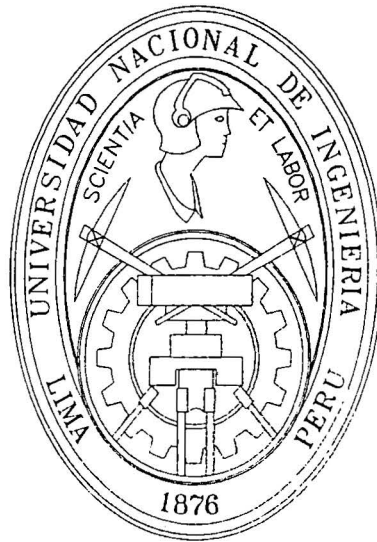


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



***“MEJORA DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCION
DE CARRETERAS”***

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

YDDO PAUL PERALTA YNUMA

PROMOCIÓN 1993-II

LIMA – PERÚ

Digitalizado por:

2009

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

ÍNDICE

	Pág.
PRÓLOGO.....	1
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Definición de los Tipos de trabajo y actividades relacionadas con Conservación vial.....	4
1.2. Utilización de las Maquinarias en los trabajos de Conservación Vial.....	7
CAPÍTULO II	
ASPECTOS GENERALES.....	10
2.1 Área de Influencia del Proyecto.....	10
2.1.1 Ubicación geográfica y división política.....	10
2.1.2 Límites.....	12
2.1.3 Extensión territorial.....	15
2.1.4 Altitud.....	15
2.2 Descripción de la carretera.....	16
CAPÍTULO III	
MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.....	21
3.1 Especificaciones Técnicas de la Maquinaria.....	21
3.1.1 Cargador de ruedas Caterpillar 950H.....	21
3.1.2 Motoniveladora Caterpillar 140H	29
3.1.3 Rodillo Compactador Caterpillar CS56.....	38
3.1.4 Tractor de cadenas D6N.....	42

3.1.5	Camión Volquete.....	47
3.1.6.	Camión Cisterna de Agua.....	48

CAPÍTULO IV

	GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	49
4.1	Mantenimiento.....	49
4.1.1	Mantenimiento Preventivo.....	51
4.1.2	Mantenimiento Predictivo.....	52
4.1.3	Mantenimiento Correctivo.....	55
4.2	Departamento de Mantenimiento.....	58
4.3	Modelo de Sistema de Gestión Viable.....	58
4.3.1	Introducción.....	58
4.3.2	Modelo de Sistema Viable.....	59
4.3.3	Sistemas del MSV.....	61
4.3.4	Aplicación del MSV al Área de Mantenimiento.....	85
4.4	Indicadores de Gestión.....	92
4.4.1	Concepto.....	92
4.4.2	Estrategia de administración del equipo.....	94
4.5	Supervisión en el mantenimiento de Maquinaria.....	97
4.5.1	Mantenimiento del equipo propulsado.....	97
4.5.1.1	Lubricación.....	98
4.5.1.2	Arranque, manejo y parada	100
4.5.1.3	Ajustes	104
4.5.1.4	Combustibles.....	105
4.5.2	Selección del Personal.....	107
4.5.2.1	Empleo del personal.....	107
4.5.2.2	Calidad del personal.....	108
4.5.2.3	Asignación de tareas.....	108
4.5.3	Equipo de mantenimiento y de reparación.....	109
4.5.3.1	Personal.....	109
4.5.3.2	Equipo	111
4.6	Plan de Mantenimiento de la Maquinaria.....	111

4.6.1	Recomendaciones de conservación.....	128
4.6.1.1	Sistema de combustible.....	128
4.6.1.2	Sistema hidráulico.....	129
4.6.1.3	Sistema de admisión de aire.....	129
4.6.1.4	Sistema eléctrico.....	129
4.6.1.5	Sistema de enfriamiento.....	130
4.6.1.6	Análisis del aceite.....	131
4.6.2	Capacidad de llenado del aceite.....	132
4.6.3	Viscosidades del lubricante.....	134
4.6.3.1	Clasificación de los lubricantes.....	134
4.6.3.2	Ventajas de un aceite multigrado sobre uno monogrado.	137
4.6.4	Rodaje de la maquinaria.....	151
4.7	Optimización con herramientas computacionales.....	154
4.7.1	Sistema de Monitoreo de Condiciones (FMMS)	154
4.7.1.1	Estrategia y planeamiento.....	154
4.7.1.2	Optimización de recursos.....	156
4.7.2	Software de Mantenimiento “Mamtc”	156
4.7.2.1	Objetivos.....	156
4.7.2.2	Módulos del Software de Mantenimiento Preventivo....	157
4.7.3	Software de Sistemas.....	157
4.7.3.1	Mantenimiento Preventivo.....	157
4.7.3.2	Control de Combustible.....	159
4.7.3.3	Sistema de Control de Neumáticos para Flotas.....	160
4.7.3.4	Control de Costos Kilométrico de Operación y Mantenimiento.....	161

CAPÍTULO V

	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	163
5.1	Introducción.....	163
5.2	Análisis de Demanda.....	163
5.2.1	Demanda efectiva de horas Máquina.....	168
5.2.2	Proyección de la Demanda	170

5.3	Análisis de Oferta.....	171
5.3.1	Oferta Optimizada.....	171
5.3.2	Proyección de la Oferta.....	172
5.4	Balance Oferta- Demanda.....	172
5.5	Costos.....	173
5.5.1	Costos en la situación "Sin proyecto"	173
5.5.2	Costos en la situación "Con Proyecto".....	174
5.5.2.1	Costos de Mantenimiento con proyecto.	176
5.5.2.2	Costos de Operación con proyecto.	177
5.5.3	Costos a Precios Sociales.....	178
5.5.4	Costos Incrementales.....	180
5.6	Beneficios.....	181
5.6.1	Identificación del los Beneficios.	181
5.6.2	Cuantificación de Beneficios por Ahorro de Costo de Operación Vehicular.....	183
5.7	Evaluación Social.....	185
5.8	Análisis de Sensibilidad.....	186
5.9	Impacto Ambiental.....	188
5.10	Plan de Implementación.....	189
5.11	Organización y Gestión.....	189
5.12	Marco lógico de la Alternativa de Solución.....	190
	CONCLUSIONES	192
	RECOMENDACIONES	193
	BIBLIOGRAFÍA	194
	ANEXO	
	Análisis del Aceite.....	196

PRÓLOGO

El objetivo fundamental de la presente Tesis es mostrar el fortalecimiento e implementación del Área de Mantenimiento Preventivo del Pool de Maquinarias de la Municipalidad Provincial de Vilcashuamán, provincia Vilcashuamán - Ayacucho.

El primer capítulo corresponde a la introducción, y se describe la problemática que genera la indisponibilidad de la maquinaria pesada en los trabajos del mantenimiento de la carretera.

En el segundo capítulo se presentan los aspectos generales de la Provincia de Vilcashuamán, tales como su ubicación, localización aspectos geógrafos y la situación vial.

En el tercer capítulo se recogen las especificaciones técnicas referidas a la maquinaria empleada en la construcción de carreteras.

En el cuarto capítulo se realiza una descripción de la Gestión de Mantenimiento Preventivo que la Municipalidad de Vilcashuamán debe implementar en su actual Área de Mantenimiento de su Pool de Maquinarias y está orientado a la aplicación

del Modelo de Sistema Viable al Área de Mantenimiento con la finalidad de mejorar la gestión del mismo.

En el quinto capítulo se muestra el análisis económico, los indicadores económicos y beneficios que se pueden obtener con el fortalecimiento e implementación de un área para el mantenimiento preventivo.

Asimismo, se presentan las Conclusiones, Recomendaciones y la Bibliografía utilizada para la elaboración de la presente Tesis.

Así, de esta manera, espero contribuir a la solución de una de las problemáticas del mantenimiento que se presentan en la mayoría de municipios de nuestro país.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El problema de la indisponibilidad del pool de maquinarias pesadas en la Municipalidad Provincial de Vilcashuamán, es una situación que preocupa a la población y Autoridades Comunales y al Gobierno Edil, ya que actualmente se viene postergando la ejecución de importantes obras de envergadura en beneficio de la población de esta provincia.

La indisponibilidad de dichas maquinarias bajo la modalidad del alquiler genera sobre costos en la ejecución de los proyectos y repercute en desmedro de la economía municipal; y por otra parte, se tiene la gran demanda por diferentes proyectos y obras por parte de la población de esta provincia, proyectos y acciones que están contenidos en el Plan Estratégico de la Provincia de Vilcashuamán al año 2012, aunado a la deficiente gestión del Área de Mantenimiento de la Municipalidad.

El pool de maquinarias que dispone actualmente la Municipalidad no dispone de un mantenimiento preventivo que permita anticipar y disminuir los costos de

mantenimiento, debido a que la maquinaria está sujeta a un mantenimiento correctivo.

Asimismo, el proyecto se enmarca dentro de los lineamientos y políticas de inversiones de corto y mediano plazo de la Municipalidad Provincial de Vilcashuamán, cuyo objetivo general es contribuir al fortalecimiento del pool de maquinarias pesadas y que permita mejorar la capacidad operativa, logística y la calidad de la prestación de servicios en la ejecución de diversas obras de impacto en beneficio de las familias de la Provincia.

1.1. DEFINICIÓN DE LOS TIPOS DE TRABAJO Y ACTIVIDADES RELACIONADAS CON CONSERVACIÓN VIAL

A. Mejoramiento

Son aquellos trabajos que se requieren ejecutar para otorgarle a la vía, mejores características de diseño y condiciones de transitabilidad, en función del volumen de tráfico vehicular existente y de las nuevas exigencias de la carretera.

Dentro de esta modalidad están consideradas las actividades que a continuación se detallan:

A.1. Actividades

- Corte de material suelto.
- Corte en roca fija.
- Corte en roca suelta.
- Perfilado y/o compactado de la subrasante en zonas de corte.
- Perfilado y/o compactado de la rasante.
- Construcción de paso provisional.
- Limpieza de derrumbes y huaycos.
- Afirmado.
- Parchado.
- Encausamiento de cursos de agua.
- Enrocado en la plataforma (paralelo al eje).
- Defensa ribereña.
- Construcción y/o reparación de alcantarillado de piedra.
- Construcción de muro seco (piedra – ancho de plataforma).
- Construcción y reparación de pontones.

B. Mejoramiento

Son aquellos trabajos que se requieren ejecutar para recuperar las condiciones de transitabilidad manteniendo sus características originales de diseño de la vía.

Dentro de esta modalidad están consideradas las actividades que a continuación se detallan:

B.1. Actividades

- Perfilado y compactado de la rasante.
- Relleno de plataforma erosionada (por asentamiento de la plataforma).
- Desencalaminado.
- Limpieza de derrumbes y huaycos.
- Afirmado.
- Parchado.
- Encausamientos de cursos de agua.
- Enrocado en la plataforma (paralelo al eje).
- Limpieza de cunetas.
- Limpieza de alcantarillas.
- Construcción de cunetas sin revestir.
- Construcción y/o reparación de alcantarillas de piedra.
- Construcción de Muro Seco (piedra – ancho de plataforma).
- Construcción y/o reparación de pontones.
- Construcción y/o reparación de badén de concreto.

C. Mantenimiento

Son aquellos trabajos que se requieren ejecutar para mantener las condiciones de transitabilidad de la superficie de rodadura y obras complementarias sin cambiar las características de diseño de la vía.

Dentro de esta modalidad están consideradas las actividades que a continuación se detallan:

C.1. Actividades

- Perfilado y compactado de la rasante.
- Corte y eliminación de material.
- Eliminación de material inadecuado.
- Reposición de material inadecuado en la subrasante (en tramos puntuales).
- Desencalaminado.
- Limpieza de derrumbes y huaycos.
- Bacheo superficial (afirmado).
- Limpieza de cunetas.
- Limpieza de alcantarillas de piedra.
- Construcción y/o reparación de Muro Seco (piedra).
- Badén de piedra.
- Reparación de pontones.
- Extracción y acopio.
- Zarandeo y carguío.
- Conformación y compactación.

1.2. UTILIZACIÓN DE LAS MAQUINARIAS EN LOS TRABAJOS DE CONSERVACION VIAL

La utilización de las maquinarias en los trabajos de conservación vial son diversas y variadas dependiendo cada tipo de actividad. El detalle al respecto se muestra a continuación:

Cargador Frontal

- Venteo del material
- Zarandeo del material
- Mezclado de materiales
- Carguío de material
- Traslado de piedras grandes
- Dimensiones

Motoniveladora

- Desencalaminado del terreno
- Cunetas
- Corte de talud
- Batido del material
- Extendido del material

Tractor Oruga

- Movimiento de tierra, fractura de material duro de cantera
- Remoción de lodo
- Aperturas de caminos de accesos
- Limpieza de cauces de ríos
- Encausamiento de ríos

Rodillo Liso Vibratorio

- Compacta el material que fue previamente extendido y regado

Camiones volquetes

- Traslado de material de cantera
- Traslado de piedras de envergadura

Camión cisterna de agua

- Riego de agua al material extendido

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES

2.1. **ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

2.1.1 **Ubicación geográfica y división política**

Para el desarrollo de la presente tesis, se tomará como caso de aplicación al Área de Mantenimiento del Pool de Maquinarias de la Municipalidad Provincial de Vilcashuamán, Provincia Vilcashuamán-Ayacucho”.

Localización del Área de Mantenimiento

Región	:	Ayacucho
Provincia	:	Vilcashuamán
Latitud Sur	:	13° 31' 40" a 13°51'39"
Longitud Oeste	:	73° 45' 24" a 73°59'51"

El territorio provincial abarca desde los 1,900 m.s.n.m. en las orillas del río Pampa hasta los 4,500 m.s.n.m. en las alturas de Vischongo y Concepción.

Vilcashuamán fue elevada a la categoría de provincia el 24 de septiembre de 1984, mediante la Ley N° 23930; siendo su primer Alcalde el señor Raúl Luque Martínez.

La superficie territorial es de 1,178.16 km², representando el 2.6% del territorio de Ayacucho. Su topografía accidentada, con pendientes pronunciadas, planicies y cumbres elevadas da lugar a diversos microclimas derivados de sus diferentes pisos ecológicos.

La provincia de Vilcashuamán con su capital Vilcashuamán, está conformada por ocho distritos:

1. Accomarca
2. Carhuanca
3. Concepción
4. Huambalpa
5. Independencia
6. Saurama
7. Vilcashuamán
8. Vischongo

Cuadro 2.1: Ubicación geográfica de las capitales distritales de la provincia de Vilcashuamán

Distrito	Capital	Coordenadas		Rango Altitudinal		Categoría
		Latitud Sur	Longitud Oeste	msnm	Región	
Acomarca	Acomarca	13°47'38"	73°54'07"	3,351	Quechua	Pueblo
Carhuanca	Carhuanca	13°44'21"	73°47'09"	2,960	Quechua	Villa
Concepción	Concepción	13°31'40"	73°52'25"	3,050	Quechua	Pueblo
Huambalpa	Huambalpa	13°44'45"	73°55'45"	3,262	Quechua	Pueblo
Independencia	Paccha Huallhua	13°51'39"	73°53'03"	2,950	Quechua	Pueblo
Saurama	Saurama	13°41'24"	73°45'24"	3,540	Suni	Pueblo
Vilcashuamán	Vilcashuamán	13°39'03"	73°57'08"	3,470	Quechua	Villa
Vischongo	Vischongo	13°35'03"	73°59'51"	3,126	Quechua	Pueblo

Fuente: Plan Estratégico de Desarrollo de la Provincia de Vilcashuamán al año 2012

2.1.2. Límites

Vilcashuamán limita con las provincias de Huamanga, Cangallo, Víctor Fajardo y Sucre del departamento de Ayacucho y con el departamento de Apurímac.

Los límites provinciales son:

- **Norte:**

Distritos de Ocros, Acocro y Chiara, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

- **Oeste y Sur Oeste:**

Distritos de Colca, Cayara, Huaya y Canaria, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho.

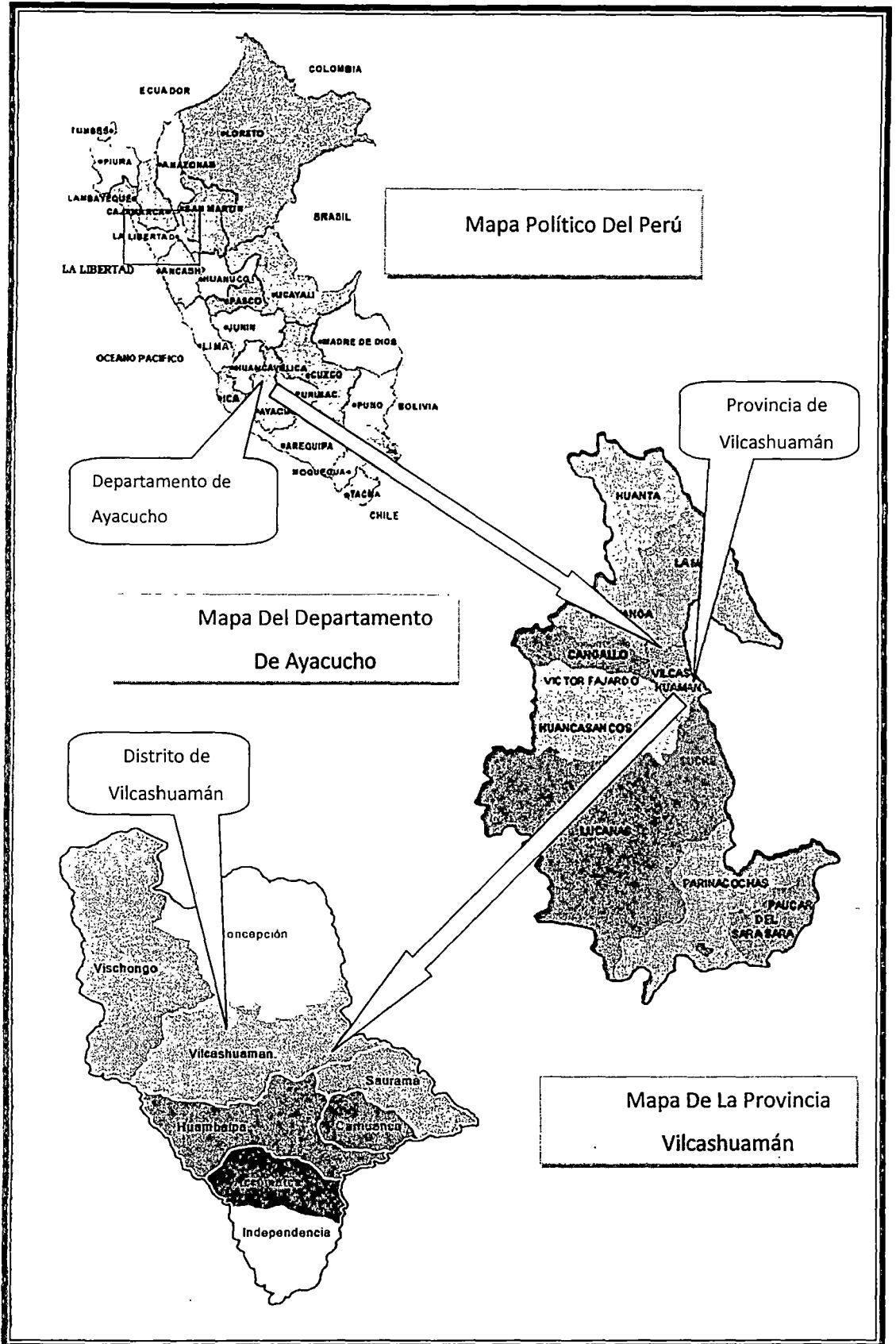
- **Sur:**

Distritos de Belén, Chalcos, y Querobamba, provincia de Sucre, departamento de Ayacucho.

- **Oeste:**

Provincias de Chinchero y Andahuaylas, departamento de Apurímac.

MAPA 2.1: Ubicación del Proyecto



2.1.3. Extensión Territorial

La provincia de Vilcashuamán tiene una superficie de 1,202.70 Km², correspondiendo el 28.5 % y 25.9 % del área de los distritos de Vischongo y Vilcashuamán, seguido en orden de tamaño por los distritos de Concepción (18.2%), Huambalpa (14.4%), Independencia (4.1%), Accomarca (3.8%), Saurama (2.8%) y Carhuanca (2.3%),

Cuadro 2.2: Extensión territorial de los distritos de la provincia de Vilcashuamán

Distrito	Superficie Km ²	Superficie Has	% Superficie
Accomarca	45.39	4,539.00	3.8%
Carhuanca	27.58	2,758.00	2.3%
Concepción	218.73	21,873.00	18.2%
Huambalpa	173.08	17,308.00	14.4%
Independencia	49.62	4,962.00	4.1%
Saurama	33.72	3,372.00	2.8%
Vilcashuamán	311.32	31,132.00	25.9%
Vischongo	343.26	34,326.00	28.5%
Provincia	1,202.70	120,270.00	100.0%

Fuente: Plan Estratégico de Desarrollo de la Provincia de Vilcashuamán al año 2012

2.1.4. Altitud

La provincia de Vilcashuamán, por su altitud, está ubicada en la Sierra, específicamente, según la clasificación de Pulgar Vidal, en las

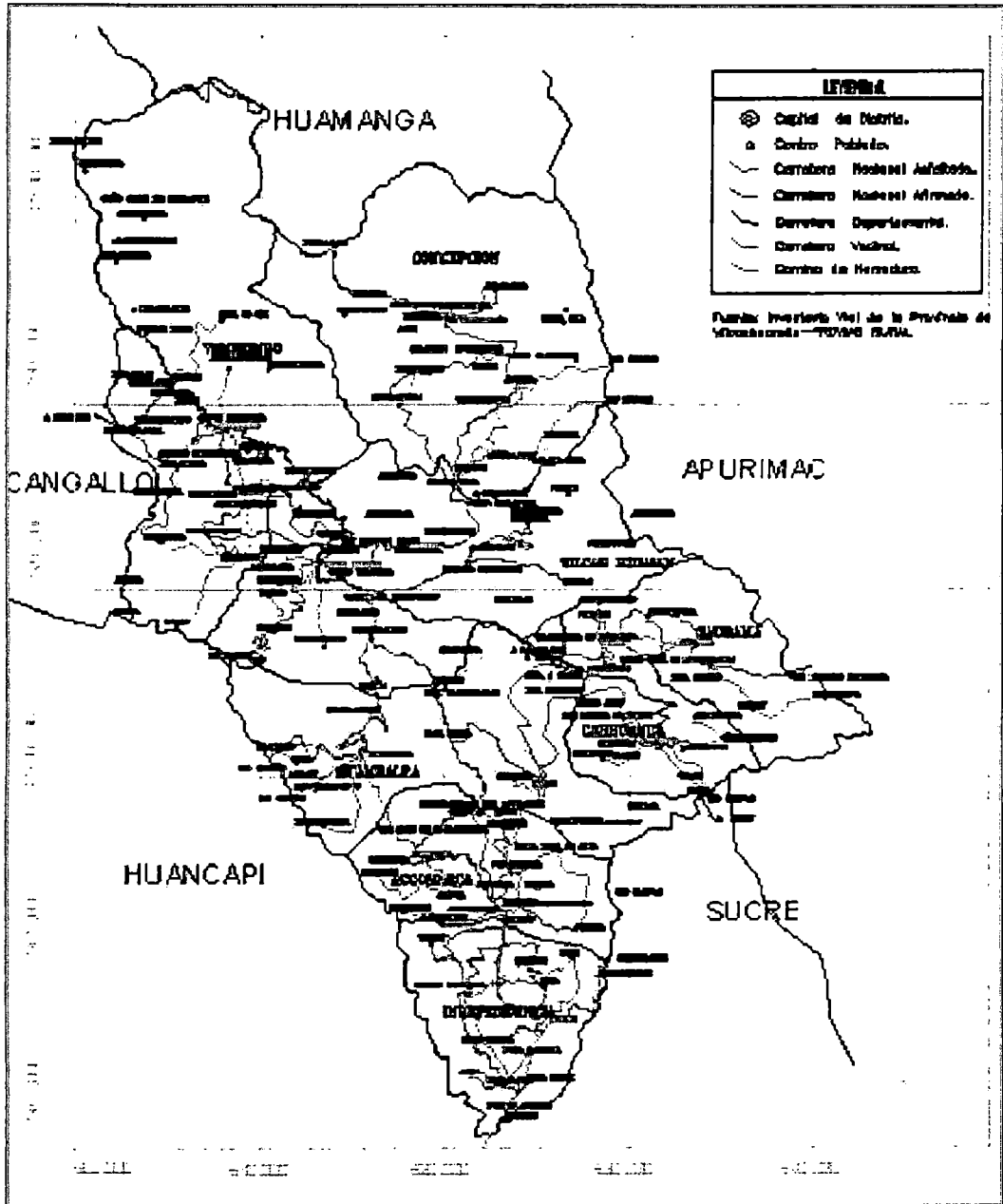
regiones: Quechua entre los 2,300 a 3,500 m.s.n.m. y Suni de 3,500 a 4,000 m.s.n.m.

Las capitales distritales con más baja altitud son las que corresponden a Independencia con 2,950 msnm, y Carhuanca con 2,960 msnm; sobre los 3,000 msnm y ubicados en la región quechua se encuentran, Concepción con 3,050 msnm, Vischongo con 3,126 msnm, Huambalpa con 3,262, Accomarca con 3,351 y Vilcashuamán con 3,470 msnm; la capital distrital con mayor altura perteneciente a la región Suni es Saurama con 3,540 msnm.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA CARRETERA

El cuadro siguiente muestra el inventario vial de la Provincia de Vilcashuamán por distritos, donde podemos observar los tramos, la longitud, el ancho de rodadura y el estado de conservación de las carreteras por distritos existentes, que en la mayoría de los casos se encuentran en mal estado de conservación y tienen un ancho de rodadura inferior a lo dispuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

MAPA 2.2: Mapa Vial de la Provincia de Vilcashumán



Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones

Cuadro 2.3: Inventario Vial de la Provincia de Vilcashuamán

Distritos	Ruta	Km_Ini	Km_Fin	Tramos	Longitud(KM)		Ancho Plataforma(M)	Tipo Terreno	Estado
					Ruta	Total			
Vilcashuamán	R002	0+000	3+950	Emp. R01-Soquia	3.95	89.46	Menor a 3.50 m	Accidentado	Regular
	R003	0+000	2+850	Emp. R05-604 (Chito) - Emp. R105	2.85		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R004	0+000	15+000	Emp. R05-604 (Pirhuabamba, Pacamarca)- Emp. R05-604	15		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R005	0+000	2+600	Emp. R105 (Laguna Huancapuquio)- Emp. R05-565	2.6		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
	R006	0+000	5+000	Emp.R005 (Cantera)-Emp.R05-604	5		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R007	0+000	0+900	Emp. R05-565-Montecucho	0.9		Menor a 3.50 m	Ondulado	Malo
	R008	0+000	1+400	Emp. R007-Borde Laguna	1.4		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
	R009	0+000	8+000	Emp. R05-566 (Pomatambo)-Huacca±a	8		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Regular
	R01	0+000	20+000	Emp. R105 (Pillucho)-Tia	20		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Regular
	R010	0+000	0+800	Emp. R05-566-Pincha	0.8		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R011	0+000	0+600	Emp. R05-566-Pucaraccay	0.6		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R012	0+000	2+000	Emp. R05-565-Antaccasa	2		Menor a 3.50 m	Ondulado	Malo
	R013	0+000	1+220	Emp. R011 - Estancia pata	1.22		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R014	0+000	2+200	Emp. R05-604-Emp. R009	2.2		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R015	0+000	0+200	Emp. R05-604-Cementerio	0.2		Menor a 3.50 m	Llano	Regular
	R016	0+000	0+500	Emp. R05-604-Estadio	0.5		Menor a 3.50 m	Accidentado	Regular
	-	0+000	6+640	Ninguna	6.64		3.6	Accidentado	No Existe
	-	0+000	15+600	Ninguna	15.6		4.5	Accidentado	No Existe

Distritos	Ruta	Km_Ini	Km_Fin	Tramos	Longitud(KM)		Ancho Plataforma(M)	Tipo Terreno	Estado
					Ruta	Total			
Accomarca	R02	0+000	5+220	Emp. R05-601-Emp. R05-05-602	5.22	45.11	Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Regular
	R021	0+000	1+900	Emp. R02-Arapacancha	1.9		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R022	0+000	15+180	Emp. R023-Anta	15.18		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R023	0+000	10+810	Emp. R05-601 (Punturco, Pongococha)- Emp. R05-602	10.81		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R024	0+000	12+000	Emp. R023 (Huaracas)-Achiway	12		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
Carhuanca	R03	0+000	6+750	Emp. R105 (Caldera)-Ocopa	6.75	17.87	Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R031	0+000	7+320	Emp. R105 (Chilicruz)-Emp. R05-630	7.32		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R032	0+000	2+000	Emp. R031 - Huayllapata	2		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
	R033	0+000	1+800	Emp. R105-Cementerio Carhuanca	1.8		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
Concepción	R04	0+000	9+000	Emp. R05-604-Santa Rosa Qochamarca	9	16	Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R041	0+000	5+000	Emp. R05-604-Manzanayocc	5		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R042	0+000	2+000	Emp. R05-604 - Ayrabamba	2		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
Huambalpa	R05	0+000	13+825	Emp. R05-541 (Paccaypata, Ccayanto) - Rio Pampas	13.82	59.82	Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R051	0+000	5+000	Emp. R05-Huamanmarca	5		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R052	0+000	0+800	Emp. R05 - Huanquispa	0.8		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R053	0+000	4+700	Emp. R05-541-Emp. R05-601	4.7		Entre 3.50 - 4.50 m	Llano	Regular
	R054	0+000	0+400	Emp. R05-601(Raymina)-Via a Cocha	4		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	-	0+000	31+500	Ninguna	31.5		4	Accidentado	No Existe

Distritos	Ruta	Km_Ini	Km_Fin	Tramos	Longitud(KM)		Ancho Plataforma(M)	Tipo Terreno	Estado
					Ruta	Total			
Independencia	R06	0+000	8+650	Emp. R05-602-Quihuas	8.65	17.6	Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R061	0+000	1+450	Emp. R06-Mina Megacruz	1.45		Entre 3.50 a 4.50 m	Ondulado	Regular
	R062	0+000	3+000	Emp. R05-602-Yananako	3		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R063	0+000	1+000	Emp. R062-Pucapaccana	1		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R064	0+000	3+500	Emp. R05-602 (Upiray)-Emp. R05-602	3.5		Entre 3.50 a 4.50 m	Llano	Malo
Saurama	R07	0+000	36+450	Emp. R05-629 (Saurama)-Puente Incachaka	36.45	40.35	Mayor a 6.00 m	Accidentado	Regular
	R071	0+000	2+900	Emp. R07-Contay	2.9		Entre 3.50 a 4.50 m	Llano	Regular
	R072	0+000	1+000	Emp. R07-Huaracascca	1		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
Vischongo	R08	0+000	22+000	Emp. R105 (Patahuasi)-Pariamarca	22	60.32	Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Regular
	R081	0+000	7+390	Emp. R105 (Huayarapata)-R05-603	7.39		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R082	0+000	0+780	Emp. R081-Laguna Intihuatana	0.78		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R083	0+000	15+000	Emp. R105-Pallcacancha	15		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R084	0+000	2+600	Emp. R105 (Chanchayllo)-Illapascca	2.6		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
	R085	0+000	3+900	Emp. R05-604-Antena Canal 7	3.9		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R086	0+000	5+650	Emp. R05-603 (Herpapuquio)-Quilque	5.65		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R087	0+000	3+000	Emp. R103-Umaru	3		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
TOTAL					347				

CAPÍTULO III

MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

3.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA

3.1.1. Cargador de Ruedas Caterpillar 950H

Son máquinas que se emplean para cargar los camiones volquetes de materiales, vienen en versiones de rueda o tren de rodaje; también se utilizan para acarrear materiales a cortas distancias, y cuando están provistos de ruedas, su bastidor es articulado, y si son accionados por cadena, su tren de rodaje es fijo; están equipados con un cucharón, brazos de levante, torre, y un contrapeso que ayuda al soporte de la carga.

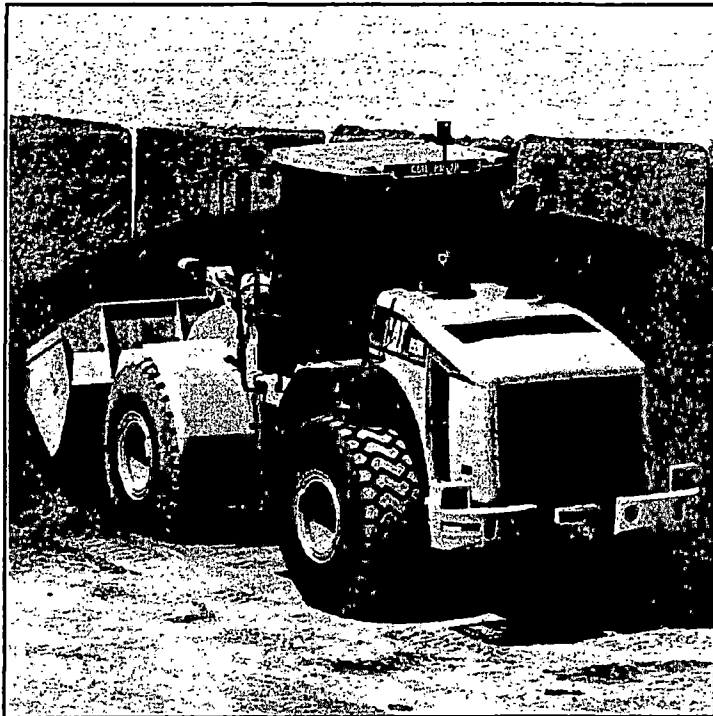
Funciones:

- Cargar los camiones volquetes de materiales
- Acarrear materiales a cortas distancias

Los cargadores de ruedas son rápidos; la base para el cálculo del rendimiento es el tiempo de ciclo básico que comprende el tiempo de

carga, tiempo de ascenso, tiempo de descarga, un promedio de 4 cambios de sentido en marcha, tiempo de descenso y recorrido mínimo.

