de entender al valor integrado por los siguientes conceptos:

Valor FOB (costo de adquisición del bien importado)

**Fletes, Seguro.** Se refiere a la parte logística que involucra todo el proceso para movilizar la maquinaria o equipo desde su lugar de origen hasta donde va a ser instalada. El transporte puede ser marítimo, aéreo, terrestre, nacional o internacional.

Valor CIF. (Gasto incurrido de nacionalización)

**Derechos de importación.** Son todos los gastos referentes a impuestos y gastos de aduana para que el equipo ingrese al país. Como se puede apreciar en el cuadro 3 (Restrepo, 2010)

Ejemplo de aplicación del cálculo de impuesto en equipos importados.

El CIF es un término de comercio internacional sobre el cual se calculan los tributos. Estos se lo obtiene sumando el valor de la mercancía soportada en la factura, adicionando el valor del flete más el costo del seguro.

Calculo del CIF (costo + flete + seguro)

Precio FOB	Costo de la mercadería en la factura
Flete	\$ 1.50 por cada kilo de los bienes tribuables
Seguro	2% de la suma del precio FOB + Flete
Total CIF	

Luego de obtener el cálculo del CIF, sobre éste se determinan todos los impuestos a pagar.

Los tributos aplicables a pagar serán calculados de la siguiente manera:

### CUADRO 3. Tributos a pagar Volqueta 8m3

AD-VALOREM ( Arancel enfocado en el valor de la mercancía)		
(regido por la aduana del Ecuador = 0 a 20% del CIF)	4,479.79	(5% de \$ 89,595.78)
FODINFA (Fondo de desarrollo para la infancia) (Regido por el INFA = 0.5% del CIF)	447.98	(0,5% de \$ 8,9595.78)
I.C.E. (Impuesto al Consumo Especiales) (Regido por el SRI en casos establecidos por el mismo)	0.00	(No aplica en este Ej.)
Subtotal para cálculo de I.V.A.		
(CIF + ADV + ICE +RECARGO )=	4,927.77	
I.V.A (Impuesto al valor agregado) (Regido por el SRI = 14% del Subtotal I.V.A.)	13,233.30	
<b>TOTAL IMPUESTOS</b>	<b>18,161.06</b>	

**Elaborado por:** Autor

### Costo Original= Costo CIF + Gastos de Nacionalización

**Mano de obra.** Conlleva todos los gastos en el personal técnico del equipo y maquinaria, esto es, el pago realizado al talento humano quienes se encargaran del mantenimiento, para que se encuentre listo el equipo y pueda entrar a operar en forma óptima. Puede ser un gasto directo o indirecto. (Valoración Maquinaria, 2016)

**Tabla 2. Cálculo de Impuestos en Equipos Importado Volqueta 8m3**

<b>Valor de Factura (FOB):</b>	62,339.00	<b>Peso en Kg.</b>	17,000
<b>Costo Flete por Kg:</b>	1.5	25,500.00	<b>Seguro:</b> 2% 1,756.78
<b>CIF</b>			<b>89,595.78</b>
<b>Ad-Valorem</b>	5%	4,479.79	<b>Fodinfra</b> 0,5% 447,98
<b>I.C.E</b>	0%	0	<b>Recargo</b> 0% 0
			4,927.77
<b>IVA</b>	14%	13,233.30	
			18,161.06
<b>Total Valor Reposición: (FOB+CIF)</b>			<b>80,500.06</b>

**Elaborado por:** Autor

### 2.3.1 Ajuste por Importación (FI)

En muchos casos cuando se hace difícil conocer el costo nuevo de reposición de máquinas, equipos o plantas adquiridas o fabricadas en el extranjero, muy especialmente de los países como los EEUU, Alemania, Japón, Reino Unido, Francia e Italia, y que se comercializan con frecuencia en la ciudad o en el país en el cual se efectúa la tasación, se podrá conocer el costo de reposición, determinando el factor de incremento de reposición de acuerdo el siguiente método:

FI = Factor de reposición actual para maquinarias año “x”

FO = Factor de reposición original año “x”

FI = Factor de incremento para maquinaria año “x”

Para determinar el Factor “FI”, se deberá conocer:

País de origen de la maquinaria.

Factura de compra del equipo o maquinaria Costo fábrica (FOB)

Costo CIF

0=Costo de Nacionalización Original de la Maquinaria.

Costo CIF

1=Costo de Nacionalización Actual de la Maquinaria.

Se deberá conocer la variación histórica de la inflación del país origen de la maquinaria, desde la fecha de adquisición a la fecha de avalúo. El ajuste del crecimiento de la inflación se hará por la formula  $(1 + i)^n$

Partiendo de que:

i = tasa de inflación del país origen

n = período de años de inflación

Formula:

**CNR = Costo nuevo de reposición= FI \* Costo FOB\* \$ / Divisa Original**

Ejemplo de aplicación: Se adquirió en el año 2012 un equipo por \$62,339.00 dólares Americano de esa época, si el país de origen del equipo tuvo un promedio anual hasta la fecha de la tasación (Diciembre del 2015) de 3.65%, aproximada y se conoce la tasa cambiaria tanto del año del 2012 como del año 2015, calcular el Costo Nuevo de reposición del equipo. Fecha de factura de compra: 2012 Costo FOB: \$ 62,339.00 inflación promedio anual: 3.65% Divisa de los años 2002: \$ 2,000.00 USA a Enero 2016: \$ 22,871.00 USA.

Se tomará en consideración los porcentajes de impuestos y gastos de nacionalización para realizar el cálculo de ajuste de importación y encontrar el valor de reposición del bien nacionalizado, mismo que servirá para realizar el cálculo de valoración, del resultado de la tasación se procede a analizar el costo de operación de la máquina:

Gastos de nacionalización 3.5% variable, depende del tipo de equipo (CIF)

Impuestos fiscales, Variable) del 0% a 20%, depende del tipo de maquinaria, (pesada, liviana o metalmecánica, etc.), para nuestro caso es el 5.5% (CN) dando un subtotal de 9% más 14% de impuesto al valor agregado (IVA)

Para calcular CN, se tiene entonces:

$$\text{Costo CIF} = 1.035 \times \text{Costo (FOB)}$$

$$\text{CIF} = 1.035 \times \text{Costo (FOB)}$$

$$\text{CIF} = 1.035 \times 62,339.00 = \$ 64,520.865$$

$$\text{CN} = (1.09 \times \text{Costo CIF})$$

$$\text{CN} = (1.09 \times \text{Costo CIF}) \times 1.14$$

$$\text{CN} = (1.09 \times 64,520.865) \times 1.14 = \$ 80,173.63$$

Ahora, aplicando, el ajuste por importación, se tiene:

$$\text{Costo Original de Maquinaria} = 62,339.00 \$ / \text{US} \$ \times 2.2871 \$/\text{US} = 27,256.788$$

Costo Original de Maquinaria = \$ **89, 595.788** dando un ajuste del 11.75% del costo reposición nacionalizado. (Restrepo, 2010)

## 2.4 COSTO HORARIO DE POSESIÓN DE UNA MAQUINARIA

Para realizar este cálculo se realiza la suma de los siguientes costos:

- Depreciación
- Seguros, Impuestos, Almacenaje
- Interés del capital invertido

### 2.4.1 Depreciación.

Con el tiempo se produce un desgaste natural en las máquinas. A pesar de que se tenga un buen cuidado en las máquinas, éstas irán perdiendo su valor adquisitivo por factores físicos como la obsolescencia. En ese momento es necesario preparar la reposición del equipo. La máquina se vuelve obsoleta cuando está inactiva, ya que cada día las máquinas son más eficientes y productivas. La depreciación es un factor muy importante que debe ser considerado para el cálculo del costo horario del equipo.

Ejemplo. Basada en el costo horario de posesión de la máquina. Supongamos que determinado equipo de construcción, (Volqueta 8m<sup>3</sup>) tiene un valor de adquisición de \$80,500.00 dólares americano, una vida económica útil de 5 años, a razón de 2,000 horas anuales y un valor de rescate de 20%, calcular su depreciación o amortización anual y su depreciación horaria. (Carhuavilca, 2010)

$$\text{DEP} = 80,500.00 - 00.00 / \text{año } 5 \text{ años} = \$ 16,100.00$$

$$\text{DEP} = 80,500.00 - 00.00 / \text{hora } 5 \text{ años} \times 2,000 \text{ h/año} = \$ \mathbf{8.05}$$

En el ejemplo anterior supongamos que dicho equipo, recorrerá durante toda su vida económica útil 150,000 Km, calcular su depreciación por kilómetro.

$$\text{DEP} = 80,500.00 - 00.00 / 150,000 \text{ Km} = \$ \mathbf{0.53 \text{ Km.}}$$

- **Inversión media Anual (IMA)**

La variación en el rendimiento de una maquinaria a lo largo de su vida económica útil, obliga a buscar un valor representativo e invariable sobre el cual aplicar los intereses, seguros, impuestos,... etc.; a este valor se le denomina Inversión Media Anual (IMA), y se define como la media aritmética de los valores que aparecen en los libros al final de cada año, después de deducirles la cuota de depreciación correspondiente a cada año. Deducción de la fórmula para el cálculo de la Inversión Media Anual, para el caso de una máquina depreciada por el método de la línea recta o suma de los dígitos. Para el análisis se toma los valores revalorizados de una volqueta, (\$ 80,500.00) (Valoración Maquinaria, 2016)

$$\text{IMA} = \frac{V_a (n+1) + V_r (n-1)}{2n}$$

Aplicación de la fórmula de Inversión Media Anual. (IMA)

Ejemplo N° 1: Calcular la Inversión Media Anual para el caso del ejemplo de la línea recta: Métodos más utilizados para el cálculo de la depreciación:

$$\text{IMA} = 80,500.00 (5 + 1) + 0 (5-1) / \text{año } 2 \times 5 \text{ años} = \$ \mathbf{48,300.00}$$

Ejemplo N° 2: Se toma los valores que aparecen en los libros al final de cada año, Tabla N° 14 después de deducirle la cuota de depreciación correspondiente a cada año. Para el análisis se toma los valores del ejemplo anterior de la línea recta.

$$\text{IMA} = \frac{80,500.00 + 64,400.00 + 48,300.00 + 32,200.00 + 16,100.00}{5 \text{ años}}$$

$$\text{IMA} = 241,500.00 / \text{año } 5 \text{ años} = \$48,300.00$$

#### 2.4.2 Seguros.

Consiste en el pago de la tasa anual que se debe pagar para proteger la maquinaria contra todo tipo de riesgos y este costo se determina por el valor de la póliza cuyo monto se convierte en costo horario. Sin embargo, también como un monto aproximado se puede considerar este costo como el 2% a 3% de la inversión media anual. (Carhuavilca, 2010)

#### 2.4.3 Impuestos.

Son los tributos que se pagan al gobierno anualmente en base a un porcentaje del bien adquirido, el cual es fijado por la Legislación Tributaria vigente, pero también se la puede considerar como una aproximación a un porcentaje de la inversión media anual. (Carhuavilca, 2010)

#### 2.4.4 Almacenaje

Involucra todo lo relacionado con el costo de la seguridad, almacén y vigilancia del equipo una vez terminado el día de trabajo y es un porcentaje de la inversión media anual, sin embargo, también puede ser calculado de manera más exacta si la empresa alquila un lugar para guardar sus máquinas y de esta manera detallar cuál es el costo de almacenaje por cada equipo. (Carhuavilca, 2010)

Para calcular el costo de seguros, impuestos y almacenaje se usa la siguiente fórmula:

**Seguros, Impuestos y Almacenaje = I = IMA \*  $\Sigma$  de Tasas Anuales / VEU en horas**

Dónde:

IMA=Inversión Media Anual.

$\Sigma$  de tasas anuales= Primas anuales de seguros + tasas de impuestos anuales + tasas de impuestos por posesión de maquinaria anuales + el % de almacenaje.

VEU = Vida Económica Útil de la maquinaria expresada en horas anuales de trabajo.

Ejemplo de aplicación de la formula, Seguro, Impuesto y Almacenaje:

$$I (\text{SeI}) = 48,300.00 * 4.5\% * 6 / 12,000 \text{ hrs} = \mathbf{10.867}$$

#### **2.4.5 Interés del capital invertido**

Consiste en el interés que se debe pagar cuando se utiliza financiamiento de instituciones financieras o del mercado de capitales para la adquisición de maquinaria, sin embargo, incluso si existiera capital suficiente para que la empresa pague por el equipo de contado se debe considerar el interés de la inversión, debido al costo de oportunidad que hay al invertir un capital que se pudo utilizar en otro negocio que genere ganancias para la empresa. El interés del capital invertido tiene la siguiente fórmula: (Carhuavilca, 2010)

**Interés Horario del Capital Invertido = IMA\*Tasa de Interés / VEU en Horas**

Dónde:

I=Interés horario del capital invertido.

IMA= Inversión media anual.

T = Tasa de interés anual vigente. (TAMN) más gastos bancarios.

VEU = Vida Económica Útil de la maquinaria en horas anuales de trabajo.

TAMN= Tasa Activa en Moneda Nacional.

TAMEX=Tasa Activa en Moneda Extranjera.

Ejemplo de aplicación de la fórmula, Interés por Inversión de Capital:

$$I (\text{Iic}) = 48,300.00 * 16\% * 6 / 12,000 = \mathbf{3.864}$$

#### **2.4.6 Costo de propiedad**

El solo hecho de ser dueño de maquinaria de cualquier tipo, representa una erogación continua, independiente del trabajo que realice el equipo. Este costo se desprende de los renglones de depreciación, intereses, impuestos, seguros, estacionamiento y bodegaje, factores que afectan al dueño de la maquinaria permanentemente por ser inherentes al hecho de tener invertido un capital. Como se indica en el cuadro 4.

#### CUADRO 4. Factores de costo de propiedad

FACTORES DE COSTO DE PROPIEDAD		
Vida en Años	Vida en Horas	Factor C
5	10000	0.1681
6	12000	0.1495
7	14000	0.1363
8	16000	0.1263
9	18000	0.1186
10	20000	0.1124
11	22000	0.1074
12	24000	0.1031
13	26000	0.0996

**Fuente:** (CATERPILLAR, 2000)

**Elaborado por:** Autor

### 2.5 COSTO HORARIO DE OPERACIÓN DE UNA MAQUINARIA

El costo de operación de la maquinaria consiste en la suma de los siguientes elementos:

#### 2.5.1 Combustible.

El precio de este tipo de combustibles para máquinas especializadas, es más costoso para máquinas, además el costo aumenta considerando la cantidad que sea necesaria para que la máquina funcione y también varía según la potencia, tipo de trabajo, clase de maquinaria y ubicación. Además hay otro factor como la destreza del operador lo que hace necesario que éstos sean capacitados cuando se adquiere una nueva máquina. Para conocer cuál será el costo del combustible la información se debe obtener de la obra, pero teniendo en cuenta que el presupuesto sólo puede estimar un valor aproximado por lo que el costo no es exacto. Los manuales técnicos también se utilizan para aportar datos sobre el costo, pero también la experiencia del operador se debe considerar, así como estadísticas de obras parecidas. También al momento de realizar el proyecto la información recopilada sobre el costo se compara con los datos reales de la obra, al mismo tiempo hay que tener en cuenta la política de mantenimiento de la empresa, ya que si no se realiza de la forma como lo indique el manual se pueden incurrir en mayores gastos en cuanto al combustible como una mala calibración del sistema de inyección, etc. Como se indica en el cuadro 5. (Carhuavilca, 2010)

### Cuadro 5. Factores de consumo por combustible

FACTORES DE CONSUMO DE COMBUSTIBLE A PLENA POTENCIA	
Tipo de Consumo	Consumo Aproximado (Galones por HP)
Retroexcavadora, Excavadora, Cargadores, Compactadores y Motoniveladora	0.052 galones, diésel
Volquetas	0.0308 galones, diésel
Para equipos con motor a gasolina	0.0600 galones, diésel

**Fuente:** (Janon F. V., 2000)

**Elaborado por:** Autor

#### 2.5.2 Lubricantes.

Para conocer el costo de consumo de los aceites, hay que conocer la capacidad que tiene; el depósito de aceite para el motor, también la capacidad del sistema para los aceites hidráulicos, liquido de transmisión, entre otros, y a esto se lo multiplica por el valor del galón de aceite respectivo y se lo divide en las horas necesarias para realizar un cambio de aceite.

**Costo Lubricantes (\$.h) = Costo galón \* Capacidad del depósito / VEU en horas**

El ambiente también es un factor que influye en el cambio de lubricantes, sin embargo, esto no se lo puede calcular, así que para saber que tanto puede influir el ambiente se deben usar estadísticas para determinar con anticipación cuando sería necesario un cambio. Por último también la calidad del lubricante es importante y considerando los cálculos realizados se puede estimar un costo de lubricación entre el 10% y 15% respecto al consumo en motores diésel. Como se indica en el cuadro 6 (Carhuavilca, 2010)

### Cuadro 6. Consumo horario de aceite

CONSUMO HORARIO DE ACEITES ( gl / h)			
Potencia hp	Aceite de Motor	Aceite de Hidráulico	Aceite de Transmisión
Hasta 100	0.02 a 0.06	0.01	0.02
De 150 a 200	0.09 a 0.12	0.02	0.03
De 200 a 250	0.12 a 0.15	0.03	0.04
De 250 a 300	0.15 a 0.18	0.03	0.04
De 300 a 350	0.18 a 0.21	0.04	0.05
De 350 a 400	0.21 a 0.24	0.04	0.05
De 400 a 450	0.24 a 0.27	0.05	0.06
De 450 a 500	0.27 a 0.30	0.05	0.06

**Fuente:** (Janon F. V., 2000)

**Elaborado por:** Autor

### 2.5.3 Grasa.

Esta depende del tamaño y tipo de máquina, para conocer el costo se utiliza la información que especifica el fabricante de cada maquinaria. Como se indica en el cuadro 7. (Carhuavilca, 2010)

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

**Cuadro 7. Consumo de grasa**

CONSUMO DE GRASA POR HORA (LB) POTENCIA HP				
Maquinas	Menor 100	De 100 a 150	De 100 a 200	Más de 200
Cargador sobre llantas	0.03	0.03	0.03	0.04
Retroexcavadoras	0.03	0.03	0.03	0.03
Volquetas	0.10	0.15	0.20	0.25
Motoniveladoras	0.08	0.09	0.09	0.10
Compactadores	0.02	0.02	0.02	

**Fuente:** (Janon F. V., 2000)

**Elaborado por:** Autor

### 2.5.4 Filtros.

El costo de este factor se lo realiza con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo hora de filtro} = 20 (\text{Combustibles} + \text{Lubricantes}) / 100$$

Para obtener el costo de los filtros se necesita del uso de estadísticas sobre máquinas de construcción, sin embargo, también se considera por cuestiones prácticas que el costo de los filtros se acerca al 20% del total de combustibles y lubricantes, lo cual se describe en el cuadro 8. (Carhuavilca, 2010)

**Cuadro 8. Costo de filtros**

Filtro	Intervalo de Cambio	N° de filtros	Costo \$	N° de filtro \$ 2000 hrs	Costo total \$
Motor	250 hrs				
Transmisión	500 hrs				
Hidráulico	500 hrs				
Combustible					
<b>Total:</b>					<b>\$</b>

Costo total filtros \$ \_\_\_\_\_ / 2,000 hrs = \$ \_\_\_\_ Costo de filtros por horas.

**Fuente:** (Janon F. V., 2000)

**Elaborado por:** Autor

### 2.5.5 Neumáticos.

El problema de este costo es que su vida útil depende de factores como el mantenimiento, estado de la vía, velocidad, curvas, volumen de carga, etc. Pero si es necesario considerar el costo por hora el cual es elevado y se calcula por separado. Como se describe en el cuadro 9 y cuadro de anexo 9A. (Carhuavilca, 2010)

$$\text{Costo hora de la llanta (\$/ h)} = \text{costo de la llanta / VU de la llanta (hrs.)}$$

**Cuadro 9. Vida útil de los neumáticos**

VIDA ÚTIL DE LOS NEUMÁTICOS		
N°	CONDICIÓN	VIDA ÚTIL (horas)
I	<b>EQUIPO DE TRANSPORTE DE PERSONAL</b>	
	Camionetas	1,200
II	<b>EQUIPOS DE COMPACTACIÓN</b>	
	Rodillo liso vibratorio autopropulsado	4,000
IV	<b>EQUIPOS PARA REFINE Y AFIRMADO</b>	
	Motoniveladora, Cargadora	3,000

**Fuente:** (CATERPILLAR, 2000)

**Elaborado por:** Autor

**CUADRO 9A. Vida útil calculada de los neumáticos**

VIDA ÚTIL CALCULADA DE LOS NEUMÁTICOS DE LAS UNIDADES DE ACARREO (CAMIONES Y TRAILLAS)		
N°.	CONDICIÓN	FACTOR
I	<b>MANTENIMIENTO</b>	
	Excelente	1.090
	Medio	0.981
	Malo	0.763
II	<b>VELOCIDADES MÁXIMAS</b>	
	10 mph = 16 km/h	1.090
	20 mph = 32 km/h	0.872
	30 mph = 48 km/h	0.763
III	<b>CONDICIONES DEL TERRENO</b>	
	Tierra blanda - sin roca	1.090
	Tierra blanda - algunas rocas	0.981
	Bien mantenido - ruta con grava	0.981
	Mal mantenido - Ruta con grava	0.763
	Voladura - Rocas agudas	0.654
IV	<b>CARGA</b>	
	Carga recomendada	1.090
	20% de sobrecarga	0.872
	40% de sobrecarga	0.545

**Fuente:** (CATERPILLAR, 2000)

**Elaborado por:** Autor

### 2.5.6 Piezas de desgaste.

Constituye todas esas piezas que se desgastan fácilmente, además no se las considera parte de las reparaciones generales y son difíciles de conseguir, como las hojas motoniveladoras, cuchillas, dientes del cucharón, martillos, etc. Es difícil establecer reglas para las piezas debido a las condiciones de uso, pero se pueden considerar valores como los siguientes. Como se indica en el cuadro 10. (Carhuavilca, 2010)

**Cuadro 10. Tiempo estimado de desgaste, partes o piezas**

TIEMPO DE DEGASTE	
Descripción	Tiempo Estimado de Degaste
Trenes de orugas:	2,000 a 6,000 h.
Neumáticos pesados:	30,000 a 50,000 km (3,000 a 5,000 h)
Cuchillas de traíllas:	150 a 200 h.
Hojas de motoniveladora:	350 a 500 h.

