

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería  
Geológica Minera y Metalúrgica**



**Análisis Técnico Económico y Financiero  
en la Selección de Equipos Tracklees  
— Un Caso de Estudio —**

**TESIS DE GRADO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE MINAS**

**Mario Shimabukuro Ikebata**

**LIMA - PERU**

**1992**

Dedico esta obra a :

Shigueko Mi abnegada madre, que con su esfuerzo y sacrificio me dio una excelente educación que hoy se ve plasmado con esta profesión, a Ella mi gratitud eterna.

Kimi, Masa, Kio, Michu Kionobu, mis hermanos que constantemente me alentaron en la culminación de mis estudios .

Isabel y Hiromi, mi esposa e hija mis amores.

**Agradesco :**

A mis asesores, los Ingenieros Isacc Rios y Jorge Quintana, por sus consejos en la elaboración de esta tesis.

A los Ingenieros Oscar Valero, Carlos García, y Carlos Ortiz por la gentileza en otorgarme información de insumos mineros .

A las Compañías : ATLAS COPCO y EINCO JERVIS CLARK por la valiosa información técnica de sus equipos.

A la Universidad Nacional de Ingeniería por sus sabias enseñanzas.

# I N D I C E

PAG.

## I.- INTRODUCCION

1.1.) Generalidades -----	1
1.2.) El caso de estudio	
1.3.) Objetivo del trabajo	
1.4.) Conclusión final	

## II.- ANALISIS TECNICO

2.1.) Resumen	5
2.2.) El caso de estudio -----	6
- Programa de desarrollo	
2.3.) Planeamiento de selección -----	9
2.3.1. ) Geología de la zona de trabajo	
2.3.2. ) Altitud de la zona de trabajo	
2.3.3. ) Productividad requerida en la operación	
Asignación de tiempo en cada actividad	
Cálculo de número de taladros	
Cálculo de cargas explosivas	
2.4.) Marcas y modelos de equipo Trac- klees de importancia -----	13
2.5.) Análisis de selección -----	16
2.5.1.) Dimensiones de los Equipos	
2.5.2.) Parámetros de producción de los equipos	
2.5.3.) Datos mecánicos comparativos	

2.5.4.) Datos complementarios	
2.6.) Resultado de evaluación -----	27

### III.- ANALISIS ECONOMICO

3.1.) Resumen -----	28
- Definiciones de algunos conceptos importantes	
3.2.) Análisis de selección de los equipos -----	30
3.2.1.) Valor de adquisición de los equipos respectivamente	
3.2.2.) Costo de inversión de los equipos respectivamente(C.I.A)	
1.) Costo de propiedad anual(C.P.A.)	
2.) Costo equivalente anual (C.E.A)	
3.) Comparación de ambas formas	
3.2.3) Costo de operación anual (C.O.A)	
3.3.) Resultado de las evaluaciones -----	43
3.4.) Análisis de número de volquetes -----	44
3.5.) Depreciación de los equipos -----	47
3.5.1.) Concepto fundamental	
3.5.2.) Método de depreciación	
a.) De línea recta o lineal	
b.) De fondo acumulativo de amortización	
c.) De saldo decreciente	

- d.) De doble saldo decreciente
- e.) De suma de dígitos anuales
- 3.5.3.) Elección del método por medio del valor presente
- 3.5.4.) Incidencia en el flujo de fondo

**IV.- ANALISIS FINANCIERO.-**

4.1.) Resumen -----	56
4.2.) Alternativas de financiación -----	57
4.2.1.) Con capital propio (al cash)	
- Carga por depreciación	
- Cuadro de desembolso neto	
- Cálculo del valor presente	
4.2.2.) Con préstamo a mediano plazo	
1.) Préstamo a tres años	
- Cálculo del préstamo bruto	
- Cuadro de servicio de la deuda	
Cuadro de desembolso neto	
- Cálculo del valor presente	
2.) Préstamo a cinco años	
- Cálculo del préstamo bruto	
- Cuadro del servicio de la deuda	
- Cuadro de desembolso neto	
Cálculo del valor presente	
4.2.3.) Con arrendamiento Leasing	
- Cálculo de la cuota de	

arrendamiento	
- Cuadro de desembolso neto	
- Cálculo del valor presente	
4.3.) Decisiones de alternativas -----	73
- Recomendaciones	
<b>V.- <u>EVALUACION EMPRESARIAL</u></b>	
5.1.) Resumen -----	75
5.2.) Total de Inversiones -----	75
- Cuadro del servicio de la deuda	
5.3 ) Fuente de Financiación -----	80
5.3.1. Aporte de Capital	
a) Accionistas Prefe renciales	
b) Accionistas comunes	
5.3.2. Préstamos a Mediano Plazo	
a) Bonos	
b) Préstamo por Entidades Financieras.	
5.4. Costos y Egresos	
5.4.1. Costo Total por disparo y por metro lineal	
5.4.2. Costo de operacion	
5.4.3. Gastos Administrativos	
5.4.4. Gastos financieros	
5.4.5. Cargas por depreciación	
5.4.6. Carga por amortización de préstamos	

5.5.)	Ingresos por producción -----	100
5.6.)	Evaluación del costo de capital de la empresa -----	102
5.6.1.)	Concepto del costo de capital o mínima ta sa de retorno	
5.6.2.)	Cálculo del costo de capital promedio	
5.7.)	Flujo de fondos netos -----	106
5.8.)	Evaluación del VAN y el TIR económico y financiero. -----	107
<b>VI.-</b>	<b><u>ANALISIS DE REEMPLAZO DE EQUIPO</u></b>	
6.1.)	Concepto de reemplazamiento -----	108
6.2.)	Concepto de vida económica -----	109
	- Determinación de la vida económica	
6.3.)	Alternativas de reemplazo -----	112
	1.) Mantenimiento mayor (Overhaul)	
	2.) Reemplazar por otro equipo nuevo	
	3.) Retener el equipo un año mas de trabajo	
6.4.)	Recomendaciones -----	115
<b>VII.-</b>	<b><u>MANTENIMIENTO DE EQUIPOS</u></b>	
7.1.)	Objetivos -----	117
7.2.)	Tipos de Mantenimiento -----	117
	7.2.1.) Mantenimiento preventivo	
	7.2.2.) Mantenimiento correctivo	



7.3.) Condiciones para una buena operación -----	118
- Entrenamiento de operadores	
- Condiciones de trabajo	
- Condiciones de seguridad	
7.4.) Recomendaciones para el buen uso y estado de los equipos -----	120
<b>VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----</b>	<b>121</b>
<b>APENDICE</b>	<b>124</b>
<b>BIBLIOGRAFIA -----</b>	<b>135</b>

## I. INTRODUCCION

### 1.1 GENERALIDADES

El presente tema, tratará sobre la necesidad de hacer un estudio técnico, económico y financiero para una selección correcta de los equipos Tracklees.

Consideramos que es un tema bastante común y de constante preocupación, sobre todo cuando la inversión es elevada, y la diversidad de marcas de equipos, para cada tipo de actividad en que nos ofrece su precio, avances técnicos y capacidad de producción, nos harán confundir en su elección, y para esto es necesario contar con herramientas que nos permita hacer una buena elección con el mejor criterio técnico económico y sobre todo financiera.

El entendimiento y comprensión de estas necesidades hará que el proyecto minero de trabajo subterráneo sea o no rentable.

Ahora, no basta realizar una buena selección de equipo, comprarla y operarla luego, sino también, lo más importante, de mantenerlo en buen estado de conservación y operación; para esto es necesario

contar con un programa de mantenimiento integral de cada máquina, la cual también nos facilitará para el cálculo de su vida económica y reemplazarlo oportunamente estos equipos.

## 1.2 EL CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio es un caso hipotético, en el cual se trata de hacer un estudio de prefactibilidad para la formación de una empresa de ejecución de obras mineras.