Figura 3.1: Cargador de ruedas Caterpillar 950H



Fuente: Catálogo Caterpillar

A. Características Técnicas

Motor	Caterpillar C7 con tecnología ACERT™	
Modelo de motor	Caterpillar C7 con tecnología ACERT™	
Potencia bruta – SAE J1995	161 kW	216 hp
Potencia neta – ISO 9249	147 kW	197 hp
Potencia neta – SAE J1349	145 kW	195 hp
Potencia neta – 80/1269/EEC	147 kW	197 hp
Par máximo (neto) 1.400 rpm	907 N·m	669 lb·pie
Aumento total de par	54%	
Calibre	110 mm	4,33 pulg
Carrera	127 mm	5 pulg
Cilindrada	7.2 L	439 pulg ³

Fuente: *Catálogo Caterpillar.*

- Motor Caterpillar con tecnología ACERT™ – Cumple con EPA Tier III, Etapa III de la UE
- Estas clasificaciones se aplican a 1,800 rpm cuando se hace la prueba en las condiciones normales especificadas.
- Clasificación para potencia neta anunciada basada en la potencia disponible cuando el motor está equipado con alternador, filtro de aire, silenciador y mando de ventilador hidráulico a petición a la máxima velocidad del ventilador.

Pesos		
Peso en orden de trabajo	18,338 kg	40,435 lb

- Para cucharón de uso general de 3,1 m³ (4,0 yd³) con cuchilla emperar.

Cucharones		
Capacidades de los cucharones	2,5-3,5 m ³	3,25-4,5 yd ³
Capacidad máx. del cucharón	3,5 m ³	4,5 yd ³

Especificaciones de operación		
Fuerza de desprendimiento	165 kN	37,125 lb
Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro – Cucharón	10,915 kg	24,068 lb
Carga límite de equilibrio estático, a pleno giro – Horquillas	4,273 kg	9,421 lb

- Para cucharón de uso general de 3,1 m³ (4,0 yd³) con cuchilla empernable.
- Para horquillas de paletas de acoplamiento rápido de 1,829 mm (72 pulg.)

Transmisión		
Avance 1	6,9 kph	4,3 mph
Avance 2	12,7 kph	7,9 mph
Avance 3	22,3 kph	13,9 mph
Avance 4	37 kph	23 mph
Retroceso 1	7,6 kph	4,7 mph
Retroceso 2	13,9 kph	8,6 mph
Retroceso 3	24,5 kph	15,2 mph
Retroceso 4	40 kph	24,9 mph

- Máximas velocidades de desplazamiento (neumáticos 23,5-25).

Sistema hidráulico		
Sistema de cucharón/herramienta – Salida de la bomba	270 L/min	71 gal/min
Tipo de bomba del sistema de la dirección	Pistón	
Tiempo de ciclo hidráulico – Subir	6,2 Segundos	
Tiempo de ciclo hidráulico – Descargar	1,3 Segundos	
Tiempo de ciclo hidráulico – Bajar, vacío, descenso libre	2,5 Segundos	
Tiempo de ciclo hidráulico – Total	10 Segundos	

- Sistema del accesorio (estándar), bomba de pistones – A 2,100 rpm y 1,000 lb/pulg² (6,900 kPa).
- Tiempo del ciclo con carga útil nominal.

Frenos	
Frenos	Cumple con las normas requeridas OSHA, SAE J1473 OCT90 y ISO 3450-1985.

Ejes		
Delanteros	Parte delantera fija	
Traseros	Oscilación ± 13°	
Subida y bajada máximas de una sola rueda	470 mm	18,5 pulg

Neumáticos	
Neumáticos	Tipos
	23.5R25, L2, VSW
	23.5R25, L2, VUT D2A
	23.5R25, L2, XTLA
	23.5R25, L3, VMT
	23.5R25, L3, XHA
	23.5R25, L5, XMINE
	750/65R25, L3, XLD
	23.5-25, L2, SGGL

NOTA: En algunas aplicaciones (como trabajos de carga y acarreo), las capacidades productivas del cargador podrían exceder las capacidades de toneladas métricas-km/h (toneladas cortas-mph) de los neumáticos. Caterpillar recomienda que antes de elegir los neumáticos consulte a su proveedor habitual para que analice todas las condiciones de trabajo de la máquina. Se dispone de la gama de tamaños de 23.5-25 y otros neumáticos especiales a petición

Capacidades de llenado		
Tanque de combustible – Estándar	314 L	83 gal
Sistema de enfriamiento	42 L	11 gal
Cárter	30 L	7,9 gal
Transmisión	34 L	9 gal
Diferenciales y mandos finales Delanteros	36 L	9,5 gal
Diferenciales y mandos finales – Traseros	36 L	9,5 gal
Tanque hidráulico	110 L	29 gal

Cabina	
ROPS/FOPS	Cumple con las normas SAE e ISO.

Figura 3.2 : Cabina de cargador Caterpillar 950H

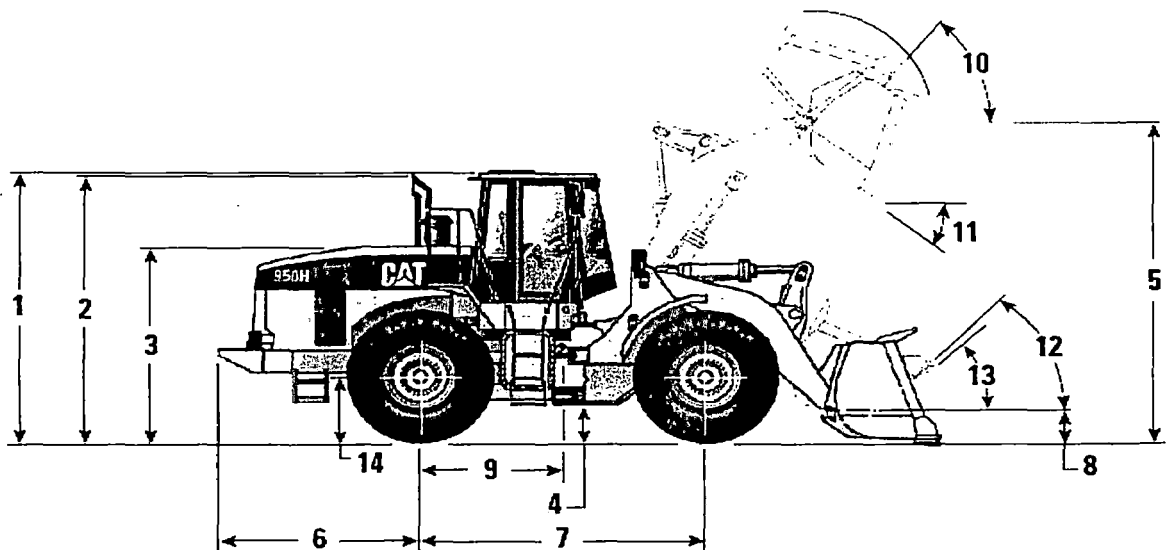


Fuente: Catálogo Caterpillar

- La cabina Caterpillar con estructura integrada de protección contra vuelcos (ROPS) es estándar en Norteamérica y Europa.
- La estructura ROPS cumple con los criterios SAE J1040 APR88 e ISO 3471:1994.
- La estructura protectora contra la caída de objetos (FOPS) cumple con los criterios del Nivel II de SAE J231 JAN81 e ISO 3449:1992.
- El nivel de presión del ruido del operador medido según los procedimientos especificados en ISO 6394:1998 es de 72 dB(A) para la cabina proporcionada por Caterpillar cuando está bien instalada, mantenida y probada con las puertas y ventanas cerradas.

- Se necesitará protección para los oídos cuando se opere una máquina con cabina y estación del operador abierta (si no se efectúa el mantenimiento necesario o las puertas/ventanas permanecen abiertas) durante períodos prolongados o en ambientes muy ruidosos.
- El nivel de presión de ruido es de 111 dB(A) medidos según el procedimiento de prueba estática y las condiciones especificadas en ISO 6395:1998 para una configuración de máquina estándar.

B. Dimensiones



1	Altura a parte sup. de ROPS	3.452 mm	11'4"	8	Altura del pasador del cuch. en acarreo – estándar	455 mm	1'6"
2	Altura a parte sup. de tubo de escape	3.369 mm	11'1"		Altura del pasador del cuch. en acarreo – lev. alto	591 mm	1'11"
3	Altura a parte sup. de capó	2.462 mm	8'1"	9	Línea de centro del eje trasero al enganche	1.675 mm	5'6"
4	Espacio libre sobre el suelo con 23.5R25 (vea otros neumáticos en la tabla de Opciones de neumáticos)	412 mm	1'4"	10	Inclin. atrás a lev. máx.	59,5°	
5	Altura del pasador del cuch. – estándar	3.992 mm	13'1"	11	Ángulo de descarga a lev. máx.	48,2°	
	Altura del pasador del cuch. – lev. alto	4.490 mm	14'9"	12	Inclin. atrás en acarreo	45°	
6	Línea de centro del eje trasero al borde del contrapeso	1.955 mm	6'5"	13	Inclin. atrás en el suelo	38,5°	
7	Distancia entre ejes	3.350 mm	11'0"	14	Altura hasta la línea de centro del eje	748 mm	2'5"

3.1.2. Motoniveladora Caterpillar 140H

Estas máquinas se emplean generalmente en la construcción de carreteras o nivelación de terrenos; son conocidas generalmente con el nombre de Patrol. Están equipadas con una cuchilla montada sobre una tornamesa, un riper y un escarificador; éstas utilizan generalmente neumáticos y poseen, en muchos casos, un bastidor articulado

Funciones:

- Nivelar terrenos
- Hacer taludes
- Mezclar materiales
- Desgarrar materiales

Las motoniveladoras son ideales para el mantenimiento de los caminos de acarreo, lo cual hace que la producción se incremente, y así los vehículos de acarreo circulen a mayor velocidad.

Las modernas motoniveladoras son del tipo de bastidor articulado, lo cual permite operarlas de la manera siguiente:

- A. **Marcha en línea recta:** es la técnica ideal para las pasadas largas con la hoja. El bastidor se coloca en línea recta, para los virajes, se usan solamente las ruedas de adelante.
- B. **Marcha con articulación:** el bastidor se articula hasta 20 grados, las ruedas delanteras pueden girar un máximo de 50 grados y alcanzar un ladeo de 18 grados. Estas condiciones hacen que las maniobras sean más fáciles y en poco espacio, así como sus giros más rápidos al final de cada pasada.
- C. **En posición acodillada:** el bastidor se articula hasta 20 grados, las ruedas delanteras se mantienen paralelas a las del tándem, lo cual permite compensar la desviación lateral, así como mejorar la estabilidad al trabajar en laderas.

Figura 3.3: Motoniveladora Caterpillar 140H



Fuente: Catálogo Caterpillar

A. Características Técnicas

MOTOR

Motor diesel Caterpillar 3306, con turbocompresión, de cuatro tiempos y seis cilindros, con sistema de administración de potencia del motor.

SISTEMA HIDRÁULICO

Sistema de compensación de presión con prioridad proporcional.

Salida a 2100 rpm y 24.150 kPa (3.500 lb/pulg ²)	155 litros/min	40,9 gpm
Con bomba optativa de alta capacidad, salida a 2100 rpm y 24.150 kPa (3.500 lb/pulg ²)	200 litros/min	52,9 gpm
Presión auxiliar	3100 kPa	450 lb/pulg ²
Presión máxima del sistema	24.150 kPa	3.500 lb/pulg ²

➤ Características de la bomba

- Bomba de pistones de caudal variable, con detección de carga y compensación de presión
- Baja presión auxiliar
- La bomba suministra solamente el flujo y la presión necesarios para mover los implementos más 2100 kPa (300 lb/pulg²) de presión de margen

➤ Características de control

- Seis válvulas de control, de centro cerrado, son estándar:
 - Levantamiento derecho de la hoja
 - Levantamiento izquierdo de la hoja
 - Mando del círculo
 - Desplazador del círculo
 - Inclinación de las ruedas delanteras
 - Articulación
- Los controles tienen poco desplazamiento y requieren poco esfuerzo

- Controles situados de forma que se pueden usar varios al mismo tiempo
- Válvulas de traba incluidas en todas las válvulas de control
- Válvulas de alivio de tubería para los circuitos de levantamiento de la hoja están incluidas en las válvulas de control
- Si las necesidades de flujo exceden la salida de la bomba, las válvulas de control suministran flujo a cada circuito de los accesorios

➤ **Otras características**

- El circuito de dirección tiene prioridad sobre los circuitos de los accesorios
- Mangueras XT de servicio pesado
- Acoplamientos de manguera con sellos anulares de ranura
- Filtrado de todo el flujo
- La bomba de alta capacidad es ventajosa cuando se usan varias funciones simultáneamente

CAPACIDADES DE LLENADO	litros	gal EE.UU.
Tanque de combustible	284	75,0
Sistema de enfriamiento	40	10,4
Cárter del motor	27	7,0
Transmisión, diferencial y mandos finales	47	12,2
Caja del tándem (cada una)	65	16,9
Sistema hidráulico	73	19
Tanque hidráulico	38	9,9
Caja del mando del círculo	7	1,8
Caja del cojinete de la punta del eje de la rueda delantera	0,5	0,13

DIRECCIÓN

Dirección hidráulica con dos cilindros, con unidad dosificadora manual

Dimensiones		
Radio mínimo de giro (hasta el exterior de los neumáticos delanteros)*	7,4 m	24'3"
Gama de giro	50°	Derecha/Izquierda
Angulo de articulación	20°	Derecha/Izquierda

*Utilizando la dirección de las ruedas delanteras, la articulación del bastidor y con el diferencial optativo sin traba.

Características

- Topes de dirección grandes y válvula de alivio de dirección contribuyen a evitar daños cuando se golpea un objeto al dar una vuelta completa
- Respuesta constante de la dirección a la derecha y a la izquierda

TRANSMISIÓN

Servotransmisión de mando directo con ocho velocidades de avance.

Características

- Control electrónico de cambios.
- Protección contra exceso de velocidad controlada electrónicamente.
- Una palanca única controla el sentido de marcha, la velocidad y el freno de estacionamiento.
- Pedal de movimiento ultralento
- Poco esfuerzo necesario para

Velocidades máximas de desplazamiento (al valor de rpm de régimen con neumáticos estándar 14.00-24)			
		km/h	mph
De avance	1	3.5	2.2
	2	4.8	3.0
	3	7.0	4.3
	4	9.6	6.0
	5	15.1	9.4
	6	20.5	12.8
	7	28.3	17.6
	8	41.1	25.5
De retroceso	1	2.8	1.7
	2	5.2	3.2
	3	7.6	4.7
	4	11.9	7.4
	5	22.3	13.9
	6	32.4	20.2

accionar la palanca de cambio de marchas y el pedal de movimiento ultralento.

- El freno de estacionamiento interno se puede reemplazar sin sacar la transmisión.
- Conector de diagnóstico para facilitar la localización de problemas.
- Montada elásticamente al bastidor trasero.

BASTIDOR

Diseño de sección en caja, con pestaña.

Características

- Las placas inferiores y superiores son de una sola pieza desde el refuerzo hasta el punto de articulación.
- El bastidor trasero tiene dos

canales de sección de caja integrados con la caja del diferencial totalmente soldada.

Bastidor		
Diseño de sección en caja. con pestaña.		
Dimensiones		
Bastidor delantero	mm	pulg
Placas superior e inferior		
Ancho	305	12
Grosor	25	1
Placas laterales		
Ancho	242	9.5
Grosor	12	0.5
Pesos lineales		
Bastidor delantero	kg/m	lb/pie
Mínimo	165	112
Máximo	213	144
Módulos de resistencia		
Bastidor delantero	cm ²	pulg ²
Mínimo	2083	127
Máximo	4785	291

VERTEDERA

Fabricada de acero de alto contenido de carbono y resistente al desgaste

Características

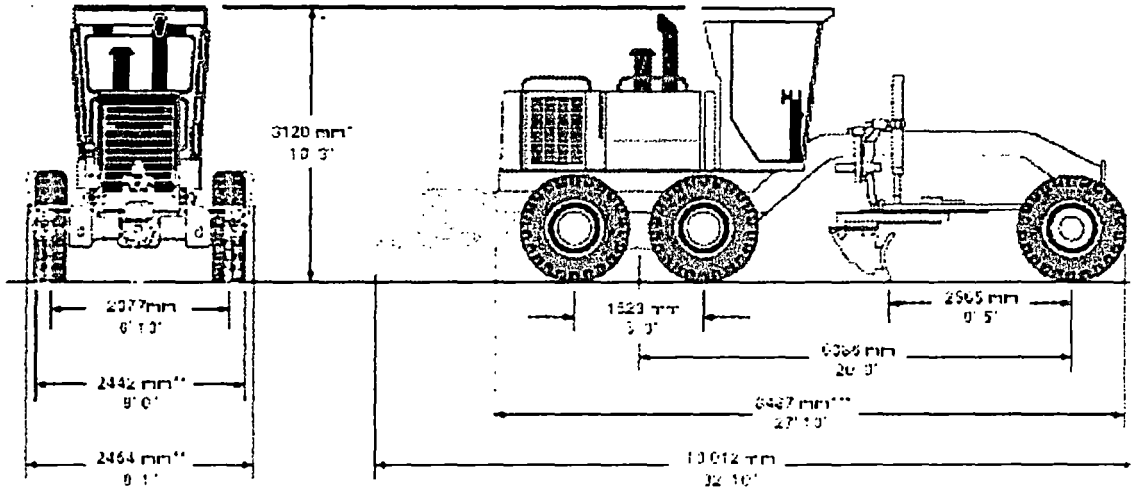
- Las cuchillas y cantoneras son de acero DH-2 Caterpillar curvado y totalmente templado.
- Pernos de 16 mm (0,63 pulg) de diámetro.
- Tres posiciones de montaje del desplazador lateral para la vertedera optativa de 4267 mm (14').

Dimensiones		
Vertedera	mm	pulg
Longitud	3658	144
Altura	610	24
Grosor	22	0.87
Radio del arco	413	16.25
Espacio libre entre el suelo y el círculo	120	4.7
Cuchillas	mm	pulg
Ancho	152	6
Grosor	16	0.63
Cantonera	mm	pulg
Ancho	152	6
Grosor	16	0.63

Desplazador lateral hidráulico optativo

- Rieles de desplazamiento lateral termotratados
- Inserto de desgaste metálicos reemplazables

B. Dimensiones



Pesos en orden de trabajo (aproximados)		
sobre las ruedas delanteras	3.922 kg	8.647 lb
sobre las ruedas traseras	9.630 kg	21.231 lb
de toda la máquina	13.552 kg	29.878 lb

Los pesos en orden de trabajo se basan en una máquina con configuración estándar con neumáticos 14.00-24 10 PR (G-2), tanque lleno de combustible, refrigerante, lubricantes y operador.

Pesos en orden de trabajo (aproximados)
(Máquina equipada con inclinación y desplazamiento lateral hidráulicos, cabina ROPS de perfil alto y diferencial con mecanismo de trabajo/destroba)

sobre las ruedas delanteras	4.259 kg	9.389 lb
sobre las ruedas traseras	10.402 kg	22.932 lb
de toda la máquina	14.661 kg	32.321 lb

- * con cabina optativa de perfil bajo añada 225 mm (8.9 pulg) por cabina o techo optativo de altura plena
- ** añada 253 mm (10.0 pulg) por los neumáticos optativos 17.5-25
- *** añada 201 mm (7.9 pulg) por la placa de empuje delante; añada 117 mm (5 pulg) por el enganche trasero o añada 1324 mm (4 pies 4 pulg) por el desgarrador-escarificador de montaje trasero

Nota: Altura sin ROPS, sin tubo de escape y sin otros componentes que se retiran con facilidad es de 3.05 m (10 pies 0 pulg).

3.1.3. Rodillo Compactador Caterpillar CS56

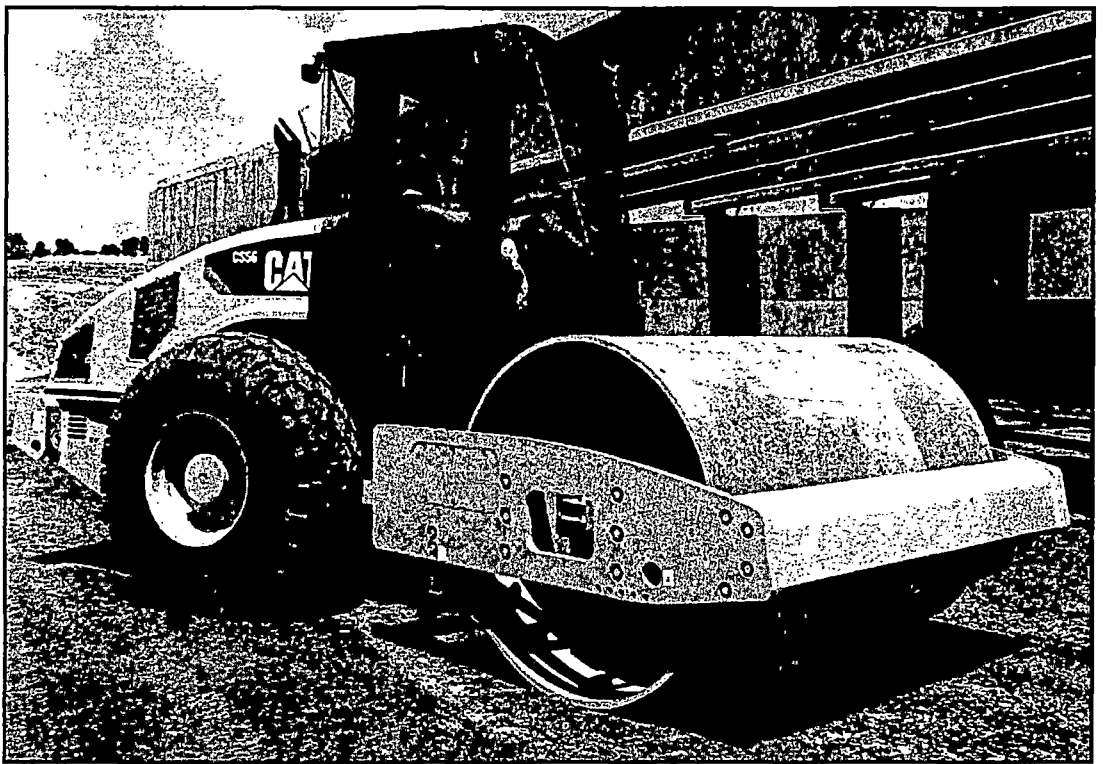
Se utilizan para compactar tierra o rellenos sanitarios; pueden estar equipados con un rodillo y dos neumáticos, o tener dos rodillos lisos o de pisonés; en algunos casos, poseen una pequeña cuchilla que les permite limpiar el terreno para su fácil desplazamiento. Se le antepone

el nombre vibro, porque utilizan un sistema de vibración del rodillo para mejor compactación.

Funciones:

- Compactar tierra
- Aplanar tierra o asfalto

Figura 3.4: Rodillo Compactador Caterpillar CS56



Fuente: Catálogo Caterpillar

A. Características Técnicas

RODILLO COMPACTADOR CATERPILLAR CS56

Motor		
Potencia bruta	116 kW	156 hp
Modelo de motor	Cat C6.6 Engine with ACERT Technology	
Potencia neta - EEC 80/1269	108 kW	145 hp
Potencia neta - ISO 9249	108 kW	145 hp
Potencia neta - SAEJ1349	107 kW	143 hp
Calibre	105 mm	4.13 pulg
Carrera	127 mm	5 pulg

Pesos		
Peso en orden de trabajo con/ROPS/FOPS	11414 kg	25164 lb
Peso en el tambor con/ROPS/FOPS	5890 kg	12985 lb
Peso de embarque con ROPS/FOPS	11334 kg	24989 lb

Especificaciones de operación		
Ancho del tambor	2130 mm	84 pulg
Velocidad de desplazamiento (Mima)	11.4 km/h	7 millas/h
Borde interior del tambor de radio de giro	3680 mm	145 pulg
Borde exterior del tambor de radio de giro	5810 mm	229 pulg
Espacio libre sobre el suelo	537 mm	21.1 pulg
Despejo sobre la curva	490 mm	19.3 pulg
Profundidad de corte de la hoja	127 mm	5 pulg

Dimensiones		
Diámetro del tambor - Sobre el tambor	1524 mm	60 pulg
Longitud total	5860 mm	231 pulg
Longitud total con/hoja	6390 mm	252 pulg
Ancho total	2300 mm	90 pulg
Altura hasta la ROPS/FOPS	3070 mm	121 pulg
Altura de la hoja	680 mm	27 pulg
Distancia entre los ejes	2900 mm	114 pulg

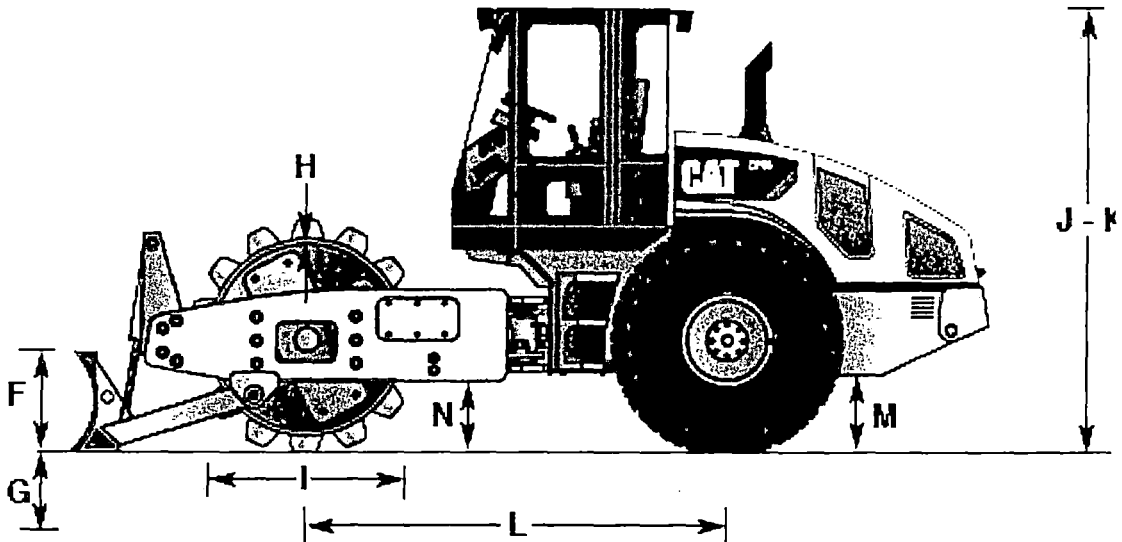
Neumáticos:		
Neumáticos	587 mm x 660 mm (23.1" x 26") 8-ply flotation	

Capacidades de llenado		
Capacidad del tanque de combustible	345 L	91 gal

Sistema Vibratorio		
Amplitud nominal – Alta	1.8 mm	.07 pulg
Amplitud nominal – Baja	.9 mm	.035 pulg
Mínimo de fuerza centrífuga	282 kN	63300 lb
Mínimo de fuerza centrífuga	141 kN	31600 lb

Fuente: *Catálogo Caterpillar.*

B. Dimensiones



Smooth Drum Soil Compactors

	CS56	CS64	CS74
A Overall length	5.86 m (19' 3")	5.97 m (19' 7")	5.97 m (19' 7")
B Length with blade	6.39 m (21')	6.52 m (21' 5")	6.52 m (21' 5")
C Overall width	2.30 m (7' 6")	2.30 m (7' 6")	2.30 m (7' 6")
D Drum width	2.13 m (7')	2.13 m (7')	2.13 m (7')
E Width with blade	2.5 m (8' 3")	2.5 m (8' 3")	2.5 m (8' 3")
F Blade height	680 mm (27")	680 mm (27")	680 mm (27")
G Blade cutting depth	127 mm (5")	127 mm (5")	127 mm (5")
H Drum shell thickness	30 mm (1.2")	30 mm (1.2")	40 mm (1.6")
I Drum diameter	1524 mm (60")	1524 mm (60")	1524 mm (60")
Drum diameter over pads- shell kit	1746 mm (68.7")	1746 mm (68.7")	1746 mm (68.7")
J Height at ROPS/FOPS canopy	3.07 m (10' 1")	3.07 m (10' 1")	3.07 m (10' 1")
K Height at ROPS/FOPS cab	3.07 m (10' 1")	3.07 m (10' 1")	3.07 m (10' 1")
L Wheelbase	2.90 m (9' 6")	2.90 m (9' 6")	2.90 m (9' 6")
M Ground clearance	537 mm (21.1")	537 mm (21.1")	537 mm (21.1")
N Curb clearance	490 mm (19.3")	490 mm (19.3")	490 mm (19.3")
Inside turning radius	3.68 m (12' 1")	3.68 m (12' 1")	3.68 m (12' 1")
Outside turning radius	5.81 m (19' 1")	5.81 m (19' 1")	5.81 m (19' 1")

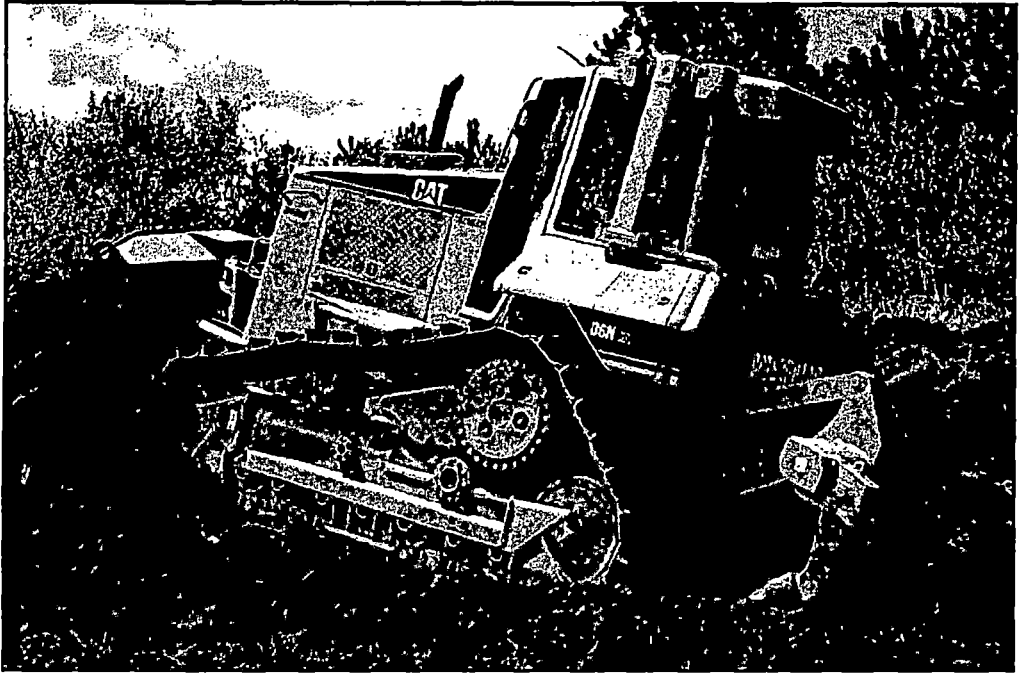
3.1.4. Tractor de Cadenas D6N

Los tractores de cadenas se aplican en movimientos de tierra, empuje de materiales, para halar maquinaria, así como desgarre o rompimiento de materiales. Generalmente utilizan un tren de rodaje (cadena = oruga), el cual está formado por eslabones, pasadores, bujes, zapatas y un bastidor de rodillos, sobre los cuales descansa todo el peso del tractor, complementado por las ruedas guías o tensoras y es la rueda motriz la que proporciona la fuerza al tren de rodaje.

Los tractores empleados en la construcción, urbanización y mantenimiento están provistos de una cuchilla, un ripper o desgarrador y, en algunos casos, de un malacate. Según las condiciones del terreno, el tren de rodaje sufrirá cambios o arreglos. En este tipo de maquinaria, la producción depende en gran parte del tipo de hoja topadora que se use para mover el material. Es básico determinar la clase de trabajo que va a desarrollar un tractor en la mayor parte de su vida útil, así como determinar los materiales que se van a mover y las limitaciones que pueda tener para desarrollar dicho trabajo.

Para que un tractor, trabajando en pendiente, tenga una lubricación adecuada, la inclinación máxima no debe pasar los 45 grados (100%). Esto es válido para tractores que trabajen hacia delante o hacia atrás.