**Fuente:** (Janon F. V., 2000)

Elaborado por: Autor

### 2.5.7 Mantenimiento y reparación.

Básicamente se refiere al costo de mantener en buen estado la maquinaria para su correcta utilización y funcionalidad, para ello se considera el mantenimiento y reparaciones por la mano de obra, y repuestos. Este costo puede variar según las condiciones de la máquina y el tipo de obra. De esta forma el mantenimiento busca prolongar la vida útil del equipo y los tipos de mantenimiento más comunes el preventivo, correctivo y predictivo. También hay que considerar que el no realizar un mantenimiento en el momento adecuado ni con la respectiva frecuencia que requiera el equipo puede resultar en que la empresa incurra en costos adicionales que se podrían haber evitado con un adecuado mantenimiento. El costo de mano de obra en mantenimiento se estima como el 25% y en repuestos es de 75%, sin embargo, pueden variar según cada caso. Como se describe en el cuadro 11. (Carhuavilca, 2010)

**Cuadro 11. Eficiencia de trabajo de mantenimiento**

EFICIENCIA DE TRABAJO					
Condiciones de Operación	Mantenimiento de la Máquina				
	Excelente	Bueno	Normal	Regular	Malo
Excelente	0.83	0.81	0.76	0.7	0.63
Bueno	0.78	0.75	0.71	0.65	0.6
Normal	0.72	0.69	0.65	0.6	0.54

**Fuente:** (Revista especializada, Maquinaria Pesada, 2016)

Elaborado por: Autor

## 2.6 COSTO HORARIO DE OPERADOR ESPECIALIZADO

Depende de las condiciones legales de los trabajadores de una construcción civil, donde las habilidades del operador según si el tipo de máquina es liviana o pesada también influyen en este costo. (Carhuavilca, 2010)

De manera referencial se tienen los siguientes valores:

Operador Especializado de equipo liviano.

= 1.2 x costo de H-H del operario de Construcción Civil

Operador Especializado de equipo pesado

= 1.5 x costo de H-H del operario de Construcción Civil

El costo horario total no incluye los gastos generales, utilidad ni el impuesto general a las ventas, y se obtiene de la siguiente suma de costos:

**Costo Horario Total = Costo Horario de posesión + Costo Horario de Operación  
+ Costo del Operador Especializado**

## 2.7 SALARIO

El salario del operador dependerá de la experiencia, el nivel de cursos técnicos y académicos aprobados, el tiempo que tenga de laborar, el tipo de máquina que esté operando. El costo salarial será conformado con respecto a las bases del salario mínimo unificado, y todos los beneficios de ley que apliquen en el país de origen. Para nuestro estudio se considera los salarios de mercado del año 2016, como se indica en el cuadro 12. (Valoración Maquinaria, 2016)

**Cuadro 12. Análisis de sueldos en base a mercado - 2016**

Cargo / Actividad	Salario de Mercado 2016	13er Sueldo	14to Sueldo	Vacaciones	Ingreso Mensual	(-) 9,45% IESS	Neto a Recibir	Costo / Hora
Cargadora Frontal	600	50	31	25	706	57	649	4.06
Excavadora	750	63	31	31	874	71	803	5.02
Mecánico, Equipo Pesado	525	44	31	22	621	50	572	3.57
Operador de Volqueta	525	44	31	22	621	50	572	3.57

**Fuente:** (Ministerio de Trabajo, 2016)

**Elaborado por:** Autor

## 2.8 COSTO O VALOR DE REPOSICIÓN

**Componentes del costo total o valor de reposición.** El valor de reposición de maquinaria, equipos y enseres importados; se compone de varios conceptos que reúnen diferentes costos para el activo que se está valorando. Se conoce generalmente como el valor que hay que pagar por un bien de características iguales o equivalentes al que se está tasando, pero nuevo. Se considera el costo de mercadería nacionalizada descrita anteriormente, incluyendo previamente el ajuste de precio de acuerdo a índices internacionales de costo, por inflación. Este valor servirá de punto de partida para el cálculo de la valoración de la maquinaria, aplicándole todos los factores y criterios a que hubiere lugar. (Restrepo, 2010)

Conjuntamente con el concepto del Costo de Adquisición o de Reposición, forma la parte esencial del estudio de la valoración de bienes muebles, ya que el valor de los mismos se define como:

$$\text{Valor Actual} = \text{Valor de Adquisición a Nuevo} - \text{Depreciación}$$

### 2.8.1 Costo de Reposición

El costo de reposición es el punto de partida o arranque apropiado para desarrollar una opinión de valor usando la “Aproximación al costo”.

- **Costo de reposición a nuevo.-** Es el costo actual de un bien similar nuevo que presta una utilidad lo más cercanamente equivalente a la del bien que se está avaluando.
- **Costo de reproducción a nuevo.-** Es el costo actual de reproducir una replica nueva del bien que se está avaluando, usando los mismos materiales o los más cercanos. Por ej. Nuevo diseño de la Maquinaria reconstruida. (Frederick, 1983)

## 2.9 REVALORIZACIÓN.

La revalorización de activos fijos se circunscribe a un proceso de fijación de nuevo precios de los bienes muebles e inmuebles. Es el proceso de actualización del valor de los activos de una empresa, los cuales se consideran que están por debajo de su verdadero y justo valor. Se entiende como un aumento en el valor de un activo sin que cambien sus condiciones físicas, también se puede reconocer cuando se le han hecho cambios y mejoras en las condiciones operativas. Las causas de la sub-valorización de los activos pueden ser: fuerte inflación, devaluación del signo monetario o aumento extraordinario del precio de

maquinarias de procedencia extranjera. La revalorización puede emplearse como un medio para el aumento del capital pagado de una empresa, con el evidente peligro de que se cometan excesos sin fundamentos sólidos y con el consiguiente desajuste económico-financiero para la empresa. Tiene también incidencia en el impuesto sobre la renta de la compañía, debido al nuevo valor de las máquinas y equipos especialmente de importación.

Partiendo del costo histórico de producción y estimándolo a valor presente actual. También se conoce como revalorización en el ámbito de la tasación a una reconstrucción parcial o reparación general de la maquinaria; reparación del motor principal, mejora en sus sistemas, etc. Con el fin de alcanzar una productividad normal de producción. (Restrepo, 2010)

## **2.10 TASACIÓN**

La tasación consiste en realizar un cálculo para conseguir un valor comercial lo más cercano posible a la realidad respecto a una propiedad. Para esto el tasador debe tener conocimientos sólidos sobre el mercado inmobiliario y del valor según el tipo de construcción para poder fijar el valor más adecuado a una propiedad. En el caso de los bancos, estos usan el valor de tasación para entregar un crédito ya que no pueden arriesgarse a que si el deudor no cumple, la propiedad hipotecada se encuentre por debajo del valor del crédito que va a otorgar. (Subsidio.Cl, 2016)

De igual forma para la tasación de maquinaria y equipo se requiere de profesionales con experiencia en ingeniería de tasación puesto que es un proceso muy complejo y de ser necesario deben cumplir con las Normas Internacionales de Contabilidad y de Información Financiera (NIIF) y con Decretos Nacionales sobre normas contables. Esta metodología se puede aplicar para diversas industrias como la maderera, metalmecánica, textil, de transporte, de construcción, entre otras. (Restrepo, 2010)

### **2.10.1 Parámetros del resultado de una tasación**

Una correcta tasación puede proveer información que no es fácil de obtener, por eso la tasación es una decodificación de información.

Para que una tasación se realice de manera exitosa hay que tener en cuenta la capacidad del tasador que la realiza, el cual debe ser un perito en la materia, además de estar bien capacitado en los rudimentos de la gestión. (Hidalgo, 2013)

### 2.10.2 Conceptos de valor y principios de una tasación

La ingeniería de tasación es una especialidad de la ingeniería que reúne un conjunto amplio de conocimientos, en el área de la ingeniería y la arquitectura, así como de otras ciencias sociales, exactas y de la naturaleza, con el objetivo de determinar técnicamente el valor económico de un bien, y a partir de esto se origina el concepto de valor.

- **Valor de mercado. (V.m)** Es el que se determina por mutuo acuerdo entre un vendedor y un comprador, donde ambos individuos tienen información completa sobre las condiciones de compra y venta del bien.
- **Valor actual estimado. (V.ae)** Es el valor del activo al momento que se realiza el avalúo del bien, considerando todos los factores.
- **Valor de Reposición. (V.R)** Consiste en el valor de un bien según lo que costaría si se sustituyera por otro con características similares.
- **Valor rentable. (V.r)** Se refiere al valor actual de los ingresos, determinados por los pronósticos de los gastos e ingresos actuales y por la tendencia de los negocios. (Hidalgo, 2013)

La tasación de un bien requiere de los siguientes principios esenciales:

- a. Principio de cambio: Se refiere a los cambios que sufren los bienes con el paso del tiempo, los cuales se deben a cuestiones económicas, sociales, culturales y políticas, que afectan el valor de la propiedad. Según la influencia de los cambios sobre una determinada propiedad, el valuador proporciona una opinión sobre dicho bien.
- b. Principio de oferta y demanda: Para fijar el valor de un bien, es necesario que exista una demanda para establecer el valor. En un escenario donde existe competencia perfecta, el valor obedece a la Ley de oferta y demanda, donde el precio será igual al valor y al valor de mercado. Este último se estima como el promedio de precios.
- c. Principio de uso mejor y más productivo: Consiste en producir el mayor ingreso neto por un tiempo determinado. El objetivo de una valuación es fijar el valor de un bien, considerando su utilidad potencial y rentabilidad en términos reales, comparándolo con otros bienes similares.
- d. Principio de sustitución: Cuando un comprador se interesa en un bien, primero buscará las diferentes opciones disponibles en el mercado y optará por la que tenga el mejor precio.

- e. Principio de nivel de precios: Puede haber variaciones en el precio de un bien cuando hay cambios en los costos de producción. También las tendencias en altos precios de bienes y servicios provocan inflación, por lo que el valuador debe conocer de estas variaciones para dar una opinión.
- f. Principio de conformidad: El empleo de bienes tiene que cumplir con las normas de su sector, las cuales deben ser claras y regidas por las leyes que controlan el desarrollo de su actividad y también se debe considerar el impacto ambiental a causa de dicho bien.
- g. Principio de integración y desintegración: Se refiere a las diversas etapas por las que pasan los bienes en el transcurso del tiempo, por lo que es necesario saber en qué etapa se encuentra el bien que se está valuando ya que esto va a afectar el valor presente de la propiedad. Además se debe conocer el estado del bien por dentro y por fuera para fijar su valor.
- h. Principio de calidad y normalización: La calidad de un bien está relacionada con el cumplimiento de sus normas durante su producción, lo que aumenta el interés de adquisición del bien. También la calidad da como resultado un mayor precio de venta, posición en el mercado y competitividad.
- i. Principio de objetividad: La ingeniería de tasación debe ser objetiva con una subjetividad bien intencionada, se puede aplicar a muchas áreas como la arquitectura y otras relacionadas, que requieran estudios especializados en tasación. (Hidalgo, 2013)

Estos principios se deben cumplir rigurosamente en la tasación de bienes muebles e inmuebles, lo cual se en marca más adelante en el siguiente capítulo.

### **2.10.3 Metodología para tasación de maquinaria**

Este trabajo de investigación pretende comparar muy brevemente los resultados que se obtienen al emplear varios métodos (disponibles y aceptados en la bibliografía especializada) para el cálculo de los factores de depreciación, que deben ser aplicados como partes del proceso de tasación de activos muebles e inmuebles, y las consecuencias que pueden derivarse de la selección de uno u otro método por el perito tasador. Para realizar esta valoración se consideran los siguientes factores:

- **Base de depreciación:** La depreciación se calcula mediante métodos constantes desde la fecha en que se empiezan a utilizar los activos fijos. Para este cálculo se toma en cuenta al costo de adquisición del equipo, incluyendo las erogaciones por instalación, montaje, entre otros, y los gastos de mejoras incorporadas que sean fijos.

- **Valor residual:** también se lo denomina valor de desecho, de rescate o recuperable. Y consiste en el valor que tendrá un bien cuando ya se encuentre depreciado.
- **Vida útil estimada:** La vida útil estimada es el tiempo total estimado generalmente en años, que se espera que se vaya a disponer de un bien en condiciones aceptables para la producción. En este punto nos referimos a la vida física de la máquina en condiciones de prestar servicios a la producción. (Frederick, 1983)

La vida útil de un activo se realiza considerando estos elementos:

- Obsolescencia
- Uso y desgaste físico esperado
- Límites contractuales o de otro tipo para el uso del activo
- Mantenimiento preventivo y correctivo

La vida útil de un activo se puede medir por medio de las unidades de producción, kilómetros por recorrer, años y meses, horas de trabajo. (Valoración Maquinaria, 2016)

- **Vida útil productiva:** La vida útil productiva es el tiempo que se espera que el activo contribuya a la generación de ingresos, o el tiempo que se espera que el activo sea económicamente productivo para la empresa. Para identificarla, se debe conocer varios aspectos, tales como las descripciones técnicas del fabricante, la obsolescencia por los avances tecnológicos, la intervención de la naturaleza en la conservación de las maquinarias y el deterioro por su uso. Como se indica en el cuadro 13. (Frederick, 1983)

**Cuadro 13. Factores de depreciación por tecnología**

<b>DEPRECIACIÓN POR TECNOLOGÍA</b>	
	%
La misma tecnología	100
Algunos cambios sensibles	95
Cambios importantes vigentes	90
Cambio de tecnología vigentes	85
Cambios de tecnología no	65

**Fuente:** (Valuacion de maquinarias, equipos, instalaciones y vehiculos)

**Elaborado por:** Autor

#### 2.10.4 Procedimientos de tasación.

Los pasos para realizar la valuación de maquinaria y equipo es la siguiente:

Inspección de bienes. Para verificar su existencia, condiciones y conseguir datos como información técnica y de identificación.

Obtención de cotizaciones de equipos y maquinarias. Pueden ser equipos nuevos con las mismas características o similares a las requeridas.

Procesamiento de información. Se realiza siguiendo diferentes procesos técnicos para valorar maquinaria pesada.

Valoración de cada ítem procesado. Esto es realizado por un especialista en tasación que aplica la metodología respectiva.

Recopilación de información. Se realiza en un documento final, incluyendo observaciones y aclaraciones requeridas. (Janon F. v., 2002)

#### 2.11 MÉTODOS DE DEPRECIACIÓN

La Depreciación Ordinaria, puede ser calculada de forma anual, mensual, diaria u horaria, y es causada por el desgaste debido al paso del tiempo, lo que provoca que la maquinaria pierda valor incluso cuando no se está utilizando. La depreciación se obtiene del resultado económico que el bien consigue con su trabajo y que al final de su vida económicamente útil, proporciona un capital para reemplazarla por otra máquina. La depreciación es un concepto que pertenece a varios ámbitos, entre los que podemos citar: el de la contabilidad, el derecho tributario, el técnico...etc. Como se indica en el cuadro 14. (Restrepo, 2010)

**Cuadro 14. Vida útil contable de acuerdo al tipo de bien**

Tipo de Bien	Vida Útil Contable
Inmueble	20 años
Mueble; Maquinaria y Equipo; Aviones, Trenes y Barcos	10 años
Vehículos y Computadores	5 años

**Fuente:** (Bach & Vitale, 1981)

**Elaborado por:** Autor

Los métodos técnicos más utilizado en la valuación por los tasadores de bienes muebles e inmuebles, a nivel internacional y aceptado por las normas ante indicada (NIIF), se describe de forma conceptual para considerar mas adelante alguno de los métodos, según sea el caso de tasación para el trabajo de investigación, estos son:

1. Método de Parábola de Kuentzle
2. Método Intermedio de Ross
3. Método JANS
4. Método Contable Tradicional o Universal
  - 4.1 Basado en la actividad, producción o unidad de uso.
  - 4.2 Método de línea recta o decreciente. (Carhuavilca, 2010)

Los métodos a considerar para el análisis serán el método de Jans y el método de línea recta o decreciente.

### 2.11.1 Aplicación de los Métodos de Depreciación

A continuación se define la parte conceptual de unos de los métodos de depreciación más utilizados en la ingeniería de tasación, obtener un factor por pérdida de valor por cualquier causa.

### 2.11.2 Método basado en la actividad o Unidades de producción.

En este proceso la depreciación se distribuye en diferentes años en proporción al uso que tenga el activo en cada período, tomando como base las unidades que se producirán en cierto número de años y la depreciación que se acumula según la cantidad de unidades producidas en el año. Como se describe en el cuadro 15. (Valoración Maquinaria, 2016)

$$\text{Depreciación por unidad} = \text{Costo del activo} / \text{Capacidad de producción}$$

**Cuadro 15. Cálculo de depreciación por unidades producidas**

Descripción:	Volqueta	Método de depreciación			
Valor, Act.	80,500.00	Unidades Producidas			
Cap. Unid.	13,000.00	Procedimiento de Cálculo			
Vida útil (Años)	Unidades producidas	Alícuota Depreciación.	Cuota Depreciación	Depreciación. Acumulada	Valor neto en libros
1	2,000	6.19	12,384.62	12,384.62	68,115.38
2	2,500	6.19	15,480.77	27,865.38	52,634.62
3	2,000	6.19	12,384.62	40,250.00	40,250.00
4	2,200	6.19	13,623.08	53,873.08	26,626.92
5	1,500	6.19	9,288.46	63,161.54	17,338.46
6	1,800	6.19	11,146.15	74,307.69	6,192.31
7	1,000	6.19	6,192.31	80,500.00	-
Fórmula:		$D_u = \text{costo} / C_p = 80,500 / 13,000 = 6.19$			

**Elaborado por:** Autor

La depreciación por unidad se calcula mediante la división entre el valor del activo y la capacidad de unidades. La cuota de depreciación resulta del producto de la depreciación por unidad con la unidad producida de su respectivo año. La depreciación acumulada y el valor neto en libros se calculan igual que en los métodos anteriores.

### 2.11.3 Método de línea recta

Es el método contable más utilizado, donde se deprecia la maquinaria en función del tiempo y no del uso, tanto el deterioro y envejecimiento son factores que provocan un bajo rendimiento en el funcionamiento de la maquinaria. De esta forma el rendimiento del activo se reduce con cada ejercicio en la misma proporción y el costo del servicio no varía, sin importar el nivel de uso. Como se describe en el cuadro 16 (Valoración Maquinaria, 2016)

$$\text{Depreciación} = \text{Costo del activo} - \text{Valor residual} / \text{Vida económica útil}$$

**Cuadro 16. Cálculo de depreciación por línea recta**

Descripción del activo:	Volqueta 8 m <sup>3</sup>		
Valor del activo:	80,500.00	Método de depreciación	
Vida útil :	5.00	Línea Recta	
Vida útil (Año)	Cuota depreciación	Depreciación acumulada	Valor neto en libro
1	16,100.00	16,100.00	64,400.00
2	16,100.00	32,200.00	48,300.00
3	16,100.00	48,300.00	32,200.00
5	16,100.00	80,500.00	-

**Elaborado por:** Autor

Como se observa en el cuadro 16, la cuota de depreciación se obtiene dividiendo el valor del activo menos el valor residual para los años de vida útil. La depreciación acumulada en el primer período es igual al valor de la cuota del primer año y a partir del segundo año se suma la depreciación acumulada anterior con la cuota del segundo año. El valor neto en libros es la diferencia entre el valor del activo y la depreciación acumulada de cada año.

