

# MAGNA

INSTITUCIÓN DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL

CURSO DE FORMACIÓN



# Gestión de Flota Minera

# Presentación



<https://forms.gle/g4dTwwtWAQLxDVkv9>

# Sobre el docente



**Mg. Ing. Deyvi López**

<https://www.linkedin.com/in/deyvilopez/>

- Ingeniero mecánico, miembro del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP) y Profesional Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP).
- Presidente del Comité Técnico de Mantenimiento y Gestión de Activos.
- Auditor Interno en Sistemas de Gestión de Activos ISO 55001.
- Executive MBA y Magister en Dirección estratégica de operaciones e innovación, Universitat de Barcelona.
- Profesional con más de 12 años de experiencia gestión flotas vehiculares y equipos.
- Consultor Senior en Mantenimiento y Gestión de flotas.
- Docente en la Maestría de Gerencia de Mantenimiento en la Universidad Nacional del Callao.

# OBJETIVOS DEL CURSO

1. **Evaluar la productividad de la flota minera.**
2. **Proponer soluciones prácticas a problemas que ocasionan el bajo rendimiento de una flota minera.**



# Plan de clase

- ✓ Productividad ..... 10 minutos
- ✓ Depreciación ..... 15 minutos
- ✓ Interés de capital invertido ..... 15 minutos
- ✓ Seguros, impuestos y almacenaje ..... 15 minutos
- ✓ Costo de mantenimiento ..... 15 minutos
- ✓ Costo de combustible ..... 15 minutos
- ✓ Costo de inactividad ..... 15 minutos
- ✓ Caso de análisis de costos ..... 20 minutos

# Módulo 4

## **Costos y productividad de una flota minera**

# Objetivo del módulo

Evaluar productividad de una flota minera.



# Productividad

Es una medida que relación la producción y los recursos utilizados en un periodo de tiempo determinado. En nuestro caso los recursos utilizados lo mediremos en unidades monetarias.

## Factores que afectan a la productividad

- ✓ **Características de la máquina:** El tipo de máquina, su tamaño, capacidad y estado de mantenimiento son factores importantes que influyen en su productividad.
- ✓ **Condiciones del terreno:** Las condiciones del terreno, como la pendiente, el tipo de suelo y la presencia de obstáculos, pueden afectar la productividad de la máquina.
- ✓ **Habilidad del operador:** La habilidad y experiencia del operador son fundamentales para el buen desempeño de la máquina y para maximizar su productividad.
- ✓ **Organización del trabajo:** La organización del trabajo en la obra, la planificación de las tareas y la coordinación entre los equipos también pueden afectar la productividad de la maquinaria.
- ✓ **Condiciones climáticas:** Las condiciones climáticas, como el clima extremo o las lluvias, pueden afectar la productividad de la maquinaria.

# Productividad

Maquinaria	Producción Promedio Horaria	Unidad de Medida	Factores que Afectan la Producción
Excavadora Hidráulica (20-30 toneladas)	100 - 300	m³/hora	Tamaño, capacidad, tipo de excavación, condiciones del terreno, experiencia del operador
Cargadora Frontal (10-20 yardas cúbicas)	60 - 150	m³/hora	Tamaño, capacidad, tipo de material, distancia de transporte, experiencia del operador
Bulldozer (D6 - D9)	100 - 300	m²/hora	Tamaño, tipo de hoja, condiciones del terreno, experiencia del operador
Motoniveladora	60 - 120	m²/hora	Tamaño, tipo de hoja, ancho de corte, condiciones del terreno, experiencia del operador
Volquete Articulado (30-40 toneladas)	20 - 40	viajes/hora	Tamaño, capacidad, distancia de transporte, condiciones del terreno, experiencia del operador
Retroexcavadora	20 - 40	m³/hora	Tamaño, capacidad de la retroexcavadora y del cargador, tipo de suelo, experiencia del operador
Grúa Hidráulica (50-100 toneladas)	5 - 15	levantamientos/hora	Capacidad, altura de elevación, alcance, tipo de grúa (móvil, grúa torre), complejidad del trabajo

# COSTO DE POSESIÓN

1. Depreciación.
2. Interés de capital invertido.
3. Seguros, impuestos y almacenaje.



# DEPRECIACIÓN

Es el costo que resulta de la disminución en el valor original de la maquinaria como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. La fórmula para emplearse para el cálculo de la depreciación horaria es el siguiente:

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

Donde:

D = Depreciación

Va = Valor de adquisición

Vr = Valor de rescate o salvataje

VEU = Vida Económica Útil del activo

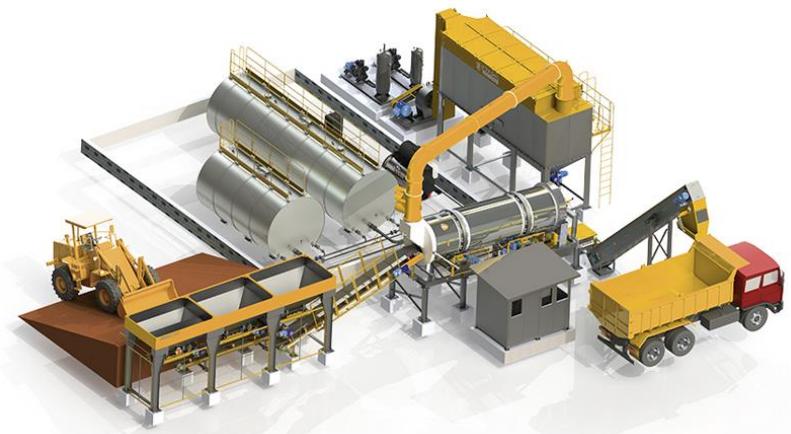
# VIDA ECONÓMICAMENTE ÚTIL (VEU)



**Motobomba**  
3 años o 6,000 horas



**Cargador frontal**  
5 años o 10,000 horas



**Planta de asfalto**  
8 años o 16,000 horas

# COSTO DE INVERSIÓN

Cualquier empresa para comprar un activo financia los fondos necesarios en los bancos o mercados de capitales, pagando por ello los intereses correspondientes. Puede darse el caso, que, si el empresario dispone de fondos suficientes de capital propio, hace la inversión directamente esperando que el activo reditúe en proporción con la inversión efectuada. La fórmula genérica para el cálculo de este costo es el siguiente:

Donde:

I = Interés del capital invertido

IMA = Inversión media anual

%i = Tasa de interés anual vigente para el tipo de moneda a utilizar (Tasa Activa en Moneda Nacional – TAMN, Tasa Activa en Moneda Extranjera –TAMEX).