Figura 3.5: Tractor de cadenas D6N



Fuente: Catálogo Caterpillar

A. Características Técnicas

TRACTOR DE CADENAS D6N

Motor	Cat 3126B DITAAC	
Modelo de motor	Cat 3126B DITAAC	
Potencia en el volante	111.8 kW	150 hp
Potencia neta – Caterpillar	111.8 kW	150 hp
Potencia neta - ISO 9249	111.8 kW	150 hp
Potencia neta - SAE J1349	110.4 kW	148 hp
Potencia neta - EEC 80/1269	111.8 kW	150 hp
Calibre	105 mm	4.13 pulg
Carrera	127 mm	4.99 pulg
Cilindrada	6.6 L	402.75 pulg ³

Transmisión		
Avance 1.5	3.1 km/h	1.93 millas/h
Avance 2.0	4.6 km/h	2.86 millas/h
Avance 2.5	5.7 km/h	3.54 millas/h
Avance 3.0	7.5 km/h	4.66 millas/h
Avance 3.5	10 km/h	6.21 millas/h
Retroceso 1.5	3.1 km/h	1.93 millas/h
Retroceso 2.0	5.1 km/h	3.17 millas/h
Retroceso 2.5	6.4 km/h	4 millas/h
Retroceso 3.0	8.6 km/h	5.34 millas/h
Retroceso 3.5	11.6 km/h	7.21 millas/h
1.5 Avance - Fuerza en la barra de tiro	320 kN	71939 lb
2.5 Avance - Fuerza en la barra de tiro	175 kN	39341.6 lb
3.5 Avance - Fuerza en la barra de tiro	97 kN	21806.5 lb

Capacidades de llenado		
Tanque de combustible	299 L	79 gal
Sistema de enfriamiento	48 L	12.68 gal
Mandos finales (cada lado)	8.5 L	2.25 gal
Tanque hidráulico	29.5 L	7.79 gal

Pesos		
Peso en orden de trabajo	16668 kg	36670 lb
Peso en orden de trabajo – XL	16668 kg	36670 lb
Peso de embarque – XL	16363 kg	35999 lb
Peso en orden de trabajo – LGP	17997 kg	39593 lb
Peso de embarque – LGP	17692 kg	38922 lb

Dimensiones		
Espacio libre sobre el suelo	394 mm	15.51 pulg
Entrev	1890 mm	74.41 pulg
Ancho sin hoja	2500 mm	98.42 pulg
Ancho con hoja	2972 mm	9.75 pie
Altura	3095 mm	10.2 pie
Altura ROPS/Techo	3095 mm	10.2 pie
Longitud total del tractor bico (con barra de tiro)	3.74 mm	12.27 pie

Tren de rodaje		
Ancho de la zapata – XL	610 mm	24.01 pulg
Ancho de la zapata – LGP	840 mm	33.07 pulg
Zapatillas por lado – XL		40
Zapatillas por lado – LGP		46

Altura de la garra	66 mm	2.6 pulg
Entrev – XL	1890 mm	74.4 pulg
Entrev – LGP	2160 mm	85.03 pulg
Cadena en el suelo – XL	2611 mm	102.8 pulg
Cadena en el suelo – LGP	3113 mm	122.56 pulg
ea de contacto con el suelo – XL	3.18 m ²	4929 pulg ²
ea de contacto con el suelo – LGP	5.23 m ²	8107 pulg ²
Presión sobre el suelo	51.6 kPa	7.48 lb/pulg ²
Presión sobre el suelo – XL	52.3 kPa	7.59 lb/pulg ²
Presión sobre el suelo – LPG	34.4 kPa	7.63 lb/pulg ²
Rodillos inferiores por lado – XL		7
Rodillos inferiores por lado – LGP		8

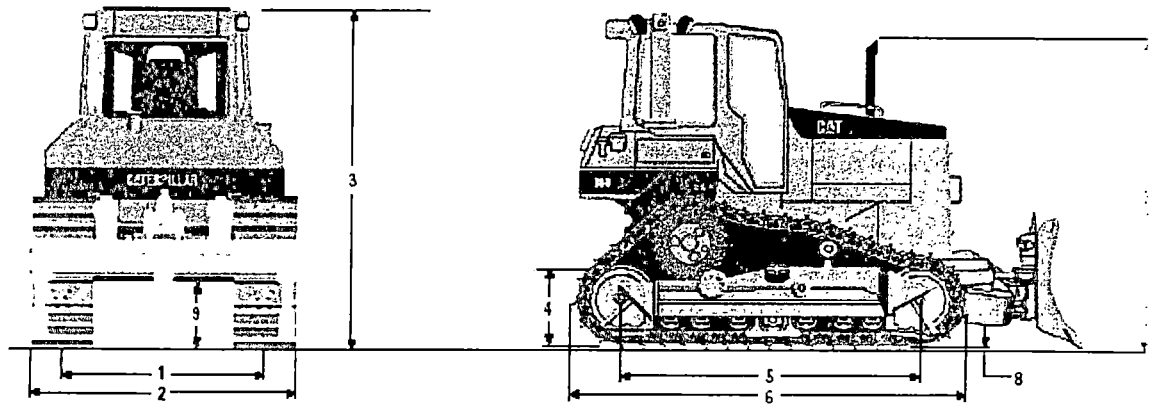
Hojas		
Tipo de hoja	VPAT semi-universal	
Capacidad de la hoja XL SU	4.28 m ³	5.6 yd ³
Ancho de la hoja XL SU	3154 mm	10.35 pie
Capacidad de la hoja XL VPAT	3.18 m ³	4.16 yd ³
Ancho de la hoja XL VPAT	3272 mm	10.73 pie
Capacidad de la hoja LGP VPAT	3.16 m ³	4.13 yd ³
Ancho de la hoja LGP VPAT	4080 mm	13.4 pie

Desgarrador		
Tipo	En paralelogramo fijo	
Número de cavidades	3	
Ancho total de la viga	2202 mm	86.7 pulg
Corte transversal de la viga	216 254 mm	8,5 x 10,0 pulg
Penetración mima – XL	473.5 mm	18.6 pulg
Penetración mínima – LGP	359.5 mm	14.2 pulg
Cada vástago adicional	78 kg	172 lb

Cabrestante		
Modelo de cabrestante	PA55	
Peso*	1276.5 kg	2814 lb
Capacidad de aceite	74 L	19.55 gal
Longitud del cabrestante y soporte	1145 mm	45.1 pulg
Ancho de la caja del cabrestante	975 mm	38.4 pulg
Diámetro del tambor	254 mm	10 pulg
Ancho del tambor	315 mm	12.4 pulg
Diámetro de la brida	504 mm	19.8 pulg
Capacidad del tambor - 22 mm (0,88 pulg)	88 m	288.71 pie

Fuente: *Catálogo Caterpillar.*

B. Dimensiones



Dimensiones del tractor

	XL		LGP	
1 Entrevía	1.890 mm	74 pulg	2.160 mm	85 pulg
2 Ancho del tractor				
Con los accesorios siguientes:				
Zapatas estándar sin hoja	2.492 mm	98 pulg	3.022 mm	119 pulg
Zapatas de 840 mm (33 pulg) sin hoja	—	—	3.000 mm	118 pulg
Zapatas estándar con hoja VPAT orientada 25°	2.960 mm	117 pulg	3.700 mm	146 pulg
3 Altura de la máquina desde la punta de la garra:				
Con los equipos siguientes:				
Techo de estructura ROPS	3.022 mm	119 pulg	3.136 mm	123 pulg
Cabina de estructura ROPS	3.083 mm	121 pulg	3.197 mm	126 pulg
4 Altura de la barra de tiro (centro de la horquilla)				
Desde la cara del suelo de las zapatas	595 mm	23,4 pulg	710 mm	27,9 pulg
5 Longitud de la cadena en el suelo	2.550 mm	100 pulg	3.102 mm	122 pulg
6 Longitud del tractor básico (con barra de tiro)	3.740 mm	147 pulg	4.149 mm	163 pulg
Con los accesorios siguientes, añadida a la longitud del tractor básico:				
Desgarrador	1.026 mm	41 pulg	1.026 mm	41 pulg
Cabrestante PA55	381 mm	15 pulg	381 mm	15 pulg
Hojas VPAT, rectas	1.057 mm	42 pulg	1.244 mm	49 pulg
Hoja VPAT, orientadas 25°	1.787 mm	70 pulg	2.125 mm	84 pulg
Hoja SU	1.176 mm	46 pulg	—	—
7 Altura por encima de la pila desde la punta de la garra	2.886 mm	114 pulg	3.000 mm	118 pulg
8 Altura de la garra	57 mm	2,2 pulg	57 mm	2,2 pulg
9 Espacio libre sobre el suelo desde la cara inferior de la zapata (según SAE J1234)	424 mm	16,7 pulg	538 mm	21,2 pulg

3.1.5. Camión Volquete

El camión volquete ha sido diseñado y construido para aplicaciones de extracción en canteras, minería y obras de construcción. Fabricado para superar las condiciones operacionales a difíciles este equipo ofrece bajos costos de explotación y alta productividad.

Esta máquina está compuesta de los siguientes sistemas:

SISTEMAS	COMPONENTES
Motor	Bomba Cebadora, Bomba de Inyección, Cañerías e Inyectores, Turbocompresor, Enfriador de Aceite.
Sistema de Refrigeración	Bomba de Agua, Polea y Paletas del Ventilador, Concentrador de Aire, Radiador, Tapa de Presurización e Intercooler.
Sistema de Aire	Compresora, Gobernador, Tanques Reservorios, Mangueras.
Sistema de Ejes Diferenciales	Tandem y Corona de Tracción, Ejes Laterales, Rodajes, Tandem y Corona de Apoyo.
Sistema de Transmisión	Disco de Embrague, Caja de Transmisión, Ejes Transmisión Cardán y Crucetas.
Sistema de Dirección	Timón, Recipiente, Servo Dirección, Caja de Dirección, Brazos, Brazos Pitman, Terminales, Barra de Dirección, Muñones, Mangueras.
Sistema Hidráulico	Acc. Mecánico, Tomafuerza y Cardán, Tanque Hidráulico, Bomba Hidráulica, Botella Hidráulica, Mangueras.
Sistema Eléctrico	Batería, Alternador, Chapa de Contacto, Arrancador, Luces, Indicadores, Instrumentación, Interruptor.
Equipo de Trabajo	Tolva.
Chasis	Vigas en "U" y abrazaderas.
Carrocería	Cabina y Capot.
Sistema de Suspensión	Soportes y Pines Delanteros, Paquetes de Muelles Delanteros, Puente Delantero, Soportes y Pines Posteriores, Paquetes de Muelles Posteriores.
Sistema de Frenos	Pedal, Pulmones de Aire, Tambores y Zapatas.
Llantas	Aros, Seguros y Set de Neumáticos.

3.1.6. Camión Cisterna de Agua

SISTEMAS	COMPONENTES
Motor	Precalentador, Turbocompresor, Bomba Cebadora, Bomba de Inyección, Cañerías e Inyectores, Enfriador de Aceite.
Sistema de Refrigeración	Polea, Paletas del Ventilador, Concentrador de Aire e Intercooler, Bomba de Agua, Radiador, Tapa de Presurización, Mangueras.
Sistema de Aire	Compresora, Gobernador, Tanques de Almacenamiento, Mangueras.
Sistema de Ejes Diferenciales	Tandem y Corona de Tracción, Tandem y Corona de Apoyo, Ejes Laterales, Rodajes.
Sistema de Transmisión	Disco de Embrague, Caja de Cambios, Ejes Transmisión Cardán y Crucetas.
Sistema de Dirección	Timón, Recipiente, Servo Dirección, Caja de Dirección, Brazo, Brazo Pitman, Terminales, Barra de Dirección, Muñones, Mangueras.
Sistema Hidráulico	Acc.Mecánico, Tomafuerza y cardán, Bomba de Agua de Carga / Descarga, Válvula de Control, Mangueras.
Sistema Eléctrico	Batería, Alternador, Chapa de Contacto, Arrancador, Luces, Indicadores, Instrumentación, Interruptor.
Equipo de Trabajo	Tanque Cisterna.
Chasis	Vigas en "U" y Abrazaderas.
Carrocería	Cabina y Capot
Sistema de Suspensión	Soportes y Pines Delanteros, Paquetes de Muelles Delanteros, Puente Delantero, Soportes y Pines Posteriores, Paquetes de Muelles Posteriores.
Sistema de Frenos	Pulmones de Aire, Tambores y Zapatas.
Llantas	Aros, Seguros y Set de Neumáticos.

CAPÍTULO IV

GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO

4.1. MANTENIMIENTO

El mantenimiento es la serie de tareas o trabajos que hay que ejecutar en algún equipo o planta, a fin de poder conservarlo eficientemente para que pueda brindar el servicio para el cual fue creado.

Para el Departamento de Maquinaria, el objetivo del mantenimiento es la conservación, ante todo del servicio que está suministrando la maquinaria; este es el punto esencial y no como erróneamente se ha creído, que el mantenimiento está obligado a la conservación de tales elementos. El servicio es lo importante y no la maquinaria o equipo que los proporciona. Por lo tanto, se debe de equilibrar en las labores de mantenimiento los factores esenciales siguientes: calidad económica del servicio, duración adecuada del equipo y costos mínimos de mantenimiento.

La adquisición de equipo nuevo acarrea costos elevados, pues inicialmente su depreciación es muy acelerada, aunque se compensa, ya que necesita menos gastos de mantenimiento y la expectativa de falla es menor.

Conforme transcurre el tiempo, el equipo se va deteriorando y sus componentes van sufriendo desgastes, que necesariamente obligan a un aumento de las frecuencias de fallas de servicio y los costos de mantenimiento se incrementan; además, el cambio de repuestos es más costoso debido a la dificultad de obtenerlos, por no tener existencia en las bodegas y que el fabricante no garantice la existencia de éstos por períodos muy grandes. Por otro lado, un aumento en la frecuencia de fallas del servicio, causa pérdidas en el ingreso que origina la prestación del mismo, de tal manera que estos costos aumentan en forma considerable, hasta ser prácticamente prohibitivos al final de la vida de la maquinaria.

Tipos de Mantenimiento

La gestión del mantenimiento comprende los diferentes niveles del mantenimiento, los que son:

1. Mantenimiento Preventivo
2. Mantenimiento Predictivo
3. Mantenimiento Correctivo

4.1.1. Mantenimiento Preventivo

Es el mantenimiento programado con la finalidad de prevenir la ocurrencia de fallas.

Se conoce como Mantenimiento Preventivo Directo o Periódico por cuanto sus actividades están controladas por el tiempo. Se basa en la Confiabilidad de los Equipos (MTTF) sin considerar las peculiaridades de una instalación dada. Ejemplos: limpieza, lubricación, recambios programados.

El mantenimiento preventivo se refiere a que no se debe esperar a que las máquinas fallen para hacerles una reparación, sino que se programen los recambios con el tiempo necesario antes de que fallen; esto se puede lograr conociendo las especificaciones técnicas de los equipos a través de los manuales de los mismos.

Este tipo de mantenimiento trata de anticiparse a la aparición de las fallas. Evidentemente, ningún sistema puede anticiparse a las fallas. Por ejemplo, una lámpara eléctrica debía durar 4,000 horas de encendido y se quema cuando sólo se la había empleado 200 horas. Ningún indicio o evidencia simple, nos informó sobre la proximidad de la falla. Las fuentes internas están constituidas por los registros o historiales de reparaciones existentes en la empresa, los cuales nos

informan sobre todas las tareas de mantenimiento que el bien ha sufrido durante su permanencia en nuestro poder.

El objetivo de este mantenimiento no se circunscribe a lo que es adecuado para el equipo, sino que su meta es considerar el trabajo que se le da servicio a la maquinaria y equipo, considerando el efecto sobre la producción, seguridad personal y del equipo mismo. Se dice entonces que el mantenimiento preventivo se ha utilizado para indicar un sistema de programación, en sus beneficios secundarios.

4.1.2 Mantenimiento Predictivo

Es el servicio de seguimiento del desgaste de una o más piezas o componente de equipos prioritarios a través de análisis de síntomas o estimación, realizado por evaluación estadística, tratando de extrapolar el comportamiento de esas piezas o componentes y determinar el punto exacto de cambio.

El mantenimiento Predictivo basado en la confiabilidad o la forma sistemática tiene como finalidad preservar el rendimiento requerido basándose en las características físicas, la forma como se utiliza, especialmente de cómo puede fallar y evaluando sus consecuencias para así aplicar las tareas adecuadas de mantenimiento (preventivas o correctivas).

Detecta las fallas antes de que se desarrollen en una rotura u otras interferencias en producción. Está basado en inspecciones, medidas y control del nivel de condición de los equipos. También conocido como Mantenimiento Predictivo, Preventivo Indirecto o Mantenimiento por Condición – CBM. (Condition Based Maintenance)

A diferencia del Mantenimiento Preventivo Directo, que asume que los equipos e instalaciones siguen cierta clase de comportamiento estadístico; el Mantenimiento Predictivo verifica muy de cerca la operación de cada máquina operando en su entorno real.

En realidad, ambos mantenimientos no están en competencia, por el contrario, el Mantenimiento Predictivo permite decidir cuándo hacer el Preventivo.

En algunos casos, arrojan indicios evidentes de una futura falla, indicios que pueden advertirse simplemente. En otros casos, es posible advertir *la tendencia a entrar en falla* de un bien, mediante el *monitoreo de condición*, es decir, mediante la elección, medición y seguimiento de algunos parámetros relevantes que representan el buen funcionamiento del bien en análisis.

Aclaremos que muchas veces, las fallas no están vinculadas con la edad del bien. En otras palabras, con este método, tratamos de acompañar o seguir, la evolución de las futuras fallas. Los aparatos e instrumentos que se utilizan son de naturaleza variada y pueden encontrarse incorporados en los equipos de control de procesos (automáticos), a través de equipos de captura de datos o mediante la operación manual de instrumental específico.

Actualmente existen aparatos de medición sumamente precisos, que permiten analizar ruidos y vibraciones, aceites aislantes o espesores de chapa, mediante las aplicaciones de la electrónica en equipos de ultrasonidos, cromatografía líquida y gaseosa, y otros métodos.

El mantenimiento predictivo es entonces una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

Al utilizar esta técnica supone la medición de diversos parámetros que muestren una relación predecible con el ciclo de vida del componente.

Algunos ejemplos de dichos parámetros son los siguientes:

- Vibración de cojinetes.
- Temperatura de las conexiones eléctricas.
- Resistencia del aislamiento de la bobina de un generador.

El uso del mantenimiento predictivo consiste en establecer, en primer lugar, una perspectiva histórica de la relación entre la variable seleccionada y la vida del componente. Esto se logra mediante la toma de intervalos periódicos hasta que el componente falle. Los fabricantes de instrumentos y software para el mantenimiento predictivo pueden recomendar rangos y valores para reemplazar los componentes de la mayoría de los equipos, esto hace que el análisis histórico sea innecesario en la mayoría de las aplicaciones. Una vez determinada la factibilidad y conveniencia de realizar un mantenimiento predictivo a una máquina o unidad, el paso siguiente es determinar la o las variables físicas a controlar que sean indicativas de la condición de la máquina.

4.1.3. Mantenimiento Correctivo

Comprende el que se lleva a cabo con el fin de corregir (reparar) una falla en el equipo. Se clasifica en:

1. No Planificado:

El correctivo de emergencia deberá actuar lo más rápidamente posible con el objetivo de evitar costos y daños materiales y/o humanos mayores.

Debe efectuarse con urgencia ya sea por una avería imprevista a reparar lo más pronto posible o por una condición imperativa que hay que satisfacer (problemas de seguridad, de contaminación, de aplicación de normas legales, etc.).

Este sistema resulta aplicable en sistemas complejos, normalmente componentes electrónicos o en los que es imposible predecir las fallas y en los procesos que admiten ser interrumpidos en cualquier momento y durante cualquier tiempo, sin afectar la seguridad. También para equipos que ya cuentan con cierta antigüedad. Tiene como inconvenientes, que la falla puede sobrevenir en cualquier momento, debido justamente a que en esos momentos se somete al bien a una mayor exigencia.

Otro inconveniente de este sistema, es que debería disponerse inmovilizado un capital importante invertido en piezas de repuesto visto que la adquisición de muchos elementos que pueden fallar, suele requerir una gestión de compra y entrega no compatible en tiempo con la necesidad de contar con el bien en operación (por ejemplo: caso de equipos discontinuados de

fabricación, partes importadas, desaparición del fabricante). Por último, con referencia al personal que ejecuta el servicio, no quedan dudas que debe ser altamente calificado y sobredimensionado en cantidad, pues las fallas deben ser corregidas de inmediato. Generalmente se agrupa al personal en forma de cuadrillas.

2. Planificado:

Se sabe con anticipación qué es lo que debe hacerse, de modo que cuando se pare el equipo para efectuar la reparación, se disponga del personal, repuesto y documentos técnicos necesarios para realizarla correctamente. Al igual que el anterior, corrige la falla y actúa ante un hecho cierto. La diferencia con el de emergencia, es que no existe el grado de apremio del anterior, sino que los trabajos pueden ser programados para ser realizados en un futuro normalmente próximo, sin interferir con las tareas de producción.

En general, programamos la detención del equipo, pero antes de hacerlo, vamos acumulando tareas a realizar sobre el mismo y programamos su ejecución en dicha oportunidad, aprovechando para ejecutar toda tarea que no podríamos hacer con el equipo en funcionamiento. Lógicamente, aprovecharemos para las paradas, horas en contra turno, períodos de baja demanda, fines de semana, períodos de vacaciones, etc.

4.2. DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

El Departamento de Mantenimiento está relacionado muy estrechamente en la prevención de accidentes, ya que tiene la responsabilidad de mantener en buenas condiciones, las maquinarias y herramientas del ambiente de trabajo. Gestiona tiempos y disminuye los indicadores de indisponibilidad que puede presentar la Central.

Objetivos

- Identificar los puntos críticos en el proceso productivo.
- Evitar, reducir, y en su caso, reparar, las fallas sobre los bienes materiales.
- Evitar detenciones inútiles o paro de máquinas.
- Evitar accidentes.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.
- Balancear el costo de mantenimiento con los beneficios obtenidos.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

4.3. MODELO DE SISTEMA DE GESTIÓN VIABLE

4.3.1 Introducción

Cada día, las organizaciones se vuelven cada vez más y más complejas, al igual que su entorno; lo que obliga a dichas organizaciones a adaptarse ante los cambios constantes de su medio ambiente (comportamiento adaptativo). Para ello han

surgido una serie de herramientas y metodologías que permiten estudiar este problema, encontrándose dentro de ellas el Modelo de Sistema Viable (MSV) desarrollado por el científico inglés Stafford Beer.

El Modelo Cibernético de Stafford Beer o Modelo de Sistema Viable es un poderoso instrumento para estudiar las organizaciones como “todos” cohesivos y para evaluar sus estrategias en función de la complejidad de las tareas que han de realizar.

4.3.2 Modelo de Sistema Viable

Stafford Beer utilizó los conceptos de cibernética para desarrollar un modelo conocido como Sistema Viable en el que representa la estructura, las actividades, interrelaciones y flujos de información en las organizaciones.

Este sistema lo que hace es permitir a las organizaciones obtener la flexibilidad que necesitan para sobrevivir en medios ambientes rápidamente cambiantes y complejos.

Sus principales conceptos son: la comunicación, la información, la retroalimentación, y los principios deducidos de la observación de los hilomorfismos entre el comportamiento de sistemas físicos y

sociales. Beer, desarrollo criterios de efectividad organizacional en los modelos de sistema viable.

Estos criterios son un conjunto de principios y leyes de organización, usando como referencia la Ley de Requisito de Variedad, en la que se plantea la capacidad para mantenerse dentro de un conjunto de objetivos deseados.

El método de diseño se hace mediante el establecimiento de la Identidad Organizacional (Transformación de recursos, participación de actores que transforman los recursos, clientes afectados por la transformación hecha, los dueños quienes son responsables del sistema, el meta sistema y el ambiente en el que se desarrolla el mismo), el modelamiento de los límites organizacionales del sistema y de los niveles estructurales, el estudio de discreción y autonomía y el estudio de los mecanismos de control. Lo que permite la realización óptima de este modelo dentro de las empresas está basado en que es una herramienta de complejidad que rompe el esquema jerárquico de entenderse dentro de la organización e involucra la realización de identidad organizacional.

Es el modelo más representativo y de mayor uso de la cibernética, el cual posee las siguientes ventajas:

- No requiere la existencia previa de la organización en estudio.
- Es una herramienta de complejidad.
- Rompe el esquema jerárquico de entenderse dentro de la organización.
- Involucra la realización de identidad organizacional.
- Realiza una sinapsis entre elementos internos y externos (adaptación).
-

4.3.3. Sistemas del MSV

A. Sistema Uno - Implementación

Corresponde a las actividades primarias, aquellas responsables de producir los productos o servicios implícitos por la identidad de la organización. Están en el corazón del modelo recurrente.

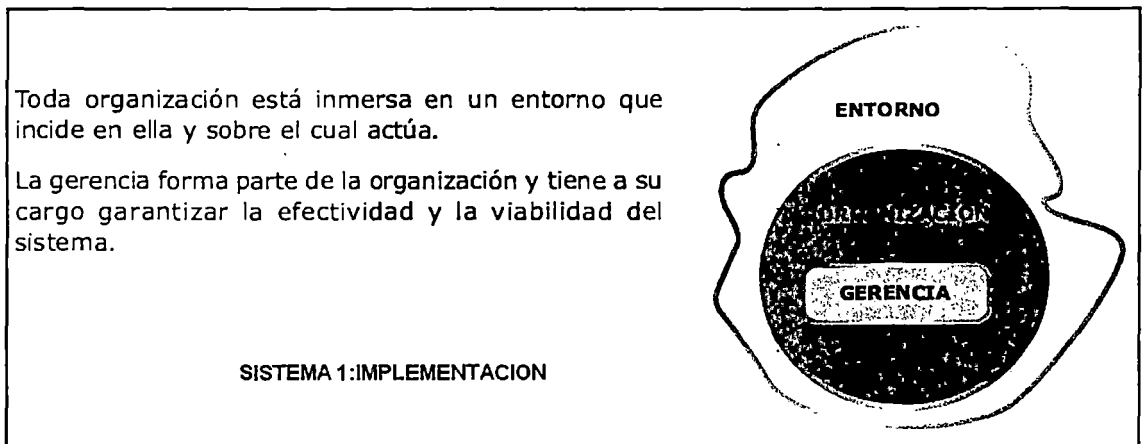
Los productos de la organización y servicios son producidos en los niveles diferentes de agregación por su integrado primario de actividades y la cadena de valor de la organización en total pone en práctica su objetivo total.

Generalmente dejamos de revelar (desdoblar) la estructura en el punto donde un pequeño equipo de la gente es responsable de una tarea de trabajo completa (una célula de la fabricación). Aunque

en la teoría una persona individual sea también un sistema viable, tratamos con un modelo de organización o el trabajo cooperativo entre individuos.

Por lo tanto, nosotros esperamos ver los sistemas más viables, independientemente del nivel estructural ellos ocurren, conteniendo subsistemas remotos como un apoyo para manejar la complejidad de sus ambientes. Estos subsistemas son responsables de realizar el valueadding las tareas del sistema en foco.

Fig. 4.1: Sistema de Implementación



B. Sistema Dos - Coordinación.

Todos los sistemas de implementación están conectados operacionalmente en mayor o menor grado, y debido a su autonomía tienden a tomar decisiones descoordinadas.

Por esto, la función de coordinación es la encargada de minimizar estas descoordinaciones y lograr acuerdos en materias de interés común.

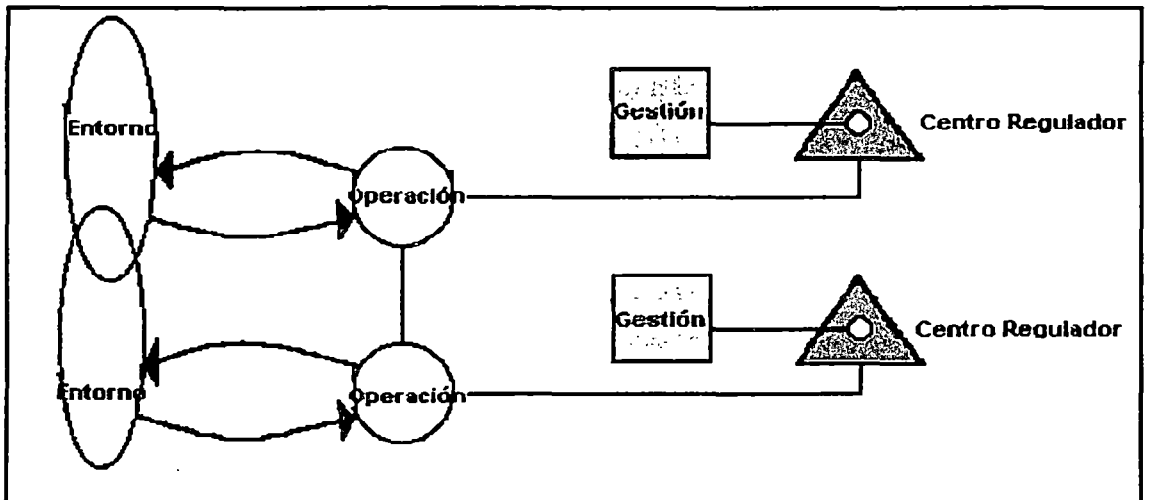
Establece el rumbo de las actividades primarias y de apoyo para estar acorde con los intereses globales mediante una efectiva comunicación horizontal en doble vía y un mecanismo de ajuste mutuo. La fortaleza de este mecanismo evita la imposición de control vertical y se estimula la autonomía y el empoderamiento.

Entre la operación y la administración de cada actividad primaria existe un proceso de regulación de la primera, por parte de la segunda, a través de planes, procedimientos, programas, requisitos, etc. Esto es lo que se denomina como centro regulador y es el encargado de amplificar la variedad de los administradores y atenuar la variedad de las operaciones. Este centro es vital, como veremos más adelante, para garantizar la estabilidad del conjunto. De esta forma, la función de implementación queda completada.

En la figura siguiente aparecen las operaciones interconectadas entre sí. Esto es lógico, teniendo en cuenta que forman parte de un proceso completo. En el ejemplo de la fabricación de las tarjetas para PC's, es claro que deben existir canales de comunicación

entre las diferentes operaciones para que la organización funcione eficientemente. Esto mismo es lo que representan las interacciones entre los entornos, que no son totalmente independientes entre sí, por razones obvias.

Fig. 4.2: Interconexión de Operaciones



La inexistencia de estas conexiones puede conducir a inestabilidades. Supongamos que la fabricación de tarjetas se ha dividido en tres actividades primarias: diseño de las tarjetas, montaje y control de calidad. Cada una de estas actividades actúa sobre su entorno y realiza las operaciones pertinentes. Diseño y Control de Calidad impondrán una serie de normas a Montaje que, evidentemente, intentará tomar en cuenta estas normas. Al estar interconectadas las operaciones y los entornos, las

variaciones en una actividad repercuten en los entornos y operaciones de las demás. Al adaptarse Montaje a las peticiones de Control y Diseño, produce perturbaciones que éstos detectan y a las que se intentan adaptar. Pero, al mismo tiempo, Montaje realiza sus propias a Control y Diseño, que también intercambian exigencias entre sí. El resultado es que cada actividad se está intentando adaptar continuamente sin que nadie consiga ajustarse del todo. Esto es una oscilación en el sistema, que debe evitarse.

Para amortiguar este tipo de oscilaciones, el Sistema Viable dispone del Sistema 2 Coordinación, cuya misión es proporcionar canales de comunicación comunes y con el mismo lenguaje para todas las actividades primarias. En una cadena de producción como la del ejemplo que estamos utilizando, un sistema de coordinación puede ser el control de producción. Otras formas de coordinación son reuniones interdepartamentales, protocolos, o formularios de comunicación normalizados.

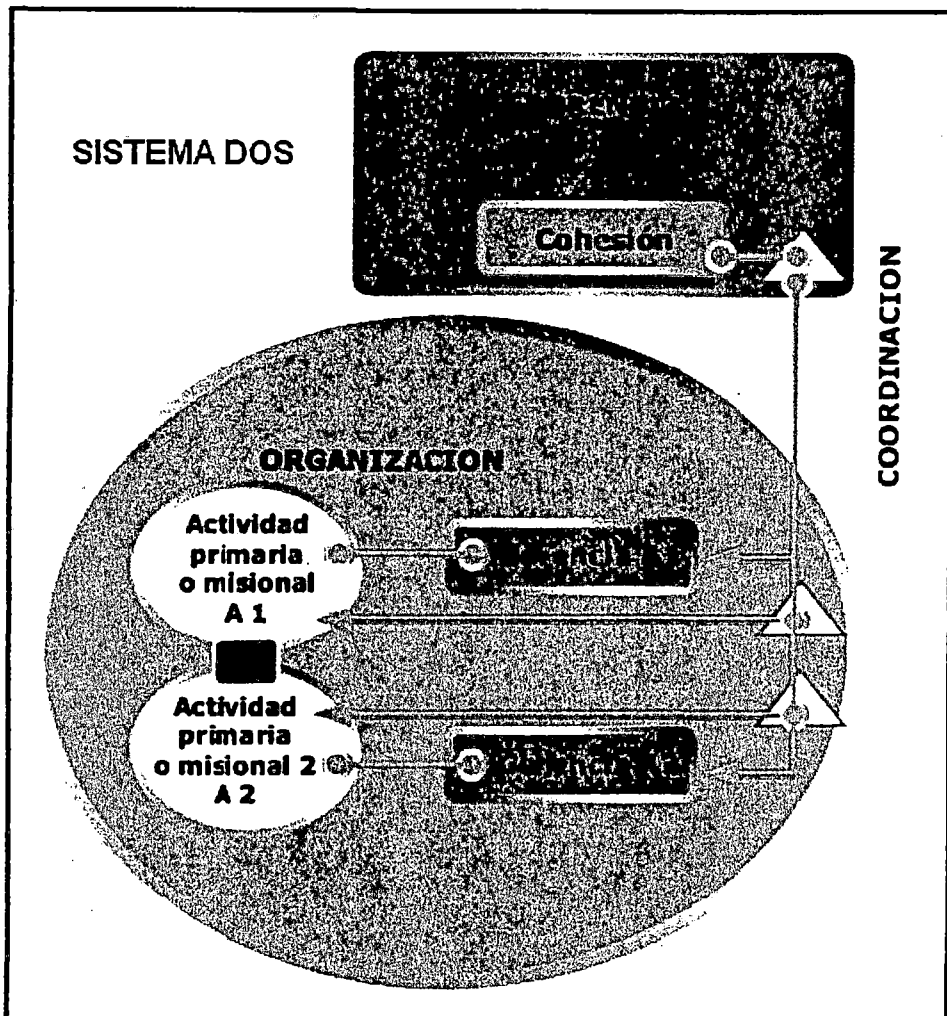
En el sistema viable, mediante el mecanismo de control se cuenta con los canales aludidos por medio de los cuales el gerente obtiene información sobre algunos aspectos normalmente muy formales, a través de ellos puede conocer los informes de gestión, de ejecución presupuestal, los procesos legales que hay vigentes

dentro de la organización y el estado de los desempeños, pero a nivel muy global y sintético.

Sin embargo, el gerente necesita más información y otros mecanismos para garantizar la efectividad en el nivel operativo. Además, es su responsabilidad que en la organización el trabajo se realice de manera similar, fluya adecuadamente entre las actividades primarias y que se manejen los mismos estándares en la relación con el entorno. Por ello se sugiere el establecimiento del canal de coordinación, a través del cual fluye una información más detallada de la organización y se viabiliza que las actividades primarias logren su ajuste por mutuo acuerdo sin que se requiera de la intervención superior de manera permanente.

En términos generales, los mecanismos de coordinación buscan crear lenguajes comunes entre las áreas operativas, mecanismos de manejo de información y estándares unificados, y con ellos se logra sincronizar los lenguajes y los tiempos de la gente.

Fig. 4.3: Sistema de Coordinación



Estos mecanismos se constituyen en una especie de médula espinal de la organización; a través de la cual se transporta la información detallada de todos los niveles operativos y ésta llega a la gerencia.

La coordinación es un concepto que introduce Beer y algunos otros teóricos en el tema de organización, y que no aparece en las

teorías administrativas clásicas, que hablan de tres conceptos en una organización: operaciones o implementación, control o administración y estrategias.

De esta manera, el canal de coordinación satisface tres necesidades: complementar la información que recibe el gerente, dar coherencia a la gestión en su conjunto y armonizar los intereses de los grupos operativos en función del propósito organizacional general.