Las obras mineras consiste en desarrollar:

- RAMPA, de sección 4 x 5 m<sup>2</sup> (alto x ancho) de una longitud total de 4,100 mts. y una gradientes de -10% .
- CORTADO, de sección 3.5 x 3.5 m<sup>2</sup> con una longitud de 400 mts. y gradientes de 0.5% .
- GALERIA BY PASS, de sección 2.5 x 2.8 m<sup>2</sup> de una longitud total de 2,040 metros y gradiente de 0.2%

Estas obras se realizarán sobre esteril y están programadas para un periodo de 5 años.

La necesidad de cumplir con un programa pre-establecido, teniendo en cuenta, también, su sección y longitud de estas obras, nos lleva hacer

un estudio de selección de equipo, la cual será realizado a precios y valores constantes.

La inversión para estos equipos es bastante alta, se cuenta con un capital, aportado por accionista, del 35% el resto se financiará vía préstamo.

Como se podrá observar posteriormente en el capítulo de evaluación empresarial, este proyecto es rentable.

### **1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO**

El objetivo principal de este trabajo es de presentar una metodología en el análisis de selección de equipos Tracklees, teniendo en cuenta aspectos técnicos, económicos y financieros, desde su adquisición hasta su reemplazo final.

Carecería de sentido hacer un estudio de selección de equipos Tracklees si en este proyecto no se justifica la inversión de estos equipos, razón por la cual el otro objetivo importante es determinado, la rentabilidad del presente estudio.

### **1.4 CONCLUSION FINAL**

La realización del presente estudio nos lleva a los fines que todo Ingeniero de Minas persigue que son: obtener una máxima productividad a un menor

costo posible.

Todo lo contrario, los efectos de una mala selección de equipo trae:

Sobredimensionamiento del tamaño del equipo ocasionando un mayor costo tanto en inversión, combustible, ventilación y repuestos, así como una sobre excavación en la sección de las labores.

Descontento y molestia en el personal que opera estas máquinas, ocasionando una baja productividad además de la mala operación que le da, determinando un deterioro prematuro del equipo.

A continuación pasaremos a desarrollar el estudio.

## II. ANALISIS TECNICO

### 2.1 RESUMEN

En esta primera parte desarrollamos el aporte técnico del análisis de selección de equipos Tracklees.

Iniciamos, con el caso de estudio con un programa de producción anual y mensual, lo que nos dará los lineamientos u objetivos al análisis técnico; hacemos el planeamiento de selección lo que incluye la característica geológica de la zona, la productividad que se requiere en la operación, las marcas mas importantes de equipos Tracklees en nuestro medio.

Luego viene el análisis de selección con las dimensiones de los equipos y sus parámetros de producción respectivo, los datos técnicos comparativos incluyendo la disponibilidad de repuesto y su vida útil de cada equipo.

Por último hacemos la labor de depuración que en esta primera parte no es notorio la diferenciación.

## 2.2 EL CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio en el cual gira este trabajo, se trata de la formación de una empresa de labores mineros la cual desea participar en trabajo de ejecución de obra del siguiente tipo:

Rampas	Seccion 4x5	gradiente -10%
Cortadas	" 3.5x3.5	gradiente +0.5%
Galeria ByPass	" 0.25x2.8	" +0.2%

Con una longitud total de 6,900 mt. todos ellos desarrollados en estéril.

La empresa en formación debe aportar sus propios equipos personal de trabajo, tanto de perforación limpieza y transporte, así como de personal respectivamente para ello es necesario hacer un estudio de análisis de selección de equipo técnico, económico y financiero dado que gran parte de la inversión de estos equipos es necesario ser financiado.

### PROGRAMA DE DESARROLLO

El siguiente programa de desarrollo debe ser cumplido en un mínimo de 95% en un lapso de 5 años, para ello es necesario contar con equipos Track-lees dado a su velocidad de desarrollo.

PROGRAMA DE PRODUCCION ANUAL

	SECCION H <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	TOTAL H <sup>2</sup>
RAMPA - 18 %	4 x 5	1500	700	800	700	400	4100
CORTADA	3.5 x 3.5	0	400	300	100		800
GALERIA BY PASS	2.5 x 2.8	0	400	420	420	800	2040
		1500	1500	1520	1220	1200	6940



PROGRAMA DE MENSUAL DE PRODUCCION POR AÑO

	MES. AÑO	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	TOTAL	CANTIDAD DE DISPARO
RANPA CORTADA GALERIA	1	125 -	125 -	125 -	125 -	125 -	125 -	125 -	125 -	125 -	125 -	125 -	125 -	1500	421
RANPA CORTADA GALERIA	2	50 40	50 40	60 40 40	60 40 40	60 40 40	60 40 40	60 40 40	60 40 40	60 40 40	60 40 40	60 40 40	60 40 40	700 400 400	196 112 112
RANPA CORTADA GALERIA	3	75 35	75 35	75 35	75 35	70 20 35	70 40 35	70 40 35	70 40 35	70 40 35	70 40 35	70 40 35	70 40 35	800 300 420	224 84 118
RANPA CORTADA GALERIA	4	50 25 35	50 25 35	60 25 35	60 25 35	60 35	60 35	60 35	60 35	60 35	60 35	60 35	60 35	700 100 420	196 25 118
RANPA CORTADA GALERIA	5	50 70	50 70	50 70	50 70	50 70	50 70	50 70	50 70	50 70	50 70	50 70	50 70	400 800	112 224

## 2.3 PLANEAMIENTO DE SELECCION

### 2.3.1 Geología de la Zona de Trabajo

El proyecto de rampa se realizará sobre la caja piso de la veta principal, la roca encajonante es un intrusivo del tipo monzonítico, con textura porfirítica y fenocristales de ortosa, puede ser considerado como muy dura, y estable por lo tanto no requiere sostenimiento.

Del mismo modo es para la cortada y la galería By pass.

### 2.3.2. Altitud de la Zona de Trabajo

Este es un factor importante en la selección de equipo, se sabe que los motores de combustión interna pierden potencia conforme la máquina trabaja a una mayor altura sobre el nivel del mar, es decir la capacidad de combustión del motor se ve reducida debido a la escasa cantidad de oxígeno en las alturas.

Para este caso de estudio la altitud es de 4,500 metros sobre el nivel del mar, y se considera que todos los motores de combustión de los equipos están calibrado para esa altitud.

### 2.3.3. Productividad requerida en la operación

Se ha considerado dos tipos de actividades.

- Perforación, y
- Limpieza y transporte

#### Perforación

Para esta actividad se le ha asignado en turno completo de 8 hrs, distribuido de la siguiente forma:

1) Traslado a la labor	0.5 horas
2) Desplazamiento y perforación de los equipos	1.0 "
3) Perforación neta	4.0 "
4) Carguio y disparo	1.5 "
5) Ventilación y salida	<u>1.0</u> "
	8.0

#### Calculo de número de taladros (N)

Aplicando la siguiente fórmula empírica

$$N = \frac{P}{E} + KS$$

donde:

$$P = \sqrt{S} \times 4$$

$$E = 0.5 \text{ (Roca dura)}$$

$$K = 2 \text{ (Roca dura)}$$

$$S = \text{Sección neta de perforación M2}$$

Para rampa:

$$S = 4 \times 5 - 2 = 18$$

Reemplazando fórmula:

$$N = \frac{18 \times 4 + 2 \times 18}{0.5}$$

$$N = 70 \text{ taladros.}$$

Para cortado

$$S = 3.5 \times 3.5 - 1 = 11.25$$

$$N = \frac{11.25 \times 4 + 2 \times 11.25}{0.5}$$

$$N = 50 \text{ taladros.}$$

Para galería By Pass

$$S = 2.5 \times 2.8 - 1 = 6$$

$$N = \frac{6 \times 4 + 2 \times 6}{0.5}$$

$$N = 31 \text{ taladros.}$$

Cálculos de Cargas Explosivas

Longitud de taladros = 396 mts.  $\emptyset = 38 \text{ mm.}$

Eficiencia de disparo = 90%

Medida del cartucho,  $\emptyset = 1 \frac{1}{8}'' = 2.857 \text{ cm.}$

$l = 7'' = 17.78 \text{ cm.}$

Peso de cartucho = 125 gr.