VEU = Vida Económica Útil del activo

$$I = \frac{IMA * \%i}{VEU}$$

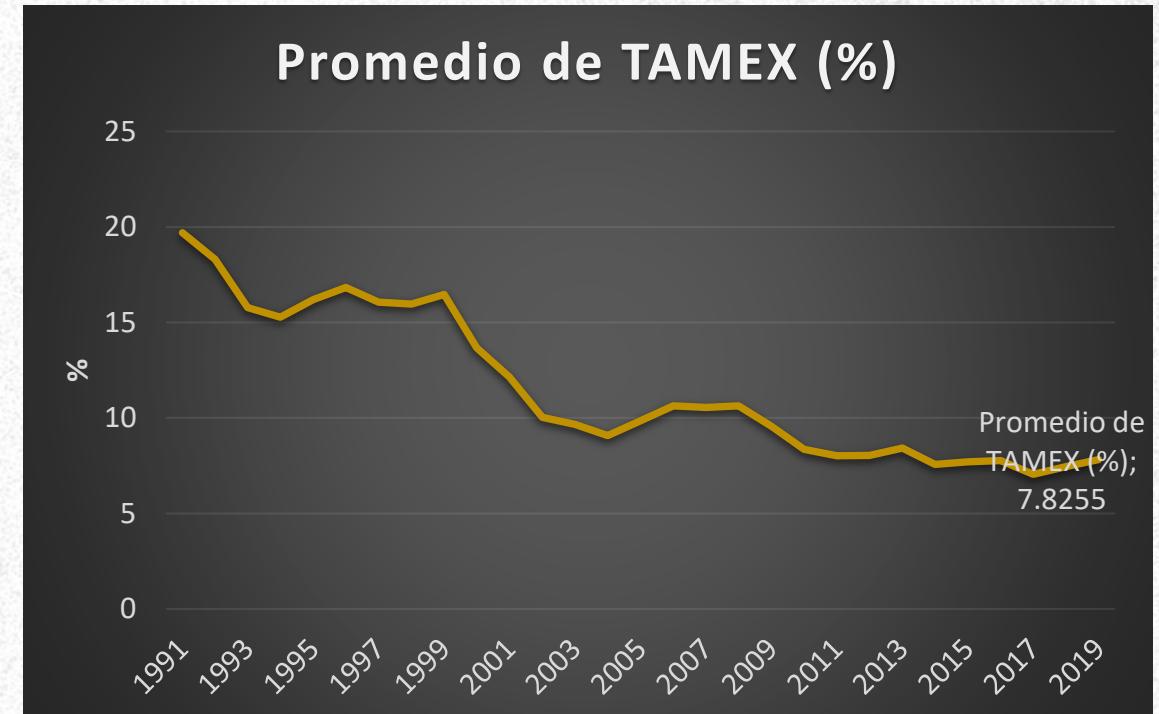
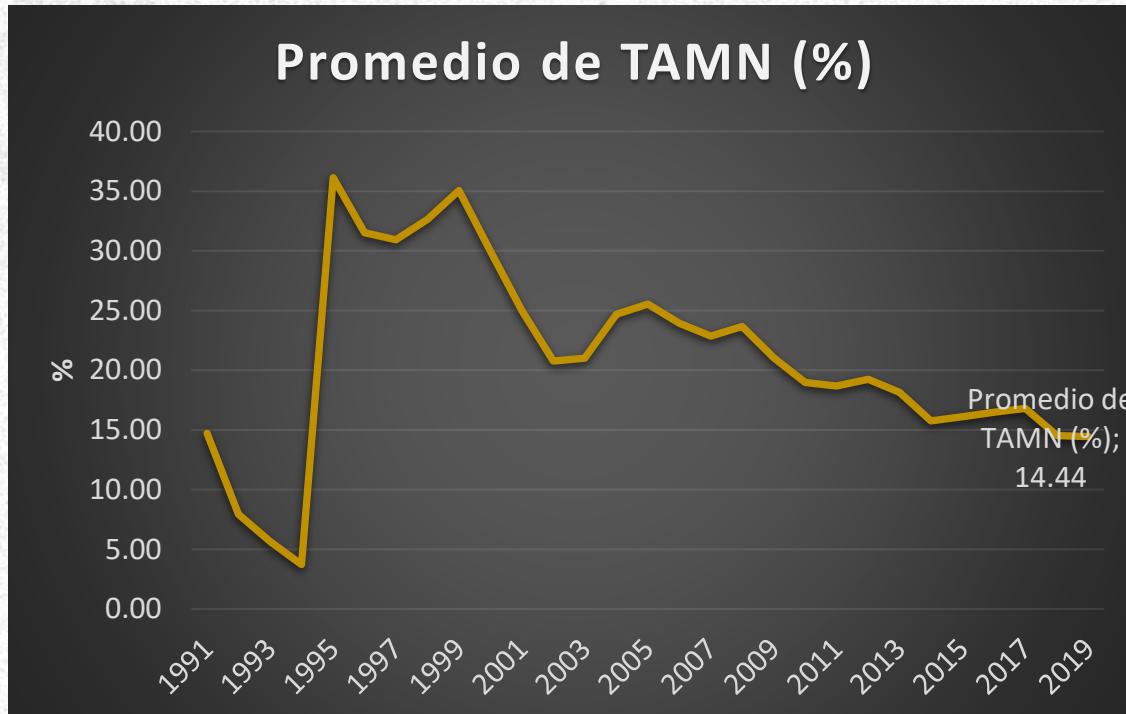
## TAMN / TAMEX

Es el porcentaje que cobran los bancos por las modalidades de financiamiento conocidas como sobregiros, descuentos y préstamos (a diversos plazos). Son activas porque son recursos a favor de la banca.

Es la tasa de interés promedio de mercado del saldo de créditos vigentes otorgados por las empresas bancarias en moneda nacional o extranjera. Esta tasa resulta de agregar operaciones pactadas con clientes de distinto riesgo crediticio y que han sido desembolsadas en distintas fechas.

La TAMN / TAMEX se calcula diariamente considerando el promedio ponderado geométrico de las tasas promedio sobre los saldos en moneda nacional o extranjera de sobregiros en cuenta corriente, avances en cuenta corriente, tarjetas de crédito, descuentos y préstamos y préstamos hipotecarios. Se utiliza información de los ocho bancos con mayor saldo de créditos en moneda nacional o extranjera. Esta tasa es expresada en términos efectivos anuales.