C. Sistema Tres - Control.

También llamada Sistema 3 o Monitoreo. El monitoreo y control de las operaciones que se realizan en el sistema de implementación, como también la asignación y control de los recursos utilizados, debe ser vigilado por un sistema que absorba un mayor grado de complejidad que los subsistemas de implementación, por ello estas tareas son realizadas por el sistema de control, el cual también tiene como misión entregar información de la situación interna del sistema a la función de Políticas que se detallará más adelante.

En todas las organizaciones es necesario que los directivos tengan la posibilidad de realizar un control efectivo. Para ello necesitan disponer de un canal alternativo de información, que permita

realizar un seguimiento adecuado de lo que está sucediendo. Este canal no se utilizaría constantemente, sino de forma esporádica, dado que representa un acceso directo a la variedad generado por las operaciones y un corto circuito de la cadena natural de mando, algo que siempre origina problemas.

Ejemplo de este modo de funcionamiento son auditorías de administración, informes sobre el funcionamiento de un determinado departamento, estudios sobre la efectiva utilización de unas determinadas máquinas, etc. Todo este tipo de informaciones proporciona al directivo una visión más directa y completa de lo que está sucediendo en la organización, pero no se puede utilizar continuamente, pues perdería efectividad.

Mira el adentro y el ahora para poder asegurar la eficiencia de la operación en el día a día. Se apoya en sistemas de reportes a la administración y realiza verificación esporádica con los niveles inferiores.

Campos de acción:

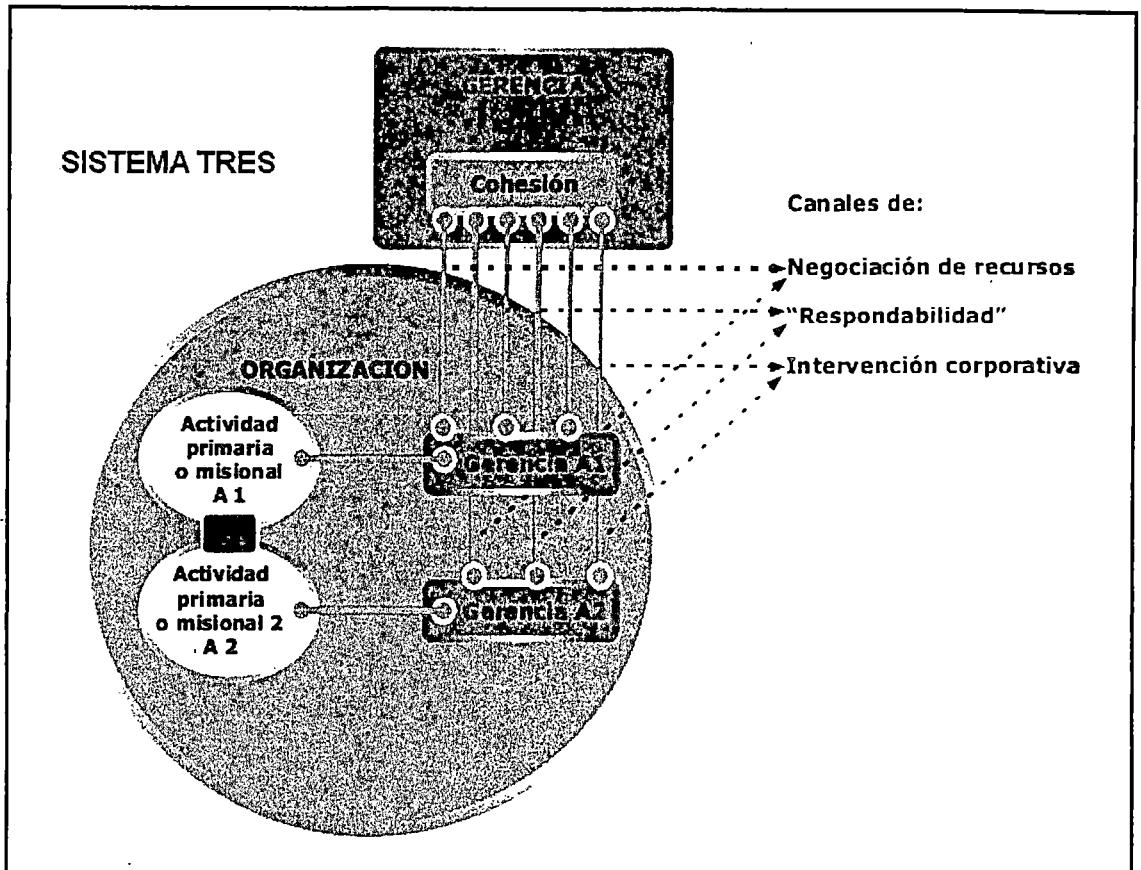
- Aspectos legales y normas
- Distribución de recursos
- Cumplimiento de responsabilidades
- Obtención de información de control

La clave de la interacción de la organización con el entorno actual es el manejo de la cadena de valor, es decir, sus insumos, sus actividades productivas y sus productos o servicios.

Para lograr buenos resultados en el “aquí y en el ahora” la gerencia debe garantizar la cohesión de las actividades internas de la organización; a esta parte de la gerencia se le denomina gerencia de cohesión.

Esta se ocupa de contar con mecanismos efectivos para mantener bajo control la organización en el “aquí y en el ahora”, tales mecanismos son de control, monitoreo y coordinación.

Fig.4.4: Sistema de Control



¿Qué tipo de información circula de manera sistemática dentro de estos niveles de gerencia? La cibernética organizacional plantea tres canales: de negociación de recursos, de “responsabilidad” y de intervención corporativa; estos canales, en particular los dos primeros, deben complementarse adecuadamente. A través del canal de negociación de recursos se dan las conversaciones y los flujos de información sobre los recursos que se disponen o va a otorgar la organización al nivel operativo; es el caso típico de los presupuestos.

Teniendo en cuenta que el manejo de la planeación y del presupuesto es una herramienta central de la gerencia, entonces el nivel organizacional más alto es quien define, de acuerdo con su plan estratégico y los intereses y compromisos, sobre los siguientes niveles estructurales, la asignación del presupuesto; a través de este canal, igualmente, se verifica la utilización de los recursos y los resultados que se están obteniendo. Dado que se está aludiendo a recursos físicos, humanos, financieros y tecnológicos, para este propósito la gerencia general estaría interactuando con las áreas de Informática, Recursos Humanos, Financiera, Compras y Adquisiciones.

La información que normalmente se maneja en la negociación de recursos es sintética; los ejercicios presupuestales, bien sean mensuales, trimestrales, semestrales o anuales, con que cuenta el gerente, contienen información sucinta, donde se puede observar que pasó, pero no necesariamente el por qué. Obviamente, si el gerente no tiene sino ésta fuente de información, no puede conocer mucho de lo que está pasando en la cotidianidad de su organización; por ejemplo al Secretario de Educación le pueden llegar las cifras del presupuesto de educación del último trimestre, pero no puede, a través de ellas, enterarse de los desórdenes de los maestros, de las quejas de los padres de familia, de los problemas

de violencia infantil y de muchos otros aspectos que son centrales para ejercer una buena gerencia en su organización.

El segundo, es el canal de la “responsabilidad” que es una manera de decir responder o dar cuenta de la gestión. Cuando un funcionario hace parte de una organización, en particular aquellos que tienen mando, asume compromisos y responsabilidades, la organización tiene derecho a pedirle cuenta sobre la forma en que las ha satisfecho, a eso se le denomina “responsabilidad”. A través de este canal se establece un juicio acerca del desempeño tanto a nivel grupal, como individual.

El tercer canal se llama el canal de “intervención corporativa”. Se trata de intervenciones directas de la gerencia en las actividades primarias. Una adecuada gerencia de cohesión minimizaría el uso de este canal, es decir, si los demás canales funcionan adecuadamente, la gerencia no tendría que desgastarse en acciones puntuales y las actividades primarias podrían realizar su acción con autonomía en un marco consistente.

D. Sistema Cuatro – Inteligencia

La búsqueda de oportunidades y amenazas, como también la adaptación de la organización como un todo a estas nuevas variantes, es la responsabilidad del sistema de Inteligencia, para

ello debe conocer el medio ambiente relevante del sistema, definiendo las situaciones problema y, buscar en conjunto con el sistema de control, conocedor de la realidad interna, los mejores cursos de acción.

Además, esta función debe entregar la información referente al medio ambiente actual y futuro a la función de políticas. Mira el afuera y el mañana. Planifica un futuro viable de acuerdo con los cambios del entorno y las capacidades internas de la organización.

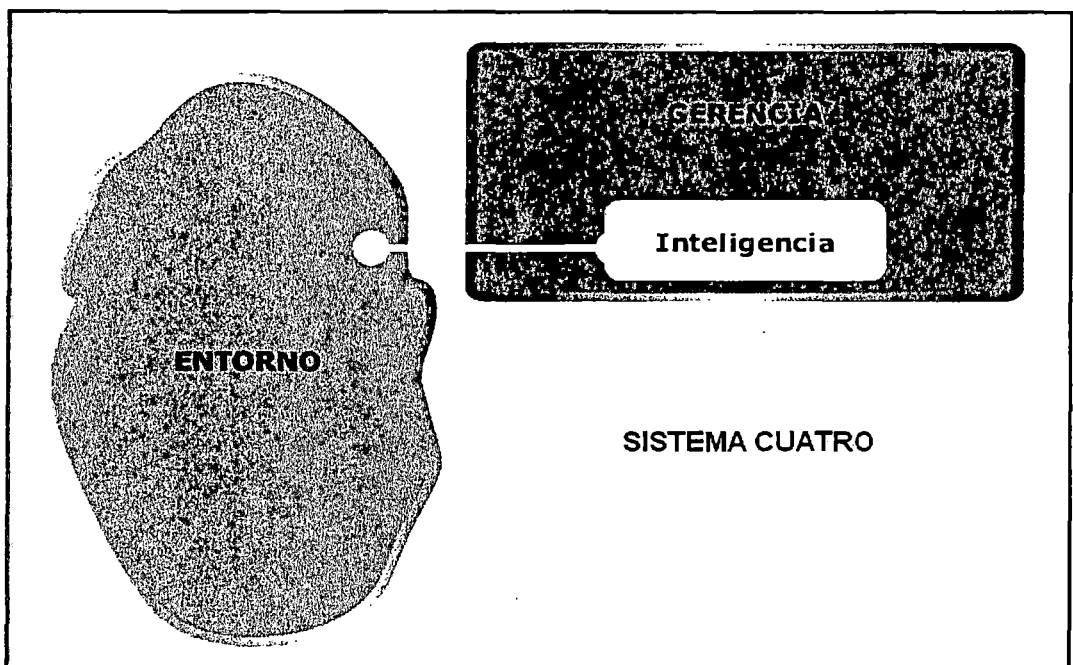
Funciones típicas:

- Investigación y Desarrollo
- Investigación de mercados
- Planeación corporativa

Es positivo que la organización alcance unos buenos resultados en el ahora y en su entorno relevante actual, pero ello solo no basta para garantizar su viabilidad futura. Además de los mecanismos de control, coordinación y monitoreo, el gerente y su equipo directivo necesitan desarrollar una percepción sobre lo que es su entorno y cómo está evolucionando, para anticiparse a los cambios que se están dando, detectar y conjurar a tiempo las amenazas a la organización, así como también aprovechar las oportunidades y desarrollar capacidad de adaptación.

La gerencia de desarrollo es la parte de la gerencia que se ocupa de los cambios que debe realizar la organización con el fin de garantizar, más allá de su supervivencia, su viabilidad. El propósito de esta gerencia es poder influir en el “afuera y el mañana” de la organización y la función que se hace cargo de esta responsabilidad es la función de inteligencia.

Fig. 4.5: Sistema Cuatro



Dicha función se ocupa de hacer el monitoreo al entorno. Es decir, es una función que da cuenta de obtener información sobre el entorno, de construir algunos modelos, mapas, que le permitan desarrollar capacidad predictiva, para anticiparse a los

acontecimientos y generar capacidad de respuesta dentro de la organización.

Debe investigar qué pasa afuera en términos de nuevos productos, nuevas tecnologías, perspectivas de la competencia y, en las entidades del Estado, nuevas tendencias en la administración pública en general y en el país, en las condiciones sectoriales, perspectivas de participación del sector privado en las responsabilidades públicas, entre otros aspectos.

Se trata de un rol de investigación, exploratorio, lleno de incertidumbre, cuyos resultados no siempre son precisos ni contundentes. Por ser costoso e incierto, algunos gerentes y empresas privadas no invierten o invierten poco en él, porque muchas veces no son evidentes los beneficios de esas inversiones en el corto plazo. En el sector público este rol se ejerce en mínima medida, pues a las razones anteriores se le suma que el gerente público y su equipo directivo, por problemas estructurales de la administración pública, en términos reales, tiene una visión de su organización a veces tan limitada como el período de su gestión.

El otro aspecto fundamental de este rol es producir autoconciencia. Las organizaciones necesitan ser conscientes de quiénes son, qué hacen y en qué se equivocan, para mejorar sus

propios modelos de organización y su capacidad de actuar. Esto sólo es posible si son capaces de desarrollar modelos, visiones precisas, buenas y enriquecidas, de lo que les está pasando.

Construir modelos de sí mismas y de la interacción del entorno con la organización, son funciones de inteligencia.

Hay muchos modelos de organización que se construyen desde diferentes perspectivas disciplinarias, como por ejemplo: contable, presupuestal, de líneas de roles y autoridad, de procedimientos y procesos. Las organizaciones se la pasan construyendo modelos de sí mismas, pero de manera fragmentada. El problema que tienen los gerentes es que pocas veces logran construir modelos sintéticos, integrales, claros, que den cuenta de qué es lo que hace la organización, cómo está organizada y qué logra. Así, se tendrían muchas más posibilidades de controlar una organización. Construir esos modelos integrales de la organización que permitan contestar esas preguntas básicas, sería otro rol de la función de inteligencia.

E. Sistema Cinco - Política

Mediante el Sistema Tres, que se encarga de la cohesión, la organización cuenta con los mecanismos para tener bajo control el “aquí y el ahora” y a través del Sistema Cuatro con su función de

inteligencia tiene capacidad de actuar en la perspectiva del “afuera y el mañana”. De esta manera, la organización cuenta con esas dos visiones fundamentadas a la hora de tomar decisiones.

La cohesión es un rol que desarrolla una visión pragmática de lo que pasa en el día a día de la organización que establece y siempre tiene presente sus limitaciones técnicas, humanas y financieras. Este rol es prudente, propende por estrategias conservadoras muy ceñidas por los principios legales y por las limitaciones; su papel es garantizar que la organización funcione con esas limitaciones.

En tanto, el rol de inteligencia, investiga, propone cosas nuevas, aprende todo el tiempo observando la competencia y casos parecidos en el entorno; desarrolla una visión técnica de lo que está pasando en él; es un rol naturalmente más creativo, más investigativo, con más capacidad y apertura. Lo natural es que proponga cosas innovadoras, muchas veces con un gran desconocimiento de las limitaciones de la organización.

La función de política se encarga de definir la identidad de la organización. Después de recoger toda la información que le llega de la empresa, define sus políticas y estrategias. Esta función es la que da clausura a los ciclos de aprendizaje de la organización. Por

ejemplo, en el caso de la educación, es la instancia que podría decir “Después de dos años en este plan escolar no se ha podido avanzar sino un 30% de lo propuesto, se modificará este objetivo y se va a cerrar esta estrategia y crear una nueva”, eso es cerrar círculos de aprendizaje.

La función de política se relaciona con las juntas directivas de las empresas, normalmente ellas son las que ejercen esta función. Para la cibernética organizacional el problema de qué tan buenos y adecuados son los rumbos de acción, las políticas y estrategias de una organización, depende mucho de la información de base y los criterios con que se construyen esas políticas.

La función de política, para ser efectiva, necesita volverse intermediaria entre los roles de cohesión y de inteligencia con el fin de que interactúen de tal forma que garanticen rumbos de acción para la empresa suficientemente aterrizados, pragmáticos, pero al mismo tiempo creativos, anticipatorios y exploratorios, con el fin de que generen nuevas posibilidades para la organización.

Para lograrlo se debe generar un contexto de planeación en el que haya un buen balance entre los participantes y la naturaleza de sus roles; naturalmente se va a producir una disputa porque quienes

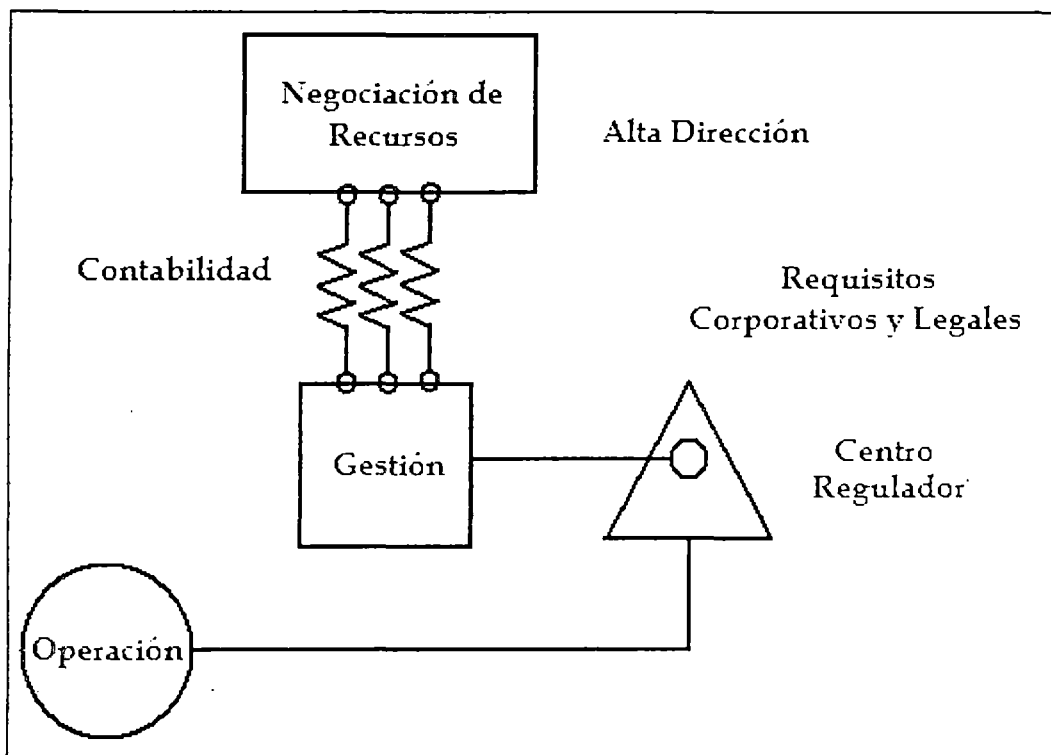
ejercen la función de cohesión van a estar cuestionando la factibilidad de las ideas de los que pertenecen al rol de inteligencia, pero eso es justamente lo que permite un balance natural entre los dos.

Este sistema tiene como responsabilidad la eliminación de los posibles desequilibrios que puedan existir entre los sistemas de Inteligencia y control, que de alguna manera afectan al desarrollo futuro de la organización y a su estabilidad interna, respectivamente.

Estos desequilibrios, no pueden ser atenuados por el sistema de coordinación ya que éste es de una lógica inferior que los sistemas en conflicto por lo cual el sistema de políticas debe ser capaz, por medio de la comunicación, de coordinar y elegir las posibles respuestas a las oportunidades y amenazas del medio.

Otro aspecto importante de señalar, es que ante un objetivo del sistema, cada subsistema o nivel inferior se hace partícipe de este objetivo mayor. Además, provee claridad sobre la dirección global, los valores y propósitos de la unidad organizacional, a partir de debates y decisiones que hayan llevado a cabo en y entre las funciones de control y planeación. Diseña al más alto nivel las condiciones necesarias para la efectividad organizacional.

Fig.4.6: Canales Verticales de Mando



A través de estos canales se transmite la información necesaria para la normal operación de las diferentes actividades. También aquí debe cumplirse la Ley de Variedad Requerida y estos tres canales son reductores de variedad:

- La rendición de cuentas es una forma de reducir la información de cada actividad y hacerla asimilable al nivel superior.

- Los requisitos legales y corporativos, porque son normas filtradas por el nivel superior para hacerlas asumibles por los niveles inferiores, y
- La negociación de Recursos, porque a través de ella las necesidades participan de los objetivos corporativos y la corporación asume las necesidades de cada actividad.

La labor fundamental de la dirección de nivel superior es dirigir el funcionamiento de la organización. Para ello necesita una forma de interactuar con la organización misma y otra para interactuar con el entorno.

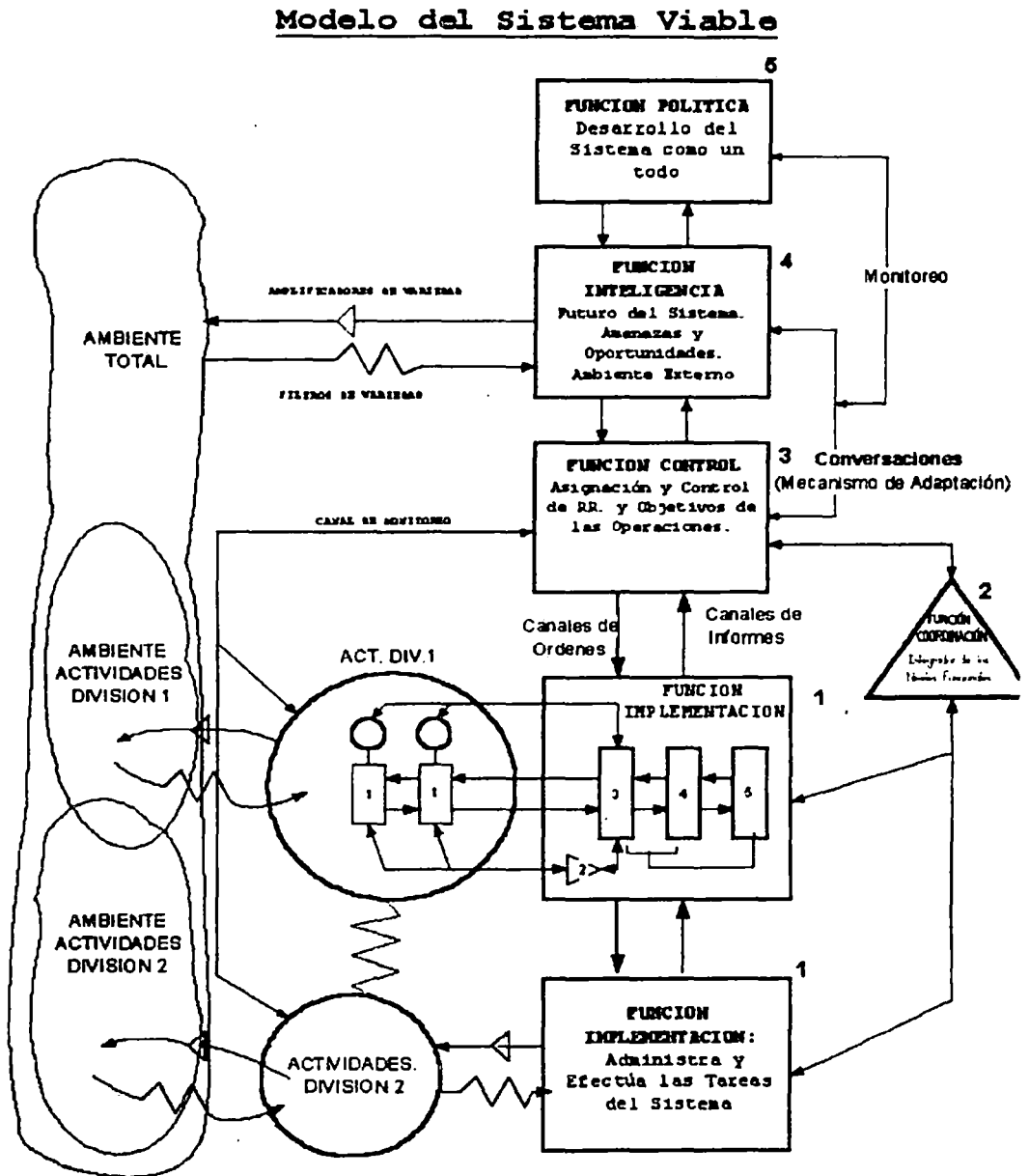
Para actuar sobre la organización está la función de Control o Sistema 3. A este dispositivo también se le denomina filtro O (de organización). Aquí es donde los Sistemas 2 y 3, de Coordinación y Seguimiento, respectivamente, pues no cabe duda de que son formas de interacción con la organización.

Para actuar sobre el entorno está el Sistema 4, o Inteligencia; también llamado filtro E (de entorno). A través de él, la organización percibe lo que es relevante del entorno y así poder actuar en consecuencia.

Control e Inteligencia deben estar debidamente coordinados y equilibrados. Su efectividad depende mucho de la interacción entre ambos, pues no se puede tomar decisiones atendiendo únicamente al entorno (demandas del mercado para las que la organización no está preparada) o sólo a la organización (nuevas tecnologías aplicadas a productos sin demanda en el mercado).

Por último, ha de existir una parte de la organización encargada de tomar decisiones corporativas y establecer las líneas de desarrollo de las actividades. Esta es la función de Política, o Sistema 5 de Beer, que debe basarse para su funcionamiento en la coordinación entre la inteligencia y el control, hecho que se esquematiza en la figura 4.7.

Fig. 4.7: Diagrama del Modelo de Beer.



4.3.4. Aplicación del MSV al Área de Mantenimiento

A. Sistema Uno - Implementación

El sistema Uno es la unidad responsable de producir los productos o servicios de la organización. Está representada por el personal operativo (mecánicos), que brindan el servicio de mantenimiento en la Municipalidad y el Administrador o jefe del Área de Mantenimiento.

Actualmente los operarios del área de mantenimiento no cuentan con un Manual de funciones que le permitan saber cuál es la función que deben de desempeñar dentro del área. Con la implementación del MSV se busca que los operarios que son los están directamente ligados al servicio cuenten con este manual. Este manual no solo les permitirá a los operarios saber su función, sino que permitirá a él responsable de esta área evaluarlos en base a su desempeño en el cumplimiento de sus tareas.

Para ello, a continuación se ha elaborado un manual de las principales funciones que han de desempeñar los operarios dentro del área de mantenimiento.

Funciones de los Mecánicos de Mantenimiento

1. Objetivos:

- Supervisar el cumplimiento de las actividades de los chóferes y operadores en el cumplimiento de los servicios normales de operación.
- Mantener las unidades mecánicas en óptimas condiciones de operación y mantenimiento.

2. Funciones específicas:

- Vigilar que el operador u chofer cumpla con prestar el servicio normal de verificación de la unidad, enseñando y corrigiendo las diferencias que se pudieran presentar..
- Observar el trabajo de las unidades mecánicas con el fin de detectar en el funcionamiento de las mismas, corrigiéndolas e informando al jefe del Pool de Maquinarias con el fin de tomar las medidas correctivas del caso.
- Ejecutar y apoyar en las actividades de mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos.
- Apoyar en la elaboración de los pedidos de lubricantes, filtros, elementos de desgaste y repuestos al jefe del Pool de Maquinarias.
- Recoger del almacén los pedidos solicitados y verificar su estado para el uso de las unidades mecánicas.

- Informar diariamente al supervisor sobre los trabajos efectuados y cualquier otra novedad en el formato “PARTES DIARIOS DE TRABAJOS MECANICOS”
- Las demás funciones que le asigne el supervisor de maquinarias.

B. Sistema Dos - Coordinación

El sistema Dos es el centro regulador o de coordinación entre la administración y el área operativa.

Actualmente el área de mantenimiento cuenta con 8 operarios que vienen laborando y un jefe del pool de maquinarias. Muchas veces el jefe no puede cumplir con su función, debido a la sobrecarga de tareas que debe realizar. Para ello, siguiendo el enfoque del MSV, se ha propuesto crear el sistema de coordinación. Por tal motivo, se va a contratar a un supervisor que este en contacto directo con los mecánicos y emita informes de desempeño al jefe del área.

Funciones del Supervisor de Mantenimiento

1. Objetivos:

- Supervisar el cumplimiento de las actividades de los mecánicos de mantenimiento en el cumplimiento de los servicios normales de operación.
- Brindar informes diariamente al jefe del Área de Mantenimiento.

2. Funciones específicas:

- Vigilar que el mecánico cumpla con prestar el servicio normal de verificación de la unidad, enseñando y corrigiendo las diferencias que se pudieran presentar.
- Observar el trabajo de las unidades mecánicas con el fin de detectar en el funcionamiento de las mismas, corrigiéndolas e informando al jefe del pool de maquinarias con el fin de tomar las medidas correctivas del caso.
- Ejecutar y apoyar en las actividades de mantenimientos predictivos, preventivos y correctivos.
- Informar diariamente al jefe del pool de maquinarias sobre los trabajos efectuados y cualquier otra novedad en el formato "PARTES DIARIOS DE TRABAJOS MECANICOS"

- Las demás funciones que le asigne el jefe del pool de maquinarias.
- Emitir los informes de gestión, de ejecución presupuestal, los procesos legales que hay vigentes dentro de la organización y el estado de los desempeños, pero a nivel muy global y sintético.

C. Sistema Tres - Control

El sistema Tres o de control tiene como misión entregar información de la situación interna del sistema a la función de Políticas que se detallará más adelante.

En todas las organizaciones es necesario que los directivos tengan la posibilidad de realizar un control efectivo. Para ello necesitan disponer de un canal alternativo de información, que permita realizar un seguimiento adecuado de lo que está sucediendo. Este canal no se utilizaría constantemente, sino de forma esporádica.

Actualmente el área de mantenimiento del pool de maquinarias de la Municipalidad de Vilcashuamán no cuenta con un ente que le permita al gerente municipal (administrador de los bienes de la municipalidad), conocer el estado actual de las maquinarias y el desempeño del área en su conjunto.

Siguiendo la aplicación del MSV se ha propuesto realizar auditorías, las cuales serán eventuales, las cuales permitirán conocer el estado real del área de mantenimiento y en base a ello tomar medidas directas. Estas auditorías surgen debido, a que muchas veces en los informes que emite diariamente el supervisor, no se conoce el clima organizacional que hay dentro de la empresa. Pues pueden existir insatisfacciones dentro del ambiente laboral, reclamos, inseguridad dentro del área. Los cuales muchas veces no son especificadas dentro de los informes. Todo este tipo de informaciones proporciona al directivo una visión más directa y completa de lo que está sucediendo en la organización, pero no se puede utilizar continuamente, pues perdería efectividad.

D. Sistema Cuatro - Inteligencia

Sistema Cuatro está representado por el Gerente Municipal, que según el MSV tiene que ser el sistema que está en la búsqueda de oportunidades y amenazas, como también la adaptación de la organización como un todo a estas nuevas variantes. Además, mira el afuera y el mañana. Planifica un futuro viable de acuerdo con los cambios del entorno y las capacidades internas de la organización.

Funciones del Gerente Municipal

1. Objetivos:

- Búsqueda de oportunidades y amenazas del entorno cambiante.
- Mira el afuera y el mañana.

2. Funciones específicas:

- Investigación y desarrollo de nuevas maneras de mantenimiento.
- Investigación de mercados para establecer la nueva demanda de maquinarias pesadas para nuevos proyectos a realizar en la provincia de Vilcashuamán.
- Planeación corporativa sobre los nuevos requerimientos de unidades.

E. Sistema cinco - Política

Mediante el Sistema Tres, que se encarga de la cohesión, la organización cuenta con los mecanismos para tener bajo control el “aquí y el ahora” y a través del Sistema Cuatro con su función de inteligencia tiene capacidad de actuar en la perspectiva del “afuera y el mañana”. De esta manera, la organización cuenta con esas dos visiones fundamentadas a la hora de tomar decisiones. Esta función de Política lo debe llevar a cabo el alcalde. El debe

conocer el desempeño de todas las áreas de la municipalidad y como estas cumplen con su función. Su función será encaminar la organización como un todo hacia el desarrollo de la comunidad.

4.4. INDICADORES DE GESTIÓN

4.4.1 Concepto

Al inicio de todo proceso de mejoramiento, ya sea a nivel de individuos o de las organizaciones, exige, como primera etapa, que se adquiera conciencia de la realidad y posteriormente, que se definan los objetivos a alcanzar y los medios para ello.

Entre tanto, una vez iniciado el proceso, es necesario monitorear el progreso alcanzado, a través de observaciones y comparaciones, a lo largo del tiempo, de parámetros que definan claramente el nivel de calidad del desempeño organizacional, constatando, sin subjetivismo, si se ha mejorado o no respecto a la situación inicial.

En lo que se refiere a la actividad de mantenimiento en una empresa industrial, la necesidad de un procedimiento de este tipo es mucho más reconocida. Una variedad relativamente grande de indicadores ha sido sugerida para monitorear su desempeño, con resultados no siempre consistentes.

Resultaría difícil entender el estudio que se realiza en este epígrafe sin antes detenerse en el análisis de la siguiente definición:

Indicador o Índice: Es un parámetro numérico que facilita la información sobre un factor crítico identificado en la organización, en los procesos o en las personas respecto a las expectativas o percepción de los clientes en cuanto a costo- calidad y plazos.

Tradicionalmente los indicadores se han visto reactivamente, o sea, utilizándolos para mirar hacia atrás con vistas a planear el futuro, sin embargo se ha venido provocando un cambio en este sentido encaminado a utilizar los indicadores con una visión proactiva, o sea, para tomar decisiones hacia el futuro, manejándolos.

Las características fundamentales que deben cumplir los indicadores de mantenimiento, siempre con la mirada puesta en lo que se desea alcanzar con el mantenimiento industrial, son las siguientes:

- Pocos, pero suficientes para analizar la gestión.
- Claros de entender y calcular.
- Útiles para conocer rápidamente como van las cosas y por qué.

Es por ello que los índices deben:

- Identificar los factores claves del mantenimiento y su afectación a la producción.
- Dar los elementos necesarios que permiten realizar una evaluación profunda de la actividad en cuestión.
- Establecer un registro de datos que permita su cálculo periódico.
- Establecer unos valores plan o consigna que determinen los objetivos a lograr.
- Controlar los objetivos propuestos comparando los valores reales con los valores planificados o consigna.
- Facilitar la toma de decisiones y acciones oportunas ante las desviaciones que se presentan.