Densidad semexa 65 % = 1.09 gr. 1 cm<sup>3</sup>

Cálculo de Carga por Taladros Qb:

Considerar que se cargará los  $\frac{3}{4}$  de la longitud

del taladro:

$$Q_b = \frac{3 \times L \times \pi (d)^2 \times P_e}{4 \times 4}$$
$$= \frac{3}{4} \times 396 \times \frac{\pi (2.857)^2}{4} \times 1.09$$
$$Q_b = 2.075 \text{ Kg. / taladro}$$

Cálculo de Carga Total Qt por disparo

$$Q_t = N \times Q_b$$

Para Rampa : N = 70 taladro

$$Q_t = 70 \times 2.075$$

$$Q_t = 145.25 \text{ Kg (disparo)}$$

Para Cortada : N= 50 taladros

$$Q_t = 50 \times 2.075$$

$$Q_t = 103.75 \text{ Kg (disparo)}$$

Para Galería By Pass : N = 31 taladro

$$Q_t = 31 \times 2.075$$

$$Q_t = 64.325 \text{ Kg (disparo)}$$

Cálculo de Velocidad de Perforación Mínima

Para perforar 70 taladros de 3.96 metros de longitud se requiere 4 horas, según la asignación de tiempo su velocidad de perforación mínima es de:

$$\frac{70 \times 3.96}{4 \times 60} = 1.155 \text{ metros/minuto}$$

La perforadora debe tener una velocidad de 1.155

mts/min. para cumplir con el tiempo establecido.

### Limpieza y Transporte

Para la limpieza del frente de rampa se le ha asignado 6 horas por turno o disparo.

### Cálculo del Volumen de Material Suelto

- Longitud de taladros = 3.96 mts.
- Eficiencia de disparo = 90%
- Peso específico insitu = 2.6 TM/m<sup>3</sup>
- % de esponjamiento = 60%
- Peso específico del material suelto =  $\frac{2.6}{1.6} = 1.625$  TM/m<sup>3</sup>
- Volumen removido =  $5 \times 4 \times 3.96 \times 0.9 \times 1.6$   
Volumen = 114 m<sup>3</sup> (disparo)

Productividad requerida :

$$\frac{114 \text{ m}^3}{6 \text{ h}} = 19 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Para Cortado:

$$\text{Volumen} = 70 \text{ m}^3 \text{ (disparo)}$$

Para Galería:

$$\text{Volumen} = 40 \text{ m}^3 \text{ (disparo)}$$

## 2.4 MARCAS Y MODELOS DE EQUIPOS TRACKLEES IMPORTANTES

Uno de los factores que también inciden en la selección de equipos Tracklees son las marcas;

los equipos de marca de renombre mundial establecidos en el Perú, son los más confiables, ya que dispone de servicio técnico y repuestos en el momento que lo necesite, en contra parte estos equipos mayormente son más costosos que otras marcas.

A continuación presentamos marcas y modelos importantes:

Perforación: EQUIPO : JUMBO

- 1) MARCA : ATLAS COFCO (Suecia)  
MODELO : BOOMER H 127  
CARACTERISTICAS : 2 Brazos con perforadoras COF 1032 y brazos articulados, electro hidraulicos propulsado con motor Diesel.
  
- 2) MARCA : ATLAS COFCO (Suecia)  
MODELO : BOOMER H 126  
CARACTERISTICAS : 1 brazo, característica igual que la anterior.
  
- 3) MARCA : SECOMA (Francia)  
MODELO : PLUTON 17  
CARACTERISTICAS : 2 brazos, con perforadora HYDRASTA2 300 HAMMER, brazos

articulado electrohidráulico,  
propulsado con motor Diesel.

- 4) MARCA : SECOMA (Francia)  
MODELO : MERCURY 14  
CARACTERISTICAS : 1 brazo características  
idénticas que la anterior.

Limpieza: EQUIPO : SCOOPTRAMS

- 1) MARCA : WAGNER (USA)  
MODELO : ST - 2D  
CARACTERISTICAS : Capacidad de cuchara: 2 d3  
propulsado con motor Diesel.

- 2) MARCA : WAGNER (USA)  
MODELO : ST - 3.5  
CARACTERISTICAS : Capacidad de cuchara 3.5 pd3 y  
propulsado con motor Diesel.

- 3) MARCA : EIMCO JERUIS CLARK (Canadá)  
MODELO : EJC 130  
CARACTERISTICAS : Capacidad de cuchara 3.5 pd3 y  
propulsado con motor Diesel.

Transporte: EQUIPO : VOLQUETE

- 1) MARCA : WAGNER (USA)  
MODELO : MT 414 - 30



CARACTERISTICAS : Capacidad de tolva 7.2 m<sup>3</sup> y  
capacidad de transporte 12.70  
TM.

2) MARCA : EIMCO JERUIS CLARK (Canadá)  
MODELO : EJC 415  
CARACTERISTICAS : Capacidad de tolva: 8.07 m<sup>3</sup>  
Capac. de transporte: 13.64 TM

3) MARCA : G H H (Alemania)  
MODELO : MK - A 12.1  
CARACTERISTICAS : Capacidad de tolva : 6.6 m<sup>3</sup>  
Capacidad de transporte: 12 TM

## 2.5 ANALISIS DE SELECCION

En este acápite analizaremos las características técnicas de los equipos, así como en performance y tiempo de depreciación.

### 2.5.1 Dimensiones de los Equipos

Las medidas de las labores son:

	RAMPA	CORTADA	GALERIA BY PASS
ANCHO	5 mts.	3.5 mts.	2.5 mts.
ALTO	4 mts.	3.5 mts.	2.8 mts.
SECCION	20 mts <sup>2</sup>	12.25 m <sup>2</sup>	7.0 mts <sup>2</sup> .

Perforación: Las medidas de los equipos son:

	H 127	H 126	PLUTON 17	MERCURY 14
ANCHO	1.90	1.65	3.30	2.45
ALTO	2.25	2.10	2.58	2.33
LARGO	10.50	10.25	11.13	8.90
RADIO INTERIOR	3.00	3.00	3.375	3.60
RADIO EXTERIOR	5.10	5.10	6.450	5.50
ANCHO MIN CURVATURA	3.30	3.30	3.97	2.90

Los Jumbos Atlas Copco de la serie Boomer H120 están diseñados para perforar área de 5 a 45 m<sup>2</sup>.

Los Jumbos Secoma de los modelos Plutón 17 y Mercury 14 puede perforar áreas de 6.5 m<sup>2</sup> a 48 m<sup>2</sup>.

Limpieza

	ST - 2D	ST 35	EJC 130
ANCHO	1.55 mts.	1.83	1.98 mts.
ALTO	2.01	2.23	2.26 mts.
LARGO			8.45 mts.
RADIO INTERIOR	2.67	2.80	3.20 mts.
RADIO EXTERIOR	4.70	6.40	5.740 mts.

ANCHO MIN CURVATURA	2.73	3.33	3.38 mts.
---------------------	------	------	-----------

La altura media de levante del cucharón de los Scoop ST-2D ST 35 y EJC 130 es 2.80 mt. lo mínimo para llenar los volquetes.

Transporte

	MT 414.30	AJ 415	MK A 12.1
ANCHO	2.21	2.21	1.82
ALTO	2.13	2.30	1.75
LARGO		6.93	8.42
RADIO INTERIOR	3.58	3.05	5.30
RADIO EXTERIOR	6.10	6.0	7.96
ANCHO MIN CURVATURA	3.56	3.75	4.90

Los claros que hay entre los laterales y el techo de las labores con respecto a los equipos, esto se encuentra dentro del margen establecido.

2.5.2 Parámetros de Producción de los Equipos

Como se les han asignado tiempos para cada actividad, se ha calculado la productividad deseada.

Es necesario, por lo tanto encontrar ciertos parámetros de los equipos, luego verificar para que estos cumplan con los requerimientos deseados.

### Perforación

Se tiene referencia que con un Jumbo Boomer H 115 de Atlas Copco que posee la misma perforadora COP 1038 que de la serie H 120 de Atlas Copco, el tiempo aproximado para perforar un taladro de 13" es de 3 minutos en roca dura.