# TAMN / TAMEX



<https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEPPortal/Paginas/TIActivaMercado.aspx?tip=B>

# INVERSIÓN MEDIA ANUAL

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

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

Donde:

Va = Valor de adquisición

Vr = Valor residual

n = Número de años de la VEU

# SEGUROS, IMPUESTOS Y ALMACENAMIENTO



## Póliza contra todo riesgo

4% al 6% de la suma  
asegurada

## Impuesto vehicular

1% del valor adquisición por  
03 años (Sin IGV)

## Almacenamiento

Se estima en función al  
valor de adquisición  
(1% - 1.5%)

# COSTO DE OPERACIÓN

1. Mantenimiento y reparación.
2. Combustibles.
3. Lubricantes.
4. Grasas.
5. Filtros.
6. Llantas o neumáticos.
7. Piezas de desgaste.
8. Herramientas de corte.
9. Operador especializado.



# MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN

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

$$C. M. R = C. M. O. + C. R.$$

El Costo de la Mano de Obra (C.M.O.) representa el 25% del Costo de Mantenimiento y Reparación (C.M.R.) sobre la Vida económica útil. El Costo de los Repuestos (C.R.) representa el 75% del Costo de Mantenimiento y Reparación (C.M.R.) sobre el número de horas de la Vida económica útil. No se incluye las Piezas de Desgaste ni Herramientas de Corte.

Costo de Mantenimiento y Reparación	% del Va
Trabajo duro	80% - 100%
Trabajo normal	70% - 90%
Trabajo suave	50% - 80%

# COMBUSTIBLE

$$\text{Costo de combustible} = \frac{\text{Volumen consumido}}{\text{Tiempo de trabajo}} * \text{Costo unitario del combustible}$$

Donde:

Costo de combustible = En Soles/h

Volumen consumido = En galones o litros

Tiempo de trabajo = Horas

Precio unitario del combustible = Soles/galones, Soles/litros



# COMBUSTIBLE

## CAMIONES Y TRACTORES DE OBRAS Y MINERÍA

Modelo	Bajo		Medio		Alto	
	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.	litros	gal. EE.UU.
770	20,4-30,6	5,4-8,1	30,6-40,8	8,1-10,8	40,8-51,0	10,8-13,5
772	23,6-35,3	6,2-9,3	35,3-47,1	9,3-12,4	47,1-58,9	12,4-15,6
773F	28,3-42,5	7,5-11,2	42,5-56,6	11,2-15,0	56,6-70,8	15,0-18,7
775F	28,7-43,1	7,6-11,4	43,1-57,4	11,4-15,2	57,4-71,8	15,2-19,0
777F	37,1-55,7	9,8-14,7	55,7-74,2	14,7-19,6	74,2-92,8	19,6-24,5
784C	53,0-79,5	14,0-21,0	79,5-109,8	21,0-29,0	100,8-145,7	29,0-38,5
785C	53,7-80,6	14,2-21,3	80,6-107,5	21,3-28,4	107,5-134,4	28,4-35,5
789C	70,6-105,9	18,7-28,0	105,9-141,2	28,0-37,3	141,2-176,5	37,3-46,6
793D	90,8-136,2	24,0-36,0	136,2-181,6	36,0-48,0	181,6-227	48,0-60,0
797B	133,5-200,2	35,3-52,9	200,2-266,9	52,9-70,5	266,9-333,6	70,5-88,1

NOTA: En algunas aplicaciones se pueden experimentar factores de carga superiores a 50%.

## Descripción de las aplicaciones típicas (Respecto a la aplicación de trabajo)

- Bajo: Funcionamiento continuo a un peso bruto medio menor del recomendado. Caminos de acarreo excelentes. Sin sobrecarga, factor de carga bajo.
- Medio: Funcionamiento continuo al peso bruto medio cerca del recomendado. Sobrecarga mínima, buenos caminos de acarreo, factor moderado de carga.
- Alto: Operación continua en o sobre el peso bruto máximo recomendado. Sobrecarga, caminos de acarreo difíciles, alto factor de carga.

# LUBRICANTES

$$\text{Costo de lubricante} = \frac{\text{Costo unitario del aceite} * \text{Capacidad del depósito}}{\text{Frecuencia de cambio}}$$

Donde:

Costo de lubricante = En Soles/h

Capacidad del depósito = En galones o litros

Frecuencia del cambio = Horas

Costo unitario del aceite = Soles/galones, Soles/litros



# GRASAS

$$\text{Costo de grasa} = \frac{\text{Cantidad de grasa} * \text{Costo unitario de la grasa}}{\text{Frecuencia de cambio}}$$

Donde:

Costo de la grasa = En Soles/h

Cantidad de grasa= En kg

Frecuencia del cambio = Horas

Costo unitario de la grasa = Soles/kg



# FILTROS

Costo de filtros = 20% \* (Costo del combustible + Costo de lubricación)