4.4.2. Estrategias de Administración del Equipo

➤ Herramientas

- Técnicas
- Tecnología
- Información de Administración

➤ Objetivos

- Mejorar la productividad
- Mejorar el Desempeño
- Reducir Costos
- Minimizar el tiempo improductivo

- Lograr máxima confiabilidad del equipo
- Lograr mayor disponibilidad del equipo

➤ **Responsabilidades por Departamento**

Departamento de Operaciones

- Operar y utilizar correctamente
- Prestar servicios de operador
- Cumplir cronograma de Mantenimiento

Departamento de Compras

- Obtener los materiales correctos
- Conseguir piezas de calidad
- Disponer los mejores servicios

Departamento de Ingeniería

- Coordinar las necesidades de Mantenimiento.
- Controlar proyectos
- Evaluar modificaciones

Departamento de Almacén

- Prestar el Servicio
- Tener las partes correctas
- Entregar a tiempo

Departamento de Talleres

- Realizar trabajo de calidad
- Prestar servicio con interés
- Concluir el trabajo a tiempo

Departamento de Mantenimiento

- Realizar mantenimiento efectivo
- Brindar mantenimiento adecuado
- Realizar Trabajo de calidad

Departamento de Contabilidad

- Brindar la información correcta
- Garantizar exactitud
- Entregar a tiempo

Seguridad Ambiental

- Garantizar el cumplimiento
- Evitar riesgos
- Crear conciencia

4.5. SUPERVISIÓN EN EL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA

4.5.1 Mantenimiento del equipo propulsado

El supervisor tiene que darle mucha importancia a este renglón ya que las máquinas aunque están diseñadas para trabajos pesados, su construcción interna es tan delicada como de cualquier otra.

Para plantear con claridad lo que el mantenimiento representa, se pueden plantear dos alternativas fundamentales que el contratista tiene que tomar en cuenta:

1. Colocar un taller de reparación formal en el campo con capacidad para reparaciones mayores y menores.
2. Tener un programa de operación preventiva.

La primera alternativa: representa el lado antieconómico totalmente, pues fuera de que podría montarse un taller de reparación (a un costo elevado) el desgaste de la máquina sería más rápido acelerando su destrucción total por falta de un control de mantenimiento.

La segunda alternativa: sería la correcta, pues aunque si incluye la existencia de herramienta y personal para reparación, estos son

menores en su mayoría, toda vez que con el buen mantenimiento se logra reducir el número de reparaciones sobre los mayores.

Se insiste pues en presentar una atención especial a este renglón, ya que por informaciones de autoridades en mantenimiento, la falta de éste ha llegado a provocar la quiebra de muchos contratistas que aún se lamentan de no haber observado reglas tan sencillas que hubieran protegido la vida de su equipo.

En este capítulo no se pretende tratar con detenimiento cada aspecto del mantenimiento de cada una de las diferentes máquinas, sino, simplemente señalar la importancia que una operación preventiva representa para el contratista.

Sin embargo, se hará mención de algunos ejemplos prácticos que muestran la necesidad y el cuidado en el trabajo con maquinaria.

Básicamente el mantenimiento se resume en tres fases:

4.5.1.1. Lubricación

Todo el tiempo de controlarse el nivel del lubricante del tipo y grado recomendado pues la vida prolongada y la gran eficiencia de la máquina no pueden ser aprovechadas sin una lubricación correcta. Se sugiere poner atención especial a la tabla de lubricar que traen las máquinas.

- **Horómetro**

El horómetro ha sido colocado en las máquinas para determinar los períodos de lubricación y mantenimiento del motor. Consiste en un mecanismo de relojería el cual va conectado al motor y gira en número equivalente a una hora reloj cuando el cigüeñal da vueltas a velocidad media en funcionamiento normal. Sin embargo en algunos casos el motor irá más o menos rápido según el trabajo, haciendo que la lectura del horómetro no sea igual a la lectura de la hora reloj.

Para efectuar la lubricación se aconsejan las siguientes recomendaciones:

- **Estacionamiento y arranque**

Cuando el clima se torna frío dejar las máquinas bajo techo o tapadas. Esto es con el objeto de que al hacerlas arrancar ellas están a una temperatura favorable para una mejor distribución del aceite proporcionando un arranque más rápido.

- **Lubricantes**

Para lubricar correctamente una máquina se precisan tres tipos de lubricantes:

1. Aceite para motor, se acostumbra usar SAE15W40
2. Lubricantes para cojinetes, se recomienda lubricante de alta calidad de fibra corta. Se usa el grado No. 2 (140) para temperaturas como la nuestra.
3. Aceite para la transmisión, es únicamente para los mandos finales. El SAE 90 en vehículos será conveniente para temperaturas de 0°C, para arriba.

El aceite debe mantenerse limpio tomándose todas las precauciones para evitar que entre suciedad dentro del sistema.

Estudiar con detenimiento los folletos de mantenimiento e instrucciones sobre el equipo que se posee.

4.5.1.2. Arranque, manejo y parada

Es muy importante poner atención a las indicaciones que el fabricante publicó en sus folletos de cada máquina en relación con este numeral, por lo que en el presente trabajo únicamente se hará ver la necesidad de estudiar estos aspectos, que en los folletos aparece explicado con lujo de detalles. Sin embargo, a manera de ilustración se darán algunas generalidades para formarse una idea.

- **Arranque**

Es responsabilidad del operador, el cual por ningún motivo y antes que nada debe verificar:

- Aceite
- Combustible (Diesel N° 2)
- Agua

Por medio de los indicadores colocados en los tableros de control, y otros puntos especiales de la máquina. Si por algún motivo uno de los indicadores se notara defectuoso o roto, el operador deberá reportarlos inmediatamente y no poner en funcionamiento la máquina. En lo que respecta a la posición de palancas, pedales, etc., en el momento del arranque, todo aparece claramente explicado en cada folleto de instrucciones.

- **Manejo**

Los motores de la maquinaria pesada son motores de gran potencia por lo que todo su mecanismo de manejo es bastante robusto, sin embargo el incorrecto uso de palancas y pedales puede ocasionar ruptura de engranes, transmisiones, mandos, etc. lo que indica que el operador de maquinaria pesada es una persona especializada, a la cual hay que proporcionarle toda las facilidades posibles para el aprendizaje y superación en su oficio, y obtener, un operador altamente tecnificado y eficiente. Con una

preparación adecuada el operador, aprenderá a no forzar su máquina y además respetará las advertencias que aparecen en la placa colocada en el tablero de instrumentos. Para el manejo de una máquina hay dos límites:

- El cuidado excesivo, y
- El descuido

Ambos son nocivos, pues es sabido que una máquina pesada exige cierta firmeza para su manejo; por ejemplo, muchos operadores le temen a la aceleración de una máquina, por lo que hacen uso de ella desaprovechando gran parte de la potencia, esto sucede con mayor frecuencia en la operación de equipo provisto con el sistema de servo-transmisión, el cual para trabajar eficientemente exige una aceleración alta; por ello se remarco la importancia de tener referente de la distancia y localización del proyecto a ejecutarse, se mencionó la importancia de conocer la altura sobre el nivel del mar, pues es sabido que esta condición afecta grandemente el funcionamiento del equipo.

En resumen, del manejo depende que tengamos una baja o alta producción.

- **Parada**

La máquina se apagará cuando el tiempo sin funcionamiento sea más o menos largo (1 hora en adelante) sobre todo en las máquinas diesel en las cuales el consumo de combustible es bajo.

Nunca se debe acelerar a fondo y parar repentinamente, pues esta maniobra en las máquinas diesel provocan que el turbo siga trabajando sin lubricación, y girando a una velocidad de 70 a 90,000 R.P.M., es más que seguro que se dañe; y una reparación de esta clase implica un costo de 5,000 – 8,000 Nuevos Soles aproximadamente.

Los fabricantes recomiendan en general antes de parar el motor, que la máquina funcione más o menos 5 minutos a media velocidad, con el objeto de que las piezas que trabajan a grandes fricciones estén lubricadas hasta el momento de parar el motor.

Lo apuntado anteriormente no es más que una ligera idea sobre la importancia de la atención que se preste a una maniobra tan sencilla, sin embargo, se insistirá bastante en que el operador cuide de éste de una manera habitual, y esto se logra haciendo que se lea el folleto de instrucciones y cursillos que ofrecen las casas importadoras de maquinaria.

4.5.1.3. Ajustes:

El operador debe de estar entrenado como para que ésta inspección la realice como un hábito. Los ajustes realmente pueden ser mayores y menores o rutinarios. Un ajuste mayor implica mano de obra de taller, y podría consistir en ajuste para que la máquina trabaje a diferentes alturas sobre el nivel del mar, afinación del motor, graduación de clutch, etc.

Además, esto garantiza que por una negligencia o pereza no tengamos que lamentar males mayores. Por ejemplo ha ocurrido muchas veces que la llave del grifo del radiador no está debidamente ajustada lo que hace que el agua se salga y cuando se está en pleno trabajo es imposible detectar una fuga así, trayendo como consecuencia el recalentamiento de la máquina y hasta posible fundición de la misma.

En general y en forma resumida, se puede plantear dentro de este numeral lo que llamaremos el cuidado diario, el cual deberá ejecutarse cada 10 horas o una vez por día y que comprende:

1. Uniones con puntos de las cajas del mando final:
Inspeccionar por ajuste.
2. Múltiples de admisión y escape, conexiones del filtro de aire.
3. Pernos de las zapatas.

4. Tornillos del rodillo.
5. Sistema de enfriamiento.
6. Manómetro del combustible: esto se deberá inspeccionar con el motor en funcionamiento para verificar que el indicador no está en la zona roja.
7. Prefiltro, sobre todo en ambiente de mucho polvo.
8. La máquina no debe quedar expuesta a la intemperie y por costumbre debe procurarse de pasarle un trapo con el objeto de limpiarla.

4.5.1.4. Combustibles

Un motor diesel sí precisa usar combustibles de primera calidad, ya que aunque no hay especificaciones internacionales (como sucede con los lubricantes) para las calidades de combustible, si resulta práctico dar recomendaciones al respecto.

Cuando se seleccione el combustible, hay que recordarse que la limpieza del mismo es de suma importancia. Se dice frecuentemente que el combustible limpio representa ganancia de tiempo y dinero en el mantenimiento del filtro, asegurando además una vida más larga del equipo de inyección de combustible.

Otra característica importante es un contenido bajo de azufre. Esto permite que los períodos de cambio del aceite no sean tan seguidos,

además disminuye el desgaste de los cilindros.

Los combustibles pesados son generalmente más baratos y dan buenos resultados. Sin embargo el combustible liviano es generalmente más limpio y contiene menos azufre.

Para garantizarse el buen funcionamiento de la máquina una vez depositando el combustible en el tanque, será necesario por lo general en todas las máquinas, abrir la llave de drenaje del mismo cada 125 horas más o menos, para eliminar el sedimento (suciedad) y el agua que se acumula por condensación. En nuestro medio no será necesario hacerlo con frecuencia ya que no tenemos temperaturas bajo cero.

Siempre refiriéndonos a la conveniencia de la limpieza del combustible, diremos que aun el combustible de mejor calidad puede dar malos resultados si se lo almacena incorrectamente y se transvasa con poco cuidado; de tal manera que será conveniente usar recipientes y tuberías limpias y reducir el número de veces que el combustible debe ser transvasado. Esto se logra aun mínimo cuando el combustible es entregado del distribuidor, puesto en tanques de almacenamiento, y de allí bombeado al tanque del motor diesel.

En realidad del orden que se tenga en el almacenaje y distribución tanto de lubricantes como de combustibles depende la buena marcha del trabajo, pues estamos reduciendo las posibilidades de sacar fuera de líneas a las máquinas por la falta de estos elementos. Por eso es que se insiste en que la forma de almacenaje de lubricantes y combustibles deba ser lo más ordenado posible, de tal manera que se pueda comprobar en cualquier momento, la existencia de estos, además, estaremos en condiciones de evitar pérdidas o “gastos misteriosos” de los mismos.

4.5.2 Selección del Personal

Al tratar la selección de personal de operación puede aplicarse al presente caso, en todo lo que a metodología de análisis y puesto se refiere. No obstante la diferencia estriba naturalmente de la ocupación del personal, y respecto a esto se debe considerar lo siguiente:

4.5.2.1. Empleo del personal

Una persona que se contrata para ocupar un puesto en mantenimiento debe ser especializada, para estar seguro que se escoge a la persona adecuada. En muchas compañías se ha tenido la costumbre de que, debido a la urgencia de la situación y premura de tiempo, se contrata al primero que llega, pensando que han resuelto bien el problema, y que hasta han economizado en el pago de

salarios, pero realmente no ha sido así, ya que esta persona, que no es la adecuada, puede llegar a arruinar una máquina debido en si a su propia ignorancia.

4.5.2.2. Calidad del personal

Para el mantenimiento se exige un personal aún más responsable que el de operación pues el trabajo de operación es más visible y controlable que el de mantenimiento. En otras palabras, el personal de mantenimiento debe de ser un personal bastante consciente de su trabajo, es más, debe de ser un personal con mucha ética.

4.5.2.3. Asignación de tareas

La persona asignada a determinado trabajo, deberá permanecer en su puesto. No será justificable distraer la atención de labores para la realización de otras. Muchos contratistas creen que resulta suficiente cierto número de personas para determinar labores, y que éstas pueden ser asignadas en otro puesto frecuentemente. Nada más erróneo, pues hay que tomar en cuenta que la persona encargada de “cuidar” una máquina, tiene que poner toda su atención en lo que hace, de otra manera no será posible lograr que haga bien ni una cosa ni otra. Por ejemplo, no resulta buena práctica que el mismo operador realice trabajos que corresponden al personal de mantenimiento; un operador podrá tener habilidades mecánicas para efectuar ajustes menores e inclusive mayores, pero, el estado psicológico de su propia

ocupación hace que a menudo olvide detalles que la persona específica no pasaría por alto.

En general se aconseja, en caso de falla del equipo, que el operador la reporte de inmediato a la sección de mantenimiento y evite repararlos por su propia cuenta. Sin embargo, habrá cierta elasticidad en cuanto a esta norma, y será cuando el tipo de falla se considere de poca dificultad.

4.5.3 Equipo de Mantenimiento y Reparación

Al estar trabajando en el campo tenemos que ajustarnos a sus condiciones. El equipo de mantenimiento consiste en:

4.5.3.1. Personal

Daremos un alcance del Perfil del personal que se encargará de cada área respectivamente. Aquí proponemos los siguientes:

A. Encargado de mantenimiento

Esta persona puede ser el encargado de maquinaria. La condición que se debe llenar es la de ser una persona de mucha experiencia en este campo, su contratación puede realizarse usando el sistema planteado en el numeral correspondiente a escogencia de personal en el uso.

B. Guardalmacén

Es el encargado de proporcionar repuestos, herramientas, material de soldadura, lubricantes, combustibles, etc. para el trabajo de reparación y mantenimiento. Deberá ser una persona ordenada y con preparación escolar del 5to. de secundaria en adelante. Será indispensable que controle o lleve un record para cada máquina.

C. Mecánicos

Según el número de máquinas que se tengan trabajando en el proyecto, así será el número de mecánicos. Se considera que cuando se trabaja con maquinaria nueva, un mecánico será suficiente para atender 4 o 5 máquinas. Se debe exigir que estas personas tengan una preparación calificada como “bastante buena”.

Actualmente, en nuestro medio, existen institutos para capacitación técnica, a cuyos centros debe acudir para la contratación de esta clase de personal.

D. Guardián

Se escogerá una persona que aunque su preparación cultural sea mínima, su integridad moral y sentido del deber sea elevado pues él estará encargado del resguardo físico de todo cuanto a equipo e instalación se refiera.

4.5.3.2. Equipo

Nuestras instalaciones tendrán que ser completas en cuanto a mantenimiento se refieren, no así a las de reparaciones, pues ya se dijo que resulta antieconómico el montaje de un taller en forma. Con esta idea podremos enumerar el equipo esencialmente básico para una instalación de campo:

1. Tanque para combustible, depósitos para lubricantes, equipo engrasador.
2. Equipo radio-transmisor.
3. Máquina para soldar.
4. Planta eléctrica (de motor estacionario).
5. Equipo de soldadura autógena.
6. Herramientas.
7. Compresor de aire (para inflado de llantas).

4.6. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA

Un programa de mantenimiento preventivo tiene como objetivo poder mantener constantemente en perfecto estado de funcionamiento la maquinaria para lograr su máximo rendimiento con un mínimo costo. Ahora bien, existe cierta confusión, respecto al alcance del mantenimiento preventivo. Algunos creen que éste se reduce a unas inspecciones periódicas; sin embargo, este

mantenimiento abarca no sólo las actividades de eliminación de averías o de comportamiento anormal, sino la normalización, disminución de costos de operación e incremento de la vida útil de las máquinas y equipo.

Un buen plan de mantenimiento preventivo provee una guía detallada de cada tipo de equipo, descomponiendo la máquina entera en sus diversos sistemas y componentes, es decir, que debe contar con una gama de manuales o catálogos para poderlo realizar.

Los registros de la maquinaria deben llevarse fielmente. En todo plan de mantenimiento, debe de producirse un registro consecutivo de todo el trabajo mecánico y de servicio hecho en una máquina o equipo. Éstos deben ser fáciles de llevar, fáciles de leer, y estar siempre disponibles y al día.

❖ TAREAS BÁSICAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Las tareas que se efectúan en el Mantenimiento Preventivo (MP) se pueden agrupar de la siguiente manera:

- De rutina
- Global
- Overhaul

A. Tareas de Rutina (Servicio A)

Las tareas de rutina de MP se pueden definir como las actividades SISTEMATICAS para realizar:

- . Limpieza
- . Ajuste
- . Lubricación
- . Servicio
- . Inspección
- . Reparaciones menores
- . Prueba

Con la finalidad de mantener al equipo en perfectas condiciones de operación. Cada tarea normalmente toma pocos minutos y el tiempo de viaje del personal de mantenimiento usualmente excede el tiempo actual de trabajo en el equipo. El énfasis aquí es sobre o sistemático que significa que hay un número de tareas diarias, semanales o mensuales realizadas de la misma manera repetidas veces.

B. Tareas de Mantenimiento Global (Servicio B)

Son aquellas actividades que usualmente involucran:

- Parcial desmantelamiento del equipo.
- Empleo de varias herramientas.
- Reemplazo de numerosas partes o componentes.
- Alto nivel de habilidad del personal de MP.
- Mucho más tiempo que las tareas rutinarias.

- Planificación de mantenimiento.
- Programación del equipo para una parada planificada.
- Pruebas de funcionamiento del equipo.
- En este caso, el equipo normalmente no es retirado de su base y es beneficiosa la participación del operador, ya que es una excelente manera de aprender más sobre su máquina.

C. Tareas de Overhaul del Equipo (Servicio C)

Normalmente involucra:

- Retiro del equipo de la línea de producción.
- Desmantelamiento total del equipo.
- Reemplazo o reconstrucción de muchas partes, componentes o sistemas.
- Empleo de muchas herramientas, incluyendo máquinas-herramientas.
- Alto nivel de habilidades del personal de MP.
- Repintado del equipo.
- La participación de los proveedores.
- Recalibración y prueba de funcionamiento.
- Reinstalación en la línea de producción.
- Mayor tiempo para su ejecución.
- Un planificador / programador de Mantenimiento.
- Estandarización de componentes.

- Se realiza cuando el equipo puede ser sacado de la línea de producción por un extenso periodo de tiempo.
- Normalmente, se permite hacer modificaciones mayores, rediseños o implantación de alguna mejora técnica.

❖ TIPOS DE MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS

Dependiendo de las Tareas Básicas a efectuar, los Mantenimientos Preventivos se clasificarán de la siguiente manera:

Mantenimiento Preventivo – Servicio “A”

- Mantenimiento Preventivo de Rutina:
 - Limpieza
 - Inspección
 - Ajustes

Mantenimiento Preventivo – Servicio “B”

- Mantenimiento Preventivo Rutinario y Tecnificado:
 - Lubricación
 - **Reparaciones Menores**

Mantenimiento Preventivo – Servicio “C”

- Mantenimiento Preventivo Tecnificado:
 - Ajustes y aprietes

- **Reparaciones Mayores**
- Servicios
- Pruebas

❖ **BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- Disminución de paradas imprevistas.
- Mejor conservación de los equipos.
- Se reduce las horas extras del personal de mantenimiento.
- Disminución de reparaciones grandes.
- Menos productos rechazados o desperdicios.
- Determinación de equipos de alto costo de mantenimiento.
- Mejoras en las condiciones de seguridad.
- El costo del mantenimiento preventivo es menor que el mantenimiento correctivo.
- Mayor disponibilidad de los equipos.

❖ **ESTABLECIMIENTO DE TAREAS DE MANTENIMIENTO**

Para la presente tesis, los Tipos de Servicios y Frecuencias a considerar para los Mantenimientos Preventivos, respecto a cada máquina, ha sido tomado en cuenta los Manuales del Fabricante y la Experiencia personal.

Para establecer los Tipos de Servicios y las Tareas a efectuar se recurre a varias referencias como: el historial de máquina, partes diarios, salidas de almacén y, principalmente a los manuales del fabricante.

- Servicio A: Tareas de Inspección **Diarias** o de **cada 10 horas**.
- Servicio B: Tareas de Conservación **Periódicas** o de **cada 250 horas**.
- Servicio C: Tareas de Reparación Periódicas Planificadas.

❖ **SERVICIO A**

Este servicio está orientado principalmente a lo que es la inspección (chequeos de niveles de aceite, verificación y pequeños ajustes). La cantidad de Tareas de este tipo estuvieron determinados por cada máquina en particular.

Estas tareas se efectuarán diariamente y en su totalidad por el operador.

❖ **SERVICIO B**

Este servicio está orientado principalmente a la limpieza, lubricación (cambios de aceites y filtros), engrase y algunos ajustes complementarios. Estas tareas se efectuarán con cierta periodicidad establecida (cada 50 horas, cada 250 horas, etc.), lo efectúa el

mecánico, el ayudante mecánico, y la colaboración del operador a fin de que este conozca más con respecto a la máquina que opera.

El cuadro complementario que a continuación mostramos nos detalla la relación existente entre los Tipos de Tareas y los Servicios correspondiente:

	ACTIVIDAD					
	SERVICIO	SERVICIOS B				
	A	SERV.B1	SERV.B2	SERV.B3	SERV.B4	SERV.B5
TIPOS DE TAREAS	Diario	Semanal	Cada 250 hrs y Servicio B1	Cada 500 hrs y Servicio B2	Cada 1000 hrs y Servicio B3	Cada 2000 hrs y Servicio B4

❖ **DETERMINACION DE LOS TIEMPOS DE DURACION POR CADA TIPO DE ACTIVIDAD EN LOS SERVICIOS “A” Y “B”**

Los tiempos de ejecución considerados para cada tipo de Servicio es el resultado de la suma de todos los tiempos establecidos para cada una de las tareas correspondientes a dicho servicio.

Cuadro 4.1.: Tiempos de Ejecución por servicio para el Cargador

Actividad de Mantenimiento	Frecuencia	Efectuar tipos de tareas	Tiempo de ejecución total en cada actividad
Servicio "A"	Cada 10 hrs.	Diario	25" = 0.42 hrs.
Servicio "B1"	Cada 50 hrs.	Semanal	70" = 1.17 hrs.
Servicio "B2"	Cada 250 hrs.	Cada 250 hrs. y Servicio "B1"	70" + 70" = 2.33 hrs.
Servicio "B3"	Cada 500 hrs.	Cada 500 hrs. y Servicio "B2"	30" + 140" = 2.83 hrs.
Servicio "B4"	Cada 1000 hrs.	Cada 1000 hrs. y Servicio "B3"	45" + 170" = 3.58 hrs.
Servicio "B5"	Cada 2000 hrs.	Cada 2000 hrs. y Servicio "B4"	105" + 215" = 5.33 hrs.

❖ **DATOS IMPORTANTES PARA PROYECTAR LOS MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS PROGRAMADOS (MPP)**

1. Tomando como referencia el cuadro 4.1., relacionamos estos tiempos de ejecución de los Mantenimientos Preventivos, con los conceptos de Tiempos de Pérdida de Productividad del TPM y obtendremos los siguientes tiempos de Pérdidas (Enfoque del TPM):

TPP = Tiempo de Paradas Planificadas (Tiempos utilizados en los Servicios "B")
TPR = Tiempo de Preparación (Tiempo utilizado en los Servicios "A")

Cuadro N° 4.2: Relación de los tiempos de pérdida de productividad efectiva y los tiempos de Mantenimientos Preventivos

				Tiempos de Pérdidas de Productividad (TPM)	
				Tiempos de MP	
Tipo de Mantenimiento	Frecuencia	Tareas	Tiempo de Ejecución	Tiempo de Paradas Planificadas (TPP)	Tiempo de Preparación (TPR)
Servicio "A"	Cada 10 hrs.	Diario	0.42 hrs.		TPR = 0.42
Servicio "B1"	Cada 50 hrs.	Semanal	1.17 hrs.	= TPPB1	
Servicio "B2"	Cada 250 hrs.	Cada 250 hrs y Servicio "B1"	2.33 hrs.	= TPPB2	
Servicio "B3"	Cada 500 hrs.	Cada 500 hrs y Servicio "B2"	2.83 hrs.	= TPPB3	
Servicio "B4"	Cada 1000 hrs.	Cada 1000 hrs y Servicio "B3"	3.58 hrs.	= TPPB4	
Servicio "B5"	Cada 2000 hrs.	Cada 2000 hrs y Servicio "B4"	5.33hrs.	= TPPB5	

2. También es importante tener presente la cantidad de veces que se efectuaron mes a mes; los Mantenimientos Preventivos Diarios (Servicio "A") y Semanales (Servicio "B1") respectivamente. El detalle se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 4.3. Cantidad de veces que se efectuaron los
Mantenimientos Preventivos

TIPO de MP	Días Programados de Máquinas	Servicio "A"	Servicio "B1"
FRECUENCIA	En Obra	Cada 10 hrs.	Cada 50 hrs.
MESES	(Mensual)	Nro. de veces	Nro. De veces
Enero	15	15	2
Febrero	20	20	3
Marzo	25	25	4
Abril	20	20	3
Mayo	25	25	4
Junio	25	25	4
Julio	15	15	2
Agosto	25	25	4
Septiembre	25	25	4
Octubre	25	25	4
Noviembre	15	15	2
Diciembre			

❖ **CÁLCULO DEL TIEMPO DISPONIBLE, LOS TIEMPOS DE PÉRDIDAS Y LOS TIEMPOS DE PRODUCTIVIDAD DE UNA MÁQUINA**

Los tiempos complementarios requeridos para considerarlos en el formato del cuadro quedaron definidos por las siguientes expresiones:

1. Tiempo Disponible (TD):

$$TD = (\text{Días trabajados}) * (\text{horas trabajadas por día})$$

$$TD = 15 * 8 = 120 \text{ hrs.}$$

2. Tiempo de Paradas Planificadas mensual (TPP):

Este, es tal vez, uno de los parámetros de tiempos de pérdida; desde la perspectiva del TPM, más importantes a considerar, ya que está directamente relacionado con el MP (Servicios “B”), y dependiendo del estado situacional de la Máquina o equipo, puede ser modificado a fin de mejorar la Productividad efectiva del equipo.

Para este caso, trabajaremos con la siguiente expresión:

$$\begin{array}{l} \text{TPP} = \text{Tiempo de Ejecución (B1) Tiempo Ejecución (Serv.B2, B3, B4, ó B5)} \\ \text{Total Mensual} \end{array} \dots(E1)$$

Donde:

$$\begin{array}{l} \text{Tiempo de Ejecución (B1)} = (\text{Nro. de veces Serv.B1}) * (\text{Tiempo Ejecución}) \\ \text{Total Mensual} \qquad \qquad \text{en el mes} \qquad \qquad \text{Serv. B1} \end{array} \dots(a)$$

Tiempo de Ejecución (Serv.B2, B3, B4 ó B5) = tiempo que consideró sólo cuando el valor de la columna HFSB se encontró

comprendido dentro del intervalo del valor del TON acumulado correspondiente).....(b)

Reemplazando los valores de los cuadros Nos. 4.2 y 4.3. en (a) tendremos:

$$\textit{Tiempo Ejecución (B1)} = 2 * 1.17 = 2.34 \text{ hrs}.....(\Phi)$$

Total mensual

Previo verificación del intervalo, reemplazaremos valores en (b) y tendremos:

$$\textit{Tiempo de Ejecución (B2, B3, B4 ó B5)} = 0 \text{ hrs}.....(\beta)$$

Finalmente juntamos (Φ) y (β) en la expresión (E3) y obtendremos:

$$\boxed{TPP = 2.34 + 0 = 2.34 \text{ hrs.}}$$

3. Tiempo de funcionamiento mensual (TF):

$$TF = TD - TPP$$

$$\boxed{TF = 120 - 2.34 = 117.66 \text{ hrs.}}$$

4. Tiempo de preparación mensual (TPR)

Este parámetro es importante porque está relacionado directamente con el MP, que realiza el operador (Servicio "A") a diario; puede ser modificado, a fin de lograr una mejora en la Productividad Efectiva del Equipo.

$$TPR = \frac{\text{(Nro. veces Serv. "A")}}{\text{En el mes}} * \frac{\text{(Tiempo Ejecución Serv "A")}}{\text{en horas}}$$

Reemplazando valores del cuadro 4.2. tendremos:

$$TPR = \frac{15 * 25}{60} = 6.25 \text{ hrs}$$

5. Tiempo de Operación (TO):

$$TO = TF - TPR$$

$$TO = 117.66 - 6.25 = 111.41$$

6. Tiempo de Parada (TP):

Este parámetro también importante, se consideró ya que corresponde al Tiempo de Pérdida o demora en corregir una falla, presentada ante una parada imprevista. Justamente una de las cosas que debemos evitar es que este valor sea muy grande y frecuente.

$$TP = \text{(Tiempo de Paradas Correctivas)}$$

$TP = 0$ (sólo para el cálculo de Proy. Mant. Se considerará $TP = 0$)

7. Tiempo de Operación Neto (TON):

Este parámetro es importante tenerlo en cuenta ya que para el presente trabajo el valor de este término representa la cantidad total de horas que la máquina funciona mes a mes.

$$TON = TO - TP$$

$$TON = 111.41 - 0 = 111.41 \text{ hrs.}$$

Para el presente trabajo también se puede hallar el valor de la siguiente manera:

$$TON = \text{Lectura del Horómetro} - \text{Lectura del Horómetro}$$

$$\text{Final del mes} \qquad \text{inicio del mes}$$

8 Tiempo Perdido (TPE):

Este parámetro representa el tiempo de pérdida de la máquina por mala operación como:

Demasiado tiempo en Ralentí: producto del calentamiento de la máquina (antes de entrar en operatividad); por demora de carguío en cantera; or dar pase a un vehículo (caminos estrechos); por defecto

(fallas en el arranque) y por requerimiento de aire (aumentar aire a las llantas, limpieza de filtros).

$$TPE = (\text{Tiempo por mala planificación y otros})$$

Para la presente tesis consideraremos el TPE (por calentamiento del motor diario) y estará determinado por la siguiente expresión:

$$TPE = \frac{(\text{Nro.de días} * (\text{Tiempo de pérdida diario}))}{\text{En el mes} \quad \text{en hrs.}} \dots (E2)$$

Donde se considerará para todos los casos:

$$\frac{\text{Tiempo de pérdida diario}}{\text{en hrs}} = \frac{15''}{60} \dots (y)$$

Reemplazando el valor de (y) en la expresión E2 tendremos:

$$TPE = \frac{15 * 15}{60} = 3.75 \text{ hrs}$$

9. Tiempo de Operación utilizable mensual (TOU)

Este parámetro es importante porque se considera el tiempo perdido por mala utilización del equipo, por un deficiente concepto, por parte del operador o chofer, de lo que es mantenimiento.

$$TOU = TON - TPE$$

$$TOU = 111.41 - 3.75 = 107.66 \text{ hrs.}$$

10. Tiempo Perdido (TPE):

Este parámetro nos indica la cantidad de horas que faltan a partir de las Horas Transcurridas de Funcionamiento (HTF) , para ejecutar el siguiente Servicio “B” correspondiente.

- ✓ Como podrá notarse el cálculo es rutinario y sencillo, de esta manera se efectuaron todos los cálculos para los meses posteriores.

Para que la explicación sea clara y comprensible, cada valor Obtenido (TD), TPP, TF, etc.) será colocado en su correspondiente mes y columna del formato establecido, obteniéndose de esta manera todos los Mantenimientos Preventivos Programados (MPP) Servicios “A” y “B”, con sus correspondientes Tiempos de Productividad durante el período de ejecución de la obra.

4.6.1 Recomendaciones de conservación

Para conservar la maquinaria en buen funcionamiento, es necesario seguir estrictamente las recomendaciones que requieran todos los sistemas.

4.6.1.1. Sistema de combustible

Se debe llenar el tanque de combustible al finalizar cada jornada de trabajo, para eliminar el aire cargado de humedad y evitar la condensación. No llenar el tanque hasta el borde, pues el combustible se expande cuando se calienta y podría rebalsar.

Se debe verificar el nivel de combustible con la varilla de medición en la abertura de llenado. No hay que llenar los filtros de combustible con combustible antes de instalarlos. El combustible contaminado puede acelerar el desgaste de las piezas del sistema.

Después de cambiar los filtros del combustible, se debe purgar y cebar el sistema de combustible, para eliminar las burbujas de aire del sistema.

El agua y los sedimentos se deben drenar del tanque de combustible al comienzo de cada turno de trabajo o después de haber llenado el tanque y de haberlo dejado asentar durante 5 a 10 minutos.

4.6.1.2. Sistema hidráulico

El aceite de compensación agregado al sistema hidráulico se debe mezclar con el aceite que se encuentra en el tanque.

El agua o el aire pueden provocar la falla de la bomba. Si el aceite hidráulico se vuelve turbio, significa que está entrando agua o aire al sistema. Se debe drenar el fluido, volver ajustar las abrazaderas de las tuberías hidráulicas de succión, así purgar el sistema y volver a llenarlo.

4.6.1.3. Sistema de admisión de aire

El elemento primario se puede limpiar hasta seis veces, antes de tener que cambiarlo. Se cambia el elemento primario una vez al año, aunque no se haya limpiado seis veces. Cuando se atiende el elemento primario por tercera vez, hay que cambiar el filtro secundario. Se debe desechar cualquier elemento que esté rasgado o roto en el material del filtro.