Para 70 taladros que se requieren en frente de Rampa se tardarán  $70 \times 3 = 210$  minutos + 10% tiempo por maniobra:

$$70 \times 3 + 21 = 3 \text{ horas } 51 \text{ minutos}$$

Este tiempo está dentro de lo asignado que es de 4 horas. Con su Jumbo de 2 brazos el tiempo empleado será la mitad de lo calculado.

$$3 \text{ h } 51 \text{ min. } \div 2 = 1 \text{ h } 55 \text{ min.}$$

Para los Jumbos Secoma no se ha tenido referencia alguna, como las especificaciones técnicas que aparentemente son similares a la Atlas Copco, la cual asumiremos que poseen el mismo tiempo de perforación.

### Limpieza y Transporte

Estas dos actividades están íntimamente ligadas, la cual haremos el estudio en conjunto.

Algunas características importantes es necesario recordar:

- La asignación a tiempo de limpieza es de 6 horas por disparo.
- Volumen por disparo = 114 m<sup>3</sup>
- P.e. material suelto = 1.625 TM/m<sup>3</sup>
- Productividad requerida = 19 m<sup>3</sup>/hora
- Velocidad promedio del Scootramp = 5 Km/hora
- Velocidad promedio de Volquete = 6 Km/hora
- Asumir 55 minutos de operación por hora.

Para la limpieza, se han seleccionado 3 modelos de Scooptram, cuya capacidad de carga y transporte son:

		ST - 2D	ST 3.5	EJC 130
VOLUMEN:				
S.A.E.	Yd <sup>3</sup>	2	3.5	3.5
	m <sup>3</sup>	1.53	2.7	2.7
PESO:	TM	2.72	5.4	5.9

Transportando la cuchara con carga colmada, es necesario verificar si la capacidad de transporte con peso esta dentro de lo permitido:

$$ST - 2D \quad PESO = 1.53 \times 1.625 = 2.48 \text{ TM}$$

$$ST - 3.5 \quad PESO = 2.7 \times 1.625 = 4.38 \text{ TM}$$

$$EJC 130 \quad PESO = 2.7 \times 1.625 = 4.38 \text{ TM}$$

Se puede observar que los tres modelos son aceptados.

Para el transporte de carga, también se han seleccionado tres modelos de volquetes cuya capacidad en peso y volumen son:

		MK A12.1	MT 414-30	EJC 415
PESO:	TON	13.23	14	15
	TM	12.0	12.70	13.64
VOLUMEN	m3	6.6	7.20	8.07

Asumiremos lo siguiente:

El ancho de rampa permite que el Scooptram cargue directamente al volquete a una distancia de 10 a 15 metros de frente.

El número de pases está dado por:

$$= \frac{\text{Volumen del volquete } m^3}{\text{Volumen cuchara } (m^3) \times 0.98}$$

El peso de carga del volquete esta dado:

$$= \text{Nq de pases} \times \text{volumen cuchara} \times 1.625 \times 0.98$$

En el número de pases para el carguío a los volquetes hemos considerado un número entero si el cociente nos resulta fraccionado asumiremos el entero inmediato superior.

Con estos datos obtenemos al siguiente cuadro que nos permitirá evaluar la capacidad de transporte

de carga de los volquetes.

		6.6 MK - A 12.1	7.2 MT 414 - 30	8.07 EJC 415
ST 2D	No Pases	5	5	5
1.53 m3	Peso TM	12.2 X	12.2 ✓	12.2 ✓
ST 3.5	No Pases	3	3	3
2.7	Peso TM	12.9 X	12.9 X	12.9 ✓
EJC 130	No Pases	3	3	3
2.7	Peso TM	12.9 X	12.9 X	12.9 ✓

Analizando el peso de carga de los volquetes se puede ver que se descarta el MK - A 12.1 de GHH. Ya que no es compatible con ninguno de los Scooptram que los alimentará en carga.

Los dos volquetes restantes el MT - 413 - 30 y el EJC 415 si pueden ser seleccionados, incluyendo los tres Scooptram.

El Scooptram ST 2D es compatible con el volquete MT 414-30 y el EJC 415.

El Scooptram ST 3.5 es compatible con EJC 415 y el Scooptram EJC 130 es compatible con los dos volquetes antes mencionados.

Para el cálculo de la productividad horario aplicaremos la siguiente fórmula.

$$R = \frac{A n \times 55 \times L}{t + t'' - \frac{2D}{1667 \times V}}$$

Donde:

n = # de pases = 3

L = Volumen de cuchara Scooptram = 27 m<sup>3</sup> y 1.53 m<sup>3</sup>

t' = Tiempo de volteo, descarga del volquete = 1 m.

t" = Tiempo total para cargar al volquete = 6m y 8m

D = Distancia de trayecto = 1500 metros

V = Velocidad promedio del volquete Km/hr.

Para el MT - 414-30

$$R = \frac{5 \times 1.53 \times 55}{1 + 8 + 2 \times 1500} \times \frac{16.67 \times 6}{16.67 \times 6}$$

$$R = 10.79 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Para el EJC - 415

$$R = \frac{3 \times 2.7 \times 55}{1 + 6 + 2 \times 1500} \times \frac{16.67 \times 6}{16.67 \times 6}$$

$$R = 12.04 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Ambos volquetes no satisfacen con la producción requerida que es de 19 m<sup>3</sup>/hora por lo que es necesario aumentar el número de volquete dicho cálculo lo veremos en el siguiente capítulo.

### 2.5.3 Datos Mecánicos Comparativos

Presentamos los datos técnicos más importantes



para su respectiva comparación. A cada Jumbo lo estamos dividiendo en cinco partes: chasis, brazos, perforadoras, el sistema de potencia:

		H 127	H 126	PLUTON 17	MERCURY 14
CHASIS	Modelo	DC - 15	DC - 6		
	Angulo de Artricula	41°	41°	35°	38°
	MO- Modelo	F5L 912H	F5L 912H	F5L 912H	F5L 912H
	TOR Potencia	75 HP	55 HP	82 HP	55 HP
	Sistema de freno	HIDRAU. DISCO	HIDRAU. DISCO	HIDRAU. DISCO	HIDRAU. DISCO
	Velocidad Max	13 KM/hora	13 KM/hora		
BRAZOS	HO	2	1	2	1
	Modelo	2xBUT-25	2xBUT-25	2xB26-F	B-26
	Peso	2x1798 Kg	1x1798 Kg	2x1988 Kg	1x1988 Kg
	Extension	1.25 mts	1.25 mts	1.28 mts	1.28 mts
	Rotacion de Avance	368°	368°	328°	328°
AVANCE	Modelo	2x BMH 1288	2x BMH 1288	2x CC 2588	2x CC 2512
	Longitud	5.5 mts	5.5 mts	5.27 mts	5.27 mts
	Tipo de Barrenos	38 mm	38 mm	38 mm	38 mm
	Peso	248 Kg	248 Kg	428 Kg	428 Kg
PERFORA-DORAS	Modelo	2xCOP 1832 HD	2xCOP 1832 HD	Hidrastar 388	Hidrastar 388
	Longitud	2x8.985	8.985	2x8.938	1x8.938
	Peso	135 Kg	135 Kg	138 Kg	138 Kg
	Tipo de barra usar	R-38	R-38	R-38	R-38
	Frecuencia Impacto	48-68 Hz	48-68 Hz	48-58 Hz	48-58 Hz
POWER PACK	Motor	2x48 HP	1x48 HP	2x58 HP	1x58 HP
	Voltaje	448 V	448 V	448 V	448 V
	Bomba Hidraulica	2xRadial	2xRadial	2xRadial	2xRadial
	Presion	158-258BAR	158-258BAR	MAX-258BAR	MAX-258BAR
	Long Cable Electr.	128 mts	128 mts	125 mts	95 mts
	Iluminacion	2x1588w	2x1588w	1x1588w	1x1588w