### 2.11.4 Método del saldo decreciente.

En este método los cargos de depreciación del bien durante los primeros años de vida útil son mayores y menores en los últimos, ya que se consideran a las depreciaciones y reparaciones como parte del costo de un activo fijo, además el cuadro 17 muestra que las reparaciones de un bien aumentan con el tiempo, porque los cargos por depreciación tienden a disminuir. (Valoración Maquinaria, 2016)

**Cuadro 17. Cálculo de depreciación por reducción de saldos**

Descripción:	Volqueta	Chasis más tolva de 8m <sup>3</sup>			
Valor del activo:	80,500.00	Método depreciación			
Vida útil:	5.00	Reducción de Saldos			
Vida Útil (Año)	Tasa depreciación	Valor sin depreciar	Cuota depreciación	Depreciación acumulada	Valor neto en libros
1	0.369	80,500.00	29,707.93	29,707.93	50,792.07
2	0.369	50,792.07	18,744.44	48,452.37	32,047.63
5	0.369	12,758.39	4,708.39	72,450.00	8,050.00
Tasa=1- $\sqrt[n]{\text{valor residual} / \text{costo}} = 1 - \sqrt[5]{80,500 / 80,500} = 0.36904$					

**Elaborado por:** Autor

La tasa de depreciación se calcula mediante la siguiente fórmula  $1 - (\text{valor salvamento} / \text{valor activo}) * (1/\text{vida útil})$ . El valor sin depreciar para el primer año es el valor del activo y para los siguientes períodos resulta de la diferencia con la cuota de depreciación del año anterior. La cuota de depreciación se obtiene de la multiplicación de la tasa de depreciación y el valor sin depreciar, de igual forma la depreciación acumulada resulta de la suma del año anterior con la cuota del año en curso. Finalmente, mediante la diferencia entre el valor del activo y la depreciación acumulada del año en curso se obtiene el valor neto en libros.

### 2.11.5 Método de los Números dígitos

Este método es igual al método anterior debido a que los cargos por depreciación son mayores en los primeros años que en los últimos de vida útil del activo. La única diferencia radica en que en el método de saldo decreciente la tasa es fija sobre una base variable y en el método de los números dígitos la tasa es variable sobre una base fija. Como se describe en el cuadro 18. (Valoración Maquinaria, 2016)

**Cuadro 18. Cálculo de depreciación por suma de dígitos**

Descripción :	Volqueta	Chasis más tolva de 8m <sup>3</sup>			
Valor del activo:	80,500	Método de Depreciación			
Vida útil:	5.00	Suma de Dígitos del Año			
Valor de Rescate:	-	Procedimiento de Cálculo			
Vida Útil (Año)	Factor	Valor activo	Cuota depreciación	Depreciación acumulada	Valor neto en libros
1	0.33	80,500	26,833.33	26,833.33	53,666.67
2	0.27	80,500	21,466.67	48,300.00	32,200.00
3	0.20	80,500	16,100.00	64,400.00	16,100.00
4	0.13	80,500	10,733.33	75,133.33	5,366.67
5	0.07	80,500	5,366.67	80,500.00	-
Fórmula:				5/15 = 0.3333	
$S = n(n+1) / n$				$S = 5(5+1) / 2 = 5(6) / 2 = 15$	4/15 = 0.2666

**Elaborado por:** Autor

El factor para el primer año se obtiene con esta fórmula:  $\text{Factor} = (t_n/S)$ . El porcentaje es solo la multiplicación del factor por 100. La cuota de depreciación consiste en la multiplicación del porcentaje obtenido por el valor del activo. La depreciación acumulada es la suma de la depreciación acumulada anterior con la cuota del año en curso y el valor en libros es la resta entre el valor del activo con la depreciación acumulada.

Para maquinaria y equipos se debe considerar la vida útil del bien, la depreciación debida al tiempo de operación, así como al uso, conservación y mantenimiento del mismo. En términos contables, existen distintas legislaciones en América Latina que buscan regular con fines fiscales, la vida útil de los bienes a considerar desde el punto de vista contable. (Valoración Maquinaria, 2016)

### **2.11.6 Factores que son Fuente de Depreciación.**

Las tres causas de depreciación que conocen los valuadores de equipos y maquinarias son el deterioro físico, obsolescencia funcional, obsolescencia económica.

- **Factores físicos.** Es la pérdida de valor o de utilidad de un bien debido al paso del tiempo por causa del deterioro y desgaste del mismo, o por haber estado expuesto a sobre esfuerzos o factores similares.

El deterioro físico, normalmente se lo estima como un porcentaje. Un bien nuevo tiene el 0 % de deterioro físico, mientras que un bien ha terminado su vida útil sin que exista un valor residual, tiene 100 % de deterioro físico. (Carpio, 2007)

Existen tres métodos para medir el deterioro físico:

- **Apreciación visual.-** En este método, el valuador hace comparación basada en su experiencia.

#### **Condición por relación:**

- **Uso / Uso total.-** El deterioro físico puede estimarse relacionado el uso del bien (expresado en alguna unidad de medida) con el uso total esperado; horas de operación, número de piezas producidas, etc.
- **Edad / Vida.-** La relación entre la edad y la vida puede ser usada para medir el deterioro físico. Aunque es una depreciación en línea recta, no se lo debe confundir

con la depreciación contable, porque el valuador usa como concepto la “Evaluación” en lugar del concepto contable de edad y vida.

$$\text{EDAD EFECTIVA} / \text{VIDA FISICA} = \% \text{ de deterioro físico}$$

Para bienes más grandes, más viejos o más complejos, el concepto puede extenderse así:

$$\text{EDAD EFECTIVA} / (\text{EDAD EFECTIVA} + \text{VIDA FISICA RESTANTE}) = \% \text{ de deterioro físico}$$

- **Obsolescencia funcional por exceso en los costos de inversión.-** Es la diferencia entre costo de reproducción y el costo de reposición a nuevo.
- **Obsolescencia funcional por exceso en los costos de operación.-** Como resultado de la nueva tecnología, en muchos casos no solo es más barato adquirir un bien moderno / Capital de inversión; para reemplazar al usado, sino que también es más barato y eficiente operar el nuevo bien.

**Obsolescencia económica.-** Es la pérdida de valor o de utilidad de un bien a causa de factores externos, como incremento del costo de la materia prima, de la mano de obra y de servicios próximos al equipo o máquina, sin que se incremente el precio del producto y otros factores como: disminución de la demanda del producto, aumento de la competencia, regulaciones del medio ambiente, inflación o altas tasas de intereses, o factores similares. Como se observa en el cuadro 19. (Carpio, 2007)

**Cuadro 19. Porcentaje por Obsolescencia**

<b>FACTORES POR OBSOLESCENCIA ECONÓMICA (OE)</b>	
<b>Vida Consumida / Años</b>	<b>Porcentaje %</b>
1-6	5
7-12	10
13-18	20
19-24	25
41-45	65
46-50	75
Más de 51	85 -100

**Fuente:** (Carpio, 2007)

**Elaborado por:** Autor

**Factor de mantenimiento.** Consiste en determinar el valor según la calidad y la frecuencia de mantenimiento que requiere el equipo, lo cual es establecido por el perito valuador, este proceso también puede ser un método muy subjetivo pero es necesario para estimar la vida útil de la maquinaria. (Janon F. v., 2002)

El factor de conservación o mantenimiento, determina el grado de deterioro físico, por consecuencia del uso y daño por la exposición a los elementos externos. Como se describe en el cuadro 20.

Un indicio importante para determinar el nivel de mantenimiento, en la visita de la inspección deberá tomarse en cuenta:

Orden y limpieza

Organización y nivel de responsabilidad de la unidad de mantenimiento

Existencia o no de talleres propios de reparación

Nivel de equipamiento de los talleres

Existencia o no de almacenes de repuestos

**Cuadro 20. Factores de mantenimiento (FM)**

FACTORES DE MANTENIMIENTO SEGÚN LA CONDICIÓN		
	CONDICIONES	FM
Nueva	Recien Instalada, Excelentes Condiciones	0.95 - 1.00
Muy Buena	Muy Poco Uso, Sin Reemplazo De Partes o Reparaciones	0.90 - 0.95
Buena	Usada Pero Reparada, En Buenas Condiciones	0.70 - 0.85
Usable	Usada Pero En Condiciones Operativas, Necesita Reparaciones Considerables o Reemplazo De Partes	0.35 - 0.45
Pobre	Usada Requiere Reparaciones Mayores, Necesita Reemplazo De Partes Moviles o Estructurales	0.21 - 0.30
Regular	Usada Con Algunas Reparaciones o Reemplazos	0.50 - 0.65

**Fuente:** (Carpio, 2007)

**Elaborado por:** Autor

### 2.11.7 Grado de Operatividad (GO)

$$VC = (VSN - D) GO$$

$$D = (VSN - VR) \times E/T$$

Es un coeficiente aplicado al valor actual o al Valor de tasación (VT) a partir de los 2/3 de su uso productivo (T) del vehículo, maquinaria o equipo, evaluando los factores:

- Facilidad de Repuestos.
- Facilidad de Accesorios.
- Capacidad de Ampliación/Modernización.
- Grado de Confiabilidad.

A juicio del Perito, antes de los 2/3 de T puede aplicar el (Go) cuando el bien no cumple con los factores antes señalados. El cuadro 21 proporciona los (%) en función de grado de operatividad de repuestos, accesorios, entre otros.

**Cuadro 21. Factores por grado de operatividad**

<b>GRADO DE OPERATIVIDAD (GO)</b>			
<b>Factores</b>	<b>Bueno</b>	<b>Regular</b>	<b>Malo</b>
Repuestos	0 – 0.005	0.06 – 0.11	0.12 – 0.18
Accesorios	0 – 0.005	0.06 – 0.12	0.12 – 0.19
Capacidad de Ampliación	0 – 0.005	0.06 – 0.13	0.12 – 0.20
Confiabilidad	0 – 0.005	0.06 – 0.14	0.12 – 0.21

**Fuente:** (Carpio, 2007)

**Elaborado por:** Autor

### 2.11.8 Causas Indirectas de la Depreciación

- **Calidad de máquina y equipo:**

Es condición básica para el diagnóstico de la esperanza de vida útil. Existen marcas y modelos, las cuales su sola presencia es símbolo de calidad y durabilidad.

- **La calidad del mantenimiento:**

Es indispensable para la durabilidad de la máquina.

- **La calidad de los operadores de la maquinaria:**

Es una buena garantía de conservación si el personal recibe adiestramiento para el uso adecuado de los equipos.

- **Turnos de Trabajo:**

La vida útil se cuenta anualmente, pero se debe dejar de considerar la cantidad de turnos diarios que habitualmente trabaja una industria, una maquinaria que funciona las 24 horas está trabajando el triple que otra que solo trabaja un turno.

- **Propensión a la obsolescencia:**

Equipos que por su naturaleza son de rápida evolución y las nuevas generaciones dejan obsoletas a las anteriores.

- **Factores Externos:**

Pueden existir otros factores tales como políticas económicas del gobierno, invasión de nuevos productos que reemplazan a los tradicionales, reactivación de determinados procesos que pueden decretar el acortamiento o prolongación de la vida útil de máquinas, aun cuando se encuentren en buenas condiciones de producción. (Valoración Maquinaria, 2016)

## 2.12 MÉTODO SEGÚN EL TIPO BIEN O DE JANS

El método JANS, nace como una respuesta al uso del valor del dinero en el tiempo y con ello ciertos factores de conversión que logran dar un valor de acuerdo a criterios que se aplican. El método de JANS nos brinda la posibilidad de optar por un Índice “X” para hallar la raíz de (Edad / Vida Económica Útil) que nos da un Coeficiente de Depreciación más equilibrado para diferentes tipos de Bienes, lo que permite, generalmente, obtener el valor más aproximado posible al precio real de venta de los productos de segunda mano. Consiste en un método diferente de depreciación el cual se expresa con la siguiente fórmula:

$$K1 = \sqrt[X]{E / VEU}$$

Donde se obtiene la siguiente ecuación:

$$(1) K1 = (E / VEU)^{1/X}$$

En este método se busca un coeficiente k1, se elige un índice “X” que define el nivel. El índice “X” de la raíz de (Edad / Vida Económica Útil), que da un coeficiente de depreciación más estable para los bienes, de esta forma se puede obtener un valor más aproximado al precio justo razonable de mercado, es resultado de una investigación plasmada en el siguiente cuadro 22 que nos indica el valor de “X” para cada tipo de Bien. (Núñez, 2009)

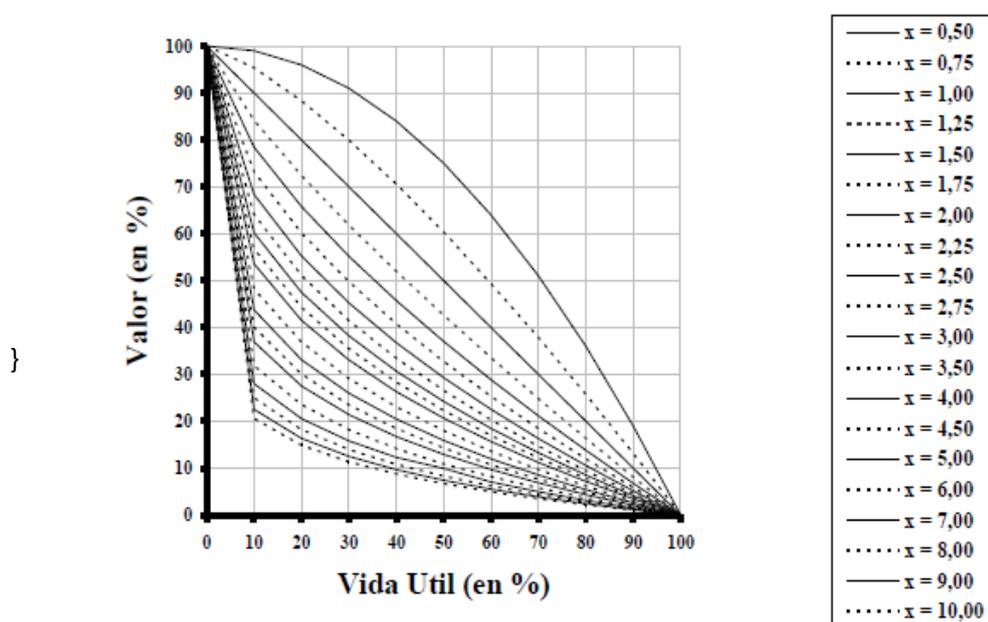
**Cuadro 22. Criterio Jans, índice “X” para la raíz de (E /VEU)**

ITEM	BIENES FISICOS	ÍNDICE (X)
1	<b>CONSTRUCCIONES:</b>	
	Edificios, Casas, Galpones	0,50 a 1,00
2	<b>EQUIPAMIENTOS PARA EDIFICIOS VIVIENDAS Y OFICINA:</b>	
	Mobiliarios, Aparatos de comunicación	1,50 a 2,00
	Enseres	1,75 a 2,25
3	<b>VEHICULOS - TRANSPORTES:</b>	
	Automóviles utilitarios	1,50 a 2,00
	Camiones y ómnibus	1,25 a 1,75
4	<b>MAQUINARIAS Y EQUIPOS:</b>	
	Máquinas Industriales Instaladas o para Construcción	1,50 a 2,00
	Maquinarias: Tractores Agrícolas	1,25 a 1,75

**Fuente:** (NUÑEZ, 2000)

**Elaborado por:** Autor

**GRÁFICO 2. Curvas del nivel de depreciación de acuerdo al tipo del bien**



**Fuente:** (NUÑEZ, 2000)

### 2.12.1 Método JANS-Heidecke

Este método tomará en cuenta de igual forma el factor de “K1”, e incorporará un segundo factor “K2”, que corresponde al factor de estado de conservación (Método de Heidecke). De esta forma se tiene un solo “K” producto de la combinación de “K1” (Método de JANS) y “K2” (Método de Heidecke).

El Estado de Conservación o Mantenimiento es un factor importante que no se ha estimado aún. Sí consideramos el concepto de Estado de Conservación de Heidecke, debemos aceptar que este factor es determinante en la Depreciación del Bien. Con este criterio, Heidecke introduce el concepto de “Plus – Depreciación”, y propone un cuadro 23 para adicionar a la depreciación por edad, cual es el estado de conservación.

**Cuadro 23. Criterio Heidecke**

CRITERIO HEIDECHE		
ESTADO	CONDICIONES FISICAS	COEFICIENTE
Estado a	Nuevo	0.000%
Estado b	Entre nuevo y conservación. normal	0.032%
Estado c	Conservación normal	2.520%
Estado d	Entre normal y necesita reparaciones simples	8.090%
Estado e	Necesita reparaciones simples	18.10%
Estado h	Entre necesitas reparaciones importantes. y Obsoleto	75.20%
Estado i	obsoleto	100.00%

**Fuente:** (Restrepo, 2010)

**Elaborado por:** Autor

Considerando la Edad con relación a la Vida Económica Útil, más el Estado de Conservación, el Coeficiente de Depreciación K1 se combina con K2 y tenemos K, mediante la ecuación:

$$(2) K = K1 + (1 - K1) * K2$$

K1 = Coeficiente de Depreciación; que relaciona la Vida o Edad usada con la Vida Económica Útil y la raíz de X (Raíz X de (E / VEU)

K2 = Coeficiente que se relaciona con el Estado del Bien (Tabla Heidecke)

Según la ecuación (2) se puede reemplazar por la ya conocida fórmula:

$$VD = (VRN - Vr) * K$$

La fórmula final, considerando el factor de conservación (Tabla Heidecke), toma la Expresión:

$$(3) Va = VRN - (VRN - Vr) (K1 + (1 - K1) K2)$$

Siendo cada elemento:

Va = Valor Actual Depreciado

VR = Valor de Reposición o de Reemplazo equivalente a nuevo

Vr = Valor Residual

$K1 = (E / VEU)^{(1/X)}$  (Método de JANS)

K2 = Coeficiente de Estado (Tabla Heidecke)

X = De la Tabla JANS según el Tipo del Bien

Ejemplo. Se quiere conocer el coeficiente de depreciación de una máquina excavadora de oruga, descontando todas las erogaciones que haya tenido en el transcurso de su tiempo de uso y aplicándole todos los factores que corresponda para poder obtener el valor actual. El estado de la maquina es “bueno”.

Datos: Máquina Excavadora de Oruga.

<b>DATOS:</b>	
Año actual:	2016
Año de Fabricación:	2014
Valor Reposición nuevo	\$223,896.00
Valor de residual: (Vr)      10%	22,389.60
Vida Útil:	20 años
Año de Uso	2 años
Año de Repotenciada:	ninguno
Estado de Conservación:	Bueno

Solución: En este caso, es importante mencionar que se obtuvo el valor de rescate (Vr) aplicándole al valor de reposición nuevo (VRN) el 10%, porcentaje cercano al valor medio entre los 5 y 20% que recomienda la bibliografía. En primera instancia se debe obtener el coeficiente K1, según la ecuación 1. El valor de X según el cuadro 22, se encuentra en un rango entre los 1.5 y 2, por lo tanto, se va a tomar la media de 1.75. Entonces:

$$\begin{aligned} K1 &= (E / VEU)^{(1/X)} \\ K1 &= (2 / 20)^{(1/1.75)} \\ K1 &= (0.10)^{(0.5714)} \\ K1 &= 0.0571 \\ K1 &= 0.0571 \end{aligned}$$

El valor de “K2” corresponde al factor de plus depreciación que proporciona Heidecke del cuadro 23. Para este ejemplo, se tiene que:

$$K2= 0.0252$$

Ahora según la ecuación 2, se tiene:

$$K = K1 + (1 - K1) * K2$$

$$K= 0.0571 + (1 - 0.0571) * 0.252$$

$$K= 0.252$$

$$VD= (VRN - Vr) * K$$

$$VD= (223,896.00-2,289.60) * 0.252$$

$$VD= \$55,844.81.$$

Por consiguiente, con los datos obtenidos de la depreciación, se procede a realizar los cálculos para obtener un valor razonable o justo de mercado de los activos. Lo cual se demostrará en el próximo capítulo.