4.6.1.4. Sistema eléctrico

Al utilizar una fuente eléctrica externa para arrancar la máquina, hay que girar el interruptor general a la posición de apagado y sacar la llave antes de conectar los cables auxiliares.

Cuando se utilizan cables auxiliares, debe asegurarse de que están conectados en paralelo: positivo (+) a positivo (+) y negativo (-) a negativo (-). No hay que permitir que se junten los cables, pues de lo contrario emitirán una descarga, lo cual atentaría contra la seguridad del que los esté manipulando.

Utilizar únicamente un voltaje igual para arranque auxiliar. La utilización de un voltaje más alto deteriorará el sistema eléctrico.

4.6.1.5. Sistema de enfriamiento

Nunca se debe agregar refrigerante a un motor recalentado; hay que dejar que el motor se enfríe antes de hacerlo.

El agua es siempre corrosiva a temperaturas de operación del motor. Use agua limpia con bajo contenido de minerales que formen escamas. No utilice agua ablandada químicamente. Agregue al agua inhibidor de sistemas de enfriamiento para protección contra la corrosión.

Cuando se utilizan soluciones de agua y anticongelante permanente en el sistema de enfriamiento, hay que drenar la solución y cambiarla cada 2000 horas de servicio o una vez al año. Cuando se agrega inhibidor de sistemas de enfriamiento cada 500 horas de servicio o 3 meses, no es necesario vaciar y volver a llenar el sistema una vez al

año. El período de drenaje se puede extender a cada 4000 horas de servicio o 2 años.

4.6.1.6. Análisis del aceite

Se debe verificar periódicamente el nivel de aceite y examinar el estado del mismo mediante una inspección visual.

Tabla 4.1: Intervalos de tomas de muestra

Compartimiento	Intervalo (horas)
Aceite del motor	250
Aceite de la transmisión	500
Aceite hidráulico	500
Aceite del mando final	500

➤ Almacenamiento correcto de los aceites lubricantes

Tomando en cuenta las variaciones en la temperatura, los vapores y gases en el interior de los toneles están dilatándose y contrayéndose continuamente, por lo cual los tapones no son completamente herméticos, entonces los toneles succionan aire del ambiente.

Los toneles deben de almacenarse acostados, sobre tarimas, con los tapones en las posiciones de las 9 y las 3 de las agujas del reloj. De esta forma, el aceite sella los tapones y los toneles ya no

succionan aire.

Si los toneles se almacenan en posición vertical con los tapones para arriba, o aun acostados, pero sin que el aceite selle los tapones, agua y humedad puede entrar y contaminar el lubricante.

➤ **Generalidades**

La grasa y el aceite acumulados en una máquina representan un peligro de incendio, por lo que se debe limpiar a vapor o agua a alta presión; cada 1000 horas como mínimo o cada vez que se derrame una cantidad considerable de aceite sobre una máquina.

Limpiar todas las conexiones, tapas y tapones antes de dar servicio. Hay que mantenerse en alerta para observar si hay fugas; si las hay, buscar la causa y corregirla.

Hay que comprobar los niveles de fluido con más frecuencia que los períodos recomendados, si se encuentran o se sospecha que hay fugas.

Se debe drenar el agua y los sedimentos de los depósitos de aire al comienzo de cada día de trabajo.

4.6.2 Capacidades de llenado del aceite

Las capacidades dadas son aproximadas y se deben de usar como una

guía al llenar compartimentos o sistemas.

Tabla 4.2: Capacidades de llenado

Cargador de ruedas Caterpillar 950H

Capacidades de llenado		
Tanque de combustible – Estándar	314 L	83 gal
Sistema de enfriamiento	42 L	11 gal
Cárter	30 L	7,9 gal
Transmisión	34 L	9 gal
Diferenciales y mandos finales Delanteros	36 L	9,5 gal
Diferenciales y mandos finales – Traseros	36 L	9,5 gal
Tanque hidráulico	110 L	29 gal

Motoniveladora Caterpillar 140H

Capacidades de llenado	gal EE.UU.
Tanque de combustible	75,0
Sistema de enfriamiento	10,4
Cárter del motor	7,0
Transmisión, diferencial y mandos finales	12,2
Caja del tándem (cada una)	16,9
Sistema hidráulico	19
Tanque hidráulico	9,9
Caja del mando del círculo	1,8
Caja del cojinete de la punta del eje de la rueda delantera	0,13

Rodillo Compactador Caterpillar CS56

Capacidades de llenado		
Capacidad del tanque de combustible	345 L	91 gal

Tractor De Cadenas D6N

Capacidades de llenado		
Tanque de combustible	299 L	79 gal
Sistema de enfriamiento	48 L	12.68 gal
Mandos finales (cada lado)	8.5 L	2.25 gal
Tanque hidráulico	29.5 L	7.79 gal

Fuente: Caterpillar. *Operation & Maintenance Manual.*

4.6.3. Viscosidades del lubricante

Antes de entrar de lleno a las viscosidades del lubricante, es indispensable describir el significado de lubricación. La fricción es generalmente un fenómeno indeseable, ya que produce pérdida de energía y acelera el desgaste; tanto la pérdida de energía como el desgaste, incrementan los costos y la necesidad de repuestos. Por eso el uso cuidadoso de los lubricantes que reducen la fricción puede dar como resultado un gran ahorro.

El propósito de la lubricación consiste en separar partes en movimiento mediante una película reductora de fricción. Las funciones principales de los lubricantes son: separar superficies, remover calor, y mantener limpios los componentes. Sus funciones secundarias son: sellar, aislar, proteger contra la corrosión, controlar la oxidación, prevenir la formación de espuma, dispersar los contaminantes, transmitir potencia, soportar tensiones, etc.

4.6.3.1. Clasificación de los lubricantes

1. Gaseosos

Usados en equipos con rpm extremadamente elevadas, por ejemplo: centrifugas, mecanismos de exploración, equipo dental, computadoras, turbinas de alta velocidad, etc.

2. Líquidos

Conocidos también como aceites, son los que más se utilizan actualmente, ya sean sintéticos o derivados del petróleo. Sus características son: resisten grandes cargas, tienen una viscosidad moderada, proporcionan una capa gruesa, y tienen un costo aceptable. Los aceites derivados del petróleo son sensibles a los cambios de temperatura y se oxidan con mayor facilidad. En cambio, los sintéticos son todo lo contrario, son muy estables respecto a los cambios de temperatura y son resistentes a la oxidación.

3. Semi-sólidos

Conocidos como grasas. No tienen características de fluidez, pero son buenos lubricantes. Sus características son: alta viscosidad, buena retención de la lubricación, capacidad para soportar grandes cargas, y tener larga vida útil. Su única desventaja es que no pueden proporcionar enfriamiento ni limpieza.

4. Sólidos

Se utilizan en aplicaciones de baja velocidad, corta duración poca carga, y generalmente tienen una vida prolongada. Entre estos se encuentran: compuestos inorgánicos (grafito y disulfuro de molibdeno), compuestos orgánicos sólidos (jabones, grasas y

ceras), películas metálicas (estaño y plomo). Este tipo de lubricación se utiliza en superficies de cojinetes o bujes, en ejes y herramientas de corte.

Los aceites se identifican principalmente por su viscosidad y su clasificación de servicio. La viscosidad es la propiedad más importante de un lubricante, ya que de ella depende la capacidad de carga del mismo y se define como la resistencia interna que se genera, conforme una capa de líquido se mueve en relación con otra, dicho en otras palabras, es la resistencia de un líquido al fluir o es la fricción interna del líquido.

Esta calidad friccional se clasifica por medio de un número a dimensional: el índice de viscosidad (IV).

La definición más precisa del índice de viscosidad es la siguiente: número a dimensional que indica el efecto de los cambios de temperatura sobre la viscosidad de un aceite. Cuanto mayor sea el IV, menor será la tendencia del aceite a cambiar su viscosidad con la temperatura y así mantener una película lubricante más gruesa.

La clasificación por viscosidad está designada por las letras SAE (Asociación de Ingenieros Automotrices), seguidas de un número, o una serie de números y letras. Comúnmente se encuentra sólo un

número (ej. SAE 30) y se le denomina aceite monogrado; esto significa que la viscosidad del lubricante está dentro del rango de clasificación de verano. Si hay un número seguido de una letra W (ej. SAE 10W), esto significa que la viscosidad del lubricante está dentro del rango de invierno. Hay otros lubricantes líquidos que satisfacen, tanto la clasificación de verano, como de invierno (ej. SAE 15W40); esto indica que a bajas temperaturas (-15 y -20°C) el aceite tiene una viscosidad SAE 15W y a 100°C una viscosidad SAE 40, y reciben el nombre de aceite multigrado.

Los aceites multigrados se han formulado para tener un alto índice de viscosidad, por lo que su viscosidad no cambia tanto con los cambios de temperatura, en comparación con los aceites monogrados.

4.6.3.2. Ventajas de un aceite multigrado sobre uno monogrado

- a) Menor consumo de aceite (hasta un 50% menos)
- b) Economía de combustible (hasta un 7%)
- c) Menor desgaste del motor durante el arranque en frío, lo cual puede duplicar la vida útil del motor.
- d) Mayor viscosidad a altas temperaturas, lo cual brinda mayor protección contra el desgaste.
- e) Versatilidad: puede ser usado en un amplio rango de temperaturas. Por ejemplo, un SAE 15W40 puede reemplazar a

un 15W, 20W, 30 Y 40.

A bajas temperaturas (durante el arranque), el aceite multigrado será más delgado, lo que significa:

- a) Pronta lubricación durante el arranque
- b) Menos desgaste en los cojinetes
- c) Menor esfuerzo para bombear el aceite
- d) Mayor economía de combustible

A altas temperaturas (durante la operación), el aceite multigrado será más grueso, lo que significa:

- a) Mejor lubricación
- b) Menor consumo de aceite
- c) Menor desgaste en la zona de anillos
- d) Operación más eficiente

La clasificación de servicio ha sido establecida por el Instituto Americano del Petróleo (API); está diseñado para describir la habilidad de un aceite para desempeñarse satisfactoriamente en los diferentes grados de operación de un motor. Las categorías API se dividen en dos series: la letra S denota los aceites para motores encendidos por chispa (gasolina), por ejemplo: SA, SB, SC, SD, ..., SH. La letra C denota los aceites, para motores encendidos por

compresión (Diesel), por ejemplo: CA, CB, CC,...., CF-4.

Tabla 4.3: Viscosidades de lubricantes recomendadas

Compartimiento o sistema	Lubricante	Temperatura °C	
		mínima	máxima
Motor CD O CD/TO-2	SAE 5W-20	-25	10
	SAE 10W	-20	10
	SAE 10W-30	-20	40
	SAE 15W-40	-15	50
	SAE 30	0	40
	SAE 40	5	50
Sistema hidráulico HYDO	SAE 5W-20	-25	10
	SAE 10W	-20	40
	SAE 10W-30	-20	40
	SAE 15W-40	-15	50
	SAE 30	10	50
Transmisión CD/TO-2	SAE 5W-20	-25	0
	SAE 10W	-20	10
	SAE 10W-30	-20	10
	SAE 15W-40	-15	20
	SAE 30	0	40
	SAE 40	5	50
Mando final CD	SAE 10W	-30	0
	SAE 30	-20	25
	SAE 40	-10	40
	SAE 50	0	50
Tándem (patrol)	SAE 90	-20	50

Fuente: Caterpillar. **Manuales de conservación y reparación.**

Tabla 4.4: Lubricación y conservación del cargador frontal

Punto	Servicio
Cuando sea necesario	
Sistema de combustible	Cambiar el filtro con el motor apagado
Mandos finales y diferenciales traseros y delanteros (*) (**)	Inspeccionar el nivel del lubricante si sospecha o existen fugas
Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar cuando el motor se recalienta o la solución está sucia
Tapa de alivio del sistema de enfriamiento	Limpiar o cambiar, si el motor se recalienta o se observan pérdidas de refrigerante
Separador de agua	Cambiar el elemento si está congelado, sucio o rasgado
Fusibles	Cambiar los fusibles si están quemados
Dientes del cucharón	Inspeccionar su estado y cambiar si están gastados o dañados
Cuchilla	Cambiar antes que se desgaste el apoyo de la cuchilla
Circuito de desconexión rápida del situador del cucharón (**)	Inspeccionar el nivel del fluido, si se sospecha o existen fugas
Transmisión (*) (**)	Inspeccionar el nivel del lubricante si se sospecha o existen fugas

Diariamente o cada 10 horas	
Cárter del motor	Medir el nivel del aceite
Tanque de combustible	Drenar el agua y los sedimentos
Radiador	Medir el nivel del refrigerante
Antefiltro	Inspeccionar
Depósito de aire	Drenar
Separador de agua	Drenar

Semanalmente o cada 50 horas	
Pasadores pivote del cucharón	Lubricar 4 niples de engrase
Cojinetes cucharón uso múltiple	Lubricar 6 niples de engrase
Pivotes cucharón descarga lateral	Lubricar 4 niples de engrase
Pivotes mandíbula superior horquillas madereras	Lubricar 3 niples de engrase

Quincenalmente o cada 100 horas	
Batería	Medir el nivel del electrolito
Sistema hidráulico (*) (**)	Observar el nivel de aceite
Cojinetes del muñón del eje trasero	Lubricar 2 niples de engrase

Cojinetes del cilindro de dirección	Lubricar 4 niples de engrase
Mecanismo de accionamiento y cilindro de control del cucharón	Lubricar 14 niples de engrase
Brazo de levantamiento de los cojinetes del muñón del cilindro de levantamiento	Lubricar 6 niples de engrase
Cojinete de pivote superior del bastidor	Lubricar un niple de engrase

Mensualmente o cada 250 horas

Correas del ventilador y el alternador	Inspeccionar su estado, luego ajustar si es necesario
Cojinete del ventilador	Lubricar 1 niple de engrase
Depósitos del fluido de freno	Medir el nivel del fluido
Frenos de servicio	Probar y ajustar si es necesario
Freno de estacionamiento/emergencia	Probar y ajustar si es necesario
Traba del cucharón de descarga lateral	Medir el nivel de aceite

Trimestralmente o cada 500 horas

Cárter del motor	Cambiar el aceite y el filtro. Lavar el respiradero
Sistema hidráulico	Cambiar el elemento de filtro
Sistema de enfriamiento	Agregar inhibidor
Transmisión (*)	Cambiar los elementos de filtro
Rejilla y tapa del tanque de combustible	Lavar y aceitar los elementos de la tapa del tanque

Semestralmente o cada 1000 horas

Juntas universales del eje impulsor	Lubricar 5 niples de engrase
Transmisión	Cambiar el aceite, lavar los imanes y la rejilla de succión. Limpiar el respiradero
Cojinetes de apoyo del eje impulsor	Lubricar 1 niple de engrase
Cojinete de pivote inferior del bastidor	Lubricar 1 niple de engrase
Estrías del eje impulsor	Lubricar 1 niple de engrase
Estructura de protección, en caso de vuelcos	Inspeccionar y apretar los pernos

Anualmente o cada 2000 horas

Sistema hidráulico	Cambiar el aceite
Mandos finales y diferenciales traseros y delanteros	Cambiar el aceite
Sistema de enfriamiento	Cambiar el refrigerante
Luz de válvulas del motor	Medir y ajustar si es necesario
(*) Cambiar siempre el aceite cuando esté espeso y oscuro.	
(**) Verificar frecuentemente si sospecha o existen fugas.	

Tabla 4.5: Lubricación y conservación de la motoniveladora

Punto	Servicio
Cuando sea necesario	
Rótula de barra de tiro	Ajustar cuando la barra de tiro se mueva hacia delante y hacia atrás
Círculo de la hoja	Ajustar cuando se produzca un movimiento de arriba hacia abajo, desde el círculo a las zapatas
Cajas de cojinetes de puntas de ejes de las ruedas delanteras	Observar el nivel del lubricante, si hay fugas o se sospecha
Fusibles	Reemplazar si el filamento está roto – rearmar el disyuntor
Cuchillas y cantoneras	Cambiar si están gastadas cerca de la vertedera
Puntas del escarificador del montaje delantero	Cambiar si están desgastadas cerca de los dientes
Puntas de desgarrador	Cambiar si están desgastadas cerca de los dientes
Parte superior del círculo	Lubricar con una espátula
Frenos de servicio	Determinar la capacidad de frenado
Frenos emergencia/estacionamiento	Determinar la capacidad de agarre
Sistema de admisión de aire	Limpiar si se requiere
Separador de agua	Cambiar el elemento
Sistema de combustible	Cambiar el filtro, cuando el manómetro de combustible no registre presión con el motor en funcionamiento
Tanque de combustible	Drenar cada vez que el motor ratee y lavar la tapa de llenado
Sistema de enfriamiento	Drenar y limpiar cuando el motor se recalienta o la solución está sucia
Vertedera – bandas de refuerzo	Inspeccionar y reemplazar los calces, si es necesario
Rótulas de cilindro de levantamiento de la hoja	Inspeccionar y reemplazar los calces, si es necesario
Rótulas de cilindro del desplazador de círculo	Inspeccionar y reemplazar los calces, si es necesario

Diariamente o cada 10 horas	
Cárter del motor	Medir el nivel de aceite
Radiador	Observar el nivel del refrigerante
Tanque de combustible	Drenar el agua y los sedimentos
Antefiltro	Inspeccionar y limpiar, si es necesario
Depósito de aire	Drenar el agua y los sedimentos
Separador de agua	Drenar el agua

Zapatas de guía de círculo	Lubricar
----------------------------	----------

Semanalmente o cada 50 horas	
Desgarrador / escarificador	Lubricar por 3 conexiones
Escarificador de montaje delantero	Lubricar por 4 conexiones
Cojinetes de oscilación del eje	Lubricar por 2 conexiones
Cojinetes de inclinación de las ruedas	Lubricar por 4 conexiones
Cojinetes de la barra de inclinación	Lubricar por 2 conexiones
Cojinetes de la varilla del cilindro de inclinación de las ruedas	Lubricar por 1 conexión
Cojinetes del pivote maestro de dirección	Lubricar por 4 conexiones
Cojinetes del pivote del cilindro	Lubricar por 1 conexión

Quincenalmente o cada 100 horas	
Rótula de barra de tiro	Lubricar por 1 conexión
Sistema hidráulico	Verificar el nivel de aceite
Pivote de la articulación superior	Lubricar por 1 conexión
Baterías	Verificar el nivel del electrolito

Mensualmente o cada 250 horas	
Cárter del motor	Cambiar el aceite y el filtro
Correas de mando del alternador y del ventilador	Comprobar y ajustar, si es necesario
Cojinete de ventilador	Lubricar por 1 conexión
Caja del diferencial y transmisión	Verificar el nivel de aceite
Cajas de mando tándem	Verificar el nivel de aceite
Cilindros de levantamiento de hoja	Lubricar por 2 conexiones
Cilindro de desplazado de círculo	Lubricar por 2 conexiones
Secador de aire	Drenar el tanque de aire del sistema y observar si tiene agua

Trimestralmente o cada 500 horas	
Respiradero del motor	Lavar
Pivote de la articulación inferior	Lubricar por 1 conexión
Tapa del tanque de combustible y rejilla	Lavar y lubricar el elemento de la tapa del filtro y lavar la rejilla de la tapa de llenado
Juntas del mando de la bomba	Lubricar por 3 conexiones
Sistema hidráulico	Cambiar los filtros y lavar la rejilla del filtro
Caja de la transmisión y del diferencial	Cambiar el filtro
Cojinetes de eje delantero	Medir la luz entre el pasador y el cojinete

Semestralmente o cada 1000 horas	
Caja de la transmisión y del diferencial	Cambiar el aceite y el respiradero

Secador de aire	Cambiar el desecador
-----------------	----------------------

Anualmente o cada 2000 horas	
Sistema hidráulico	Cambiar el aceite y lavar la rejilla de llenado
Caja de mando del círculo	Cambiar el lubricante
Cajas de cojinetes de puntas de eje de ruedas delanteras	Cambiar el lubricante
Cajas de mando de tandem	Cambiar el aceite y lavar los respiraderos
Calibración de las válvulas	Medir y ajustar, si es necesario
Sistema de enfriamiento	Cambiar la solución anticongelante

Fuente: Caterpillar. **Manual de operación y mantenimiento.** Pág. 12-14

Tabla 4.6: Lubricación y conservación de la vibrocompactadora

Punto	Servicio
Cuando sea necesario	
Neumáticos	Revisar la presión
Radiador	Limpiar
Tanque de combustible	Drenar cada vez que el motor ratee y lavar la tapa de llenado

Diariamente o cada 10 horas	
Soportes de peso	Lubricar
Pines de oscilación	Lubricar
Presión de apoyo del tambor	Lubricar
Pines guías	Lubricar
Tanque de combustible	Drenar el agua y los sedimentos
Mangueras hidráulicas	Inspeccionar su condición
Alarma de retroceso	Inspeccionar su funcionamiento
Freno de estacionamiento	Inspeccionar el funcionamiento
Freno de pie	Inspeccionar el funcionamiento
Cárter del motor	Verificar el nivel de aceite
Depósito de aire	Drenar el agua y los sedimentos
Radiador	Verificar el nivel del refrigerante
Separador de agua	Drenar el agua
Tanque hidráulico	Verificar el nivel de aceite

Quincenalmente o cada 100 horas	
Cárter del motor	Cambiar aceite y filtro
Batería	Verificar el nivel electrolito
Filtro de aceite hidráulico	Cambiar 25 horas después
Respirador de tanque hidráulico	Limpiar
Filtro de aire	Limpiar con aire
Transmisión	Cambiar el lubricante 50 hrs. después
Bomba de paso doble	Inspeccionar el lubricante
Planetario	Cambiar el lubricante 50 hrs. después
Cilindro maestro	Inspeccionar el nivel del fluido
Diferencial	Cambiar el lubricante 50 hrs. después

Mensualmente o cada 250 horas	
Vara de cambio de amplitud	Lubricar
Cilindros	Lubricar accesorios
Eje de embrague	Lubricar
Cuello de embrague	Lubricar
Bomba inyector de combustible	Limpiar

Filtro de aire	Limpiar y lavar
Separador de agua	Cambiar el elemento
Transmisión	Cambiar el lubricante
Planetario	Cambiar el lubricante
Diferencial	Cambiar el lubricante

Semestralmente o cada 1000 horas	
Filtro de aire	Cambiar el elemento
Radiador	Cambiar el refrigerante
Tanque de combustible	Drenar
Tanque hidráulico	Cambiar el aceite
Bomba de paso doble	Cambiar el lubricante

Fuente: Caterpillar. *Operation & maintenance manual*. Pág. 53-54

Tabla 4.7: Lubricación y conservación del tractor

Punto	Servicio
Cuando sea necesario	
Cuchillas y cantoneras	Inspeccionar y cambiar si están gastadas o dañadas.
Punta del desgarrador	Inspeccionar y cambiar si está gastada o deteriorada.
Fusibles	Cambiar si los elementos están quemados.
Admisión de aire al motor	Dar servicio cuando el motor esté parado.
Separador de agua	Cambiar el elemento de filtro.
Tapa de alivio del sistema de enfriamiento	Cambiar si es necesario.
Rótula de la hoja topadora	Inspeccionar el ajuste.
Freno y embrague del volante – impulsión directa	Ajustar el embrague y el freno.
Elemento de filtro de combustible (si está así equipado)	Dar servicio cuando el indicador señala baja presión de combustible.

Diariamente o cada 10 horas	
Inspeccione alrededor de la máquina	Inspeccionar el vehículo.
Cárter del motor	Medir el nivel de aceite.
Sistema de aceite del tren de fuerza	Verificar el nivel de aceite.
Radiador	Verificar el nivel del refrigerante.
Tanque hidráulico	Verificar el nivel de aceite.
Indicadores y medidores	Probar su funcionamiento.
Separador de agua	Dejar drenar el agua
Semanalmente o cada 50 horas	
Batería	Verificar el nivel electrolito.
Cojinetes de cilindro y varillaje del desgarrador	Lubricar los conectores.
Cojinetes de apoyo al cilindro de la hoja topadora	Lubricar los conectores.
Cojinetes del bastidor de rodillos inferiores	Lubricar los conectores.
Sistema de aceite del tren de fuerza	Cambiar los filtros, sólo en las servotransmisiones nuevas o reacondicionadas.

Quincenalmente o cada 100 horas	
Varillaje del control hidráulico (si está así equipado)	Lubricar los conectores
Cojinetes de la maza de la rueda motriz	Inspeccionar el ajuste, si la rueda motriz está floja o si hay fugas.

Mensualmente o cada 250 horas	
Cárter del motor	Cambiar el aceite y los filtros
Sistema de enfriamiento	Agregar acondicionador al sistema de enfriamiento.
Correas-alternador, ventilador y acondicionador de aire	Inspeccionar y cambiar y / o ajustar.
Cojinete de la polea del ventilador	Lubricar los conectores.
Frenos	Verificar su ajuste.
Cadenas	Verificar el ajuste de las cadenas.
Tirante de inclinación de la hoja topadora	Lubricar los conectores.
Mandos finales	Verificar el nivel de aceite.
Sistema de aceite del tren de fuerza	Cambiar los filtros.

Trimestralmente o cada 500 horas	
Elemento de filtro de combustible	Cambiar el filtro
Respiradero del cárter del motor	Limpiar.
Sistema hidráulico	Cambiar el filtro
Rejilla de llenado y tapa del tanque de combustible	Limpiar la tapa y la rejilla.
Colador imantado y filtro de malacate	Cambiar el filtro y limpiar el colador.
Almohadillas amortiguadoras de la barra	Inspeccionar las almohadillas.

Semestralmente o cada 1000 horas	
Sistema de aceite del tren de fuerza- servotransmisión	Cambiar el aceite y los filtros y limpiar los respiraderos.
Estructura de protección (ROPS)	Apretar los pernos.
Juntas universales	Lubricar los conectores.
Sistema de aceite del malacate	Cambiar el aceite y limpiar el respiradero
Mandos finales	Cambiar el aceite.

Anualmente o cada 2000 horas	
Sistema hidráulico	Cambiar el aceite
Luz de válvulas y rotadores de válvulas	Ajustarlas.
Sistema de enfriamiento	Cambiar el refrigerante.
Sistema de aceite del tren de fuerza – impulsión directa	Cambiar el aceite y los filtros y limpiar el respiradero y la rejilla de succión.
Cojinetes de la maza de la rueda motriz	Inspeccionar el ajuste, si la rueda motriz está floja o si hay fugas.

Fuente: Caterpillar. **Manual de operación y conservación.**

Tabla 4.8: Lubricación y conservación de la retroexcavadora

Punto	Servicio
Cuando sea necesario	
Sistema de admisión de aire al motor	Filtros
Baterías	Inspeccionar
Radiador	Limpiar
Fusibles	Cambiar si los elementos están quemados
Cortadores del cucharón	Reemplazar si están dañados
Cadena	Ajustar
Control de velocidad automática	Examinar
Diariamente o cada 10 horas	
Cárter del motor	Inspeccionar el nivel de aceite
Tanque hidráulico	Inspeccionar el nivel de aceite
Sistema de enfriamiento	Inspeccionar el nivel refrigerante
Tanque de combustible	Drenar el agua y los sedimentos
Camine alrededor de la máquina	Inspeccionar la máquina
Rodaje	Inspeccionar si hay derrame de aceite
Indicadores y manómetros	Examinar
Uniones del cucharón	Lubricar accesorios
Semanalmente o cada 50 horas	
Uniones de pluma	Lubricar 18 accesorios
Quincenalmente o cada 100 horas	
Sistema hidráulico	Líneas de servicio y filtros
Mandos finales	Cambiar aceite
Mandos de giro	Cambiar aceite
Mensualmente o cada 250 horas	
Cárter del motor	Cambiar el aceite y los filtros
Luz de válvulas de motor	Ajustar
Respiradero de cartér del motor	Limpiar
Elemento de filtros de combustible	Limpiar y cambiar
Mandos finales	Inspeccionar el nivel de aceite
Mando de giro	Inspeccionar el nivel de aceite
Cojinete de giro	Lubricar 2 montajes
Separador de agua (si está provisto)	Drenar
Trimestralmente o cada 500 horas	
Sistema de admisión de aire al motor	Filtros

Sistema hidráulico	Líneas de servicio y filtros
Rejilla de llenado y tapa del tanque de combustible	Limpiar la tapa y la rejilla
Cojinete interior de giro	Inspeccionar dientes y agregar grasa

Semestralmente o cada 1000 horas	
Sistema de admisión de aire al motor	Cambiar los filtros
Mandos de giro	Cambiar el aceite

Anualmente o cada 2000 horas	
Sistema de enfriamiento	Cambiar el refrigerante
Mandos finales	Cambiar el aceite
Luz de válvulas del motor	Ajustar

Fuente: Caterpillar. *Operation & maintenance manual.*

4.6.4. Rodaje de la maquinaria

El tren de rodaje de una máquina de cadenas representa el 40% del valor de la máquina y el 60% del valor del costo de mantenimiento. Esto hace que la operación y mantenimiento de los carriles sea una de las mayores consideraciones que se deben tomar.

Para evitar daños en el sistema de rodaje de las máquinas de cadenas, el recorrido de la maquinaria pesada que se debe hacer está dividido en tres fases

- Fase 1

Esta fase muestra el máximo recorrido que pueden hacer los distintos tipos de maquinaria pesada

Tabla 4.9: Máximo recorrido de la maquinaria

TIPO DE MÁQUINA	RECORRIDO (km.)
Tractor de oruga	1.5
Cargador frontal	5.0
Motoniveladora	10
Excavadora	1.5
Retroexcavadora	8.0

- **Fase 2**

El deterioro de las transmisiones de la maquinaria pesada se debe:

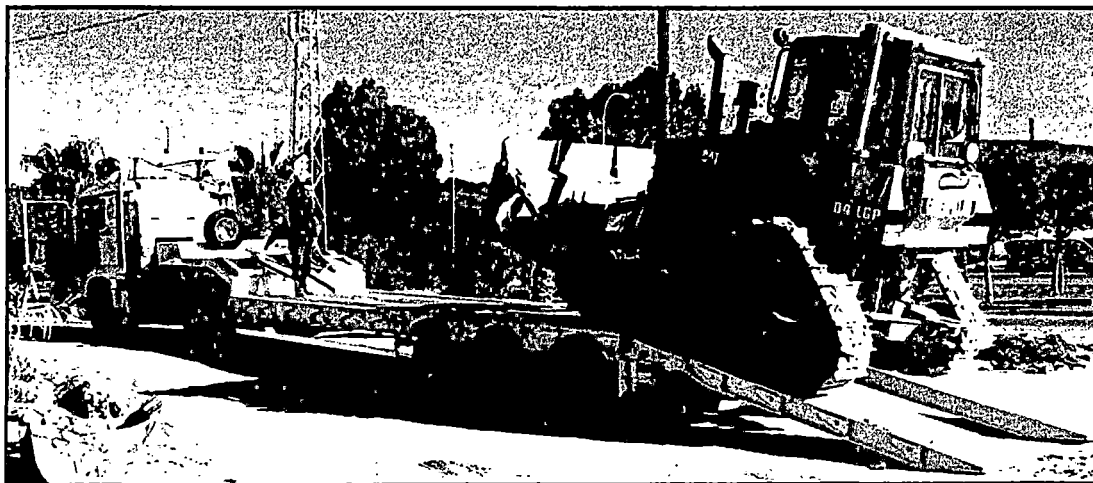
- a) Mala operación, como hacer patinar demasiado la unidad.
- b) Trasladar rodando la máquina a distancias muy largas.

Es del conocimiento de todo operador, jefe de convoy e inspector de maquinaria que las máquinas se deben movilizar distancias cortas en los proyectos, tanto en marcha como en contramarcha.

Circular las unidades a largas distancias provoca calentamiento en las bombas, frenos, rodajes; este calentamiento de partes se transmite al aceite, lo cual provoca el deterioro de los aditivos, y consecuentemente la degradación del aceite como resultado de un proceso de oxidación a alta temperatura.

Para hacer el traslado de la maquinaria, se debe utilizar el cabezal con su respectiva plataforma (*low boy*), como se muestra en la siguiente figura.

Figura 4.8: Forma correcta de trasladar la maquinaria



- **Fase 3**

Si por un motivo extraordinario se necesita recorrer más de las distancias máximas se procede de la siguiente manera

- a) Se recorre la distancia máxima, luego se debe parar por un lapso de 30 a 45 minutos, para continuar recorriendo una distancia igual y luego se repite el procedimiento anterior.
- b) Lo recomendable es trasladar la maquinaria por medio de cabezal y plataforma (*low boy*).

Los recorridos se deben realizar con la máquina en marcha lenta (baja velocidad), para evitar demasiado movimiento (vibración).

4.7. OPTIMIZACIÓN CON HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES

4.7.1. Sistema de Monitoreo de Condiciones (FMMS)

El Sistema de Monitoreo de Condiciones es una herramienta versátil, confiable y de última generación, utilizada con gran éxito en el campo de la minería y construcción.

Este moderno mecanismo permite una acertada toma de decisiones para restablecer, en el menor tiempo posible, la operatividad de los componentes de la maquinaria cuando no está funcionando en óptimas condiciones, y establecer un plan adecuado y efectivo de paradas de los equipos.

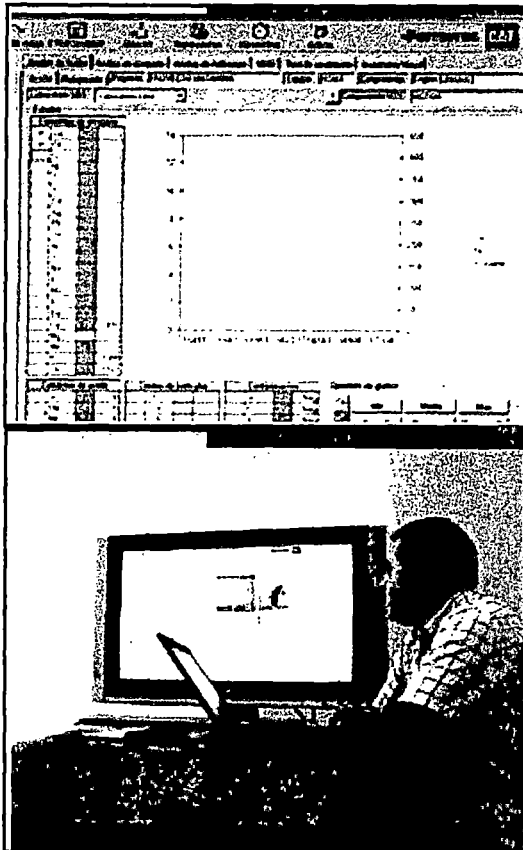
4.7.1.1. Estrategia y planeamiento

El software del Sistema de Monitoreo de Condiciones combina e integra en un solo sistema la información de las distintas técnicas de monitoreo utilizadas generalmente en la administración del mantenimiento de equipos pesados, entre los que figuran el análisis de fluidos, de partículas de desgaste, de descargas electrónicas (por ejemplo VIMS) o de aplicación (FPO), entre otras herramientas.