MODELO	S C O O P T R A K			VOLQUETE	
	ST - 20	ST - 35	EJC 138	MT-414-38	EJC 419
CAPACIDAD VOLUMEN M <sup>3</sup>	1.53	2.7	2.7	7.28	8.87
CAPACIDAD TRANSPORTE TM	2.72	5.4	5.9	12.78	13.64
MOTOR, MODELO	F6L-912M	F8L-413M	F8L-413M	F8L-413M	F8L-413M
POTENCIA (HP)	81	135	132	135	138
COMPENSADOR ALTITUD	Si	No	No	Si	No
CONSUMO COMBUSTIBLE G1/h	4	6.5	6	6	8
REFRIGERACION	Aire	Aire	Aire	Aire	Aire
PURIFICADOR DE GASES	CATALITICO	CATALITICO	CATALITICO	CATALITICO	CATALITICO
TRANSMISION MODELO	Clark	Clark	Clark	Clark	Clark
VELOCIDAD	4	4	4	4	4
CAPACIDAD TANQUE COMBUSTIBLE	39	37	48	37	39
TAMANO LLANTAS	1200x24	1400x24	1750x25	1400x24	1400x24
PESO (Lb)	24,888	36,888	35,888	38,888	33,188

#### 2.5.4 Datos Complementarios

En este acápite hemos considerado la disponibilidad de repuesto, en nuestro medio y la depreciación de los equipos, es decir la vida útil en horas. También hemos considerado tres calificaciones para la atención y servicio de repuesto muy buena, buena y regular.

buena.- Cuando el fabricante tiene una sucursal en nuestro medio con un mercado amplio.

Buena.- Cuando el fabricante tiene una representación en nuestro medio con un mercado aceptable.

Regular.- Cuando el fabricante tiene un representante con un mercado restringido por los pocos equipos vendidos en nuestro medio.

Malo.- Cuando no tiene representante.

#### Perforación

	H 127	H 126	PLUTON 17	MERCURY 14
Disponib. de repuesto	Muy buena	Muy buena	Regular	Regular
Vida útil	18,000	18,000	18,000	18,000

#### Limpieza y Transporte

	ST 2D	ST 3.5	EJC 130	MT 414 30	EJC 413
Disponib. de repuesto	buena	buena	buena	buena	buena
Vida útil	10,000	10,000	12,000	18,000	18,000

## 2.6 RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES

En las evaluaciones del aporte técnico, las comparaciones de los equipos, no son tan marcadas o definibles, como para hacer la elección respectiva.

Por ejemplo en la perforación, el performance y los datos técnicos, incluyendo su tamaño de los cuatro Jumbos, son aceptables para nuestro requerimiento; en cuanto a la disponibilidad de respuesta de los Jumbos SECOMA, tiene cierta desventaja con los Jumbos Atlas Copco, debido a la poca existencia en nuestro medio de este equipo.

Referente a la limpieza y transporte, hemos desechado el volquete GHH modelo MK - A, 12.1 por lo problemático o difícil que resulta en llenar su tolva con los diferentes modelos de Scooptrams, esto por la cantidad de cuchara o pases en un número entero, lo que determinó que el operador del Scooptram tiene que hacer un viaje con la mitad de su volumen de carga aproximadamente.

### III. ANALISIS ECONOMICO

#### 3.1 RESUMEN

Del análisis técnico visto anteriormente, el siguiente análisis económico, es el complemento para la elección del equipo trackclees.

En esta parte veremos el costo de inversión de equipo y sus dos alternativas de elección, el costo de operación y costo de producción que es el factor concluyente en la selección de equipo.

Luego veremos el análisis del número de volquete requerido y un estudio sobre los métodos de depreciación y la elección del más económico.

A continuación describiremos la fórmula de la matemática financiera y algunas definiciones importantes.

#### Fórmulas de las matemáticas financieras

$$S = P (1 + i)^n = P FSC \begin{matrix} i \\ n \end{matrix}$$

$$P = \frac{S}{(1 + i)^n} = S FSA \begin{matrix} i \\ n \end{matrix}$$

$$S = \frac{R \times (1 + i)^n - 1}{i} = R FCS \begin{matrix} i \\ n \end{matrix}$$

$$R = \frac{S \times i}{(1+i)^n - 1} = S \text{ FDFA } \frac{i}{n}$$

$$P = \frac{R \times (1+i)^n - 1}{i(1+i)} = R \text{ FAS } \frac{i}{n}$$

$$R = \frac{P \times (1+i)^n \times i}{(1+i)^n - 1} = P \text{ FRC } \frac{i}{n}$$

Donde:

P = Monto inicial

S = Monto final

R = Cuota constante

n = Periodo de tiempo

i = Tasa efectiva de interés

Vida útil. - Es el periodo de tiempo en el cual un equipo rendirá un Servicio útil.

### Valor en Libro

De un activo se refiere a la diferencia entre su costo original y el total de depreciación cargado hasta la fecha, es decir, representada el valor del activo a la fecha.

### Valor de Desecho o Salvamento o Rescate

Es el valor neto que se espera obtener de un activo al final de su vida útil. Esta cantidad se calcula usualmente en el momento de la compra.

calcula usualmente en el momento de la compra.

### Costo de Oportunidad

Cada propietario de capital tiene más de una oportunidad de invertir su dinero, cada vez que acepta una de estas oportunidades pierde la ocasión de invertir en otra y así pierde el beneficio que hubiera podido tener en este último.

### Tasa de Interés en Ahorro y Préstamo

Hemos considerado la tasa de interés de ahorro en 8% anual, que es la mínima tasa de interés que nuestra inversión podría tener, es considerando como el costo de oportunidad sin riesgo.

La tasa de interés de préstamo, es del 18% anual considerado como efectiva, la cual cobra las entidades financieras actualmente.

## **3.2 ANALISIS DE SELECCION DE LOS EQUIPOS**

### **3.2.1 Valor de Adquisición de los Equipos** **Respectivamente**

Sobre el precio FOB se ha considerado un 50% adicional para obtener el precio de adquisición, incluido la tasa arancelaria, I.G.V., etc.

PERFORACION.

	ATLAS COFCO		SECONA	
	H 127	H 126	FLUTOR 17	MERCURY 14
Precio FOB.	437,000	273,000	380,000	220,000
50 %	210,000	137,000	190,000	110,000
Valor Adquisicion	655,000	410,000	570,000	330,000

LIMPIEZA.

	WAGNER		JERVIS CLARK
	ST - 20	ST - 3.5	EJC 130
Precio FOB.	132,000	187,000	150,000
50 %	66,000	93,000	75,000
Valor Adquisicion	198,000	280,000	225,000

TRANSPORTE.

	14 ton.	15 ton.
	MT-414-30	EJC 415
Precio FOB.	160,000	145,000
50 %	80,000	73,000
Valor Adquisicion	240,000	218,000



### 3.2.2 Costo de Inversión de los Equipos Respectivamente

Esta es una de las formas de comparar equipos de diferentes marcas, ya que se trata de conseguir el menor costo, considerando una larga vida de las máquinas con el menor gasto.

Hay dos maneras de hallar el costo de inversión:

1. Costo de propiedad anual
2. Costo equivalente anual

#### 1. Costo de Propiedad Anual (C.P.A.)

Es el de mayor uso, proviene de la suma de la depreciación anual más los intereses del capital invertido.

Se procede de la siguiente forma:

- a). Se calcula la depreciación anual por el método lineal.

$$D = \frac{P}{n} = \frac{\text{Valor del equipo}}{\text{año de depreciación}}$$

- b). El siguiente paso, se calcula el interés del capital, invertido anual, que es la fórmula para hallar el interés total al rebatir dividido entre el número de años depreciado.

$$I = \frac{(n + 1) \times P \times i}{2n}$$

$i$  = es una tasa de interés activa

c). Se suma  $a + B$

$$C.P.A. = D + I$$

Aplicando estas fórmulas los siguientes cuadros es el resultado.