**TABLA 3. Jans-Heidecke**

**JANS-HEIDECKE**

**DEPRECIACIÓN EN FUNCIÓN A LA ANTIGÜEDAD Y EL ESTADO**

Estado a: Nuevo Estado e: Necesita Reparos Simples  
 Estado b: Entre Nuevo y Conservación Norma Estado f: Entre Necesita Reparos Simples e Importantes

**X = 1.75**

Edad en % de Vida	ESTADO DE CONSERVACIÓN								
	a	b	c	d	e	f	g	h	i
001	7,197	7,227	9,535	14,705	23,994	38,008	56,011	76,985	100,000
002	10,694	10,723	12,945	17,919	26,859	40,344	57,669	77,852	100,000
003	13,483	13,511	15,663	20,482	29,143	42,207	58,991	78,544	100,000
004	15,892	15,919	18,011	22,696	31,116	43,816	60,133	79,141	100,000
005	18,053	18,079	20,118	24,683	32,886	45,260	61,157	79,677	100,000
006	20,036	20,061	22,051	26,505	34,509	46,584	62,097	80,169	100,000
007	21,880	21,905	23,849	28,200	36,020	47,816	62,971	80,626	100,000
008	23,615	23,640	25,540	29,795	37,441	48,975	63,794	81,057	100,000
009	25,259	25,283	27,143	31,606	38,788	50,073	64,573	81,464	100,000
010	26,827	26,850	28,671	32,747	40,071	51,120	65,316	81,853	100,000
011	28,329	28,351	30,135	34,127	41,301	52,123	66,028	82,225	100,000
012	29,773	29,795	31,542	35,454	42,484	53,088	66,712	82,584	100,000
013	31,166	31,188	32,901	36,735	43,625	54,019	67,373	82,929	100,000
014	32,514	32,536	34,215	37,974	44,729	54,919	68,012	83,264	100,000
015	33,822	33,843	35,489	39,175	45,800	55,793	68,631	83,588	100,000
016	35,092	35,113	36,728	40,343	46,841	56,642	69,234	83,903	100,000
017	36,329	36,350	37,934	41,480	47,854	57,468	69,820	84,210	100,000
018	37,535	37,555	39,110	42,589	48,842	58,274	70,392	84,509	100,000
019	38,713	38,733	40,258	43,671	49,806	59,060	70,950	84,801	100,000
020	39,865	39,884	41,380	44,730	50,749	59,830	71,496	85,086	100,000
021	40,992	41,011	42,479	45,766	51,672	60,583	72,030	85,366	100,000
022	42,096	42,115	43,555	46,780	52,577	61,320	72,554	85,640	100,000
023	43,179	43,197	44,611	47,776	53,464	62,044	73,067	85,908	100,000
024	44,242	44,260	45,647	48,753	54,334	62,754	73,571	86,172	100,000
025	45,286	45,304	46,665	49,713	55,189	63,451	74,066	86,431	100,000
026	46,313	46,330	47,666	50,656	56,030	64,137	74,552	86,686	100,000
027	47,322	47,339	48,650	51,584	56,857	64,811	75,031	86,936	100,000
028	48,316	48,332	49,618	52,497	57,671	65,475	75,502	87,182	100,000
029	49,295	49,311	50,572	53,397	58,472	66,129	75,966	87,425	100,000
030	50,259	50,275	51,512	54,283	59,262	66,773	76,423	87,664	100,000
031	51,209	51,225	52,439	55,157	60,040	67,408	76,873	87,900	100,000
032	52,147	52,162	53,353	56,118	60,808	68,034	77,318	88,132	100,000
033	53,072	53,087	54,255	56,868	61,566	68,652	77,756	88,362	100,000
034	53,985	54,000	55,145	57,708	62,314	69,262	78,189	88,588	100,000
035	54,887	54,901	56,024	58,536	63,052	69,864	78,616	88,812	100,000
036	55,777	55,792	56,892	59,355	63,782	70,459	79,039	89,033	100,000
037	56,658	56,671	57,750	60,164	64,503	71,047	79,456	89,251	100,000
038	57,528	57,541	58,598	60,964	65,215	71,628	79,868	89,467	100,000
039	58,388	58,401	59,436	61,754	65,920	72,203	80,276	89,680	100,000
040	59,239	59,252	60,266	62,536	66,617	72,771	80,679	89,891	100,000
041	60,081	60,093	61,093	63,310	67,306	73,334	81,078	90,100	100,000
042	60,914	60,926	61,899	64,076	67,988	73,890	81,473	90,307	100,000
043	61,738	61,750	62,702	64,834	68,664	74,441	81,864	90,511	100,000
044	62,555	62,566	63,498	65,584	69,332	74,986	82,251	90,714	100,000
045	63,363	63,375	64,286	66,327	69,994	75,526	82,634	90,914	100,000
046	64,164	64,175	65,067	67,063	70,650	76,061	83,014	91,113	100,000
047	64,957	64,968	65,840	67,792	71,300	76,591	83,390	91,309	100,000
048	65,743	65,754	66,607	68,515	71,944	77,117	83,762	91,504	100,000
049	66,523	66,533	67,366	69,231	72,582	77,637	84,132	91,698	100,000
050	67,295	67,305	68,119	69,941	73,215	78,153	84,498	91,889	100,000

**Fuente:** (Jans-Heidecke, 2013)

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA DE VALUACIÓN**

#### **3.1 IMPORTANCIA DE LA VALUACIÓN**

Para emprender un negocio siempre es necesario invertir, tanto en activos mobiliarios como inmobiliarios. Estos últimos se conforman por instalaciones, maquinaria y equipo, y se consideran bienes tangibles, también su principal característica es que estos activos los utiliza la empresa para sus operaciones, ya sea la producción de bienes o servicios, cuestiones administrativas, arriendo, etc. También su importancia radica en que es la base para establecer hipotecas mobiliarias según la Ley de venta y plazo de bienes muebles.

Se basa en los siguientes supuestos:

En caso de venderse el inmueble junto con la maquinaria, su valor estará incluido en conjunto con la propiedad, lo cual se determina según los rendimientos que produzca el negocio. En caso de fijar un valor independientemente del inmueble, este será en proporción al costo depreciado de la maquinaria con relación a la depreciación del conjunto.

Si los activos se venden por separado y bajo el supuesto de traslado, se debe tener en cuenta que el valor de mercado de cada elemento debe coincidir con el valor de mercado de cada máquina. Sin embargo, elementos del activo como partes de anclaje o conexión no serán recuperables, lo que provoca costos de desmontaje y transporte; como resultado en el mercado secundario no se podrá conseguir un precio mayor que su valor de rescate. (ST Sociedad de Tasación, 2012)

Para realizar una correcta valoración de maquinaria es necesario hacer actualizaciones de los informes técnicos de cada equipo. Por esto es importante que cuando se realicen modificaciones de las máquinas su informe sea actualizado para que la información del equipo sea la correcta. Además hay que considerar que todo equipo utilizado para las operaciones de una empresa comienza a perder valor a partir del momento en que sale del almacén y también al hacer una adquisición de equipo es importante que esta inversión sea deducible de impuestos de sociedad. (Tiempo de Negocios Hoy, 2013)

#### **3.2 MARCO TÉCNICO VALUATORIO**

En el presente estudio se pretende analizar los principios generales de la ingeniería de valuación aplicados a la tasación de maquinarias y equipos, analizando cada uno de los

componentes principales que se deben tener en cuenta al valorar estos tipos de bienes, con las exigencias de las NIIF. En avalúos de los activos fijos tangibles, más concretamente en el caso que nos ocupa Maquinaria y Equipos Industriales, la valuación debe procesarse con criterio técnico y con un amplio conocimiento de la maquinaria en cuestión. Para la realización de tareas valuatorias correspondientes a máquinas y equipos industriales, es importante preocuparse por conocer en detalles algunos aspectos como: Costo de Reposición y Métodos de Depreciación. Esto nos lleva como primer paso a encontrar, de la forma más fidedigna, el Costo de Reposición, punto de partida para el proceso valuatorio por el Método del Costo. Posteriormente se define la depreciación y se le señala como el punto crucial de los estudios valuatorios, se analizan las causas de depreciación y la relación que guarda ésta con la vida útil en el proceso de cálculo. Se muestra la manera cómo influyen indirectamente otros factores que modifican la vida útil remanente de las máquinas. Se plantean métodos de cálculo de depreciación como la utilización de la metodología de mercado o comparación directa, etc., (Rodríguez, 2011)

La valuación de maquinaria es un proceso técnico, cuya metodología requiere de índices y diagnósticos mecánicos. (Díaz, 2008)

### 3.3 PRINCIPIO DE VALUACION

#### 3 Micro Ubicación

El trabajo de investigación, se encuentra enmarcado en la zona del fuerte impacto causado por la naturaleza, terremoto de abril del 2016. De la zona denominada “cero” Sector Tarqui, de la Provincia de Manabí.

#### ILUSTRACIÓN 1. Ubicación, Manta antes del terremoto sector Tarqui



## ILUSTRACIÓN 2. Movimiento de escombros y acarreo de material



**Fuente:** Autor

### 3.3.2 Inspección

La inspección de las maquinarias a valorar resulta un proceso sumamente delicado que debe ser atendido por un técnico conocedor de las maquinarias a tasar, este puede ser un ingeniero mecánico, Industrial, especialista en mantenimientos o ingeniero en administración de proyecto de construcción. En esta fase de la investigación se debe tomar toda la información en cuanto a las características principales de la maquinaria y su estado de conservación. Además, es importante detectar en la inspección el tipo de mantenimiento que está recibiendo la maquinaria objeto de tasación, como son:

**Mantenimiento Preventivo:** Este tipo de mantenimiento trata de predecir la ocurrencia de la falla, se realiza de dos maneras, por predicción y por inspección visual. El mantenimiento preventivo se realiza mediante las actividades de: limpieza, revisión, lubricación, ajuste, etc. (Carpio, 2007)

**Mantenimiento Correctivo:** Son reparaciones que ameritan detener el proceso de producción. Por fallas parciales de origen directa por inspección de mantenimiento preventivo o reparaciones derivadas de la ocurrencia surgida por desgaste o fatiga de los materiales lo cual denota una falla total imprevista. (Carpio, 2007)

**Mantenimiento Organizado:** Es cuando el mantenimiento Preventivo y Correctivo es programado y llevado a cabo por un departamento técnico, el cual se dedica a mantener los bienes en buenas condiciones de operatividad y funcionamiento, con el fin de alcanzar buena productividad y eficiencia de la maquinaria. (Carpio, 2007)

En conclusión una inspección es el resultado de la observación física realizada sobre un determinado bien, a través de la cual se establece en forma cualitativa, Informar de manera clara y objetiva sobre el estado físico en que se encuentra un determinado bien. A diferencia del avalúo, que resalta el punto de vista cuantitativo. (Carpio, 2007)

### **3.3.3 Avalúo**

Un avalúo es un proceso técnico que se resume la inspección física del bien avaluado, las características técnicas, su estado de conservación y su precio de realización en el mercado. Consiste en el diagnóstico emitido por un experto, el cual utilizando un proceso determinado describe un bien y le asigna un precio de acorde al mercado. (Díaz, 2008)

El objetivo es de estimar el valor comercial de bienes o activos de manera individual e independiente de su uso, directamente proporcional al momento económico en que se lo efectúa.

#### **Necesidades que satisface**

Este es un documento formal que puede ser utilizado como soporte o garantía en casos tales como:

Aplicación de una solicitud de crédito en Bancos e Intermediarias Financieras.

Cálculo de arriendos o valores del bien en el negocio de compra – venta de bienes

Emisión de pólizas de seguros.

Valor de bienes cedidos en dación de pago.

Conocimiento de la rentabilidad de una empresa a través de la revalorización de sus activos fijos, permitiendo establecer el incremento del capital en activos que ha obtenido la empresa en un tiempo dado.

#### **Segmento al que se dirige**

El servicio de inspecciones y valoración está dirigido principalmente a entidades financieras, Aseguradoras, Empresa de servicios, (Comerciales, Industriales y Publica) que para efecto de sus actividades requieren de información actualizada sobre el estado físico en que se encuentra los bienes. (Carpio, 2007)

### 3.4 DETERMINACIÓN DEL COSTO ACTUAL DE REPOSICIÓN

Los métodos principales para determinar el costo actual son los siguientes:

**Investigación directa en el mercado.-** Se emplea cuando la máquina o equipo no esta descontinuado, es decir existe en el mercado y se pueden adquirir repuestos.

**Método detallado de reproducción o de construcción.-** Consiste en elaborar un presupuesto de construcción, para producir una replica idéntica a la máquina o equipo que se esta evaluando.

**Método de proyección del costo histórico.-** Consiste en proyectar mediante índices, a la fecha actual, el costo histórico de la maquina o equipos.

**Método del costo – capacidad.-** Consiste en encontrar el costo de reposición a nuevo del bien a evaluar, a partir del costo a nuevo de una maquina o equipo similar, cuyas características constructivas son conocidas.

El costo a nuevo de la maquinaria o equipo similares se obtendria a partir de una cotización. (Frederick, 1983)

Esta relación se expresa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\text{Fórmula: } C2 = C1 * (Q2/Q1)^{0.6}$$

C2 = Precio a nuevo de la máquina a evaluarse

C1 = Precio a nuevo de una máquina similar (\$116,110.00)

Q2 = Características de la máquina a evaluarse

Q1 = Características de la máquina similar

Ejemplo de aplicación de la fórmula: Determinación del costo de reposicion a nuevo de una volqueta de 8m<sup>3</sup> de acarreo de material, cuya cracteristica son:

Q2 = Capacidad, potencia 170KW; velocidad 1900Rpm; control hidraulico (Equipo avaluar)

Q1 = Capacidad, potencia 220KW: velocidad 2700Rpm; control full electronicos (Nuevo)

De donde:

$$C2 = 116,110.00 * (170/220)^{0.6} * (1900/2700)^{0.6}$$

$$C2 = 116,110.00 * (0.7727)^{0.6} * (0.703)^{0.6}$$

$$C2 = 116,110.00 * 0.8566 * 0.8094$$

$$C2 = 80,502.78$$

**Método universal.-** Consiste en utilizar todas las ventajas de los otros métodos para alcanzar la mejor aproximación al costo del bien a evaluarse. (Díaz, 2008)

### **3.5 MAQUINARIA UTILIZADAS EN MOVIMIENTO DE TIERRA**

#### **3.5.1 GENERALIDADES.**

El acelerado avance tecnológico que ha caracterizado a este siglo, ha sido un factor determinante en la evolución de los métodos de producción en todos los campos del quehacer humano, y la industria de la construcción no ha sido la excepción.

La fabricación de maquinaria es cada vez más especializada para poder lograr un alto grado de eficiencia y productividad, se ha resaltado la importancia de llevar a cabo la selección de equipo de construcción de una manera metódica y sistemática.

Las máquinas utilizadas en movimiento de tierra, escombros u obras de excavación tienen como característica ejercer tracción en cada una de sus ruedas, ya que le permite maniobrar con facilidad en terrenos distintos.

#### **3.6 TIPOS DE MAQUINARIAS PESADA**

La maquinaria pesada involucra equipos que se desplazan en varios sectores productivos. Los encontramos para facilitar el trabajo, por ejemplo, en el área de la construcción y movimiento de tierras, así como en la minería, petrolera, agrícola, y otros. Revistas especializadas, 2016.

Excavadora y retroexcavadoras hidráulicas, motoniveladoras, cargadoras de ruedas, pavimentadoras, compactadoras, tractores de cadenas, y otras forman parte de esta gama de artículos que requieren de la mano humana para su funcionamiento. Lo que se puede apreciar en los siguientes cuadros, 24 - 24A - 24B:

**Cuadro 24. Tipos de Maquinarias Pesada**

Maquinaria Pesada				
Tipo Bien	Excavadoras de Orugas			
Marca	Doosan			
Modelo	DX140LC	DX225LCA	DX300LCA	DX340LA
Potencia (HP)	95	148	197	247
Peso Operativo (Kg)	14,770	22,100	30,200	34,400
Capacidad Cucharón	0.64 m <sup>3</sup>	1.20 m <sup>3</sup>	1.75 m <sup>3</sup>	2.35 m <sup>3</sup>
Cap. Combustible	360 Ltrs / 90 Gls			

**Fuente:** (MAVESA, 2016)**Elaborado por:** Autor**Cuadro 24A: Tipos de Maquinarias Pesada**

Maquinaria Pesada				
Tipo Bien	Cargadoras			
Marca	Doosan			
Modelo	DL200	DL250A	DL300A	DL420A
Potencia (HP)	137	172	209	281
Peso Operativo (Kg)	13,000	14,200	17,910	21,955
Capacidad Cucharón	2.0 m <sup>3</sup>	2.8 m <sup>3</sup>	3.2 m <sup>3</sup>	4.5 m <sup>3</sup>
Capacidad Combustible	360 Ltrs/ 90 Gls			

**Fuente:** (MAVESA, 2016)**Elaborado por:** Autor**Cuadro 24B: Tipos de Maquinarias Pesada**

Maquinaria Pesada		
Tipo Bien	Volquetas 8 m <sup>3</sup>	Volquetas 16 m <sup>3</sup>
Marca	Iveco	Iveco
Modelo	Euro-cargo 170E24	Trakker 380T42H
Potencia (HP)	176 KW	309 KW
Peso Operativo (Kg)	17,000	34,000
Capacidad Combustible	285 Ltrs/ 75 Gls	

**Fuente:** (MAVESA, 2016)**Elaborado por:** Autor

### 3.6.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MAQUINARIAS

Para efecto del trabajo de investigación, movimiento de tierra y escombros de la zona afectada por el impacto de la naturaleza en la provincia de Manabí (zona cero) Sector Tarqui, se estima las siguientes máquinas; Excavadora de Orugas, Cargadora Frontal de Ruedas y Volqueta, lo que se puede ver en el siguiente cuadro 25.

## Cuadro 25. Clasificación de Maquinaria Pesada

Clasificación de Maquinaria Pesada						
Tipo Bien	Marca	Modelo	Peso Kg	Año	País	Potencia
Excavadora de Orugas	Doosan	DX 225L	22,100	2014	Korea	148HP
Cargadora Frontal	Doosan	DL200	13,000	2012	Korea	137HP
Volqueta 8m3	Iveco	Euro-cargo	17,000	2014	Argentina	176KW
Volqueta 16m3	Iveco	Euro-cargo	34,000	2014	Argentina	309KW

**Fuente:** (MAVESA, 2016)

**Elaborado por:** Autor

A continuación se realiza una descripción en forma general de las maquinas:

- **Excavadora**

La excavadora puede girar 360° grados, es una maquina autopropulsada por cadenas y rodillo; con una superestructura, cucharón de diferentes capacidades, versatilidad de maniobra para excavar, girar, cargar, elevar y descargar materiales.



### 1. CARACTERISTICAS DEL BIEN

<b>MARCA:</b>	DOOSAN
<b>MODELO:</b>	DX225LCA
<b>SERIE:</b>	DHKCEBACTB0008160
<b>NÚMERO DE MOTOR:</b>	DB58TIS-102619EN
<b>CAPACIDAD DEL CUCHARÓN:</b>	1.20 M <sup>3</sup>
<b>NUMERO DE CILINDROS:</b>	6 en Línea
<b>POTENCIA:</b>	148 Hp.
<b>VELOCIDAD:</b>	1900 Rpm.
<b>TREN DE RODAJE:</b>	Oruga
<b>SISTEMA HIDRÁULICA:</b>	Gatos hidráulicos
<b>HOROMETRO:</b>	12.451 Hrs.
<b>PROCEDENCIA:</b>	Korea
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>	2012

**Fuente:** (Carpio, 2014)

**Elaborado por:** Autor

- **Cargador frontal**

La cargadora frontal de rueda, está diseñada con un sistema de dirección articulada, transmisión automática, motor de combustión interna de 274 HP de potencia, sistema de inyección indirecta con una capacidad de carga 2.90 m<sup>3</sup>. Estos son equipos de carga que se utilizan mucho en cortas distancias.



## **2. CARACTERISTICAS DEL BIEN**

<b>MARCA:</b>	KOMATSU
<b>MODELO:</b>	WA470-6
<b>SERIE:</b>	91164
<b>NÚMERO DE MOTOR:</b>	572949
<b>POTENCIA:</b>	274 Hp.
<b>VELOCIDAD:</b>	1900 Rpm.
<b>TREN DE RODAJE:</b>	Neumático
<b>SISTEMA DE DIRECCIÓN:</b>	Articulada
<b>TRANSMISIÓN:</b>	Automática
<b>CAPACIDAD DEL CUCHARÓN:</b>	4.5 M <sup>3</sup>
<b>HODÓMETRO:</b>	12.857 Hrs.
<b>PROCEDENCIA:</b>	Japón
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>	2012
<b>CANTIDAD:</b>	Uno (1)
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Bueno

**Fuente:** (Carpio, 2014)

**Elaborado por:** Autor

- **Volqueta**

Se utiliza para el transporte de material, básicamente se usa para transportar tierra desde la obra hasta el lugar de destino o también para transportar agua, tierra que se usara con fines de relleno, etc.



### **3. CARACTERISTICAS DEL BIEN**

<b>MARCA:</b>	IVECO
<b>MODELO:</b>	TRAKKER 380T42H
<b>SERIE:</b>	WJME3TSS6CC245225
<b>NUMERO DE MOTOR:</b>	180839
<b>CAPACIDAD DE CARGA:</b>	16 m <sup>3</sup>
<b>PLACA:</b>	PCB - 8776
<b>POTENCIA:</b>	309 KW
<b>NUMERO DE CILINDROS:</b>	6 en Línea
<b>KILOMETRAJE:</b>	156,361 Km.
<b>PROCEDENCIA:</b>	España
<b>AÑO DE FABRICACIÓN:</b>	2012
<b>CANTIDAD:</b>	Uno (1)
<b>ESTADO ACTUAL:</b>	Bueno

**Fuente:** (Carpio, 2014)

**Elaborado por:** Autor

### **3.7 PRECIO DE MAQUINARIA**

Para obtener los precios de reposición de las máquinas se realizó un estudio de mercado en diferentes casas comerciales nacionales como también de máquinas importada de iguales o similares características, se procedió a realizar ajuste de los valores obtenido.

Además, se realizó el cálculo del valor FOB de la maquinaria importada a valor actual de mercado nacional (Ecuador) como se observó en el ejemplo del cuadro 3 y la tabla 2 del capítulo 2. Lo cual se resume en el siguiente cuadro 26.

**Cuadro 26. Precio de Maquinarias Pesada**

Precio de Maquinarias Pesada					
Tipo Bien	Marca	Modelo	Potencia	Precio/Inicial	Precio Actual
Excavadora de Oruga	Doosan	DX 225L	148HP	165,000.00	181,500.00
Cargadora Frontal	Komatsu	WA470-6	274HP	346,214.00	376,320.00
Volqueta 16m <sup>3</sup>	Iveco	Euro-cargo	309KW	160,000.00	176,000.00

**Fuente:** (MAVESA, 2016)

**Elaborado:** Autor

### 3.8 PROCEDIMIENTO DE DEPRECIACIÓN DE BIENES

La Depreciación de los Bienes Inmuebles referente a Edificaciones y/o Construcciones es lenta, mientras que la de los Bienes Muebles es más rápida que la anterior.