Este efectivo proceso de seguimiento es ideal para determinar diversos planes de acción y restablecer el funcionamiento de los componentes

que presenten condiciones anormales o programar los cambios necesarios en coordinación directa con la gestión de planeamiento.

Figura 4.9: Vista del software usado para monitorear y pronosticar fallas en base a los resultados del análisis del aceite



El uso del Sistema de Monitoreo de Condiciones ayuda a prevenir fallas prematuras o catastróficas y, como consecuencia, la disminución de la vida útil de los componentes al determinar oportunamente el estado real de las piezas a través de los diferentes indicadores que proporcionan las herramientas integradas en el software. Esto, a su

vez, permite la planificación ordenada de las reparaciones o el cambio de piezas, así como una permanente disponibilidad de la maquinaria operativa en las zonas de trabajo de nuestros clientes.

4.7.1.2. Optimización de recursos

Esta valiosa herramienta no ocupa espacio, es sencilla de usar, realiza los análisis con un excelente nivel de precisión en los resultados, ayuda a optimizar la utilización de recursos y permite encontrar un mejor balance económico entre el costo de la reparación y la vida útil de las partes que conforman los equipos. Esta tecnología desarrollada por Ferreyros es utilizada por la marca Caterpillar.

4.7.2. Software de Mantenimiento “Mamtc”

Herramienta informática necesaria para sistematizar el mantenimiento preventivo de los distintos vehículos y maquinarias del ministerio de transportes.

4.7.2.1. Objetivos

- Control automático de los servicios de mantenimiento preventivo
- Programación de presupuesto para el mantenimiento preventivo.
- Determinar del costo horario y/o kilómetro de mantenimiento preventivo de las unidades asignadas a los proyectos del mtc.

- Tener historial de los servicios de mantenimiento ejecutados y debidamente costeados de los vehículos y maquinarias.
- Permitirá en forma más directa evaluar el comportamiento de los distintos insumos (filtros, aceites, grasas, etc.) por marcas y tipos.
- Permite llevar un control adecuado de los insumos programados a las distintas unidades del ministerio de transportes.

4.7.2.2. Módulos del Software de Mantenimiento Preventivo

- Crear unidad, tipo, marca, modelo
- Crear sistemas que conforman los vehículos y maquinarias
- Programa de actividades de mantenimiento preventivo en general
- Cargado de servicios para cada unidad, tipo, marca, modelo por sistema

4.7.3. Software de Sistemas

4.7.3.1 Mantenimiento Preventivo

Implementación

- Control de consumo de lubricantes, seguimiento de todos los sistemas de lubricación.
- Control de consumos de filtros.
- Control de consumos de grasas.

- Seguimiento de los periodos de recambio de los diferentes lubricantes y filtros.
- Almacenamiento de información de las horas de trabajo de cada unidad de transporte.
- Seguimiento del rendimiento de algunos componentes de desgaste y su evaluación en base a parámetros de horas de trabajo establecido por los fabricantes.
- Otros sistemas de control.

Reportes

- Enviar un reporte instantáneo, semanal o mensual sobre los últimos y próximos mantenimientos preventivos de las distintas unidades de transporte de la flota.
- Enviar reporte sobre el costo horario de cada mantenimiento preventivo de cada unidad.
- Enviar reporte del rendimiento de los distintos lubricantes y filtros en base a los análisis de cada tipo de lubricante.
- Proyectar costo de los mantenimientos preventivos, mensualmente y anualmente.
- Reporte sobre los cambios de componentes de los componentes de desgaste.
- Otros reportes según requerimiento.

4.7.3.2. Control de Combustible

Implementación

- El consumo horario de combustible de cada unidad de transporte de la flota en forma continua y permanente.
- El nivel de reservas de combustible en galones, cada vez que se realice el abastecimiento.
- La lectura del hodómetro de la unidad cada vez que se realice el abastecimiento de combustible.
- Parámetros de fecha, lugar y hora donde se ejecute el abastecimiento.
- Otros.

Reportes

- Los índices de rendimiento de combustible por unidad de transporte según galones / hora, y/o kilómetro / galón.
- Los estándares promedios de rendimiento por unidad de transporte comprobando en pruebas iniciales.
- El estándar promedio de combustible de la flota de transporte.
- Reportar de acuerdo al estándar promedio de la flota las unidades de transporte son elevados, para realizar las investigaciones del caso y determinar el motivo de las fugas directas e indirectas.

- Los índices de rendimiento de combustible por unidad de transporte según galones / hora, y/o kilómetro / galón.
- Los estándares promedios de rendimiento por unidad de transporte comprobando en pruebas iniciales.
- El estándar promedio de combustible de la flota de transporte.
- Reportar de acuerdo al estándar promedio de la flota las unidades de transporte son elevados, para realizar las investigaciones del caso y determinar el motivo de las fugas directas e indirectas.

4.7.3.3. Sistema de Control de Neumáticos para Flotas

Implementación

- El inventario físico total de neumáticos que están en operación y la que no están.
- El estado de operatividad en cuanto a su vida útil (% relieve de flota)
- El costo kilométrico del neumático en la flota
- El factor de desgaste del neumático en la flota
- El costo de consumo de neumáticos diario, mensual, anual.
- La frecuencia de reposición mensual, anual.
- Factores críticos que perjudican la optimización en base al análisis de neumáticos desechados.

- Realizar contratos de compra de kilómetros con garantía de kilometraje.

4.7.3.4. Control de Costos Kilométrico de Operación y Mantenimiento

Implementación

- Los costos kilométricos de cada unidad de transporte.
- Los costos kilométricos por tipo de servicio.
- Evaluar el costo kilométrico de cada unidad de transporte y determinar sobre la base de su eficiencia si ese equipo es rentable o no para la flota de transporte.
- Evaluar el sistema de gestión de la gerencia de mantenimiento en diferentes servicios o departamentos en base a resultado del costo kilométrico final.
- Estandarizar los costos kilométricos de las distintas flotas en los diferentes servicios o departamentos del país, a través de los de los resultados obtenidos en el software de control de costos de operación y mantenimiento.

Reportes Finales

- El costo kilométrico final por cada unidad de transporte en forma mensual.
- El costo kilométrico final por servicio o departamentos del país.

- Permite ingresar a través del software y determinar diferentes costos unitarios en los rubros que intervienen tales como: neumáticos, mantenimiento preventivo y combustibles. Así como el historial completo del comportamiento de cada unidad que pertenece a la flota de transporte.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se determinara los costos del fortalecimiento del Área de Mantenimiento del Pool de Maquinarias. Se determinara la inversión de la compra de nuevas maquinarias, los costos de operación y mantenimiento, el personal requerido para que se lleve a cabo la nueva administración del área basado en el Modelo de Sistema Viable. La evaluación del proyecto se realizará de manera privada y social. De éste análisis, se obtienen los indicadores económicos que ayudan a la toma de decisiones, en temas de inversión.

5.2. ANÁLISIS DE DEMANDA

La demanda se ha calculado en función al área (carretera que se necesita mejorar) y el volumen excedente que se producirá a consecuencia de la ampliación del ancho de rodadura de la infraestructura vial existente y la construcción de carreteras. Conociendo la demanda en función del área y el

volumen excedente, identificaremos el tipo de maquinaria a necesitar y el servicio de horas maquinas requeridas para cubrir la demanda existente.

El cuadro siguiente muestra el inventario vial de la Provincia de Vilcashuamán por distritos, donde podemos observar los tramos, la longitud, el ancho de rodadura y el estado de conservación de las carreteras por distritos existentes por distrito, que en la mayoría de los casos se encuentran en mal estado de conservación y tienen un ancho de rodadura inferior a lo dispuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Cuadro 5.1: Inventario Vial de la Provincia de Vilcashuamán

Distritos	Ruta	Km_Ini	Km_Fin	Tramos	Longitud(KM)		Ancho Plataforma(M)	Tipo Terreno	Estado
					Ruta	Total			
Vilcashuamán	R002	0+000	3+950	Emp. R01-Soquia	3.95	89.46	Menor a 3.50 m	Accidentado	Regular
	R003	0+000	2+850	Emp. R05-604 (Chito) - Emp. R105	2.85		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R004	0+000	15+000	Emp. R05-604 (Pirhuabamba, Pacamarca)- Emp. R05-604	15		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R005	0+000	2+600	Emp. R105 (Laguna Huancapuquio)- Emp. R05-565	2.6		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
	R006	0+000	5+000	Emp.R005 (Cantera)-Emp.R05-604	5		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R007	0+000	0+900	Emp. R05-565-Montecucho	0.9		Menor a 3.50 m	Ondulado	Malo
	R008	0+000	1+400	Emp. R007-Borde Laguna	1.4		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
	R009	0+000	8+000	Emp. R05-566 (Pomatambo)-Huacca±a	8		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Regular
	R01	0+000	20+000	Emp. R105 (Pillucho)-Tia	20		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Regular
	R010	0+000	0+800	Emp. R05-566-Pincha	0.8		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R011	0+000	0+600	Emp. R05-566-Pucaraccay	0.6		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R012	0+000	2+000	Emp. R05-565-Antaccasa	2		Menor a 3.50 m	Ondulado	Malo
	R013	0+000	1+220	Emp. R011 - Estanciapata	1.22		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R014	0+000	2+200	Emp. R05-604-Emp. R009	2.2		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R015	0+000	0+200	Emp. R05-604-Cementerio	0.2		Menor a 3.50 m	Llano	Regular
	R016	0+000	0+500	Emp. R05-604-Estadio	0.5		Menor a 3.50 m	Accidentado	Regular
	-	0+000	6+640	Ninguna	6.64		3.6	Accidentado	No Existe
	-	0+000	15+600	Ninguna	15.6		4.5	Accidentado	No Existe

Distritos	Ruta	Km_Ini	Km_Fin	Tramos	Longitud(KM)		Ancho Plataforma(M)	Tipo Terreno	Estado
					Ruta	Total			
Accomarca	R02	0+000	5+220	Emp. R05-601-Emp. R05-05-602	5.22	45.11	Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Regular
	R021	0+000	1+900	Emp. R02-Arapacancha	1.9		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R022	0+000	15+180	Emp. R023-Anta	15.18		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R023	0+000	10+810	Emp. R05-601 (Punturco, Pongococha)- Emp. R05-602	10.81		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R024	0+000	12+000	Emp. R023 (Huaracas)-Achiway	12		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
Carhuanca	R03	0+000	6+750	Emp. R105 (Caldera)-Ocopa	6.75	17.87	Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R031	0+000	7+320	Emp. R105 (Chilicruz)-Emp. R05-630	7.32		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R032	0+000	2+000	Emp. R031 - Huayllapata	2		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
	R033	0+000	1+800	Emp. R105-Cementerio Carhuanca	1.8		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
Concepción	R04	0+000	9+000	Emp. R05-604-Santa Rosa Qochamarca	9	16	Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R041	0+000	5+000	Emp. R05-604-Manzanayoc	5		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R042	0+000	2+000	Emp. R05-604 - Ayrabamba	2		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
Huambalpa	R05	0+000	13+825	Emp. R05-541 (Paccaypata, Ccayanto) - Rio Pampas	13.82	59.82	Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R051	0+000	5+000	Emp. R05-Huamanmarca	5		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R052	0+000	0+800	Emp. R05 - Huanquispa	0.8		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R053	0+000	4+700	Emp. R05-541-Emp. R05-601	4.7		Entre 3.50 - 4.50 m	Llano	Regular
	R054	0+000	0+400	Emp. R05-601(Raymina)-Via a Cocha	4		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	-	0+000	31+500	Ninguna	31.5		4	Accidentado	No Existe

Distritos	Ruta	Km_Ini	Km_Fin	Tramos	Longitud(KM)		Ancho Plataforma(M)	Tipo Terreno	Estado
					Ruta	Total			
Independencia	R06	0+000	8+650	Emp. R05-602-Quihuas	8.65	17.6	Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R061	0+000	1+450	Emp. R06-Mina Megacruz	1.45		Entre 3.50 a 4.50 m	Ondulado	Regular
	R062	0+000	3+000	Emp. R05-602-Yananako	3		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R063	0+000	1+000	Emp. R062-Pucapaccana	1		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R064	0+000	3+500	Emp. R05-602 (Upiray)-Emp. R05-602	3.5		Entre 3.50 a 4.50 m	Llano	Malo
Saurama	R07	0+000	36+450	Emp. R05-629 (Saurama)-Puente Incachaka	36.45	40.35	Mayor a 6.00 m	Accidentado	Regular
	R071	0+000	2+900	Emp. R07-Contay	2.9		Entre 3.50 a 4.50 m	Llano	Regular
	R072	0+000	1+000	Emp. R07-Huaracascca	1		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
Vischongo	R08	0+000	22+000	Emp. R105 (Patahuasi)-Pariamarca	22	60.32	Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Regular
	R081	0+000	7+390	Emp. R105 (Huayarapata)-R05-603	7.39		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R082	0+000	0+780	Emp. R081-Laguna Intihuatana	0.78		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R083	0+000	15+000	Emp. R105-Palccacancha	15		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R084	0+000	2+600	Emp. R105 (Chanchayllo)-Illapascca	2.6		Menor a 3.50 m	Llano	Malo
	R085	0+000	3+900	Emp. R05-604-Antena Canal 7	3.9		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
	R086	0+000	5+650	Emp. R05-603 (Herpapuquio)-Quilque	5.65		Entre 3.50 a 4.50 m	Accidentado	Malo
	R087	0+000	3+000	Emp. R103-Umaru	3		Menor a 3.50 m	Accidentado	Malo
TOTAL					347				

5.2.1. Demanda efectiva de horas Máquina

La demanda efectiva se muestra en el cuadro siguiente, donde aproximadamente 1,427.714 m² se encuentra en mal estado de conservación como lo muestra el inventario vial, y existirá 445, 921 m³ de tierra excedente que se originará de la ampliación del ancho de rodadura a 4.0 m la construcción de carreteras.

Cuadro 5.2: Demanda del proyecto efectivo

DISTRITOS	LONGITUD(KM)	ANCHO EXISTENTE(M)	ANCHO PROYECTADO (M)	AREA (M2)	VOLUMEN EXCEDENTE M3	TIPO TERRENO	ESTADO
Vilcashuamán	3.95	3.50	4.00	15,800	5,800	Accidentado	Regular
	2.85	3.50	4.00	11,400	4,041	Accidentado	Malo
	15.00	3.50	4.00	60,000	21,267	Accidentado	Malo
	2.60	3.50	4.00	10,400	3,686	Llano	Malo
	5.00	3.50	4.00	20,000	7,089	Accidentado	Malo
	0.90	3.50	4.00	3,600	1,276	Ondulado	Malo
	1.40	3.50	4.00	5,600	1,985	Llano	Malo
	8.00	4.00	4.00	32,000	0	Accidentado	Regular
	20.00	4.00	4.00	80,000	0	Accidentado	Regular
	0.80	3.50	4.00	3,200	1,134	Accidentado	Malo
	0.60	3.50	4.00	2,400	851	Accidentado	Malo
	2.00	3.50	4.00	8,000	2,836	Ondulado	Malo
	1.22	3.50	4.00	4,880	1,730	Accidentado	Malo
	2.20	3.50	4.00	8,800	3,119	Accidentado	Malo
	0.20	3.50	4.00	800	284	Llano	Regular
	0.50	3.50	4.00	2,000	709	Accidentado	Regular
6.64	0.00	3.60	23,904	67,783	Accidentado	Regular	
	15.60	0.00	4.50	70,200	199,062	Accidentado	Regular
SUB TOTAL	67.22			362,984	322,452		
Accomarca	5.22	4.00	4.00	20,880	0	Accidentado	Regular
	1.90	3.50	4.00	7,600	2,694	Accidentado	Malo
	15.18	3.50	4.00	60,720	21,523	Accidentado	Malo
	10.81	3.50	4.00	43,240	15,327	Accidentado	Malo
	12.00	4.00	4.00	48,000	0	Accidentado	Malo
SUB TOTAL	45.11			180,440	39,543		
Carhuanca	6.75	3.50	4.00	27,000	9,570	Accidentado	Malo
	7.32	3.50	4.00	29,280	10,378	Accidentado	Malo
	2.00	3.50	4.00	8,000	2,836	Llano	Malo
	1.80	3.50	4.00	7,200	2,552	Accidentado	Malo
SUB TOTAL				71,480	25,336		
Concepción	9.00	3.50	4.00	36,000	12,760	Accidentado	Malo
	5.00	3.50	4.00	20,000	7,089	Accidentado	Malo
	2.00	3.50	4.00	8,000	2,836	Accidentado	Malo
SUB TOTAL				64,000	22,685		
Huamalba	13.82	3.50	4.00	55,280	19,594	Accidentado	Malo
	5.00	3.50	4.00	20,000	7,089	Accidentado	Malo
	0.80	3.50	4.00	3,200	1,134	Accidentado	Malo
	4.70	4.00	4.00	18,800	0	Llano	Regular
	4.00	3.50	4.00	16,000	5,671	Accidentado	Malo
31.50	0.00	4.00	128,000	357,291	Accidentado	Malo	
SUB TOTAL				239,280	390,780		
Independencia	8.65	4.00	4.00	34,600	0	Accidentado	Malo
	1.45	4.00	4.00	5,800	0	Ondulado	Regular
	3.00	4.00	4.00	12,000	0	Accidentado	Malo
	1.00	3.50	4.00	4,000	1,418	Accidentado	Malo
	3.50	4.00	4.00	14,000	0	Llano	Malo
SUB TOTAL				70,400	1,418		
Saurama	36.45	4.00	5.00	182,250	103,359	Accidentado	Regular
	2.90	4.00	4.00	11,600	0	Llano	Regular
	1.00	3.50	4.00	4,000	1,418	Llano	Malo
SUB TOTAL				197,850	104,777		
Vischongo	22.00	4.00	4.00	88,000	0	Accidentado	Regular
	7.39	4.00	4.00	29,560	0	Accidentado	Malo
	0.78	4.00	4.00	3,120	0	Accidentado	Malo
	15.00	4.00	4.00	60,000	0	Accidentado	Malo
	2.60	3.50	4.00	10,400	3,686	Llano	Malo
	3.90	3.50	4.00	15,600	5,529	Accidentado	Malo
	5.65	4.00	4.00	22,600	0	Accidentado	Malo
3.00	3.50	4.00	12,000	4,253	Accidentado	Malo	
SUB TOTAL				241,280	13,469		
TOTAL				1,427,714	920,460		

5.2.2. Proyección de la Demanda

Para proyectar la demanda, se planteará en un horizonte de 6 años, se ha planteado este horizonte debido a que la vida útil de las maquinarias es de 6 años establecido por la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO).

A lo largo del horizonte de evaluación se distribuirá la demanda efectiva es decir los 1,427,714 m² y 920,460 m³ como se puede observar en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.3: Proyección de la Demanda

DISTRITO	AÑO 0		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN
Vicashuamán	0	0	60,497	53,742	60,497	53,742	60,497	53,742	60,497	53,742	60,497	53,742	60,497	53,742
Accomarca	0	0	30,073	6,591	30,073	6,591	30,073	6,591	30,073	6,591	30,073	6,591	30,073	6,591
Carhuacra	0	0	11,913	4,223	11,913	4,223	11,913	4,223	11,913	4,223	11,913	4,223	11,913	4,223
Concepción	0	0	10,667	3,781	10,667	3,781	10,667	3,781	10,667	3,781	10,667	3,781	10,667	3,781
Huambalpa	0	0	39,880	65,130	39,880	65,130	39,880	65,130	39,880	65,130	39,880	65,130	39,880	65,130
Independencia	0	0	11,733	236	11,733	236	11,733	236	11,733	236	11,733	236	11,733	236
Saurama	0	0	32,975	17,463	32,975	17,463	32,975	17,463	32,975	17,463	32,975	17,463	32,975	17,463
Vischongo	0	0	40,213	2,245	40,213	2,245	40,213	2,245	40,213	2,245	40,213	2,245	40,213	2,245
TOTAL	0	0	237,952	153,410	237,952	153,410	237,952	153,410	237,952	153,410	237,952	153,410	237,952	153,410

Fuente: Elaboración del Proyectista

La demanda en el año Cero no existe debido a que la adquisición de maquinarias se hará en el Año 1, por lo que la distribución de la demanda se ha realizado entre el Año 1 y Año 6, donde cada año se tendrá que mejorar 237,952 m² y se tendrá un volumen excedente de 153,410 m³.

5.3. ANÁLISIS DE OFERTA

La oferta está determinada por la existencia actual de Maquinarias Pesadas según el inventario de la Municipalidad Provincial de Vilcashuamán, contándose con las siguientes maquinarias.

Cuadro 5.4: Inventario de Maquinarias Pesadas de la Municipalidad Provincial de Vilcashuamán

N°	DESCRIPCION	MARCA	COLOR	CONDICION	CAPACIDAD	OBSERVACION
1	TRACTOR ORUGA 7DG	CATERPILAR	AMARILLO	MALO	-	CAMBIO DEL SISTEMA DE RODAMIENTO Y MANTENIMIENTO GENERAL
2	TRACTOR ORUGA D6D	CATERPILAR	AMARILLO	MALO	-	CAMBIO DEL SISTEMA DE RODAMIENTO Y MANTENIMIENTO GENERAL
3	CARGADOR FRONTAL	CATERPILAR	AMARILLO	REGULAR	1.5 M3	MANTENIMIENTO GENERAL
4	VOLQUETO VOLVO	VOLVO	BLANCO	REGULAR	10 M3	MANTENIMIENTO GENERAL
5	CAMIONETA	NISSAN	ROJO	REGULAR	-	MANTENIMIENTO GENERAL
6	CAMIONETA	NISSAN	ROJO	MALA	-	REPARACION Y MANTENIMIENTO EN GENERAL
7	CAMION	FUSSO	BLANCO	MALA	-	REPARACION Y MANTENIMIENTO EN GENERAL

5.3.1. Oferta Optimizada

Según CAPECO en su manual sobre maquinarias pesadas (costos de operación), las maquinarias pesadas como los tractores orugas, tienen una vida útil que fluctúa entre los 6 años, por lo que la mayoría de estas maquinarias ha cumplido con su vida útil, como se puede observar en el análisis del diagnóstico, por lo que no es recomendable optimizar la capacidad operativa por haber sobre pasado el periodo de vida útil.

5.3.2. Proyección de la Oferta

Por lo anterior, la proyección de la oferta optimizada en cada Año es CERO.

5.4. BALANCE OFERTA - DEMANDA

La oferta optimizada de pool de maquinarias pesadas de la Municipalidad es cero; por lo que el balance entre la situación sin proyecto presenta un déficit del 100%, como se puede observar en el cuadro siguiente:

Cuadro 5.5: Balance oferta demanda

DISTRITO	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN
Vilcashuamán	-60,497	-53,742	-60,497	-53,742	-60,497	-53,742	-60,497	-53,742	-60,497	-53,742	-60,497	-53,742
Accomarca	-30,073	-6,591	-30,073	-6,591	-30,073	-6,591	-30,073	-6,591	-30,073	-6,591	-30,073	-6,591
Carhuanca	-11,913	-4,223	-11,913	-4,223	-11,913	-4,223	-11,913	-4,223	-11,913	-4,223	-11,913	-4,223
Concepción	-10,667	-3,781	-10,667	-3,781	-10,667	-3,781	-10,667	-3,781	-10,667	-3,781	-10,667	-3,781
Huambalpa	-39,880	-65,130	-39,880	-65,130	-39,880	-65,130	-39,880	-65,130	-39,880	-65,130	-39,880	-65,130
Independencia	-11,733	-236	-11,733	-236	-11,733	-236	-11,733	-236	-11,733	-236	-11,733	-236
Saurama	-32,975	-17,463	-32,975	-17,463	-32,975	-17,463	-32,975	-17,463	-32,975	-17,463	-32,975	-17,463
Vischongo	-40,213	-2,245	-40,213	-2,245	-40,213	-2,245	-40,213	-2,245	-40,213	-2,245	-40,213	-2,245
TOTAL	-237,952	-153,410	-237,952	-153,410	-237,952	-153,410	-237,952	-153,410	-237,952	-153,410	-237,952	-153,410

Fuente: Elaboración del proyectista

De acuerdo al cuadro anterior, se concluye que existirá déficit de oferta que deberá ser cubierto por la adquisición del pool de maquinarias, donde se tiene que entre el año 1 y 6 del horizonte del proyecto la demanda insatisfecha será de 237,952 m² y 153,410 m³.

5.5 COSTOS

5.5.1 Costos en la situación "sin proyecto"

En este rubro consideraremos los costos de operación y mantenimiento que incurren las maquinarias existentes, tanto a precios privados como sociales tal como se muestra en los cuadros existentes.

Cuadro 5.6: Costos de operación de las Maquinarias existentes a precios privados

PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
TRACTOR ORUGA 7DG	1	GLOBAL	12,500	12,500
TRACTOR ORUGA D6D	1	GLOBAL	0	0
CARGADOR FRONTAL	1	GLOBAL	0	0
VOLQUETO VOLVO	1	GLOBAL	25,000	25,000
CAMIONETA	1	GLOBAL	0	0
CAMIONETA	1	GLOBAL	0	0
CAMION	1	GLOBAL	0	0
TOTAL				37,500

FUENTE: ELABORACION DEL PROYECTISTA

Cuadro 5.7: Costos de Mantenimiento de las Maquinarias existentes a precios privados

RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1	CONTRATO	35,000	35,000
OTROS	1	GLOBAL	15,000	15,000
TOTAL				50,000

FUENTE: ELABORACION DEL PROYECTISTA

Cuadro 5.8: Costos de operación de las Maquinarias existentes a precios sociales

PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
TRACTOR ORUGA 7DG	1	GLOBAL	10,504	10,504
TRACTOR ORUGA D6D	1	GLOBAL	0	0
CARGADOR FRONTAL	1	GLOBAL	0	0
VOLQUETO VOLVO	1	GLOBAL	21,008	21,008
CAMIONETA	1	GLOBAL	0	0
CAMIONETA	1	GLOBAL	0	0
CAMION	1	GLOBAL	0	0
TOTAL				31,513

FUENTE: ELABORACION DEL PROYECTISTA

Cuadro 5.9: Costos de Mantenimiento de las Maquinarias existentes a precios

RUBRO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1	CONTRATO	29,412	29,412
OTROS	1	GLOBAL	12,605	12,605
TOTAL				42,017

FUENTE: ELABORACION DEL PROYECTISTA

5.5.2. Costos en la situación "Con Proyecto"

En este ítem calcularemos los costos de Inversión para la implementación del pool de Maquinarias, para ello sea considerado las características técnicas de estos equipos pesados.

Los costos totales en la etapa de inversión y post inversión, cubrirá la demanda insatisfecha de horas maquina que se requiere en el ámbito de la Provincia de Vilcashuamán, para ello las características técnicas

planteadas posibilitan la adaptabilidad de las maquinarias a zona de trabajo.

A continuación se detalla el presupuesto, tanto a precios privados como a precios sociales.

Cuadro 5.10: Costos y presupuestos de la alternativa a precios privados

RUBROS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
ADQUISICION DE MAQUINARIAS				3,017,527
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR MODELO 950H, POTENCIA 197 HP	1	UNIDAD	899,634	
MOTONIVELADORA CATERPILAR MODELO 140H, POTENCIA 165 Y 185 HP	1	UNIDAD	1,029,794	
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR, MODELO CS563E, POTENCIA 142HP	1	UNIDAD	488,099	
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3, POTENCIA 440HP	1	UNIDAD	518,000	
CAMIONETA TOTOTA 4X4	1	UNIDAD	82,000	
CAPACITACION				6,500
PONENTE ESPECIALISTA	1	PONENTE	5,000	
PERSONAL TECNICO DE APOYO	2	TECNICOS	1,500	
INFRAESTRUCTURA (MAESTRANSA)				140,500
CERCO PERIMETRICO 50 ML	1	UNIDAD	26,500	
INFRAESTRUCTURA PARA TALLER DE MAESTRANZA	1	UNIDAD	114,000	
REPARACION Y MANTENIMIENTO				161,000
TRACTOR ORUGA 7DG	1	UNIDAD	55,000	
TRACTOR ORUGA D6D	1	UNIDAD	85,000	
CAMIONETA	1	UNIDAD	7,000	
CAMION	1	UNIDAD	14,000	
COSTOS DIRECTOS				3,325,527
EXPEDIENTE TECNICO	2%			66,511
GASTOS GENERALES	3%			99,766
TOTAL INVERSION (CON I.G.V)				S/ 3,491,803

Fuente: Elaboración proyectista.

5.5.2.1. Costos de Mantenimiento con proyecto.

Entre las principales actividades que hemos considerado para el mantenimiento, se encuentran los lubricantes, filtros y llantas; el cual se ha calculado en función al requerimiento de horas maquina que necesita las maquinarias anualmente, como se detalla en el cuadro siguiente.

Cuadro 5.11: Costos promedio de Mantenimiento de las maquinarias con proyecto a precios privados

LUBRICANTES	CANTIDAD	UNIDAD	REQUERIMIENTO (HORAS/AÑO)	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	1	GLOBAL	1,667	7.5	12,503
MOTONIVELADORA CATERPILAR MODELO	1	GLOBAL	2,500	7.5	18,750
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	1	GLOBAL	2,500	7.5	18,750
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	1	GLOBAL	1,667	7.5	12,503
CAMIONETA TOTOTA 4X4	1	GLOBAL	1,333	7.5	9,998
SUB TOTAL					72,503

Los costos Mantenimiento del Proyecto se estiman en 72,500 soles anuales. Luego de puesto en operación las maquinarias durante el horizonte del proyecto, estará a cargo de la Municipalidad Provincial de Vilcashuamán.

A continuación se muestran los costos de Mantenimiento a precios Sociales, es decir los costos reales que incurre el estado al adquirir un determinado bien.

Cuadro 5.12: Costos promedio de Mantenimiento de las maquinarias con proyecto a precios Sociales

LUBRICANTES	CANTIDAD	UNIDAD	REQUERIMIENTO (HORAS/AÑO)	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	1.6	GLOBAL	1,667	6.3	16,810
MOTONIVELADORA CATERPILAR MODELO	1.9	GLOBAL	2,500	6.3	29,937
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	1.85	GLOBAL	2,500	6.3	29,149
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	2.14	GLOBAL	1,667	6.3	22,483
CAMIONETA TOTOTA 4X4	1.2	GLOBAL	1,333	6.3	10,082
SUB TOTAL					108,461

5.5.2.2. Costos de Operación con proyecto.

Los costos de operación están dados básicamente por los operadores y el combustible, se ha previsto 5 nuevos operadores de maquinaria quienes percibirán aproximadamente S/.13,000, así mismo se ha previsto el combustible que utilizará cada maquinaria, lo anterior se puede observar en los cuadros siguientes.

Cuadro 5.13: Costos de operador de las maquinarias con proyecto -Precios Privados

PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD	REQUERIMIENTO (HORAS/AÑO)	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	1	OPERADOR	2,000	6.5	13,000
MOTONIVELADORA CATERPILAR MODELO	1	OPERADOR	2,000	6.5	13,000
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	1	OPERADOR	2,000	6.5	13,000
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	1	OPERADOR	2,000	6.5	13,000
CAMIONETA TOTOTA 4X4	1	OPERADOR	2,000	6.5	13,000
SUB TOTAL					65,000

Fuente: Equipo Consultor y Manual de Capeco

Cuadro 5.14: Costos de combustible por año de las maquinarias- Precios Privados

COMBUSTIBLE	CONSUMO (HORAS MAQUINA)	UNIDAD	REQUERIMIENTO (HORAS/AÑO)	PRECIO DEL COMBUSTIBLE	COSTO TOTAL (\$/.)
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	2.2	GALON	1,667	11.7	42,909
MOTONIVELADORA CATERPILAR MODELO	2.5	GALON	2,500	11.7	73,125
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	1.8	GALON	2,500	11.7	52,650
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	1.7	GALON	1,667	11.7	33,157
CAMIONETA TOTOTA 4X4	1.5	GALON	1,333	11.7	23,394
SUB TOTAL					225,234

Fuente: Equipo Consultor y Manual de Capeco

5.5.3. Costos a precios sociales

Los costos de inversión y mantenimiento calculados hasta ahora son a precios de mercado, es decir que fueron calculados en base a precios de equipos que se dan en el mercado. Por lo que para fines de evaluación convertiremos los costos a precios sociales.

Cuadro 5.15: Costos y presupuestos a precios sociales

RUBROS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
ADQUISICION DE MAQUINARIAS				2,535,737
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR MODELO 950H, POTENCIA 197 HP	1	UNIDAD	755,994.96	
MOTONIVELADORA CATERPILAR MODELO 140H, POTENCIA 165 Y 185 HP	1	UNIDAD	865,373.11	
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR, MODELO CS563E, POTENCIA 142HP	1	UNIDAD	410,167.23	
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3, POTENCIA 440HP	1	UNIDAD	435,294.12	
CAMIONETA TOTOTA 4X4	1	UNIDAD	68,907.56	
CAPACITACION			0.00	5,462
PONENTE ESPECIALISTA	1	SPECIALIST	4,201.68	
PERSONAL TECNICO DE APOYO	2	TECNICOS	1,260.50	
			0.00	
INFRAESTRUCTURA (MAESTRANSA)			0.00	118,067
CERCO PERIMETRICO 50 ML	1	UNIDAD	22,268.91	
INFRAESTRUCTURA PARA TALLER DE MAESTRANZA	1	UNIDAD	95,798.32	
			0.00	
REPARACION Y MANTENIMIENTO			0.00	135,294
TRACTOR ORUGA 7DG	1	UNIDAD	46,218.49	
TRACTOR ORUGA D6D	1	UNIDAD	71,428.57	
CAMIONETA	1	UNIDAD	5,882.35	
CAMION	1	UNIDAD	11,764.71	
COSTOS DIRECTOS				2,794,561
EXPEDIENTE TECNICO	2%			55,891
GASTOS GENERALES	3%			83,837
TOTAL INVERSION (CON I.G.V)				S/. 2,934,289

Fuente: Elaboración proyectista.