PERFORACION.                     $n = 5$        $i = 18\%$

	H 127	H 126	PLUTON 17	MERCURY 14
Precio	655,888	418,888	578,888	338,888
Depreciacion D	131,888	82,888	114,888	66,888
Interes I	78,748	44,288	61,568	35,648
C.P.A.	281,748	126,288	175,568	181,648

LIMPIEZA.                     $n = 3$        $i = 18\%$

	ST - 2D	ST - 3.5	EJC 138
Precio	198,888	288,888	225,888
D	66,888	93,333.33	75,888
I	23,768	33,688	27,888
C.P.A.	89,768	126,933.33	182,888

TRANSPORTE.                     $n = 5$        $i = 18\%$

	Mt-414-38	EJC 415
Precio	248,888	218,888
Depreciacion D	48,888	43,688
Interes I	25,928	23,544
C.P.A.	73,928	67,144

## 2. Costo Equivalente Anual (C.E.A.)

Esta forma es la más real y exacta, el costo por inversión se va capitalizando durante todo el periodo de su vida útil, obteniéndose una cuota anual constante.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$C.E.A. = \frac{P \times i \times (1 + i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Consideramos  $i =$  tasa activa  $= 18\%$

PERFORACION.       $n = 5$        $i = 18\%$

	ATLAS COPCO		SECOMA	
	H 127	H 126	PLUTON 17	MERCURY 14
Precio	655,000	410,000	570,000	330,000
C.E.A.	209,455	131,110	182,275	105,527

LIMPIEZA.       $n = 3$        $i = 18\%$

	ST - 2D	ST - 3.5	EJC 130
Precio	190,000	280,000	225,000
C.E.A.	91,065	120,700	103,485

TRANSPORTE.       $n = 5$        $i = 18\%$

	KT-414-38	EJC 415
Precio	248,888	218,888
C.E.A.	76,758	69,718

### 3. Comparación de los dos métodos

Una de las formas de comparar ambos métodos es mediante el valor presente, que es la actualización de las cuotas halladas (cuotas constante) durante el periodo de vida útil.

El valor presente hallado es el costo de inversión, si es igual o mayor se acepta, de lo contrario se rechaza.

Se aplica la siguiente fórmula:

$$P = \sum_n^1 R \cdot \frac{1}{(1+i)^n} = R \sum_n^1 \frac{1}{(1+i)^n}$$

Donde:

P = valor presente o costo de inversión.

R = costo de propiedad o costo equivalente anual.

PERFORACION.       $n = 5$  Años       $i = 18\%$  Anual

		H 127	H 126	PLUTON 17	MERCURY 14
C.F.A.	R	281,748	126,288	175,568	181,648
	P	638,875	394,988	549,886	317,846
C.E.A.	R	289,455	131,118	182,275	185,527
	P	655,881	418,883	578,885	338,881

LIMPIEZA.       $n = 3$  Años       $i = 18\%$

		ST - 2D	ST - 3.5	EJC 138
C.F.A. Precio	R	89,768	126,933	182,888
	P	195,163	275,987	221,775
C.E.A.	R	91,865	128,788	183,485
	P	198,888	288,888	225,888

TRANSPORTE.       $n = 5$  Años       $i = 18\%$

		MT-414-38	EJC 415
C.F.A. Precio	R	73,928	67,144
	P	231,168	289,978
C.E.A.	R	76,758	69,718
	P	248,881	218,888

### Recomendaciones

En el análisis de los resultados obtenidos se puede observar que el valor presente por C.P.A. es mucho menor que el costo de inversión, es decir, este método no es económico ya que en lugar de recuperar lo invertido se pierde.

Se recomienda elegir el método del costo equivalente anual.

### 3.2.2 Costo de Operación Anual C.O.A.

Se ha considerado en el costo de operación todos los costos que influye directamente en el equipo, no se ha considerado los costos de mano de obra.

PERFORACION... Considerar: 3888 horas/año de trabajo

		H 127		H 126		PLUTON 17		MERCURY 14
Energía 8.8662 \$/kw. h.	2x 38kw	11,916	1x 38kw	5,958	2x 58kw	14,816	1x 58kw	7,488
Repuesto y Mantenimiento	55%	115,288	36%	39,333	55%	188,251	38%	31,658
Prevision Stand By	15%	31,428	18%	13,111	15%	27,348	18%	18,155
Mantenimiento Mayor	38%	62,835	28%	26,222	38%	54,685	28%	21,185
C.O.A. TOTAL:		221,371		84,624		197,892		78,726

Limpieza. Para los Scooptrams se le ha asignado 3600 hr./año.

		ST - 20		ST - 3.5		EJC 138
Combustible 1.15 \$/gal.	2.6 gal/h.	18,764	8 gal/h.	33,128	8 gal/h.	33,128
Repuesto y Mantenimiento	55%	58,886	55%	78,838	55%	56,917
Llantas	6588 488h	65,888	6888 588h	54,488	7888 588h	56,888
C.O.A. TOTAL:		125,858		157,958		146,837

Transporte. Al igual que los Scooptrams se le han asignado 3600 horas/año.

		HT-414-38		EJC 415
Combustible 1.15 \$/gal. 3.2	7.2 gal/h.	29,888	8 gal/h.	33,128
Repuesto y Mantenimiento	55%	42,215	55%	38,348
Llantas	7888 2888	14,888	6888 588h	15,888
C.O.A. TOTAL:		86,823		86,468



### 3.2.4 Costo de Producción C.P.

Este es uno de los factores más influyentes en la decisión para la selección de equipos, está en relación directa con el tiempo que demora en cada actividad, es decir, que si en una actividad un equipo tarda más que el de lo debido, ésta costará más.

En este caso calcularemos el costo de producción de cada actividad y cada, máquina o equipo en la rampa.

$$C.P.= \frac{(C.E.A. + C.O.A.) \times H}{T \times V}$$

Donde:

C.E.A. = Costo equivalente anual

C.O.A. = Costo de operación anual

H = Horas trabajando del equipo por disparo  
t

H = Horas programado durante el año  
T

V = Volumen en m<sup>3</sup> de la rampa = 114 m<sup>3</sup>

C.P. = Costo de producción \$/m<sup>3</sup>

### Perforación

Para la perforación se ha considerado 3000 hr/año y un volumen de material 114 m<sup>3</sup>.

	H 127	H 126	PLUTON 17	MERCURY 14
C.E.A. + C.O.A.	438,826	215,734	379,367	176,253
H <sub>t</sub>	2.5	4.5	2.5	4.5
C <sub>P</sub> \$/m <sup>3</sup>	3.15	2.84	2.77	2.32

### Limpieza y Transporte

Para estas dos actividades se les han asignados 6 horas/disparo de trabajo y 3600 horas/año de programación.

Es necesario acotar que durante las 6 horas se terminará de limpiar el frente de la rampa. Para el ST-2D se demorará más ya que la cuchara es de 2 yd.<sup>3</sup> en comparación con los otros dos de 3.5 yd.<sup>3</sup>

## Limpieza

	ST - 20	ST - 3.5	EJC 138
C.E.A. + C.O.A.	216,915	286,738	249,522
H <sub>t</sub> Horas	18.58	6	6
C <sub>P</sub> \$/m <sup>3</sup>	5.59	4.19	3.64

## Transporte

	KT-414-38	EJC 415
C.E.A. + C.O.A.	162,773	156,178
H <sub>t</sub> (horas)	6.98	6
C <sub>P</sub> \$/m <sup>3</sup>	2.73	2.28

### 3.3 RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES

Evaluando los análisis tanto técnico como el económico se obtuvieron los siguientes resultados:

#### Perforación

Se eligió el jumbo H 126 de Atlas Copco por las siguientes razones:

A pesar de tener un costo de producción mayor que el jumbo Secoma sin embargo, la atención de repuesto y mantenimiento para estos jumbo podría ser insatisfecha, en comparación con los de Atlas Copco dado a la poca existencia de estos equipos, en nuestro medio.

El jumbo H 127 de dos brazos de Atlas Copco resultó sobre dimensionado en cuanto a su capacidad de perforación, debido a la reducida capacidad de perforación que poseemos.

#### Limpieza y Transporte

Para los scooptrams y volquetes se eligieron el EJC 130 y EJC 415 respectivamente, dado a que posee el más bajo corte de producción, ambos son de EIMCO JERVIS CLARK y son compatible en cuanto a la capacidad de transporte de carga que posee, además la atención de repuesto es buena.

### 3.4 ANALISIS DEL NUMERO DE VOLQUETES REQUERIDO

El cálculo por realizar, es exclusivamente para la rampa, ya que es prioridad uno del todo el proyecto.