Donde:

Costo de filtros = En Soles/h

Costo de combustible = En Soles/h

Costo de lubricación = En Soles/h



# NEUMÁTICOS

$$\text{Costo de neumáticos} = \frac{\text{Cantidad de neumáticos} * \text{Costo unitario del neumático}}{\text{Vida útil}}$$

Donde:

Costo de neumáticos = En Soles/h

Cantidad de neumáticos = # Neumáticos

Costo unitario de neumáticos = En Soles/Neumático

Vida útil = En Horas/Neumáticos



# PIEZAS DE DESGASTE

$$\text{Costo de piezas de desgaste} = \frac{\text{Costo unitario de la pieza del desgaste}}{\text{Vida útil}}$$

Donde:

Costo de piezas de desgaste = En Soles/h

Costo unitario de la pieza de desgaste = En Soles/Pieza

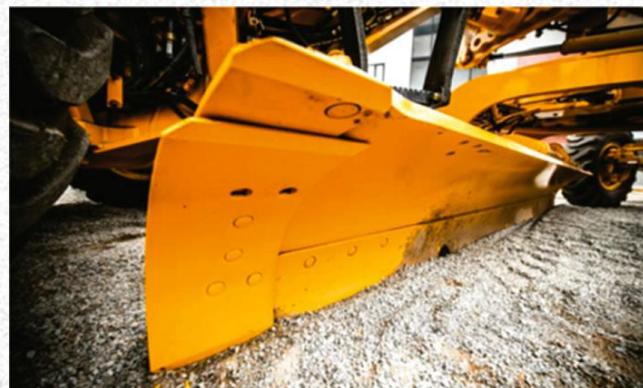
Vida útil = En Horas/Pieza

# PIEZAS DE DESGASTE

**Trenes oruga**  
Entre 2,000 h y  
6,000 h



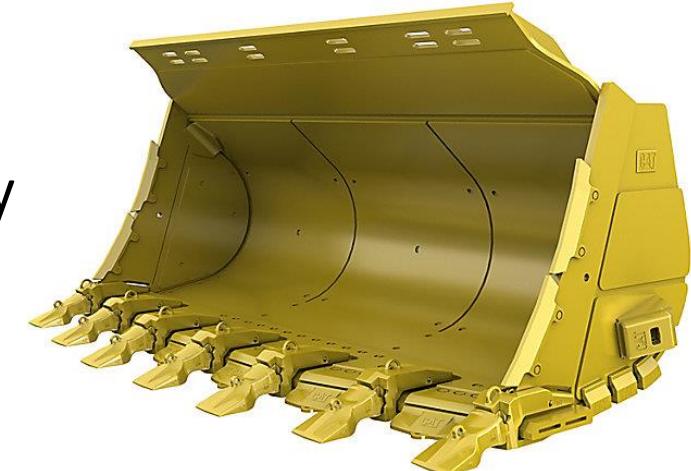
**Hojas de  
motoniveladora**  
Entre 2,000 h y  
3,000 h



**Cintas  
transportadoras**  
Entre 500 h y  
1,500 h



**Cucharon**  
Entre 3,000 h y  
5,000 h



# HERRAMIENTAS DE CORTE

$$\text{Costo de herramientas de corte} = \frac{\text{Costo unitario de la herramienta de corte}}{\text{Vida útil}}$$

Donde:

Costo de herramientas de corte = En Soles/h

Costo unitario de herramientas de corte = En Soles/Pieza

Vida útil = En Horas/Pieza



# OPERADOR ESPECIALIZADO

- Operador Especializado de equipo liviano =  $1.2 \times$  costo de H-H del operario común
- Operador Especializado de equipo pesado =  $1.5 \times$  costo de H-H del operario común.

Operario de equipo liviano



Operario común



Operario de equipo pesado



# COSTO DE INACTIVIDAD

El Costo de Inactividad está asociado a la indisponibilidad de un equipo, proceso o sistema productivo.

$$C_{Inactividad} = H \times (1 - D) \times C_i$$

Donde:

H: Tiempo utilizable evaluado, en horas.

D: Disponibilidad

C<sub>i</sub>: Costo de inactividad por hora

Evaluación 1 Producción  
programa  
puede ser  
alcanzada.

Evaluación 2 Producción  
programada  
no puede  
ser  
alcanzada.

Evaluación 3 Producción  
pierde  
calidad.