Cuadro 5.16: Costos de operador de las maquinarias con proyecto -Precios Sociales

PERSONAL	CANTIDAD	UNIDAD	REQUERIMIENTO (HORAS/AÑO)	PRECIO	COSTO TOTAL (S/.)
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	3.5	OPERADOR	2,000	5.0	35,000
MOTONIVELADORA CATERPILAR MODELO	4	OPERADOR	2,000	5.0	40,000
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	3.2	OPERADOR	2,000	5.0	32,000
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	2.8	OPERADOR	2,000	5.0	28,000
CAMIONETA TOTOTA 4X4	2.2	OPERADOR	2,000	5.0	22,000
SUB TOTAL					157,000

Fuente: Equipo Consultor y Manual de Capeco

Cuadro 5.17: Costos de combustible por año de las maquinarias- Precios Sociales

COMBUSTIBLE	CONSUMO (HORAS MAQUINA)	UNIDAD	REQUERIMIENTO (HORAS/AÑO)	PRECIO DEL COMBUSTIBLE	COSTO TOTAL (S/.)
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	3.5	GALON	1,667	9.8	57,364
MOTONIVELADORA CATERPILAR MODELO	4	GALON	2,500	9.8	98,319
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	3.2	GALON	2,500	9.8	78,655
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	2.8	GALON	1,667	9.8	45,892
CAMIONETA TOTOTA 4X4	2.2	GALON	1,333	9.8	28,833
SUB TOTAL					309,064

Fuente: Equipo Consultor y Manual de Capeco

5.5.4. Costos Incrementales

Los costos incrementales se han obtenido de la diferencia de costos “Con Proyecto” y “Sin Proyecto” ambos a precios sociales. En el último año de los costos de inversión se considera una cantidad con signo cambiado, este valor representará el valor residual del proyecto. Para calcular este valor residual de las maquinarias se considera el 25 % de los costos de inversión, tal como lo establece CAPECO.

Cuadro 5.18: Consolidado de costos en situación sin proyecto y con proyecto

AÑO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	
	MANTENIMIENTO	INVERSION	MANTENIMIENTO
0		2,934,289	
1	73,529		91,144
2	73,529		91,144
3	73,529		91,144
4	73,529		91,144
5	73,529		91,144
6	73,529		91,144

Cuadro 5.19: Costos totales e incrementales a precios sociales

AÑO	CON PROYECTO	
	ALTERNATIVA 01	
	INVERSION	MANTENIMIENTO
0	2.934.289	
1		17.614
2		17.614
3		17.614
4		17.614
5		17.614
6	-733.572	17.614

Fuente: Elaboración del Proyectista

5.6 BENEFICIOS

En este punto identificaremos y cuantificaremos los beneficios sociales que producen la adquisición de Maquinarias y la mejora en la gestión de área de mantenimiento.

5.6.1 Identificación del los Beneficios.

Para el presente proyecto utilizaremos los costos que se incurre por alquilar cada una de las maquinarias para que pueda cubrir la demanda a lo largo del horizonte de evaluación.

Los costos de alquiler por maquina se han extraído de la cámara peruana de construcción en función a la potencia de cada uno de estos equipos. El cuadro siguiente muestra el costo de alquiler de cada máquina.

Cuadro 5.20: Costo de alquiler por maquina según sus potencias.

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	HORA	1	217.95	217.95
MOTONIVELADORA CATERPILAR	HORA	1	247.46	247.46
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	HORA	1	183.7	183.7
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	HORA	1	190.18	190.18
CAMIONETA TOTOTA 4X4	HORA	1	77.97	77.97

Fuente : Canara Peruana de Construcción

Con fines de evaluación se ha calculado los costos de alquiler a precios sociales.

Cuadro 5.21: Costo de alquiler por maquina según sus potencias- Precios Sociales

MAQUINARIA	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	HORA	1	183.2	183.2
MOTONIVELADORA CATERPILAR	HORA	1	247.5	247.5
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	HORA	1	154.4	154.4
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	HORA	1	159.8	159.8
CAMIONETA TOTOTA 4X4	HORA	1	65.5	65.5

Fuente : Canara Peruana de Construcción

El rendimiento Standard de cada uno de los equipos a adquirir, se ha extraído del libro Costos y Tiempo en Carreteras, por lo que el cuadro siguiente muestra el rendimiento de cada una de las maquinarias por hora según su potencia y región donde se encuentra.

Cuadro 5.22: Rendimiento Estándar de las maquinarias por hora

MAQUINARIA	POTENCIA	CAPACIDAD	UNIDAD	REGION
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	200 HP	147.5	M3	Sierra
MOTONIVELADORA CATERPILAR	160 HP	311.25	M2	Sierra
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	140 HP	152.5	M2	Sierra
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	450 HP	147.5	M3	Sierra

Fuente : Costos y tiempos en carreteras

Se ha necesitado obtener los cuadros anteriores para poder cuantificar los beneficios, es decir sabiendo su capacidad de una maquinaria y el costo de alquiler de cada una de ellas, podremos calcular en función de la demanda existente.

5.6.2 Cuantificación de beneficios por ahorro de costo de operación vehicular.

Como se ha venido explicando la cuantificación se desarrollará en base 3 factores clave, rendimiento por maquina, costo por maquinaria y la demanda existente a los largo del horizonte de evaluación. Para ello recordaremos que la demanda está en función a la superficie que se necesita mejorar y el volumen excedente que se producirá a consecuencia de la ampliación de carretera y la construcción de nuevas. La demanda total ha sido 1, 427,714 m² de superficie y 920,460m³ de excedente de tierra, estos datos se han distribuido en los 6 años del horizonte de evaluación, resultando la demanda por año 237,952 m² de superficie y 153,410 m³ de excedente de tierra.

Teniendo los datos anteriores de la demanda por año, solo pasaremos a dividir la demanda por año entre el rendimiento de cada máquina. Cabe mencionar que para mejorar la superficie de una carretera se necesita de cada una de las maquinarias propuestas.

Cuadro 5.23: Cuantificación de los beneficios por año

RUBRO	UNIDAD	TOTAL		RENDIMIENTO	HORAS DEMANDADAS	PRECIO	BENEFICIO (\$/)
		M2	M3				
CARGADOR SOBRE RUEDAS CATERPILAR	HORAS	-	74,320	147.5	504	183.2	92,284
MOTONVELADORA CATERPILAR	HORAS	237,952	-	311.3	765	207.9	158,979
RODILLO COMPACTADOR CATERPILAR	HORAS	237952.3	-	152.5	1,560	154.4	240,870
VOLQUETE VOLVO 6X4 DE 15 M3	HORAS	-	74,320	147.5	504	159.8	80,525
TOTAL						\$/	572,657

Fuente: Elaboración del Proyectista

A continuación se mostrará el consolidado de los costos incrementales y los beneficios. Conociendo estos datos podremos calcular el flujo neto por año para luego evaluar por el método costo beneficio.

Cuadro 5.24: Consolidado de los costos incrementales y los beneficios de Alternativa

AÑO	INVERSIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
0	2,934,289			-2,934,289
1		17,614	756,557	738,942
2		17,614	756,557	738,942
3		17,614	756,557	738,942
4		17,614	756,557	738,942
5		17,614	756,557	738,942
6	-733,572	17,614	756,557	1,472,514

Fuente : Elaboración del Proyectista

5.7 EVALUACIÓN SOCIAL

Se ha utilizado la metodología de Evaluación Costo/Beneficio, toda vez que ha sido posible cuantificar los beneficios a través del rendimiento de las maquinarias, costo de alquiler horario y la demanda existente.

Para determinar la rentabilidad social del proyecto se ha utilizado los indicadores básicos: Valor Actual Neto (VAN) y la tasa Interna de Retorno para cada alternativa a precios privados como a precios sociales.

La evaluación económica de las alternativas han conlleva a resultados positivos con una Tasa Interna aceptable, por lo que se recomienda tomar en cuenta la Alternativa I, ya que arroja el mayor VAN y la mejor TIR. El cálculo se ha realizado tomando un horizonte del proyecto de 6 años, una tasa de descuento del 11%; resultando la Alternativa I la más rentable. Los resultados se tienen en los cuadros siguientes.

Cuadro 5.25: Indicadores de Rentabilidad de la Alternativa de inversión

AÑO	INVERSION	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
0	2,934,289			-2,934,289
1		17,614	756,557	738,942
2		17,614	756,557	738,942
3		17,614	756,557	738,942
4		17,614	756,557	738,942
5		17,614	756,557	738,942
6	-733,572	17,614	756,557	1,472,514

Fuente : Elaboración del Proyectista

VAN	S/. 584,033
TIR (11%)	17.0%
B/C	1.49

5.8 ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad se ha efectuado con la finalidad de conocer la variación de la rentabilidad de la Inversión frente a cambios favorables o desfavorables en los componentes de Beneficios y Costos totales que se experimentarán durante el desarrollo del proyecto. El análisis de sensibilidad del presente proyecto se ha evaluado a precios sociales para la alternativa recomendada.

Se han simulado escenarios diversos considerando variaciones en los costos de inversión, así como en los beneficios teniendo como supuestos las posibles variaciones en los costos de inversión y en los beneficios. Se estimaron valores del VAN y la TIR a precios sociales, asumiendo variaciones de entre 10 % en los costos de inversión, así como la reducción de los beneficios del 10 %.

Cuadro 5.26: Indicadores de Rentabilidad para Alternativa con una variación de Inversión (+10%)

AÑO	INVERSION	MANTENIMIENTO	BENEFICIOS	FLUJO NETO
0	3,227,717			-3,227,717
1		17,614	756,557	738,942
2		17,614	756,557	738,942
3		17,614	756,557	738,942
4		17,614	756,557	738,942
5		17,614	756,557	738,942
6	-806,929	17,614	756,557	1,545,872

Fuente: Elaboración del proyectista

Tasa de descuento 11%

VAN	S/. 329,824
TIR	14%
B/C	1.36

El proyecto se considera sostenible, puesto que, genera beneficios apreciables a lo largo de la vida útil del proyecto, garantiza las condiciones adecuadas para los pobladores.

La sostenibilidad del proyecto se define como la habilidad del proyecto de mantener su operación, servicios y beneficios durante todo el *horizonte* de vida del proyecto. Esto implica considerar en el tiempo y el marco económico, social y político en que el proyecto se desarrolla.

El análisis de sostenibilidad del proyecto se ha realizado desde los siguientes puntos de vista:

- a) **Los arreglos institucionales previstos para la fase de operación y mantenimiento.** El costo de operación y mantenimiento es sostenible durante el horizonte de vida útil del proyecto.

- b) **Financiamiento de los costos de operación y mantenimiento.** La Municipalidad asumirá los costos de operación y mantenimiento del proyecto durante la vida útil.

- c) **La participación de los beneficiarios y partes involucradas.** Dado el impacto del proyecto, la población de la Provincia de Vilcashuamán está de acuerdo puesto que resolverá la insuficiente e inadecuada infraestructura vial.

5.9. IMPACTO AMBIENTAL

Por las características del proyecto, éstas deberán ceñirse a lo que dispone los lineamientos ambientales emanados por la Dirección General del Medio Ambiente de Ministerio de Transportes y Comunicaciones, debiendo la unidad ejecutora procurar producir el menor impacto ambiental durante la construcción, sobre los suelos, cursos de agua, calidad de aire, organismos vivos, comunidades.

5.10. PLAN DE IMPLEMENTACIÓN

Para elaborar el plan de implementación del proyecto se consideró todas las actividades del ciclo del proyecto como se muestra el cuadro siguiente:

Cuadro 5.27.: Cronograma de Actividades en el Ciclo del Proyecto

ACTIVIDADES	AÑO 0												AÑO 1			AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3...12	2	3	4	5	6	
Pre Inversión																					
Estudio de Perfil																					
Inversión																					
Expediente Técnico																					
Adquisición de Maquinarias																					
construcción Complementaria																					
Capacitación al personal técnico y administrativo																					
Reparación de la maquinaria existente																					
Post Inversión																					
Operación y Mantenimiento																					

Fuente: Elaboración del Proyectista

5.11. ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN

La etapa de inversión estará a cargo de la Municipalidad Provincial de Vilcashuamán, porque cuenta con la capacidad técnica y administrativa, y se enmarcado en los lineamientos legales y normativos, y tiene como objeto

promover el desarrollo integral de las zonas más pobres de la provincia de Vilcashuamán.

El proyecto podrá ser presentada ante entidades regionales y nacionales, así mismo ante entidades externas como la Cooperación Externa, Fondos Contravalor (Perú-Alemania, Italo-Peruano, Perú Japón, etc.), para lo cual se realizará los gestiones necesarias hasta lograr su ejecución.

5.12. MARCO LÓGICO DE LA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

El marco lógico correspondiente a la alternativa a llevar a cabo, se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 5.28: Matriz de Marco Lógico

	OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN	Mejorar El Nivel Socio Económico De La Población	La población beneficiaria que es la provincia de Vilcashuamán aumentarán sus ingresos económicos en un 30 %	Encuestas a los beneficiarios dentro del área de influencia	
PROPOSITO	Mejorar la Infraestructura Vial y Obras Civiles en Servicios Básicos	Al quinto año se cubrirá el 70 % de la necesidad de los servicios de transporte en la provincia de Vilcashuamán, así mismos habrá una reducción en los costos de transporte	Reportes estadísticos del INEI	La población demanda los servicios de transporte
COMPONENTES	Existencia de Pool maquinarias	Con la adquisición de maquinarias	Liquidación del Proyecto	Notable competencia en el mercado de las maquinarias pesadas
	Maquinarias operativas	Con la reparación y mantenimiento de las maquinarias existentes		
	Adecuado ambiente para la custodia de las maquinarias	Con la construcción de la infraestructura para maestranza de los vehículos		Las firmas provee odas de maquinarias pesadas coadyuvén en el evento de capacitación.
	Capacitación técnica para los operarios	Disponibilidad de muebles y equipos necesarios para el estudiantado		
ACCIONES	<input type="checkbox"/> Adquisición de un Cargador frontal sobre ruedas, marca Caterpillar modelo 950G, con potencia de 197 HP/147KW y una capacidad de balde de 2.5m3/3.5m3. <input type="checkbox"/> Adquisición de una Moto niveladora, marca Caterpillar, modelo 140H, con potencia de 182 HP, y un ancho de hoja de 3.658 mm. <input type="checkbox"/> Adquisición de un Rodillo compactador vibratorio de suelos, marca Caterpillar, modelo CS 563E, con potencia de 150 HP y un ancho de tambor de 2.130 mm. <input type="checkbox"/> Adquisición de un Volquete 6x4 de 15 m3, marca Volvo, con potencia de 440 HP. <input type="checkbox"/> Adquisición de un Camioneta 4x4 diesel turbo, con potencia de 140 HP.	Todas las acciones para la alternativa seleccionada tiene un monto de S/. 3,491,803	Facturas por la adquisición de maquinarias y demás adquisiciones y/o estudios que se pudiera incurrir en la etapa de inversión del proyecto	La tasa de inflación se mantenga no sufra variaciones
	<input type="checkbox"/> Reparación y mantenimiento de las maquinarias existentes, como: Tractor Oruga 7DG (Cambio del sistema de rodamiento), Tractor oruga D6D(cambio del sistema de rodamiento), una camioneta Nissan y un camión fusso.			Predisposición de los profesionales del sector transporte para la capacitación.
	<input type="checkbox"/> Construcción de una infraestructura moderna para taller de maestranza y almacenes generales, con muro de albañilería confinada con techo aligerado.			
	<input type="checkbox"/> Capacitación del personal técnico, para el adecuado mantenimiento y operación de las maquinarias			

Fuente : Elaboración del proyectista

CONCLUSIONES

1. El problema identificado en el área de influencia del proyecto es “Insuficiente e Inadecuada Infraestructura Vial y Obras Civiles en Servicios Básicos”. Esto se debe básicamente a la limitada capacidad operativa de la maquinaria y la ineficiente gestión del área de mantenimiento de la Municipalidad de Vilcashuamán.
2. El monto de inversión del proyecto es de S/3,491, 803 cuyos indicadores son, VAN de 584.033 y TIR de 17%.
3. El proyecto beneficiará a la provincia de Vilcashuamán, que tiene una población total de 25,944, con una superficie total territorial de 1,778.16 km², representando el 2.6 % del territorio de Ayacucho y está formada por la ciudad de Vilcashuamán, y los distritos de Accomarca, Carhuanca, Concepción, Huambalpa Independencia, Saurama, Vilcashuamán y Vischongo como Accomarcam.
4. Implementación de los 5 sistemas que conforman el Modelo de Sistema Viable para la mejora en la gestión del área de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

1. Cambiar el tipo de mantenimiento correctivo a un mantenimiento preventivo de mejor gestión.
2. Capacitación del personal técnico, para el adecuado mantenimiento preventivo y de operación de las maquinarias.

BIBLIOGRAFIA

- “Gestión Integral de Mantenimiento”. Navarro – Marcombo – 1997
- GERENCIA DE MANTENIMIENTO Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN
Carlos Mario Pérez J Editorial Soporte y Compañía Ltda.
- Implementación del Mantenimiento Preventivo, Predictivo y productivo total (TPM). Ing. Pedro Vargas Gálvez
- Catálogo Caterpillar

PAGINAS WEB

- www.sangaban.com.pe
- D. Keith Denton. Seguridad Industrial. Mc Graw-Hill. 1984. México.
- www.mantencion.htm.
- www.mantenimientos.htm.
- <http://www.mantenimiento/mundial>
- www.cat.com/

A N E X O

ANÁLISIS DEL ACEITE

La técnica usada en este tipo de maquinaria pesada (cargador frontal, tractor) es el Análisis del Lubricante el cual permitirá conocer las partes que se requieran de un mantenimiento.

El Análisis programado del aceite permite prever fallas y detectar niveles de desgaste, pudiendo impedir que los problemas menores se vuelvan averías mayores.

Consiste en un examen al aceite lubricante de diferentes compartimientos como: sistema hidráulico, dirección hidráulica, enfriamiento de frenos, motor, transmisión, caja marina, mando de la bomba, ruedas delanteras, diferenciales o ejes, mandos finales, tándemes, rola, torna mesa, círculo de giro, compresor, caja reductora, cabezal de rotación, bastidores, cubos delanteros, etc.

1. Variables que afectan al desgaste

- A) El aceite lubricante (tipo y estado), mala calidad, clasificación API errónea, viscosidad inapropiada y prolongar el intervalo de cambio de aceite, afectan los resultados del análisis.

- B) La contaminación, exterior en la forma de agua, tierra, combustible o glicol (anticongelante).

- C) Las partículas de desgaste, resultan de la operación de las piezas. El desgaste causado por los procedimientos de operación diaria, produce una cantidad inesperada de partículas de desgaste normal. Sin embargo las piezas inapropiadamente instaladas o ajustadas, pueden causar desgaste prematuro o acelerado.

Estos factores son a su vez afectados por los procedimientos de mantenimiento (intervalos de cambio de aceite/filtros, mantenimiento del sistema de enfriamiento, afinamientos programados, ajustes inspecciones, etc.)

2. Tipos de Análisis de Aceite

2.1. Detección de los elementos de desgaste:

Se realiza mediante un equipo Plasma ICP (Plasma de Acoplamiento Inductivo). Se detectan 22 elementos metálicos, Desgastes, Contaminantes y Aditivos. Cu, Fe, Cr, Ni, Ti, V, Cd, Ag, Pb, Sn, Al, Si, Na, K, Mo, B, Ba, Ca, Mg, Mn, P y Zn.

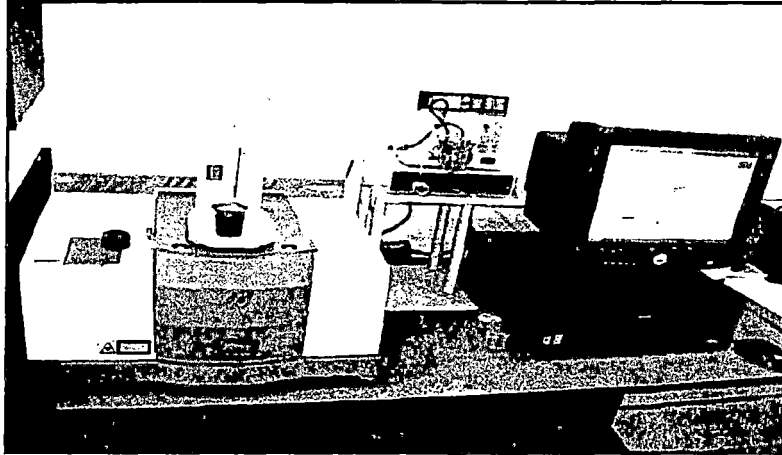


La combinación de estos elementos manifiesta un normal o anormal desgaste de componentes de la máquina. Si es necesario pueden incluirse otros elementos. Se aplica a los aceites de todos los compartimientos. Esta prueba controla la proporción de desgaste de un componente determinado identificando y midiendo la concentración de los elementos de desgaste que se encuentran en el aceite. Este Análisis de Desgaste se expresa en partes por millón (ppm) o miligramo / Litro (mg/Lt) y sólo detecta partículas hasta un tamaño de 10 micrones (10 u).

2.2. Análisis de la condición del aceite

El Análisis de la condición del aceite se determina mediante un Espectrofotómetro Infrarrojo. Esta prueba también se conoce como FT - IR (Fourier Transform Infrared Analysis), identifica y cuantifica

componentes orgánicos al medir su absorción de luz infrarroja a la longitud de onda específica de cada componente orgánico.



Este Análisis Infrarrojo (IR) compara muestras tanto de aceite usado como de aceite nuevo.

Se aplica a los aceites de todos los compartimientos; mide la cantidad de Hollín, Oxidación, Nitración y Azufre. También puede detectar contaminación con Agua, Combustible o Glicol; Estas cantidades son expresadas en porcentajes (%).

a) HOLLIN (Soot)

El Hollín sólo se encuentra en el aceite del motor. Es residuo insoluble parcialmente quemado que puede obstruir los filtros y espesar el aceite.

b) OXIDACION (Oxidation)

Este proceso ocurre cuando las moléculas de oxígeno se unen químicamente con las moléculas de aceite (motor, transmisión e hidráulico). La oxidación hace que el aceite se espese, se formen ácidos orgánicos y obstruyan los filtros conduciendo al atascamiento de los anillos, formación de incrustaciones y barnizado.

c) NITRACION (Nitration)

La Nitración ocurre en todos los motores, pero generalmente representa un problema en los motores de gas natural. Si no se controla puede llevar a la obstrucción del filtro, que se formen depósitos pesados en los pistones, que se formen barnizados en las válvulas y pistones; Este proceso es producido por:

d) SULFATACION (Sulfation)

El azufre está presente en todos los combustibles y es peligroso para todas las piezas y componentes del motor. Durante la combustión, el azufre del combustible se combina con el agua proveniente de la humedad del sistema formando ácidos; El ácido corroe todas las piezas del motor, pero es más peligroso para las válvulas, guías de válvulas, anillos de pistón y las camisas.

2.3. Pruebas físicas

Las pruebas físicas confirman la presencia de Agua, Combustible y Glicol en el Aceite:

a) AGUA (Water)

La presencia y cantidad aproximada de agua se detecta por la "Prueba de Chisporroteo"; Método Karl Fisher; En un plato caliente (Hot Plate) a una temperatura Entre 230°F y 250°F. Se coloca una gota de aceite. La cantidad de chisporroteo indica la cantidad de agua presente (0.1%, 0.5%, 1.0% y +1.0%), Cualquier cantidad de agua mayor a 0.5% es excesiva.

b) COMBUSTIBLE (Fuel)

La contaminación con combustible se comprueba por la "Prueba de Destello" Método Setaflash, En un Setaflash calibrado a una temperatura de 325°F se inyecta 4 ml de aceite de motor en un recipiente cerrado del Setaflash y se cocina 2 minutos, Los vapores de Combustible impulsados por el calor producirán destellos, si la dilución es igual o mayor que el 4.0%.

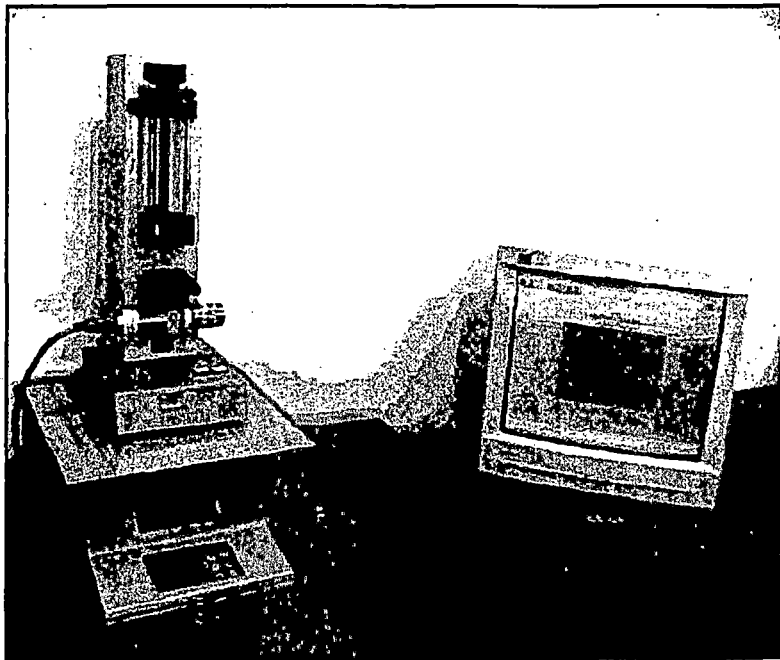
c) GLICOL (Refrigerante o Anticongelante)

La presencia de anticongelante se determina mediante una prueba química (añadir un reactivo químico a la muestra de aceite), si hay presencia de glicol, se producirá un cambio de color, El glicol causa

oxidación rápida del aceite, El aceite oxidado se pone pegajoso y forma sedimento que obstruye el filtro.

2.4. Conteo de partículas

Se utiliza como equipo un Contador de Partículas, cuantifica y categoriza, según el tamaño, la cantidad de partículas existentes en el aceite hasta un tamaño de 100 micrones. Cuantifica tanto las partículas metálicas como las no metálicas, Este análisis se aplica a los aceites de sistemas cerrados y no al de un sistema abierto (motor).

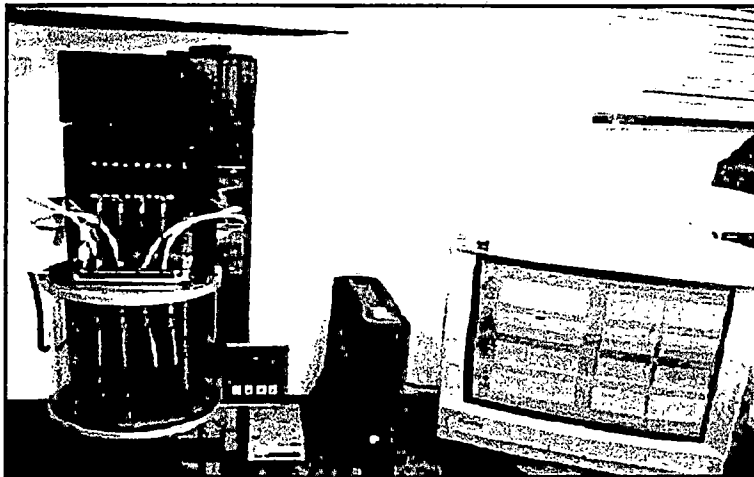


Utiliza el Código ISO 4406 para definir los resultados del análisis PVi (**Particle Volumen Indicator**), **Indicador de Volumen de Partículas**, es el nivel de densidad de partículas en el fluido.

2.5. Viscosidad

Es la resistencia del aceite al fluir, Es la cualidad más importante del aceite. Es importante que el aceite tenga la viscosidad correcta a temperaturas altas y bajas en las que va a operar el compartimiento.

Para medir la viscosidad de un fluido, se utiliza un aparato denominado "Viscosímetro".

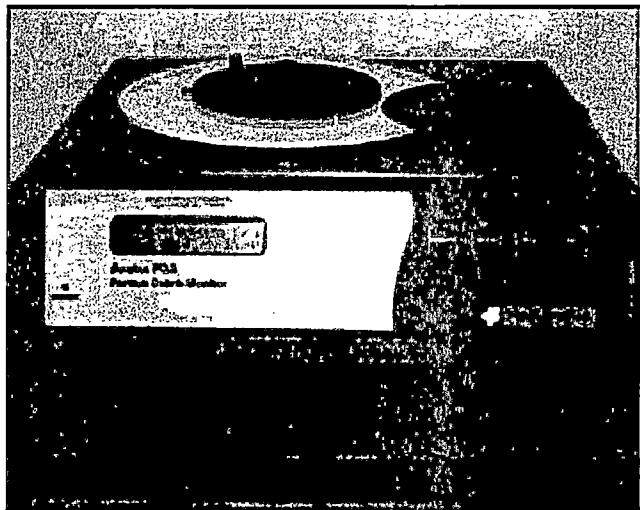


Existen 2 escalas de medición:

- A 40°C (Representa la temperatura de ambiente)
- A 100°C (Representa la temperatura de operación)
- Las unidades de medición más comunes son:
- Centistokes (cSt), cuando la temperatura está dada en °C (Grados Celsius o Grados Centígrados)
- Second Saybolt Universal (SSU), cuando la temperatura está dada en °F (Grados Fahrenheit)

2.6. Índice PQ

El PQ es un equipo automático para determinar cuantitativamente el nivel de partículas ferromagnéticas en muestras de aceites usados. Estas partículas ferrosas pueden provenir del acero, hierro o alguna aleación ferrosa que son incluso mayores que 10 micras.



Por qué usar la tecnología PQ?

Una medida del PQ es una herramienta esencial en los programas de análisis de aceite usado ya que puede identificar partículas ferrosas grandes no detectadas por otras técnicas analíticas. El resultado es mostrado como un “Índice PQ”. Este índice es una medida adimensional que puede relacionarse con los valores de los códigos Iso de la técnica

del Conteo de Partículas y/o con las ppm obtenidas por el equipo ICP Plasma.

Cabe resaltar que este tipo de análisis apunta, especialmente a determinar el nivel de desgaste interno de todos los componentes de sus máquinas permitiéndonos mayor precisión en el diagnóstico predictivo.

3. Análisis de Resultados

De donde vienen los elementos del análisis de desgaste

Elemento	Causa
Cobre	Bujes del turbo, enfriador de aceite
Hierro	Camisas, engranes, cigüeñal
Cromo	Anillos del pistón, vástago de válvulas
Aluminio	Pistón, cojinetes, convertidor, aleación de bronce, entrada de tierra
Silicio	Entrada de tierra
Plomo	Cojinetes, aleación de bronce
Molibdeno	Anillos superiores del pistón
Estaño	Cojinetes, aleación de bronce
Sodio	Contaminación con refrigerantes y tierra

Criterio para interpretar los resultados del contador de partículas mayores

Códigos ISOS permisibles:


Transmisión	18/15
Sistema hidráulico	18/15
Mandos finales	21/17*
Sistemas de dirección	18/15

* Los mandos finales pueden tener lecturas superiores, pero hay que ver la tendencia.

Los incrementos en dos números del código ISO representan anomalías del sistema.

4. Reporte del Análisis del Aceite

Luego de realizar las pruebas a análisis correspondientes, se emitirá un informe detallando los resultados obtenidos e indicando el estado del análisis.



ANÁLISIS DE FLUIDOS S-O-S

Reporte de Componentes & Lubricante

INFORMACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE DEL CLIENTE: []
 DIRECCIÓN DEL CLIENTE: []
 TELÉFONO DEL CLIENTE: []
 DIRECCIÓN DEL CLIENTE: []

INFORMACIÓN DEL EQUIPO

MODELO DEL EQUIPO: []
 SERIE DEL EQUIPO: []
 TIPO DE EQUIPO: []

INFORMACIÓN DEL OPERADOR

NOMBRE DEL OPERADOR: []
 CARGO DEL OPERADOR: []
 FECHA DEL ANÁLISIS: []

CATERPILLAR PUEDE SER USADO PARA OPERACIONES EN LAS QUE SE REQUIERAN REEMPLAZOS FRECUENTES DE LOS FILTROS DE LA LUBRICACIÓN. REEMPLAZAR FRECUENTEMENTE.

INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

INDICADOR	UNIDAD	VALOR	VALOR NORMAL	VALOR CRÍTICO
Acidez	mg/Kg	4.1	0.5	1.0
Aluminio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Carbono	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cromo	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cobalto	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Coprep	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cuprum	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Hierro	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Níquel	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Plomo	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Silicio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Sodio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Vanadio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Zinc	mg/Kg	0.1	0.1	0.2

ANÁLISIS DE METALURGÍA

ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	VALOR NORMAL	VALOR CRÍTICO
Aluminio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Carbono	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cromo	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cobalto	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Coprep	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cuprum	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Hierro	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Níquel	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Plomo	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Silicio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Sodio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Vanadio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Zinc	mg/Kg	0.1	0.1	0.2

INDICADORES DE CONTAMINACIÓN

INDICADOR	UNIDAD	VALOR	VALOR NORMAL	VALOR CRÍTICO
Acidez	mg/Kg	4.1	0.5	1.0
Aluminio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Carbono	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cromo	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cobalto	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Coprep	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cuprum	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Hierro	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Níquel	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Plomo	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Silicio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Sodio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Vanadio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Zinc	mg/Kg	0.1	0.1	0.2

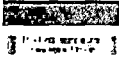
ANÁLISIS DE METALURGÍA


ELEMENTO	UNIDAD	VALOR	VALOR NORMAL	VALOR CRÍTICO
Aluminio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Carbono	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cromo	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cobalto	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Coprep	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Cuprum	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Hierro	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Níquel	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Plomo	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Silicio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Sodio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Vanadio	mg/Kg	0.1	0.1	0.2
Zinc	mg/Kg	0.1	0.1	0.2

205423643

CATERPILLAR CERTIFIED - FULL SERVICE LABORATORY

CATERPILLAR CERTIFIED - FULL SERVICE LABORATORY
 10000 W. Center Blvd., Littleton, Colorado 80120-5700





Reporte con los resultados de los diferentes análisis

Tipos de evaluación obtenidas en el reporte

Resultado	Significado
Normal	Todas la lecturas son aceptable
Reportable	Monitorear el comportamiento, confirmar el resultado
Anormal	El problema va en aumento, excesiva contaminación exterior
Critico	Acción inmediata