#### Información General

- Volumen total de limpieza	:	114 m <sup>3</sup>
- Tiempo requerido para limpiar	:	6 horas
- Rendimiento requerido	:	19 m <sup>3</sup> /hora
- Capacidad de cuchara scoop (L)	:	2.7 m <sup>3</sup>
- Número de pases al volquete (n)	:	3
- Velocidad Scoop promedio	:	5 Km/h.
- Velocidad promedio volquete (V)	:	6 Km/h
- Tiempo cargue, descargue y maniobra del scoop	:	1.5 minut.
- Tiempo de volteo, descargue del volquete (t')	:	1 minuto
- Tiempo de viaje del Scoop al al volquete (t")	:	
- Tiempo de cargar y descargar	:	2 m./cuch.
- Distancia total del proyecto	:	4,100 mts.

La siguiente fórmula es para el cálculo de producción horario del volquete es:

$$R = \frac{55 \times (n) \times L \times N}{t' + t'' + \frac{2D}{16.67 \text{ V}}} \quad R = \frac{4455 N}{7 + 0.02 D} \quad (1)$$

Donde:

R = Rendimiento horario del volquete

D = Distancia de viaje

N = Número de volquete

Para calcular el tiempo "t" que tarda en limpiar el frente es:

$$t = \frac{\text{Volumen total}}{R} = \frac{114}{\frac{55 \times (n) \times L \times N}{t' + t'' + \frac{2D}{16.67 \times 6}}}$$

Reemplazando datos:

$$t = \frac{0.2559 (7 + 0.02 D)}{N} \quad (2)$$

### Analisis I

a). Si consideramos la distancia total del proyecto la cantidad de volquete que se necesitará será de:

$$R = 19 \text{ m}^3/\text{hora.}$$

Reemplazando en la fórmula (1)

$$19 = \frac{445.5 \times N}{7 + 0.02 D}$$

Para D = 4.100

$$N = 3.8 = 4$$

$$N = 4 \text{ volquete}$$

b). Que tiempo tardará en limpiar el frente usando los volquetes en forma progresiva.

Empleando la fórmula (2)

Para N = 1	t = 22.77 horas
N = 2	t = 11.38 horas
N = 3	t = 7.59 horas
N = 4	t = 5.69 horas

Este análisis no es recomendable ya que resulta antieconómico, invertir 4 volquetes, pues no se le está dando el tiempo de uso en forma completa.

### Análisis II

En esta parte analizaremos de acuerdo al programa anual de desarrollo.

Usando la fórmula (2), calcularemos el tiempo que demora en limpiar el frente de rampa:

1o año	D = 1500 m.	N = 1	t = 9.47 horas
2o año	D = 2200	N = 2	t = 6.51 horas
3o año	D = 3000	N = 2	t = 8.57 horas
4o año	D = 3700	N = 2	t = 10.36 horas
5o año	D = 4100	N = 2	t = 11.40 horas

### Recomendación

Invirtiendo un segundo volquete a partir del segundo año es el más aconsejable, este

repercutirá en los costos por avance.

a partir del 4o y 5o años se tendrá holgura de tiempo en cuanto a la disponibilidad de equipo se aprovechará al máximo en la rampa.

### 3.5 DEPRECIACION DE EQUIPOS (D)

#### 3.5.1 Concepto Fundamental

La depreciación es la pérdida del valor de un activo físico como consecuencia de un uso u obsolescencia, en el sentido contable se refiere a la cancelación del costo no amortizado durante la vida útil del equipo.

El objetivo de la depreciación es la recuperación del dinero invertido en un bien de capital, a fin de prevenir su reemplazo al término de su vida útil. Cada año se separa una parte de las utilidades de una empresa a un fondo teórico.

#### 3.5.2 Métodos de Depreciación

Existen varios métodos de depreciación entre los más comúnmente usados tenemos:

- a). Método lineal o de línea recta
- b). Método de fondo acumulativo de amortización
- c). Método por saldo decreciente
- d). Método por doble saldo decreciente



e). Método por suma de dígitos anuales.

a). Método Lineal o de Línea Recta

Es el método de mayor uso, su nombre es debido a que el valor en libro del activo decrece linealmente con el tiempo, tiene el mismo corte de depreciación cada año, se obtiene dividiendo el costo del equipo menos el valor de rescate, entre el número de años de su vida útil del activo.

$$D = \frac{P - L}{n}$$

Para una mayor explicación de cada método tomaremos como ejemplo el precio del jumbo H 126 Atlas Copco.

P = Costo de inversión = 410,000

L = Valor de rescate = 50,000

n = Periodo de depreciación = 5 años

$$D = \frac{P - L}{n} = \frac{410,000 - 50,000}{5}$$

$$D = 72,000$$

n	VALOR EN LIBROS	CARGO POR DEPRECIACION	VALOR ACUMULADO
0	410,000		
1	338,000	72,000	72,000
2	266,000	72,000	144,000
3	194,000	72,000	216,000
4	122,000	72,000	288,000
5	50,000	72,000	360,000

b). Método de Fondo Acumulativo de Amortización

Este método es el más antiguo, llamado también desacelerado o progresivo; la carga de depreciación van en aumento cada año en forma gradual, esto es debido a que la carga por depreciación será colocado en una cuenta bancaria, o en algún tipo de depósito a plazo fijo ganando un determinado tipo de interés capitalizado que al final se recupera el íntegro del bien depreciado.

Para obtener el cargo por depreciación se calcula la cuota anual mediante el factor de fondo de amortización (FDFA), luego esta cuota será colocada a un interés compuesto obtenido el cargo por depreciación.

Considerar tasa de ahorro  $C = 8\%$

$$R = (P - L) \frac{FDFA}{n}$$

$$R = (410,000 - 50,000) \frac{FDFA}{5} \quad 8\%$$

$$R = 61,364.32$$

	(1) CUOTA AL FONDO	(2) INTERESES SOBRE EL FONDO 6.88*(4)	(3) CARGA ANUAL POR DEPRECIAC. (1) + (2)	(4) IMPORTE ACUMULADO	VALOR EN LIBRO
0	<del>61,364.32</del>				410,000
1	61,364.32		61,364.32	61,364.32	348,635.68
2	61,364.32	4,989.14	66,273.46	127,637.78	282,362.22
3	61,364.32	10,211.82	71,575.34	199,213.12	210,786.88
4	61,364.32	15,937.65	77,301.36	276,514.48	133,485.52
5	61,364.32	22,121.15	83,485.47	360,000.00	50,000.00

C). Método del Porcentaje fijo o Saldo Decreciente

Es un método de depreciación acelerada, las cargas por depreciación se comportan en el sentido creciente, es decir, en los primeros años son más elevados, el valor del activo decrece a descuento compuesto hasta igualar el valor de rescate al término su vida útil. Se calcula el porcentaje fijo "d" con la fórmula:

$$d = 1 - \left( \frac{L}{P} \right)^{1/n}$$

$$d = 1 - \left( \frac{50,000}{410,000} \right)^{1/5}$$

$$d = 0.3435$$

n	VALOR EN LIBRO P.	CARGA POR DEPRECIAC. 0.3435 x P	IMPORTE DE LA CARGA PARA DEPRECIACION
0	410,000		
1	269,165	140,835	140,835
2	176,707	92,458	233,293
3	116,009	60,699	293,983
4	76,160	39,848	333,831
5	50,000	26,161	360,000

d). Método del Saldo Doblemente Decreciente

Igual que el modelo anterior, este método es acelerado se determina por un porcentaje fijo que es el doble del método lineal que multiplicado por el valor en libro de dicho año se obtiene el Cargo por Depreciación.

$$d = 2 \frac{1}{n}$$

$$d = 2 \frac{1}{5} = 0.40$$

n	VALOR EN LIBRO	CARGA POR DEPRECIAC. 0.40 x P	IMPORTE DE LAS CARGAS
0	410,000		
1	246,000	164,000	164,000
2	147,600	98,400	262,400
3	88,560	59,040	321,440
4	53,136	35,424	356,864
5	50,000	3,136	360,000

e). Método de la Suma de Dígitos Anuales

Es otro de los técnicos acelerado de amortización rápida, y similar que el anterior gran parte del valor del activo se amortiza en los primeros años.