Existen varios métodos para el cálculo de la Depreciación o Demérito que utilizan los peritos valuadores, los que se fundamentan básicamente, en la siguiente fórmula:

$$D = (VR - Vr) K1$$

Correspondiendo:

D = Depreciación

VR = Valor de Reemplazo equivalente a nuevo.

Vr = Valor Residual

K1 = Coeficiente que relaciona la antigüedad con la Vida útil.

Lo más importante en esta ecuación es el coeficiente “K1”; existen distintos procedimientos para hallar este coeficiente (K1), que define al “Método de Depreciación”.

#### 3.8.1 Cálculo del Coeficiente de Depreciación

La metodología a seguir, en este trabajo de investigación, consiste en una reseña general de los métodos clásicos de depreciación de los Bienes Inmuebles, y Bienes Muebles, “Maquinarias y Equipos” ya antes expuestos. Para el análisis del coeficiente de depreciación, se ha de considerar los métodos de depreciación: Demérito por el criterio tradicional o de la Línea recta y Demérito por Método de JANS. (Carpio, 2007)

A continuación alguna de los procedimientos valuatorio o clásicos:

- **Demérito por el Método de Línea Recta**

Este método cuya depreciación es una función lineal y su gráfico una línea recta, permite calcular las depreciaciones desde la óptica contable y bajo requerimiento de la NIFF, adicionándole otros factores de obsolescencia, mantenimiento y grado de operatividad, lo que incide para el cálculo del valor justo de mercado de un bien.

Se representa a través de la fórmula:

$$K1 = E / VEU$$

K1 = Coeficiente de Depreciación

VEU = Vida Económica Útil

E = Edad usada o Antigüedad

FO = Factor de Obsolescencia

FM = Factor de Mantenimiento

GO = Grado de Operatividad

- **Demérito por Método de JANS**

Consiste en un método diferente de depreciación el cual se expresa con la siguiente fórmula:

$$K1 = \sqrt[E]{E / VEU}$$

Donde se obtiene la siguiente ecuación:

$$(1) K1 = (E / VEU)^{1/x}$$

Ahora según la ecuación, se tiene la siguiente ecuación:

$$(2) K = K1 + (1 - K1) * K2 \quad \text{o} \quad VD = (VRN - Vr) * K$$

La fórmula final, considerando el factor de conservación (Tabla Heidecke), toma la Expresión para estimar el valor actual o valor razonable o justo de mercado:

$$(3) Va = VRN - (VRN - Vr) (K1 + (1 - K1) K2)$$

### **3.9 METODOLOGÍA**

#### **3.9.1 APROXIMACIONES AL VALOR DE MERCADO**

Para realizar la valoración de un bien, este puede ser analizado desde diferentes puntos de vista del tasador. Existen tres enfoques:

- **Enfoque de Costo.**

Usando esta aproximación o enfoque, el evaluador comienza determinando el costo de Reposición a nuevo (**VRN**) del bien que esta evaluando, deduciendo de dicho valor las cantidades cuantificables que representa la perdida de determinadas condiciones, causada por el deterioro físico y las obsolescencias funcional, económico y tecnológico, con el objetivo de obtener el valor de la maquinaria en su estado real al momento de la tasación, o sea, su valor neto de reposición (**VNR**). (Carpio, 2007)

La obsolescencia que afecta al valor de un bien puede ser ocasionada por:

Las influencias del ambiente.

Influencias durante el proceso productivo.

- **Enfoque de Mercado.**

El evaluador homogeniza u homologa los precios que han sido pagados por bienes comparables al evaluado. Se identificará cuando menos tres bienes que presente características y condiciones iguales al bien evaluado, además los factores que se consideran para comparar son los siguientes:

Ubicación

Edad de la maquinaria

Condiciones del equipo (Hidalgo, 2013)

- **Enfoque de Renta.**

El evaluador determina el valor presente de los beneficios futuros derivados del bien y es generalmente medido a través de la capitalización de un nivel específico de ingresos. Se deberá considerar, debidamente fundamentada y soportada, la tasa de capitalización utilizada. (Valoración Maquinaria, 2016)

Generalmente, este método no se lo aplica para bienes independientes, debido a lo difícil que es determinar los ingresos individualmente, pero se puede utilizar para realizar la valuación de activos que generan ingresos para la empresa. Para una valuación se consideran principalmente los equipos y máquinas que generan ingresos y no se lo analiza de manera general, ya que esto involucraría diferentes bien que no necesariamente tendrían participación en el giro del negocio. (Resolución N JB-2014-3091, pág. 18)

### **3.10 DESARROLLO DE VALORACIÓN**

Para el cálculo de la valoración de la maquinaria pesada; Excavadora, Cargadora y Volqueta, en el presente trabajo de investigación, se ha optado la depreciación por el método de la línea recta, por lo que se considera que la devaluación es en función del tiempo, dado que la maquinaria se encuentra con un correcto mantenimiento, tanto preventivo como correctivo. El método de valuación será el enfoque de costo promedio y método de Jans y finalmente se realizará una comparación con los dos métodos. (Carpio, 2007)

Datos para el cálculo de la valuación:

Base de depreciación; se toma el valor de reposición actualizado obtenido de los cálculos realizado para cada equipo (VRN).

El valor del desecho o valor residual. Se considera un valor residual igual al 10% o 35% del valor actual de reposición de la maquinaria. El estado de la máquina es “Bueno”.

La vida útil estimada. Para equipos o maquinaria pesada de construcción se ha considerado una vida económicamente útil promedio de 15 años aproximadamente. Se utilizará las tablas promedio de conservación, mantenimiento y grado de operatividad, además la tabla de **JANS-HEIDECKE**. A criterio del valuador.

#### **3.10.1 PROCESO MATEMÁTICO DE VALUACIÓN**

En general, todo proceso de valoración de maquinarias y otros activos está estrechamente vinculado con la problemática de la renovación económica de equipos. Frente al inevitable grado de subjetividad que caracterizan los resultados de un avalúo, la ingeniería de tasación, se ha empeñado en formular expresiones matemáticas, las cuales basadas en los principios generales de valoración conjuguen la mayor suma de factores determinantes al valor actual de avalúo de los activos tangibles. Se elabora hojas de cálculo de la maquinaria, objeto del trabajo de investigación de tesis.

### 3.11 CÁLCULO DE LA MAQUINARIA: COSTO PROMEDIO

- VOLQUETA 16m<sup>3</sup>

MEMORIA DE CÁLCULO										
DATOS:					Método Costo Promedio					
Descripción:	Volqueta 16m <sup>3</sup>				D. anual	6.67%				
Método depreciación:	<b>Línea Recta</b>				D. acumulada	0.267				
Año Fabricación:	2012				F. ingenieril	0.92				
Uso:	Obra Civil				Estado:	Bueno				
Tiempo de Uso/años	4				Valor dinero					
% de Reposición	2 a 5				Valor Anual					
Valor Reposición:	176,000.00	<b>10,560.00</b>			V. Salvamento					
% Salvamento	10%				17,600					
Factores Técnico										
Vida Útil	% D	V. a. D.	V.A.D	V. actual. E	FO	FM	GO	PF	Avalúo	Años
	K1	V*(1-vr)						K2	Comercial	2012
1	1/15	158,400.00	10,560.00	165,440.00	1	1	1	1	165,440.00	2013
2	1/15	158,400.00	10,560.00	154,880.00	0.98	0.95	0.98	0.97	150,233.60	2014
3	1/15	158,400.00	10,560.00	144,320.00	0.98	0.90	0.95	0.94	136,141.87	2015
4	1/15	158,400.00	10,560.00	133,760.00	0.96	0.90	0.90	0.92	123,059.20	2016
5	1/15	158,400.00	10,560.00	123,200.00	0.95	0.85	0.95	0.92	112,933.33	2017
8	1/15	158,400.00	10,560.00	91,520.00	0.9	0.80	0.90	0.87	79,317.33	2020
9	1/15	158,400.00	10,560.00	80,960.00	0.9	0.75	0.85	0.83	67,466.67	2021
12	1/15	158,400.00	10,560.00	49,280.00	0.85	0.70	0.80	0.78	38,602.67	2024
13	1/15	158,400.00	10,560.00	38,720.00	0.85	0.65	0.80	0.77	29,685.33	2025
15	1/15	158,400.00	10,560.00	17,600.00	0.8	0.60	0.70	0.70	12,320.00	2027
<b>120</b>	100.00%									

Elaborado por: Autor

INFORMACIÓN RELEVANTE: BAJO LA NORMA NIFF			
<b>Datos</b>	VOLQUETA	16m <sup>3</sup>	
año actual	2016	<b>Comprobación</b>	
cantidad	1	V.ac. d.	42240
Estado	Bueno(operativo)	S + V.ac.	176,000
FM	0.92		
fecha de fabricación	2012		
% de Salvamento	10%	0,1	
% de reposición	2 al 5%		
Ubicación	Obra		
Valor Original /H	140,338.00		
<b>Resultados</b>			
Años a depreciación	15		
V reposición	176,000.00		
D-Anual	6.67%		
Edad Actual	4		
% FO	0.267		
Reposición- T	125,412	%	
Valor actual Estimado.	13,3760.00		
Valor anual Depreciación	10,560.00		
V. anual. D + factor	0.37		
V. anual. D - Total	3,873.41		
V depreciado -P	15,493.63		
V. Salvamento	17,600.00		
V x depreciar	133,760.00		
V residual	124,844.37		
Vida útil-r	11		
valor comercial	123,059.20		

**Elaborado por:** Autor

• **CARGADORA FRONTAL**

<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>										
<b>DATOS:</b>				<b>Método Costo Promedio</b>						
Descripción:	Cargadora Frontal		274HP							
Método										
depreciación:	<b>Línea Recta</b>			D. anual				6.67%		
Año Fabricación:	2014			D. acumulada				0.1333		
Uso:	Obra Civil			F. ingenieril				0.97		
Tiempo de										
Uso/años	2			Estado:				Bueno		
% de Reposición	2 a 5			Valor dinero						
Valor Reposición:	376,320.00		<b>16,307.20</b>	Valor Anual						
% Salvamento	35%		131,712	V. Salvamento						
Factores Técnicos										
Vida Útil	% D	V. a. D.	V.A.D	V. actual. E	FO	FM	GO	PF	Avalúo	Años
	K1	V*(1-vr)						K2	Comercial	2014
1	1/15	244,608.00	16,307.20	360,012.80	1	1	1	1	360,012.80	2015
2	1/15	244,608.00	16,307.20	343,705.60	0.98	0.95	0.98	0.970	333,394.43	2016
3	1/15	244,608.00	16,307.20	327,398.40	0.98	0.90	0.98	0.95	312,119.81	2017
4	1/15	244,608.00	16,307.20	311,091.20	0.96	0.90	0.90	0.920	286,203.90	2018
5	1/15	244,608.00	16,307.20	294,784.00	0.95	0.85	0.95	0.92	270,218.67	2019
8	1/15	244,608.00	16,307.20	245,862.40	0.9	0.80	0.90	0.87	213,080.75	2022
9	1/15	244,608.00	16,307.20	229,555.20	0.9	0.75	0.85	0.83	191,296.00	2023
12	1/15	244,608.00	16,307.20	180,633.60	0.85	0.70	0.80	0.78	141,496.32	2026
13	1/15	244,608.00	16,307.20	164,326.40	0.85	0.65	0.80	0.77	125,983.57	2027
15	1/15	244,608.00	16,307.20	131,712.00	0.8	0.60	0.70	0.70	92,198.40	2029
<b>120</b>	100.00%									

**Elaborado por:** Autor

**INFORMACIÓN RELEVANTE: BAJO LA NORMA NIFF**

<b>Datos</b>	<b>CARGADORA</b>	<b>FRONTAL</b>	
año actual	2016	<b>Comprobación</b>	
cantidad	1	V.ac. d.	32,614.40
Estado	Bueno(operativo)	S + V.ac	376,320.00
FM	0.97		
fecha de fabricación	2014		
% de Salvamento	35%	0,35	
% de reposición	2 al 5%		
Ubicación	Obra		
Valor Original /H	346,214.40		
<b>Resultados</b>			
Años a depreciación	15		
V reposición	376,320.00		
D-Anual	6.67%		
Edad Actual	2		
% FO	0.133		
Reposición- T	108.696	%	
Valor actual Estimado.	343,705.60		
Valor anual D	16,307.20		
V. anual. D +factor	0.48		
V. anual. D - Total	7,882.90		
V depreciado -P	15,765.80		
V. Salvamento	131,712.0		
V x depreciar	343,705.60		
V residual	330,448.60		
Vida útil-r	13		
valor comercial	333,394.44		

**Elaborado por:** Autor

• **EXCAVADORA DE ORUGAS**

<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>										
<b>DATOS:</b>				<b>Método Costo Promedio</b>						
Descripción:		Excavadora de Orugas			D. anual		6.67%			
Método depreciación:		<b>Línea Recta</b>			D. acumulada		0.267			
Año Fabricación:		2012			F. ingenieril		0.92			
Uso:		Obra Civil			Estado:		Bueno			
Tiempo de Uso/años		4			Valor dinero					
% de Reposición		2 a 5			Valor Anual		<b>9,680.00</b>			
Valor Reposición:		181,500.00			V. Salvamento		36,300			
% Salvamento		20%			Factor Técnico					
Vida Útil	% D	V. a. D.	V.A.D	V. actual. E	FO	FM	GO	PF	Avalúo	Años
	K1	V*(1-vr)						K2	Comercial	2012
1	1/15	145,200.00	9,680.00	17,1820.00	1	1	1	1	171,820.00	2013
2	1/15	145,200.00	9,680.00	162,140.00	0.98	0.95	0.98	0.97	157,275.80	2014
3	1/15	145,200.00	9,680.00	152,460.00	0.98	0.90	0.98	0.95	145,345.20	2015
4	1/15	145,200.00	9,680.00	142,780.00	0.96	0.90	0.90	0.92	131,357.60	2016
5	1/15	145,200.00	9,680.00	133,100.00	0.95	0.85	0.95	0.92	122,008.33	2017
8	1/15	145,200.00	9,680.00	104,060.00	0.9	0.80	0.90	0.87	90,185.33	2020
9	1/15	145,200.00	9,680.00	94,380.00	0.9	0.75	0.85	0.83	78,650.00	2021
12	1/15	145,200.00	9,680.00	65,340.00	0.85	0.70	0.80	0.78	51,183.00	2024
13	1/15	145,200.00	9,680.00	55,660.00	0.85	0.65	0.80	0.77	42,672.67	2025
15	1/15	145,200.00	9,680.00	36,300.00	0.8	0.60	0.70	0.70	25,410.00	2027
<b>120</b>	100.00%									

**Elaborado por:** Autor

<b>INFORMACIÓN RELEVANTE: BAJO LA NORMA NIFF</b>			
<b>Datos</b>	<b>EXCAVADORA</b>	<b>ORUGAS</b>	
año actual	2016	<b>Comprobación</b>	
cantidad	1	V.ac. d.	38,720.00
Estado	Buena(operativo)	S + V.ac.	181,500.00
FM	0,92		
fecha de fabricación	2012		
% de Salvamento	20%	0,2	
% de reposición	2 al 5%		
Ubicación	Obra		
Valor Original /H	144,723.56		
<b>Resultados</b>			
Años a depreciación	15		
V reposición	181,500.00		
D-Anual	6.67%		
Edad Actual	4		
% FO	0.26680		
Reposición- T	125.412	%	
Valor actual Estimado.	142,780.00		
Valor anual D.	9,680.00		
V. anual. D +factor	0.47		
V. anual. D -Total	4,518.62		
V depreciado -P	18,074.49		
V. Salvamento	36,300.00		
V x depreciar	142,780.00		
V residual	126,649.07		
Vida útil-r	11		
valor comercial	131,357.60		

**Elaborado por:** Autor

### 3.12 CÁLCULO DE LA MAQUINARIA: JANS - HEIDECKE

- VOLQUETA 16m<sup>3</sup>

<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>			
<b>DATOS:</b>			
Descripción:	Volqueta 16m <sup>3</sup>		
Método. D:	<b>Línea Recta</b>	F: K1 =	0.152
Año Fabricación:	2012	F: K2 =	0.355
Uso:	Obra Civil	V.E.U:	15
Tiempo de Uso/años	4	Estado:	Bueno
% de Reposición	2 a 5	Valor dinero	
Valor Reposición:	176,000.00	<b>10,560.00</b>	V. Anual
% Salvamento	10%	17,600	V.S.
Ecuación: (1)	$K1 = (E / VEU)^{(1/n)}$ $K1 = (4/ 15)^{(1/1.75)}$ $K1 = (0.266) (0.5714)$ $K1 = 0.1523$		
El valor de "K2" corresponde al factor Plus.			
Tabla Jans-Heidecke. Tabla 3 del Capítulo 2.			<b>k2= 0.355</b>
Según.			
Ecuación: 2	$K = K1 + (1 - K1) * K2$ $K = 0.15 + (1 - 0.15) * 0.35489$ $K = 0.35489$		
Para obtener el valor depreciado acumulado, se aplica la siguiente ecuación:			
	$VD = (VRN - Vr) * K$ $VD = (176,000 - 17,600) * 0.355$ $VD = 56,214.576$		
Obtenido este valor, se calcula el valor actual de la máquina.			
	$(3) Va = VRN - VD$ $Va = 176,000 - 56,214.42$ $Va = 119,78.42$		
<b>Valor Actual:</b>	<b>119,785.42</b>		

Elaborado por: Autor

- **CARGADORA FRONTAL**

<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>			
<b>DATOS:</b>			
Descripción:	Cargadora Frontal		
Método de depreciación:	<b>Línea Recta</b>		
Año Fabricación:	2014	F: K1 =	0.076
Uso:	Obra Civil	F: K2 =	0.255
Tiempo de Uso/años	2	V.E.U:	15
% de Reposición	2 a 5	Estado:	Bueno
Valor Reposición:	376,320.00	Valor dinero	
% Salvamento	35%	V. Anual	<b>16,307.00</b>
		V. S	131,712
Ecuación: (1)	$K1 = (E / VEU) (1/r)^n$ $K1 = (2 / 15) (1/1.75)^2$ $K1 = (0.133) (0.5714)$ $K1 = \mathbf{0.07618}$		
El valor de "K2" corresponde al factor Plus.			
Tabla Jans-Heidecke. Tabla 3 del Capítulo 2		<b>k2= 0.255</b>	
Según.			
Ecuación: (2)	$K = K1 + (1 - K1) * K2$ $K = 0.076 + (1 - 0.076) * 0.2554$ $K = \mathbf{0.2554}$		
Para obtener el valor depreciado acumulado, se aplica la siguiente ecuación:			
	$VD = (VRN - Vr) * K$ $VD = (376,320 - 131,712) * 0.255$ $VD = \mathbf{62,472.88}$		
Obtenido este valor, se calcula el valor actual de la máquina.			
	$(3) Va = VRN - VD$ $Va = 376,320 - 62,472.88$ $Va = 313,847.116$		
<b>Valor Actual:</b>	<b>313,487.12</b>		

**Elaborado por:** Autor

• **EXCAVADORA DE ORUGAS**

<b>MEMORIA DE CÁLCULO</b>			
<b>DATOS:</b>			
Descripción:	Excavadora de Oruga		
Método depreciación:	<b>Línea Recta</b>	F: K1 =	0.152
Año Fabricación:	2012	F: K2 =	0.355
Uso:	Obra Civil	V.E.U:	15
Tiempo de Uso/años	4	Estado:	Bueno
% de Reposición	2 a 5	Valor dinero	
Valor Reposición:	181,500.00	<b>9,680.00</b>	V. Anual.
% Salvamento	20%	36,300	V. S.
Ecuación: (1)	$\mathbf{K1 = (E / VEU) (1/n)}$ $K1 = (4/ 15) (1/1.75)$ $K1 = (0.266) (0.5714)$ $\mathbf{K1 = 0.1523}$		
El valor de "K2" corresponde al factor Plus. Tabla Jans-Heidecke. Tabla 3 del Capítulo 2.			<b>k2= 0.355</b>
Según.			
Ecuación: (2)	$\mathbf{K = K1+ (1 - K1) * K2}$ $K=0.152+(1-0.152)*0.3548$ $\mathbf{K = 0.35489}$		
Para obtener el valor depreciado acumulado, se aplica la siguiente ecuación:			
	$\mathbf{VD = (VRN - Vr) * K}$ $VD=(181,500-36,300)* 0.355$ $\mathbf{VD = 51,530.03}$		
Obtenido este valor, se calcula el valor actual de la máquina.			
	$\mathbf{(3) Va = VRN - VD}$ $Va = 181,500-51,530.03$ $Va = 129,969.97$		
<b>Valor Actual:</b>	<b>129,969.97</b>		

**Elaborado por:** Autor

### 3.13 RESUMEN DE CÁLCULO: MÉTODO COSTO PROMEDIO.

#### DATOS:

Año actual:	2016
Año de Fabricación:	2012-2014
Año de Repotenciada:	ninguno
Valor de rescate o salvamento: (Vs)	10-20 -35%
Porcentaje de Reposición:	2% a 5%
Años a de Depreciar:	Variable
Factor de Mantenimiento (FM & PF):	Variables

#### MAQUINARIA PESADA. Volqueta + Cargadora + Excavadora

#### HOJA DE CÁLCULOS /Vehículo / Maquinaria Pesada:

DESCRIPCIÓN	V.H.	VRN	V a d	V u r	V u t	PF	V.A.E	AV. C	V r
Volqueta 16m3	140,338.00	176,000.00	158,400.00	11	15	0.92	133,760.00	123,059.20	98,098.00
Cargadora Frontal	346,214.40	376,320.00	244,608.00	13	15	0.97	343,705.60	333,394.43	313,600.00
Excavadora	144,723.56	181,500.00	145,200.00	11	15	0.92	142,780.00	131,357.60	106,003.56
<b>TOTAL</b>	<b>631,275.96</b>	<b>\$ 733,820.00</b>	548,208.00				620,245.60	<b>\$ 587,811.23</b>	517,701.56

Elaborado por: Autor

**Nota:** Los costos de reposición son estimado bajo las condiciones actuales de tecnología y materiales

#### Glosario:

V.H = Valor histórico

VRN = Valor reposición nuevo

Vs = Valor de salvamento

V u r = Vida útil remanente

V u t = Vida útil técnica

PF = Factor perito por obsolescencia y mantenimiento

VAE = Valor actual

estimado

AV.C = Avalúo comercial o de mercado

V r = Valor residual

actual

### 3.14 RESUMEN DE CÁLCULO: MÉTODO DE JANS-HEIDECKE

#### DATOS:

Año actual:	2016
Año de Fabricación:	2012-2014
Año de Repotenciada:	ninguno
Valor de rescate o salvamento: (Vs)	10-20 -35%
Porcentaje de Reposición:	2% a 5%
Años a de Depreciar:	Variable
Factor de Mantenimiento (FM & PF):	Variables

#### MAQUINARIA PESADA. Volqueta + Cargadora + Excavadora

#### HOJA DE CÁLCULOS /Vehículo / Maquinaria Pesada:

DESCRIPCIÓN	V.H.	VRN	V a d	V u r	V u t	K1	K	AV. C
Volqueta 16m3	140,338.00	176,000.00	158,400.00	11	15	0.35	56,214.58	119,785.42
Cargadora Frontal	346,214.40	376,320.00	244,608.00	13	15	0.26	62,472.88	313,847.12
Excavadora	144,723.56	181,500.00	145,200.00	11	15	0.35	51,530.03	129,969.97
<b>TOTAL</b>	<b>631,275.96</b>	<b>\$ 733,820.00</b>						<b>\$563,602.51</b>

**Elaborado por:** Autor

**Nota:** Los costos de reposición son estimado bajo las condiciones actuales de tecnología y materiales

#### Glosario:

V.H= Valor histórico

VRN= Valor reposición nuevo

Vs= Valor de salvamento

V u t= Vida útil técnica

K1= en función edad y vida económica útil

Coefficiente K= en función de K1 y Jans -Heidecke

### 3.15 COMPARACIÓN: COSTO PROMEDIO Y JANS –HEIDECHE.

<b>MAQUINARIA PESADA VOLQUETA + CARGADORA + EXCAVADORA</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Costo Promedio</b>	<b>Jans - Heidecke</b>
Volqueta 16m3	123,059.20	119,785.42
Cargadora Frontal W470-6	333,394.43	313,847.12
Excavadora	131,357.60	129,969.97
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 587,811.23</b>	<b>\$ 563,602.51</b>

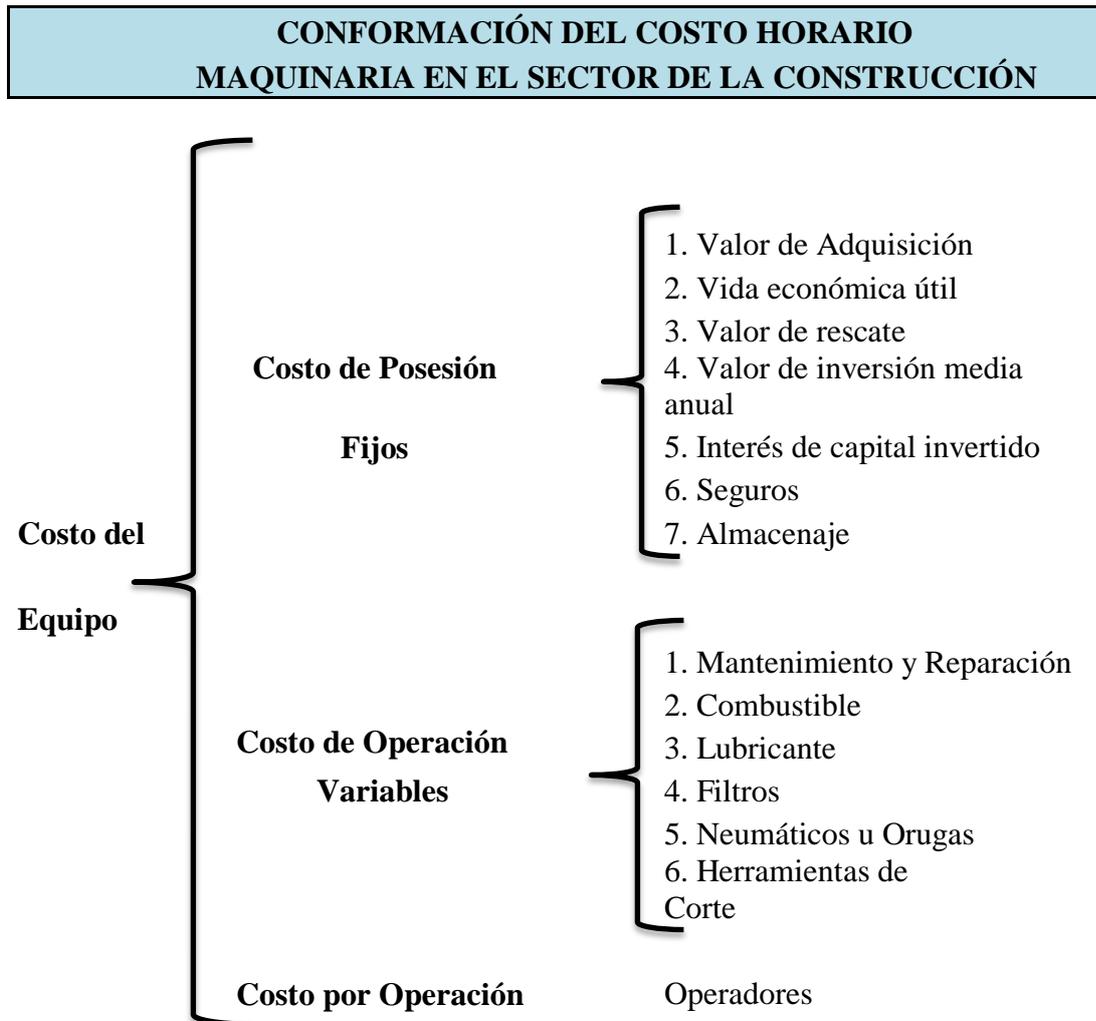
Elaborado por: Autor

## CAPÍTULO IV

### 4. COSTO DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA

#### 4.1 COSTO HORARIO DE OPERACIÓN

Para calcular el costo horario de operación hay que tener en cuentas todos los elementos que afectan a la producción de la maquinaria o a su rendimiento, además del uso correcto que se le dé para alcanzar un rendimiento óptimo de ejecución de trabajo y de los diferentes costos complementarios. A continuación se detalla la conformación del costo horario de la maquinaria en el sector de la construcción.



**Fuente:** (Janon F. V., 2000)

**Elaborado por:** Autor

## **4.2 COSTO DEL EQUIPO**

Se tendrá en cuenta los valores actualizado de reposición de las maquinarias; Excavadora, Cargadora y Volqueta, basado en el trabajo de investigación y de los cálculos realizado mismo que se encuentra detallado en el cuadro 26 capítulo 3. Estos valores servirán de punto de partida para realizar el cálculo de los costos de operación, y además considerando todos los elementos, factores y criterios que incurran en el análisis de los mismos a que hubiera lugar.

### **4.3 COSTOS DE POSESIÓN DE MAQUINARIA PESADA**

- Valor actual de la maquinaria.
- Vida útil
- Valor residual o salvamento al fin de su vida útil
- Amortización, inversión, y remplazo óptimo

#### **4.3.1 Valor actual de la maquinaria.**

Los precios de las máquinas se obtuvieron en base a una investigación de mercado dentro y fuera del país (nacional e internacional), se partió de los costos de importación, nacionalización y transporte a sitio. Con el fin de llegar al valor actual de reposición, (Nacional) lo cual se encuentra detallado en el cuadro 26 del capítulo 3.

Los valores pueden variar por razón de diferentes tarifas de impuesto de aduana.

#### **4.3.2 Vida económica útil.**

La vida útil de cada una de estas máquinas aquí presentadas se encuentra detallada en el cuadro 1 del capítulo 2. Se estimará una vida útil promedio, para nuestro análisis.

El tiempo de utilización del equipo en relación con factores de tipo económico, han generado los conceptos de vida útil y vida económica A medida que una máquina se usa, la mayor parte de sus piezas se gasta. A pesar de que un adecuado mantenimiento, hace más lento el desgaste, las piezas fallan y, en determinado momento, es necesario remplazarlas. Así, la vida económica útil de una máquina puede definirse como el tiempo durante el cual trabaja con un rendimiento económico justificable.

El período de posesión (vida útil) recomendado es de 10 años con una utilización anual de 2,000 horas es decir 10,000 horas totales durante el período de posesión.

### 4.3.3 Valor residual (salvamento) a la hora del reemplazo

1. Para determinar el valor residual (ver Tabla 1), se debe partir de los precio actual de reposición de \$181,500 de una máquina excavadora de orugas (Vea la hoja de cálculo al final de esta sección). Como es un equipo de cadenas, no se consideran los neumáticos.

2. De acuerdo a la experiencia del usuario, el valor a depreciar hasta el momento de la baja será aproximadamente el 80 % de su valor actual de reposición. Este valor es pues de US \$145,200 el cual hay que recuperar mediante trabajo.

### 4.3.4 Costo de propiedad.

El sólo hecho de ser dueño de una maquinaria de cualquier tipo, representa una erogación continua, independientemente del trabajo que realice el equipo. Ese costo se desprende de la depreciación, intereses, impuestos, seguros, estacionamiento y bodegaje; factores que afectan al dueño de la maquinaria permanentemente por ser inherentes al hecho de tener una inversión. Lo cual se describe en el cuadro 4 del capítulo 2.

### 4.3.5 Depreciación.

El uso ocasiona un desgaste natural en las máquinas y, se irán desvalorizando tanto por depreciación como por obsolescencia. Sin importar el cuidado que se tenga en el mantenimiento y la reparación es necesario proveer la reposición del equipo, ya que cada día las maquinas son más eficientes y productivas. Hay varios métodos para calcular la depreciación para equipos y maquinarias. Los métodos quedan a criterio de los peritos valuadores o de la norma requerida NIIF. En nuestro caso de la investigación realizada a la maquinaria pesada de construcción, Excavadora de Orugas, Cargadora Frontal y Volquetas, se ha utilizado el método de la línea recta para el cálculo de los costó de posesión.

### 4.3.6 Valor Medio

El valor medio es el promedio aritmético de los valores en libros al inicio de cada año, lo cual se explica con el ejemplo que antecede de una Máquina Excavadora de Orugas.

Se expresa así:

$$\text{Valor medio} = [(N+1)] * (\text{Valor inicial} - 20\%) / 2N$$

$$\text{Valor medio (IMA)} = 145,200.00 (5 + 1) / \text{año } 2 \times 5 \text{ años} = \text{\$. } \mathbf{87,120.00}$$

#### **4.3.7 Interés por Inversión de Capital (Iic)**

El dinero tiene un valor intrínseco, que debe recuperarse mediante la utilización del mismo. Este es el concepto del interés, y en el caso del equipo se debe cargar al costo, así sea utilizado en beneficio propio, ya que el dinero pudo haberse invertido en otro negocio y obtener una rentabilidad sobre el capital. Para efectos de los cálculos, se puede usar el interés legal mínimo anual vigente según el BCE es del 10.21 % para el sector Productivo Empresarial. Cuando se aplica depreciación lineal, se usa el valor medio. (Banco Nacional del Ecuador , 2017)

$$I = \$ 87,120.00 * 10.21\% * 6 / 12,000 = \mathbf{4.4474}$$

#### **4.4 COSTOS DE OPERACIÓN DE MAQUINARIA PESADA**

1. Mantenimiento y Reparación
2. Combustible
3. Lubricante
4. Filtros
5. Neumáticos u Orugas
6. Herramientas de Corte

##### **4.4.1 Costo de Operación**

Los equipos de construcción accionados por motores de combustión interna requieren para su funcionamiento: Operarios, combustible y lubricantes. Para un buen funcionamiento se necesita además, servicio adecuado de mantenimiento y reemplazo oportuno de las piezas dañadas o gastadas. Las erogaciones ocasionadas por todos estos conceptos constituyen los costos de operación de la máquina. A pesar de que estos costos varían considerablemente para cada equipo de acuerdo con la localización y las condiciones de rudeza del trabajo, es posible estimarlos previamente con razonable aproximación para una obra determinada, después de estudiar cuidadosamente dichas condiciones. Para los análisis de costo – hora se asumió que la maquinaria en cuestión se halla en condiciones normales de funcionamiento.

##### **a. Mano de Obra (Operario)**

Al analizar el costo de operación de una máquina hay que considerar no sólo el jornal básico de operarios, sino también el costo ocasionado por prestaciones sociales y pérdidas mayores de tiempo. Cuando se trabaja por destajo o tarea, el jornal que se debe tener en

cuenta para el cálculo de prestaciones sociales, no es simplemente el básico, sino el jornal promedio según lo ordena el código del trabajo. Teniendo en cuenta lo anterior, los jornales de mercado que se han utilizado se encuentran en el cuadro 12.

## **b. Consumo de Combustibles**

En el cuadro 5 se dan los valores empleados de acuerdo con la potencia de las máquinas.

El tipo y las condiciones del trabajo que realice la máquina, influyen notoriamente en el consumo de combustible de la misma. Es probable que una máquina trabajando en condiciones suaves, reduzca su consumo de combustible hasta dos tercios de lo que consumiría en condiciones medias, y que trabajando en condiciones severas aumente dicho consumo hasta los cuatro tercios.

Usando otros términos podríamos decir simplemente que la cantidad de combustible que consume un motor de combustión interna es directamente proporcional a la potencia por él desarrollada. Para calcular el consumo promedio de combustible es necesario estimar qué porcentaje de su potencia máxima debe suministrar el motor para efectuar el trabajo que va a asignársele. En una excavadora de orugas, cargadora frontal, volqueta este porcentaje puede ser del orden de un 80 o un 90%. En los análisis de costo - hora que aparecen en este manual de Caterpillar asumimos que los motores trabajan en promedio a un **65%** de su potencia máxima. Con el fin de atender los desperdicios ocasionados por el manipuleo de los combustibles se adicionó un 10% a los consumos acumulados como se indica más adelante.

- **Diésel**

De acuerdo con la experiencia de los fabricantes de equipo pesado de construcción y teniendo en cuenta que el consumo de combustible es proporcional a la potencia de la máquina, y que varía según su tipo, altura sobre el nivel del mar, temperatura y condiciones climatológicas, se han establecido diferentes factores para condiciones medias de trabajo, los cuales al multiplicarlos por **0.65** que es la potencia promedio suministrada por el motor, dan el factor de consumo por caballo de fuerza (CF), así:

Cargadores, excavadoras y tractores, consumen aproximadamente 0.52 galones de diésel por Caballo de Fuerza (CF).

$$\text{Factor de consumo: } 0.65 \times 0.52 = 0.0338$$

Volquetas pesadas y tracto mulas consumen aproximadamente 0.0308 galones de diésel por Caballo de Fuerza (CF).

Factor de consumo:  $0.65 \times 0.0308 = 0.0200$

Los demás equipos consumen aproximadamente 0.04 galones de diésel por Caballo de fuerza (CF).

Factor de consumo:  $0.65 \times 0.04 = 0.0260$

**Nota:** Se sugiere al usuario consultar los valores de referencia mensual de combustibles.

- **Gasolina**

Un motor a gasolina consume aproximadamente 0.06 galones de combustible por caballo de fuerza y por hora. Igual que en los motores Diésel, esta cantidad varía con la altura sobre el nivel del mar, con la temperatura y con las condiciones climatológicas.

Para calcular el número aproximado de galones de combustible consumidos por hora por un motor de gasolina se procede en forma similar a la de los motores Diésel. El encendido de un gran número de motores Diésel se hace con un motor pequeño auxiliar de gasolina. Fuera de esto, debido a sus propiedades disolventes la gasolina es usada en las operaciones de limpieza de las máquinas. Se estima que la cantidad de gasolina que una máquina consume por estos conceptos es de 0.15 galones por hora.

En el cuadro 5, se dan los valores empleados de acuerdo con la potencia de las máquinas.

**Nota:** Se sugiere al usuario consultar los valores de referencia mensual de combustibles

- **Eficiencia del Motor**

Para los fines prácticos es suficientemente preciso el suponer que, para los motores de gasolina de cuatro ciclos y para los motores diésel, la pérdida en potencia al nivel del mar es del 3% por cada 300 metros de altura arriba de los primeros 300m. De tal manera que para un motor con una potencia de 120 hp al nivel del mar, la potencia a 3000 m. Arriba del nivel de mar sería:

- Potencia al nivel del mar: 120 h.
- Perdida debido a la altura:  $\frac{.03 (3000 - 300) \times 120}{300} = 32.4$  hp
- Potencia efectiva =  $120 - 32.4 = 87.6$  hp

### **C. Aceite, Grasa y Filtro.**

En lo referente a los consumos aproximados de Aceite, Grasa y Filtro para los diferentes equipos de construcción, estos se encuentran detallado en los cuadros 6 ,7 y 8.

### **D. Llantas**

Posiblemente uno de los renglones más difíciles de estimar al analizar el costo hora de una máquina, es el de las llantas. La vida útil de una llanta está fuertemente afectada por el mantenimiento, la velocidad de trabajo, el estado de la vía, la posición que ocupa la llanta (delantera, motriz, trasera, radial, etc.) en la máquina, la carga útil, las pendientes, la presión de inflado, etc. Se ha establecido que bajo condiciones óptimas de trabajo, el promedio de vida útil para una llanta es de 50,000 kilómetros o 5,000 horas; pero muy pocas operaciones podrían efectuarse bajo esas condiciones óptimas. La vida útil probable de una llanta se ha calculado, teniendo en cuenta la experiencia de los fabricantes de equipo y las condiciones medias de trabajo de la máquina, obteniéndose los valores del cuadro 10.

## **4.5 DESARROLLO DEL COSTO HORARIO.**

### **EXCAVADORA DE ORUGAS**

#### **1. Datos Generales:**

Producto = Excavadora sobre orugas, DOOSAN

Modelo = DX225LCA

Valor de Adquisición (Va) = \$. 181,500.00 (Sin I.V.A)

Potencia = 148 HP

Peso de operación = 22,100 Kg. (aprox.)

Capacidad del Cucharón = 1,20m<sup>3</sup>

Vida Económica Útil (VEU) = n = 5 años, 2,000 horas anuales = 10,000 horas

Valor de Rescate ( $V_r$ ) = 20% del  $V_a$  = \$. 36,300.00

Cálculo de la Inversión Media Anual (IMA) =

=  $V_a (n+1) + V_r (n-1) / 2n$  = \$. 181,500.00 x (5+1) + 36,300.00 (5-1) / 2 x 5 años

Cálculo de la Inversión Media Anual (IMA) = \$.123, 420.00 / año

#### **4.5.1 Cálculo del Costo Horario de Posesión.**

##### **a. Costo horario de la depreciación**

Depreciación =  $V_a - V_r / VEU$

S/. 181,500.00 – \$. 36,300.00 / 5 años

Depreciación = \$. 29,040.00 / año

Depreciación = \$. 29,040.00 / 2,000 hora

Depreciación = \$. 14.52 / hora

##### **b. Costo horario de los intereses**

Para el presente ejemplo usaremos referencialmente el promedio de Tasa Activa en Moneda Nacional (TAMN) del año 2017 que fue del 10.21%.

Intereses = IMA x % tasa anual = \$. 123,420.00 / año x 0.1021

Nº de horas anuales = 2,000 horas

Intereses = \$. 6.300 / hora

##### **c. Costo horario de: 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%

Almacenaje: 1.0%

**TOTAL: 5.5%**

La sumatoria de las tasas promedio, las aplicaremos sobre la Inversión Media Anual Seguros, Impuestos y Almacenaje

= IMA x ( $\Sigma$  de tasas anuales) - \$. 123,420.00 / años x 0.055

Nº de horas anuales = 2,000 horas

Costo horario de: Seguro, Impuesto y Almacenaje. = \$. 3.394 / hora

**TOTAL COSTO HORARIO DE POSESIÓN (a + b + c)**

Total costo horario de posesión = 14.52 + 6.300 + 3.390 = **\$. 24.214/ hora**

#### **4.5.2 Costo Horario de Operación**

### **EXCAVADORA DE ORUGAS**

#### **2. Datos Generales.**

Marca DOOSAN,

Motor Diésel, turboalimentado

Potencia al volante de 148 HP a 1800 RPM.

Combustibles Consumo de Petróleo (promedio): 4.1 gal/hora

Lubricantes Consumo de Aceite Motor Grado 40: 0.09 gal/hora

Consumo de Aceite Hidráulico: 0.002 gal/hora

Consumo de Aceite Transmisión: 0.003 gal/hora

Grasa: 0.20 libra/hora

Filtros: 20% (combustible + lubricante)

Carrilería: reemplazo a las 8.000 horas

Operador de equipo pesado: 1.5 H-H del operario de Construcción Civil

- **Cálculo del Costo Horario de Operación.**

Cotizaciones (feb. 2017)

Galón de petróleo (galón) = \$. 0.9096 sin I.V. A

Galón aceite Motor Grado 40 (galón) = \$. 31.05 sin I.V.A

Aceite Hidráulico (galón) = \$. 36.57 sin I.V.A

Aceite de Transmisión (galón) = \$. 38.50 sin I.V. A

Grasas (libra) = \$. 4.69 sin I.V.A

Carrilería (juego completo) = \$. 165,000.00 sin I.V. A

Operario de Construcción Civil = \$. 5.02 HH

**a. Cálculo del costo horario**

Petróleo:  $4.1 \text{ gal/h} \times \$ 0.9096 = \$ 3.729 \text{ /hora}$

Lubricantes Aceite Motor:  $0.09 \text{ gal/h} \times \$ 31.00 = \$ 2.79 \text{ /hora}$

Aceite Hidráulico:  $0.002 \text{ gal/h} \times \$ 37.00 = \$ 0.074$

Aceite Transmisión:  $0.003 \text{ gal/h} \times \$ 39.00 = \$ 0.117$

Grasas:  $0.20 \text{ Libra/h} \times \$ 4.70 = \$ 0.94 \text{ / hora}$

Filtros: 20% (combustible + lubricante):  $0.2 (\$ 3.729/\text{hora} + \$ 2.9144/\text{hora}) =$

$\$ 6.643 \text{ /hora}$

Carrilería:  $\$ 165,000.00 = \$ 20,625.00 \text{ horas}$

Operador Especializado:  $1.5 \text{ H-H} \times \$ 5.02 = \$ 7.53$

**b. Costo horario de los gastos de mantenimiento**

Para el presente ejemplo consideramos que el costo total del mantenimiento de la excavadora sobre orugas, asciende al 100% del Valor de Adquisición.

Costo Total del mantenimiento: Valor de Adquisición:  $100\% \times \$ 181,500.00 = \$ 181,500.00$

Costo del mantenimiento por mano de obra =  $25\% \times \$ 181,500.00/\text{VEU} = \$ 45,375.00/\text{VEU}$

Costo del mantenimiento por repuestos =  $75\% \times \$ 181,500.00/\text{VEU} = \$ 136,125.00/\text{VEU}$

Considerando que la VEU de la excavadora sobre orugas es de 10,000 horas.

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR MANO DE OBRA =  $\$ 45,375.00 = \$ 4.5375 / \text{hora } 10,000 \text{ h}$

COSTO HORARIO DE MANTENIMIENTO POR REPUESTOS =  $\$ 136,125.00 = \$ 13.61 / \text{hora } 10,000 \text{ h}$

### **TOTAL COSTO HORARIO DE OPERACIÓN**

Petróleo =  $\$ 3.729 / \text{hora}$

Aceite Motor Grado 40 =  $\$ 2.79 / \text{hora}$

Aceite Hidráulico =  $\$ 0.074 / \text{hora}$

Aceite de Transmisión =  $\$ 0.117 / \text{hora}$

Grasas =  $\$ 0.94 / \text{hora}$

Filtros =  $\$ 6.643 / \text{hora}$

Carrilería =  $\$ 20,625.00 / \text{hora}$

Gastos de mantenimiento: Mano de obra =  $\$ 4.537 / \text{hora}$

Repuestos =  $\$ 13.61 / \text{hora}$

Operador Especializado =  $\$ 7.53 / \text{hora}$

**Total Costo Horario de Operación =  $\$ 60.595 / \text{hora}$**

Costo Horario de la Excavadora. Sobre Orugas (con operador) = Costo de Posesión + Costo de Operación  
Costo horario de la Excavadora sobre Orugas (con operador) = \$ . 24.214. / hora + \$ . 60.595 /hora = **\$ . 84.809/hora**

(\*) En este costo no Incluye el Impuesto General a las Ventas (I.V.A), Gastos Generales ni Utilidad (\*\*\*) En este caso no se ha considerado el costo de los elementos de corte, debido a que tienen una gran variación dependiendo del tipo de terreno, habilidad del operador...etc.

#### **4.6 ANÁLISIS COSTO HORARIO**

Para el trabajo de tesis, se han elaborado hojas de cálculo del costo horario para cada una de las máquinas utilizadas, movimiento de escombros y acarreo de material en la zona del fuerte impacto causado por la naturaleza, terremoto de abril del 2016, zona denominada cero, sector Tarqui de la provincia de Manabí. Con los valores de reposición actual de las máquinas; excavadora de orugas, cargadora frontal y volqueta, obtenido de la tasación. Se realizará el cálculo del costo horario en dólares.

Cada cuadro es llenado de acuerdo a los conceptos explicados en los capítulos anteriores, las fórmulas actúan directamente de forma rápida, con el fin de obtener el costo horario de la maquinaria.

Para los cálculos del costo horario, se usa el interés legal mínimo anual vigente según el BCE que está alrededor del 10.21 % para el sector productivo empresarial.

Además, se trabajó con salarios reales. Es decir, que no se utilizaron los salarios sectoriales 2016 (Anexo 1: Estructura Ocupacional y Porcentajes de Incremento para la Remuneración Mínima Sectorial Comisión Sectorial N° 14 “Construcción”) que es de \$ 426.58. En este salario están considerados todos sus beneficios sociales, pero se tomaron en cuenta los salarios fijados por el mercado o por los contratistas de obras, como se observa en los siguientes cuadros de datos generales de costos horarios.

#### **4.7 COSTO HORARIO EXCAVADORA DE ORUGAS**

En el cuadro 27 se han ingresado los valores de la máquina especificada, los mismos que serán utilizados automáticamente para determinar costo horario de la maquinaria, en el formato de Excel establecido mediante la formulación respectiva de los cálculos parciales. En el cuadro 28 se aprecia con facilidad que para obtener el costo total de operación de la excavadora de orugas se ha realizado la sumatoria del costo de posesión, costo de operación, salario por hora del operador, los gastos administrativos y utilidades.

El proceso para la elaboración de hojas de cálculos, cuadros 27 y 28 es el mismo utilizado para el análisis del costo horario de las maquinarias utilizadas en el proyecto.

**Cuadro 27. Datos Generales de costo horario. Excavadora**

<b>COSTO HORARIO DE MAQUINARIA EXCAVADORA</b>	
Vc=Valor de compra	\$ 181,500.00
Ea=Equipo adicional	
Vn=Valor tren rodaje (carrilera)	\$ 165,000.00
Va=Valor adquisición	\$ 181,500.00
% Vr=% Valor de rescate	35%
Vr=Valor de rescate= (Va*% Vr)	\$ 63,525.00
Ve=Vida económica en horas	15,000
Ha=Horas trabajadas al año (horas)	2,000
i=Tasa de interés anual	10%
s=Prima anual de seguro, impuesto e almacenaje	6%
Q=Coef. para mantenimiento (Mano Obra)	25%
Q=Coef. para mantenimiento (Repuesto)	75%
HP=Potencia del motor	148
Cc=Capacidad del cárter en litros	25
Tipo de combustible	Diésel
Pc=Precio del combustible	0.926
Ce=Consumo p/comb.(l/h)	4.63
	Aceite
Tipo de lubricante	15w40
Pa=Precio del lubricante	\$ 6.64
tc=Tiempo p/cambio de aceite (hrs)	250
Ca=Consumo p/lub. (l/h)	0.00
He=Vida económica neumáticos (h)	8,000
h=Horas efectivas por turno	8
Salario del operador	\$ 800.00 mensual

**Elaborado por:** Autor

**Cuadro 28. Costo Horario. EXCAVADORA DE ORUGAS**

ANÁLISIS DEL COSTO HORARIO EN DÓLARES							
DATOS GENERALES		Excavadora de Orugas DOOSAN					
Fecha de fabricación	feb-17						
Modelo	DX 225LC						
Período estimado de posesión	7.5 años						
Uso estimado horas/año	2.000						
Potencia del equipo(hp)	148						
<b>COSTO DE POSESIÓN</b>						<b>C. Parcial</b>	<b>C. Total</b>
1	Precio de compra						
2	Costo de neumáticos y/o piezas de recambio						
3	Valor residual	35.00%		63,525.00			
4	Amortización				7.87		
5	Costo de inversión media anual			66,360.94			
6	Interés	10.21%			3.39		
7	Seguro, impuesto e almacenaje	5.5%			1.82		
8	<b>COSTO TOTAL POR HORA DE POSESIÓN</b>						<b>13.08</b>
							17.91%
<b>COSTO DE OPERACIÓN</b>			Precio Unitario	Consumo			
9	Combustible		0.926	4.63		4.29	
10	Lubricantes filtros y grasas					7.58	
11	Tren de rodaje / Neumático					20.63	
12	Reparaciones e mantenimiento					3.03	
13	Artículos de desgaste					9.08	
14	<b>COSTO TOTAL POR HORA DE OPERACIÓN</b>						<b>44.60</b>
							61.07%
15	<b>POSESIÓN Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA</b>						<b>57.67</b>
16	<b>SALARIO HORA DE OPERADOR</b>						<b>7.53</b>
17	<b>COSTO TOTAL POR HORA DE POSESIÓN Y OPERACIÓN</b>					<b>65.20</b>	
18	<b>GTOS. ADMINISTRATIVOS Y UTILIDADES</b>			12.00%			<b>7.82</b>
							10.71%
19	<b>TOTAL COSTO HORA MÁQUINA</b>						<b>73.03</b>
							100.00%

Elaborado por: Autor

#### 4.7.1 COSTO HORARIO CARGADORA FRONTAL

En el cuadro 29 se han ingresado los valores de la máquina especificada, los mismos que serán utilizados automáticamente para determinar costo horario de la maquinaria, en el formato Excel establecido mediante la formulación respectiva de los cálculos parciales. En el cuadro 30 se aprecia con facilidad que para obtener el costo total de operación de la excavadora de orugas se ha realizado la sumatoria del costo de posesión, costo de operación, salario por hora del operador, los gastos administrativos y utilidades.

El proceso para la elaboración de hojas de cálculos, cuadros 29 y 30 es el mismo utilizado para el análisis del costo horario de las maquinarias utilizadas en el proyecto

**Cuadro 29. Datos Generales de costo horario. CARGADORA**

<b>COSTO HORARIO DE MAQUINARIA CARGADORA</b>	
Vc=Valor de compra	\$376,320.00
Ea=Equipo adicional	
Vn=Valor neumáticos (llantas)	\$ 5,500.00
Va=Valor adquisición	\$376,320.00
% Vr=% Valor de rescate	35%
Vr=Valor de rescate= (Va*% Vr)	\$131,712.00
Ve=Vida económica en horas	15,000
Ha=Horas trabajadas al año (horas)	2,000
i=Tasa de interés anual	10%
s=Prima anual de seguro, impuesto e almacenaje	6%
Q=Coef. para mantenimiento (Mano Obra)	25%
Q=Coef. para mantenimiento (Repuesto)	75%
HP=Potencia del motor	274
Cc=Capacidad del cárter en litros	25
Tipo de combustible	Diésel
Pc=Precio del combustible	0.926
Ce=Consumo p/comb.(l/h)	4.63
Tipo de lubricante	Aceite 15w40
Pa=Precio del lubricante	\$ 6.64
tc=Tiempp/cambio de aceite (hrs)	250
Ca=Consumo p/lub. (l/h)	0.00
He=Vida económica neumáticos (h)	1,500
h=Horas efectivas por turno	8
Salario del operador	\$ 650.00 mensual

**Elaborado por:** Autor

**Cuadro 30. Análisis del costo Horario. CARGADORA**

ANÁLISIS DEL COSTO HORARIO EN DÓLARES							
DATOS GENERALES:		Cargadora de Rueda KOMATSU					
Fecha		feb-17					
Modelo		WA470-6					
Período estimado de posesión		7.5 años					
Uso estimado horas/año		2.000					
Potencia del equipo(hp)		274					
						C. Parcial	C. Total
							%
<b>COSTO DE POSESIÓN</b>							
1	Precio de compra					<b>376,320.00</b>	
2	Costo de neumáticos y/o piezas de recambio						
3	Valor residual		35.00%			131,712.00	
4	Amortización					16.31	
5	Costo de inversión media anual					137,592.00	
6	Interés		10.21%			7.03	
7	Seguro, impuesto e almacenaje		5.5%			3.78	
8	<b>COSTO TOTAL POR HORA DE POSESIÓN</b>						<b>27.12</b> 32.79%
<b>COSTO DE OPERACIÓN</b>							
			Precio Unitario	Consumo			
9	Combustible		0.926	4.63		4.29	
10	Lubricantes filtros y grasas					7.58	
11	Tren de rodaje / Neumático					3.67	
12	Reparaciones e mantenimiento					6.27	
13	Artículos de desgaste					18.82	
14	<b>COSTO TOTAL POR HORA DE OPERACIÓN</b>						<b>40.62</b> 49.13%
15	<b>POSESIÓN Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA</b>						<b>67.74</b>
16	<b>SALARIO HORA DE OPERADOR</b>						<b>6.09</b> 7.37%
17	<b>COSTO TOTAL POR HORA DE POSESIÓN Y OPERACIÓN</b>					<b>73.83</b>	
18	<b>GTOS. ADMINISTRATIVOS Y UTILIDADES</b>				12.00%		<b>8.86</b> 10.71%
19	<b>TOTAL COSTO HORA MÁQUINA</b>						<b>82.69</b> 100.00%

Elaborado por: Autor

#### 4.7.2 COSTO HORARIO VOLQUETA 16m<sup>3</sup>

En el cuadro 31 se han ingresado los valores de la máquina especificada, los mismos que serán utilizados automáticamente para determinar costo horario de la maquinaria, en el formato Excel establecido mediante la formulación respectiva de los cálculos parciales. En el cuadro 32 se aprecia con facilidad que para obtener el costo total de operación de la excavadora de orugas se ha realizado la sumatoria del costo de posesión, costo de operación, salario por hora del operador, los gastos administrativos y utilidades.

El proceso para la elaboración de hojas de cálculos, cuadros 31 y 32 es el mismo utilizado para el análisis del costo horario de las maquinarias utilizadas en el proyecto

**Cuadro 31. Datos Generales de Costo horario. VOLQUETA**

<b>COSTO HORARIO DE MAQUINARIA VOLQUETA</b>	
Vc=Valor de compra	\$176.000,00
Ea=Equipo adicional	
Vn=Valor neumáticos (llantas)	\$ 7.500,00
Va=Valor adquisición=Vc+Ea-Vn	\$176.000,00
% Vr=% Valor de rescate	35%
Vr=Valor de rescate=(% Vr)(Va)	\$ 61.600,00
Ve=Vida económica en horas	10000
Ha=Horas trabajadas al año (horas)	2000
i=Tasa de interés anual	10%
s=Prima anual de seguro, impuesto e almacenaje	6%
Q=Coeficiente para mantenimiento (Mano Obra)	25%
Q=Coeficiente para mantenimiento (Repuesto)	75%
HP=Potencia del motor	309
Cc=Capacidad del cárter en litros	20
Tipo de combustible	Diésel
Pc=Precio del combustible	0,926
Ce=Consumo p/comb.(l/h)	4,63
Tipo de lubricante	Aceite 15w40
Pa=Precio del lubricante	\$ 6,64
tc=Tiempos p/cambio de aceite (hrs)	200
Ca=Consumo p/lub. (l/h)	0,00
He=Vida económica neumáticos (h)	2000
h=Horas efectivas por turno	8
Salario del operador	\$ 580,00 mensual

**Elaborado por:** Autor

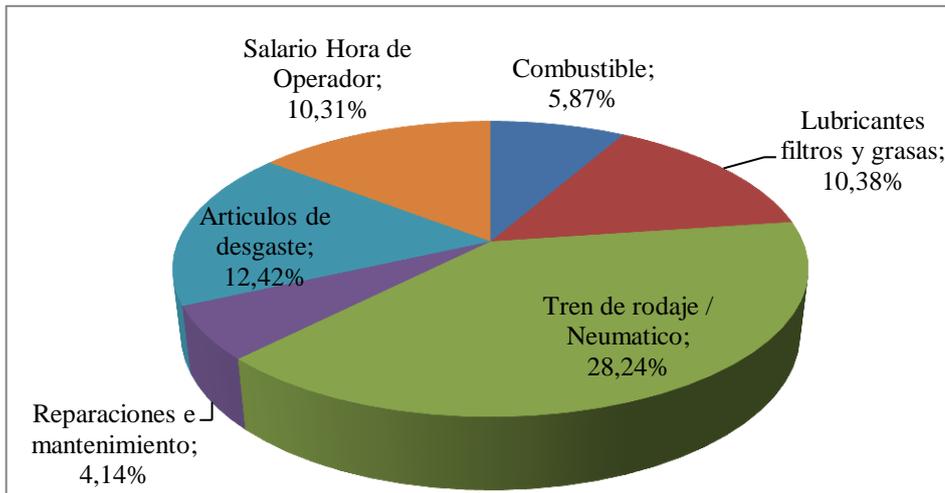
**Cuadro 32. Análisis del Costo Horario. VOLQUETA 16m<sup>3</sup>**

ANÁLISIS DEL COSTO HORARIO EN DÓLARES										
DATOS GENERALES										
Volquete Tipo Mula IVECO de 16m <sup>3</sup>										
Fecha		feb-17								
Modelo		TRAKKER 380T								
Período estimado de posesion		5 años								
Uso estimado horas/año		2.000								
Potencia del equipo(hp)		309 KW								
						C. Parcial	C. Total	C. Total	%	
COSTO DE POSESIÓN								M <sup>3</sup> -Km		
1	Precio de compra					<b>176,000.00</b>				
2	Costo de neumáticos y/o piezas de recambio									
3	Valor residual		35.00%			61,600.00				
4	Amortización					11.44				
5	Costo de inversión media anual					66,733.33				
6	Interés		10.21%			3.41				
7	Seguro, impuesto e almacenaje		5.50%			1.84				
8	COSTO TOTAL POR HORA DE POSESIÓN							<b>16.68</b>	0.095	26.91%
COSTO DE OPERACIÓN										
			Precio Unitario	Consumo						
9	Combustible		0.926	4.63		4.29				
10	Lubricantes filtros y grasas					7.58				
11	Tren de rodaje / Neumático					3.75				
12	Reparaciones e mantenimiento					4.4				
13	Artículos de desgaste					13.2				
14	COSTO TOTAL POR HORA DE OPERACIÓN							<b>33.22</b>	0.19	53.60%
15	POSESIÓN Y OPERACIÓN DE MAQUINARIA							49.90	0.29	
16	SALARIO HORA DE OPERADOR							5.44	0.03	8.77%
17	COSTO TOTAL POR HORA DE POSESIÓN Y OPERACIÓN							<b>55.34</b>	0.32	
18	GTOS. ADMINISTRATIVOS Y UTILIDADES							6.64	0.04	10.71%
19	TOTAL COSTO HORA MÁQUINA							<b>61.98</b>	0.35	100.00%

Elaborado por: Autor

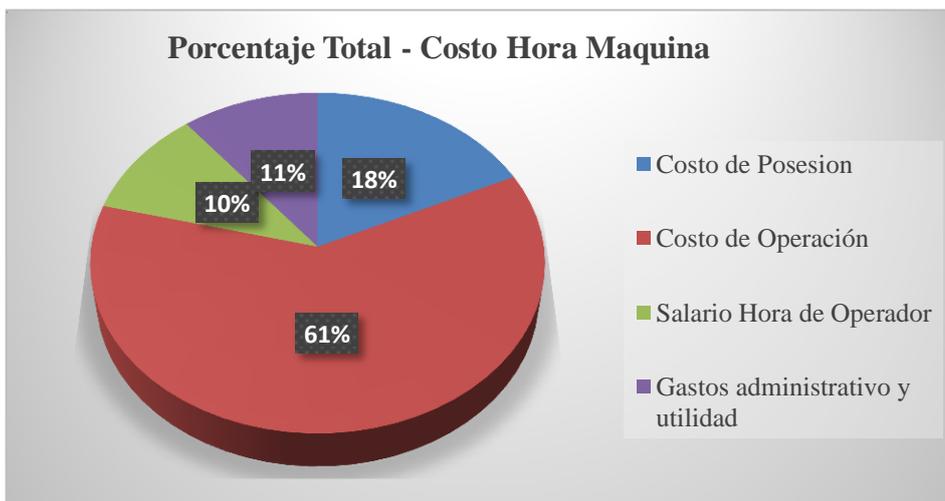
## 4.8 RESUMEN DE LOS COSTOS HORARIOS DE MAQUINARIAS

### 4.8.1 Costo de Operación de una Máquina Excavadora.



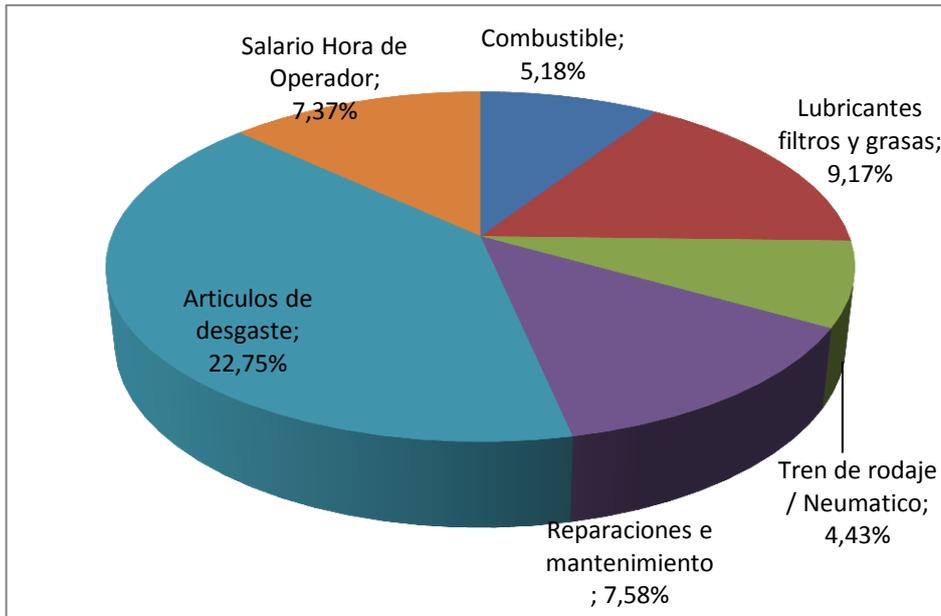
De acuerdo a los datos obtenidos de los costos de operación de una máquina excavadora, donde el 28.24% corresponden a tren de rodaje/neumático, seguido del 12.42% de artículos de desgaste, siendo el de menos porcentaje las reparaciones y mantenimientos con el 4.14%.

- **Análisis del Porcentaje Total – Costo Hora de una Máquina Excavadora.**



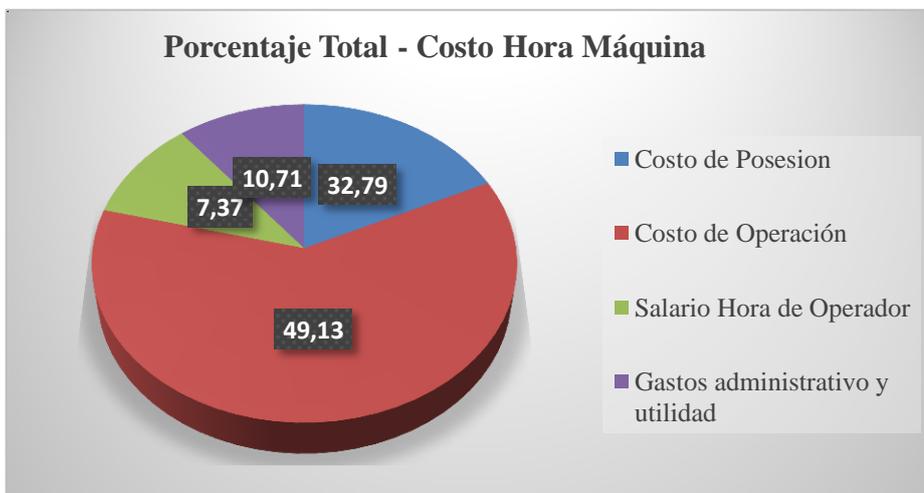
Los resultados obtenidos de los costos hora de una máquina excavadora, indican que el 61% corresponde al costo de operación, seguido del 18% del costo de posesión, los gastos administrativos y utilidad tienen el 11% de los resultados, siendo el salario hora de operador el 10%.

#### 4.8.2 Costo de Operación de una Máquina Cargadora.



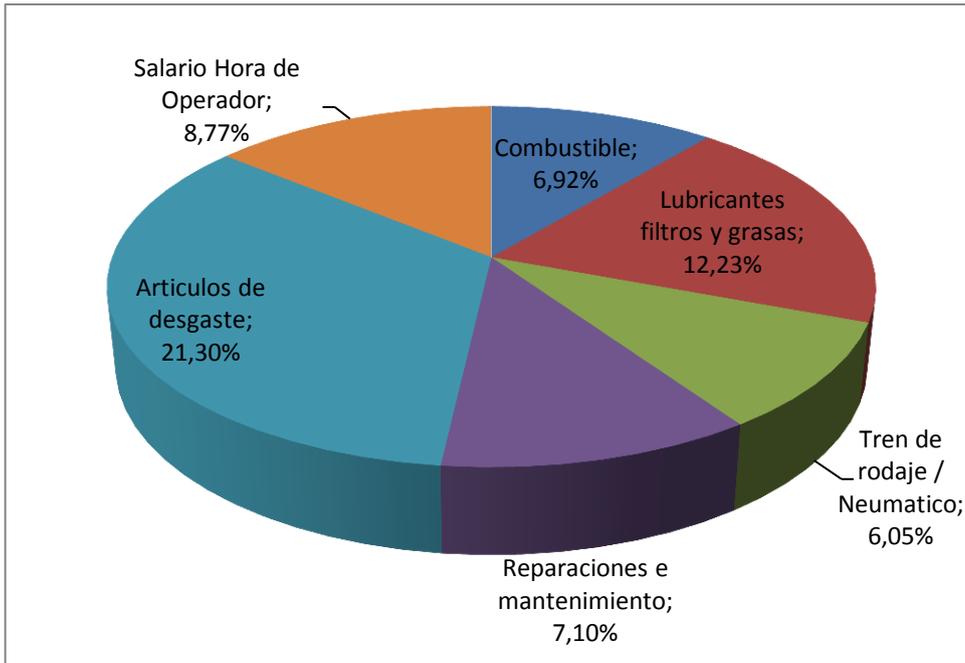
Con respecto a los resultados obtenidos del costo de operación de una máquina cargadora, donde el 22.75% corresponde a los artículos de desgaste, el 9.17% de lubricantes, filtros y grasas, el 7.58% de reparaciones y mantenimiento, teniendo el menor porcentaje los combustibles con 5.18%.

- **Análisis del Porcentaje Total – Costo Hora de una Máquina Cargadora**



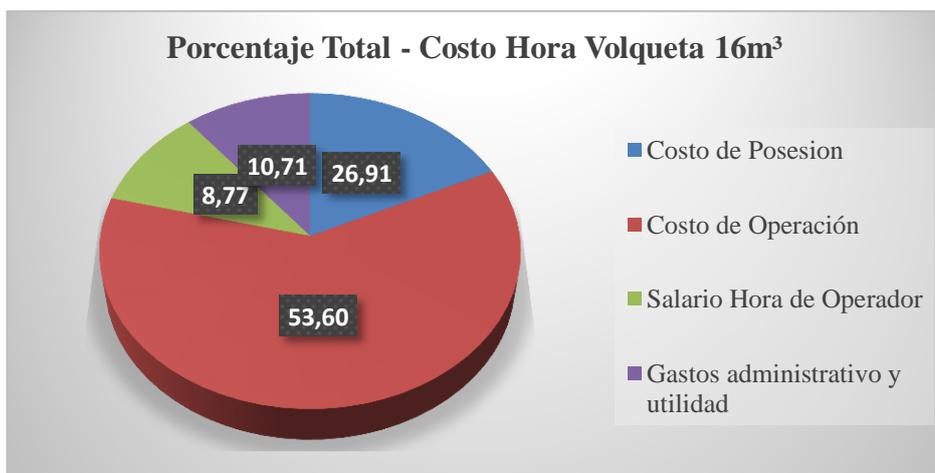
Con respecto a los datos obtenidos del costo hora de una máquina cargadora, donde el 49.13% corresponde a costo de operación, el 32.79% del costo de posesión, el 10.71% de gastos administrativos y utilidad, siendo el porcentaje más bajo el de salario hora de operador con el 7.37%.

### 4.8.3 Costo de Operación de una Volqueta 16m<sup>3</sup>



De acuerdo a los resultados obtenidos del costo de operación de una volqueta 16m<sup>3</sup>, donde el 21.30% corresponde a artículos de desgaste, seguido del 12.23% de lubricantes, filtros y grasas, mientras reparaciones y mantenimiento tienen el 7.10%, siendo el de menor porcentaje el neumático con el 6.05%.

- **Análisis del Porcentaje Total – Costo Hora de una Volqueta 16m<sup>3</sup>.**



Respecto a los resultados obtenidos del costo hora de una volqueta 16m<sup>3</sup>, donde indica que el 53.60% corresponde al costo de operación, seguido del 26.91% del costo de posesión, el 10.71% corresponde a los gastos administrativos y de utilidad, mientras solo el 8.77% corresponde a el salario hora de operador.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se concluye el trabajo de tesis, “Valoración de maquinaria y equipo pesado de construcción, para obtener los costos de operación” aplicando la técnica en ingeniería de tasación bajo requerimiento de la NIIF.

Esta investigación objeto del trabajo de tesis, estuvo enmarcado en la ciudad de Manta, provincia de Manabí donde ocurrió el impacto de la naturaleza con el terremoto de abril del 2016, sector Tarqui denominado la zona “cero”.

Para el desarrollo del proyecto se tomó en cuenta aspectos fundamentales como trabajo de campo, la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos de las diferentes maquinarias utilizadas. Por consiguiente, se realizó una descripción de aspectos generales de los bienes antes mencionados, y se actualizó el valor de reposición de las máquinas: excavadora \$ 181,500.00, cargadora \$ 376,320.00, volqueta 16m<sup>3</sup> \$ 176,000.00, considerando todos los costos incurridos, los cuales nos servirán para establecer el avalúo de la maquinaria.

La calidad del resultado obtenido por concepto de depreciación, dependerá de la veracidad de los factores proporcionados para el análisis, como son: la edad, la vida útil total estimada, el valor nuevo de reposición, entre otros. El estado de conservación de la maquinaria es un factor que sin duda, debe de incluirse en el análisis de la depreciación para obtener valores cercanos a la realidad.

En el proceso de valuación se utilizó el método de depreciación por línea recta y el método de Jans; siendo éstos los más utilizados por algunos profesionales y el requerido por la NIIF. Para obtener el valor de avalúo se aplicaron los métodos de tasación como el costo promedio y el de Jans – Heidecke.

Finalmente se hizo un análisis de los costos de operación, a partir de los valores actuales de reposición, obteniendo como resultado los costos horarios de la maquinaria pesada: excavadora \$ 73.03, cargadora \$ 82.69 y volqueta 16m<sup>3</sup> \$ 61.98, los mismos que han sido mencionados anteriormente.

En el análisis efectuado para las maquinarias: volqueta 16m<sup>3</sup>, cargadora, excavadora, bajo los métodos de costo promedio y Jans-Heidecke, se realizó una comparación de los valores de tasación como se muestra en el cuadro que antecede:

<b>MAQUINARIA PESADA VOLQUETA + CARGADORA + EXCAVADORA</b>		
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>Costo promedio</b>	<b>Jans - Heidecke</b>
Volqueta 16m <sup>3</sup>	123,059.20	119,785.42
Cargadora Frontal W470-6	333,394.43	313,847.12
Excavadora	131,357.60	129,969.97
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 587,811.23</b>	<b>\$ 563,602.51</b>

Del cuadro se puede concluir que los métodos utilizados difieren en 4,295%, por lo tanto la aplicación de los mismos en estos casos es indistinta en lo que se refiere a maquinaria. Cabe mencionar que las metodologías deben de aplicarse siempre según el criterio del profesional para el tipo de avalúo que requieran; se incurriría en un error al aplicarlas de manera mecánica y general.

El trabajo es una guía que contiene la información necesaria para poder estimar el costo de la reposición de una maquinaria, al igual que el costo de reemplazo de cada pieza con base a los niveles de desgaste.

Los avalúos de maquinarias y equipos se llevan a cabo por muchas razones entre las cuales se tienen, en principio: actualización de los activos, créditos, impuestos, valor asegurable, transacciones e información sobre precios de compra con fines impositivos.

La problemática nacional que se presenta para estimar un avalúo es la carencia de información sobre los aspectos de valuación de maquinaria y equipos de construcción.

## **RECOMENDACIONES.**

Se recomienda tener cuidado a la hora de obtener el estado de conservación del bien. Una determinación incorrecta de éste factor, provocaría importantes cambios en el porcentaje de la depreciación.

Priorizar el mantenimiento dentro de las empresas constructoras es significativo ya que es fundamental para la conservación de equipos e instalaciones lo que permite maximizar la producción.

El método más recomendado por los profesionales es el de realizar un presupuesto de recuperación del estado de conservación de la maquinaria, es decir, realizar un presupuesto en el que se analice cuánto se debe invertir para permitir que el estado de conservación cambie a nuevo. La desventaja es el tiempo necesario para efectuar dicho presupuesto.

Se recomienda analizar correctamente los valores de vida útil total estimada, vidas útiles en Ecuador, estado de conservación, depreciación física, obsolescencia funcional, obsolescencia económica y depreciación diferenciada para futuras propuestas metodológicas.

Se debe recordar que todos los bienes muebles son diferentes y se recomienda analizarlos de diferentes maneras. La valuación de bienes no es una ciencia exacta, con esto se dice que no existe un único método para el cálculo de la depreciación que funcione exitosamente para todo tipo de bien.

El profesional puede utilizar la metodología antes mencionada; el método del costo promedio requerido por la NIIF se lo considera para fines contable-financiero y el método de Jans – Heidecke para venta, compra, créditos, dación de pago, etc. para la estimación del valor de avalúo de la maquinaria. Por lo tanto, se recomienda utilizar estos métodos ya que son los más estudiados en el campo de la tasación.

El trabajo de tesis investigado para equipos y maquinarias, es una guía de información que puede ser considerado como material de apoyo en el proceso de valuación de estos tipos de bienes y además en forma didáctica.

El profesional que pretenda ejercer las funciones de perito tasador, deberá cumplir con requisitos exigidos por la ley Ecuatoriana. Cabe indicar que son tres las instituciones del estado que regulan a los peritos valuadores, siendo estas: Superintendencia de Bancos y Seguros, Superintendencia de Compañías y Consejo Nacional de la Judicatura

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(2016). *Revista especializada, Maquinaria Pesada*.

Revista especializada, Maquinaria Pesada. (2016). *Revista especializada, Maquinaria Pesada*.

Bach, J., & Vitale, A. (1981). *Costos: teoría y práctica*. Brasil.

Banco Nacional del Ecuador . (2017). Obtenido de <https://www.bce.fin.ec/>

Carhuavilca, C. (2010). *DOCPLAYER*. Obtenido de <http://docplayer.es/5088368-Exposicion-sobre-los-alcances-de-la-norma-tecnica-elementos-para-determinacion-del-costo-horario-de-los-equipos-y-maquinaria-del-sector-construccion.html>

Carpio, M. (2007). SEMINARIO DE AVALUOS DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS.  
Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Carpio, M. (2014). *Informe de avalúo*. Guayaquil.

CATERPILLAR. (OCTUBRE de 2000). *MANUAL DE RENDIMIENTO, EDICION 31*.  
Recuperado el 2016

Díaz, P. (2008). *Infonavit*. Obtenido de  
[http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Diaz\\_Perez\\_Pedro\\_Lizardo\\_44829.pdf](http://infonavit.janium.net/janium/TESIS/Maestria/Diaz_Perez_Pedro_Lizardo_44829.pdf)

Frederick. (1983).

Hidalgo, N. (2013). *Dspace.ESPOL*. Obtenido de  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24664/1/TESIS%20DE%20GRADO%202013%20-%20ARMANDO%20HIDALGO.pdf>

Janon, F. V. (2000). Análisis del costo de operación y posesión para equipos de construcción.

Janon, F. v. (2002). Análisis del costo de operación y posesión para equipos de Construcción.  
En F. v. Janon, *Análisis del costo de operación y posesión para equipos de Construcción* (pág. 63).

- Jans-Heidecke. (2013). *Tabla de conservación*. Obtenido de [http://www.jans.com.py/media/pdf/tabla\\_jans\\_heidecke.pdf](http://www.jans.com.py/media/pdf/tabla_jans_heidecke.pdf)
- Junta Bancaria del Ecuador. (2014). Resolución N JB-2014-3091.
- MAVESA, C. (2016). *MAQUINARIA PESADA*.
- Ministerio de Trabajo. (2016). *Tabla de salarios sectorial*. Obtenido de <http://www.trabajo.gob.ec/?s=TABLA+SALARIAL#>
- NUÑEZ, J. (2000). *DEPRECIACIÓN DE BIENES*. Recuperado el 12 de 2016, de <http://www.ing.una.py/pdf/1er-congreso-nacional-ingcivil/83cs83.pdf>
- Núñez, J. Á. (2009). Obtenido de <http://www.mrcl.com.br/upav/21.pdf>
- PEREZ, L. (OCTUBRE de 2009). *LAS TASACIONES Y EL SECTOR CONSTRUCCIÓN*. Recuperado el 2016, de <https://core.ac.uk/download/pdf/13288650.pdf>
- Pérez, L. F. (2009). *OI- RIESGO Y TASACIONES*. Obtenido de [https://ddd.uab.cat/pub/estudis/2009/55678/tassecon\\_a2009.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/estudis/2009/55678/tassecon_a2009.pdf)
- Restrepo, L. (2010). *Academia.Edu*. Obtenido de [http://www.academia.edu/6540739/Tasaci%C3%B3n\\_de\\_Maquinaria\\_Planta\\_y\\_Equipo](http://www.academia.edu/6540739/Tasaci%C3%B3n_de_Maquinaria_Planta_y_Equipo)
- Rodríguez, i. O. (2011). *Seminario Internacional*. Quito.
- ST Sociedad de Tasación. (2012). *ST Sociedad de Tasación*. Obtenido de <http://www.st-tasacion.es/es/mas-alla-del-valor/la-importancia-de-la-valoracion-de-maquinaria-instalaciones-y-equipos.html>
- Subsidio.Cl. (2016). *Subsidio.Cl*. Obtenido de [http://www.subsidio.cl/vendedores/que\\_es\\_una\\_tasacion\\_para\\_que\\_sirve/96/#axzz4MGUHWIIF](http://www.subsidio.cl/vendedores/que_es_una_tasacion_para_que_sirve/96/#axzz4MGUHWIIF)
- Tiempo de Negocios Hoy. (2013). *Tiempo de Negocios Hoy*. Obtenido de <http://www.tiempodenegocioshoy.com/negocios/valoracion-de-maquinaria>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. (2008). *SJNavarro*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/09/equipos-de-construccion-en-obras-viales.pdf>

Valoración Maquinaria. (2016). *Valoración Maquinaria*. Obtenido de <http://valoracionmaquinaria.com/tasacion-maquinaria.html>

Valuacion de maquinarias, equipos, instalaciones y vehiculos. (s.f.). *Valuacion demaquinarias, equipos, instalaciones y vehiculos*, (pág. p.41).

# **ANEXOS**

**SOPORTE DOCUMENTADO**

## **ANEXO #1**

# **CLASIFICACIÓN DE LA MAQUINARIA-FILTRO- PRECIO DE MAQUINARIA**

**ANEXO #2**

**SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2016**

**ANEXO #3**

**TIPO DE MAQUINARIA-PRECIO-SALARIO EN BASE  
DE MERCADO – 2016**

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Carpio Villamar Miguel Francisco**, con C.C: # **(0907891642)** autor/a del trabajo de titulación: **Valoración de maquinaria y equipo pesado de construcción, para obtener los costos de operación, basado en ingeniería de tasación** previo a la obtención del título de **Ingeniero En Administración De proyectos De Construcción** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 21 de Marzo de 2017



f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Carpio Villamar Miguel Francisco**

C.C: **0907891642**

## **REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

### **FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN**

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Valoración de maquinaria y equipo pesado de construcción, para obtener los costos de operación, basado en ingeniería de tasación		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Miguel Francisco Carpio Villamar		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Ing. Ángela Cali Proaño, Mgs.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Arquitectura y Diseño		
<b>CARRERA</b>	Ingeniería En Administración De proyectos De Construcción		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero En Administración De proyectos De Construcción		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	21 de marzo de 2017	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	118
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Administración, Construcción		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Ingeniería de valuación, maquinaria y equipo, norma internacional de información financiera (NIIF), costo de reposición, métodos de depreciación, costo de operación.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	<p>En el presente estudio se pretende analizar los principios generales de la ingeniería de valuación aplicados a la tasación de maquinarias y equipos, examinando cada uno de los componentes principales que se deben tomar en cuenta al momento de valorar este tipo de bienes, con los requerimientos de las NIIF. En avalúos de los activos fijos tangibles, más concretamente en el caso que nos ocupa Maquinaria y Equipos Industriales, la valuación debe procesarse con criterio técnico y con un amplio conocimiento de la maquinaria en cuestión. Para la realización de tareas valoratorias correspondientes a máquinas y equipos industriales, es importante preocuparse por conocer algunos aspectos como: Costo de Reposición y Métodos de Depreciación. Esto nos lleva como primer paso a encontrar de la forma más fidedigna el Costo de Reposición, punto de partida para el proceso valuatorio por el Método del Costo. Posteriormente se define la depreciación y se le señala como el punto crucial de los estudios valoratorios, se analizan las causas de depreciación y la relación que guarda ésta con la vida útil en el proceso de cálculo.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +593 2165634	<b>E-mail:</b> ing_mcarpiov@yahoo.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>	<b>Nombre:</b> Mora Enrique		
	<b>Teléfono+593-42206950</b>		
	<b>E-mail:</b> enriquemoraa@gmail.com		

#### **SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA**

<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	