En este método no se utiliza el porcentaje fijo sino el variable que resulta del orden invertido de la vida útil entre la sumatoria de ellos, todo multiplicado por el costo del equipo menos el valor de rescate.

$$\sum_{n=1}^5 \frac{1}{n} = \frac{n(n+1)}{2} = \frac{5 \times 6}{2} = 15$$

	FACTOR DE VARIABLE %	VALOR DEL EQUIPO (P - L)	CARGO POR DEPRECIACION
0			
1	5/15 = 0.3333	360,000	120,000
2	4/15 = 0.2667	360,000	96,000
3	3/15 = 0.20	360,000	72,000
4	2/15 = 0.1333	360,000	48,000
5	1/15 = 0.0666	360,000	24,000

15

3.5.3 Elección del Método por Medio del Valor Presente

La comparación de los diferentes métodos de depreciación, ya sea esta:

- a). Desacelerado, en cuyo caso la cancelación será menor durante los primeros años.
- b). Constante, en que la cantidad será la misma, todos los años.
- c). Acelerado, en que la cantidad es mayor durante los primeros años.

En cualquiera de estas tres formas la cantidad total es depreciación y por consiguiente los erogaciones por impuesto serán iguales para cualquier método.

Sin embargo, se debe tener en cuenta el valor cronológico del dinero se establece una ventaja para la cancelación rápida sobre la cuenta.

Por lo tanto, si hacemos una depreciación acelerada, el cargo por impuesto será menor en los primeros años que en los últimos años.

Algunas empresas sostienen dos sistemas de depreciación, uno acelerado, para calcular los impuestos y otro para informar a los accionistas (G. Taylor).

Una forma acertada para evaluar método de depreciación es el valor presente de costo, que consiste en actualizar todos los cargos por depreciación al periodo inicial; el que tenga mayor valor presente para el mas conveniente.

	LINEAL		FONDO DE AMORTIZACION		SALDO DECRECIENTE		SALDO DOBLE DECRECIENTE		SUMA DE DIGITOS ANUALES	
	D	VALOR EN LIBRO	D	VALOR EN LIBRO	D	VALOR EN LIBRO	D	VALOR EN LIBRO	D	VALOR EN LIBRO
0		410,000		410,000.00				410,000		410,000
1	72,000	338,000	61,364.32	348,635.68	140,835	269,165	164,000	246,000	120,000	290,000
2	72,000	266,000	66,273.46	282,362.22	92,458	176,707	98,400	147,600	96,000	194,000
3	72,000	194,000	71,575.34	210,786.88	60,699	116,009	59,040	88,560	72,000	122,000
4	72,000	122,000	77,301.36	133,485.52	39,848	76,160	35,424	53,136	48,000	74,000
5	72,000	50,000	83,485.47	50,000.00	26,161	50,000	3,136	50,000	24,000	50,000
	Vp = 272,937		Vp = 268,969		Vp = 293,508		Vp = 300,913		Vp = 290,211	

i = 10%

5a

2a

1a

3a

Analizando el Valor Presente de los diferentes métodos se observa que los métodos acelerados, saldo decreciente, saldo doble decreciente y el de la suma de dígitos son los más recomendables.

La elección de una de ellas se deberá tener en cuenta los gastos financieros, Costo de operación disponible en la Empresa.

### 3.5.5 Incidencia en el Flujo de Fondos

El empresario busca obtener siempre una mayor rentabilidad a sus utilidades proveniente de su empresa en este caso la depreciación que es una parte de las utilidades que se separa para prevenir su reemplazo de equipo al término de su vida útil, esto no constituya un desembolso real que pueda pasar a otra organización o ente financiero.

Como las empresas pueden obtener tasas de rendimiento mas elevadas, haciendo trabajar su propio dinero, los cargos por depreciación se vuelven a invertir en otras maquinarias o capital de trabajo en vez de ir a un fondo teórico de amortización, donde generaría poca utilidad.

Por consiguiente se debe tener en cuenta que:

Flujo de Fondo = Utilidad despues + Depreciación  
de impuesto



## IV. ANALISIS FINANCIERO

### 4.1 RESUMEN

Seleccionado, los equipos tracklees más óptimos y adecuado a nuestro caso, presentamos a continuación algunas alternativas de financiación de estos equipos; generalmente en una empresa cuando ha decidido comprar un bien a capital, esta analiza en primer lugar la posibilidad de comprar al contado, si las condiciones económicas no están al alcance. Analiza una segunda posibilidad, la de adquirir con un crédito de inversión.

Pero existe otra posibilidad de tener el bien de capital sin que esta resulte una propiedad para la empresa, este sistema de arrendamiento financiero leasing, se puede obtener mediante el pago de cuotas periódicas a plazo determinado, que al término de ella si es que el usuario desea adquirirlo, podrá obtener la primera opción de compra a un valor pactado.

De estas tres alternativas, es verdad que la más económica es comprarla al contado, pero esto depende de las posibilidades económicas, quedando las otras dos alternativas para su análisis respectivo, el que tenga menos valor presente a

una tasa del costo de oportunidad del 22% anual, es lo que se elige.

La tasa impositiva tributaria es del orden del 35%

#### 4.2 ALTERNATIVAS DE FINANCIACION

##### 4.2.1 Con Capital Propio (al Cash)

La compra al contado es sin lugar a duda la forma más sana de invertir.

Cuando un bien es adquirido con recurso propio la única deducción tributaria permitida es la de proveniente de la depreciación a esta.

Como se ha visto en el capítulo anterior, el método de depreciación elegido es la de tasa doble decreciente.

#### Perforación

Equipo : Jumbo H 126  
 Precio : 410,000  
 n : 5 años

	Valor en Libro	Depreciación	Desembolso neto D - T.D.
0	410,000		
1	246,000	164,000	106,600
2	147,000	98,400	63,960
3	88,560	59,040	38,376
4	53,136	35,424	23,026
5		53,136	34,538

VP (22%) = 174,656

### Limpieza

$$P = 225,000$$

$$n = 3 \text{ años}$$

	Valor en Libro	Depreciación 2/3	Desembolso neto D - T.D.
0	225,000		
1	75,000	150,000	97,500
2	25,000	50,000	32,500
3		25,000	16,250
		VF (22%) = 110,703	

### Transporte

$$P = 218,000$$

$$n = 5 \text{ años}$$

	Valor en Libro	Depreciación 2/5 = 0.4	Desembolso neto D - T.D.
0	218,000		
1	130,800	87,200	56,680
2	78,480	52,320	34,008
3	47,088	3193920	20,405
4	28,253	18,835	12,243
5		28,253	18,364
		VF (22%) = 92,866	

#### 4.2.2 Con Préstamo a Mediano Plazo

Cuando se acude al crédito de inversión no siempre se puede obtener el 100% de financiamiento del valor del bien, los entes financieros exigen que el prestatario aporte un porcentaje que por lo general va de un 10% a 30% adicionalmente.

Pueden exigirse garantía, además del propio bien, como las carta de fianza y otros.

En esta alternativa, la más común, se ha considerado de 3 y 5 años de plazo, pagaderos en cuotas cuatrimestrales adelantadas a una tasa de 18% efectiva anual.

Para ser calculado del valor presente es necesario deducir carga por depreciación e interés después de impuesto.

### 1. Préstamos a Tres Años

#### Cálculo del Préstamo Bruto

Dado que las entidades financieras cobran sus intereses en forma adelantada, es decir, antes de recibir el préstamo ya nos están cobrando el interés respectivo, es necesario calcular el préstamo bruto, el cual se realiza con la tasa adelantada o nominal.

$$P_l = P_b - P_b \times d$$

$$P_b = \frac{P_l}{1 - d}$$

$$d = \frac{i \text{ periódica}}{1 + i \text{ periódica}}$$

Perforación

12/4

$$(1 + i \text{ ef}) = (1 + i \text{ period.})$$

$$i \text{ periódico} = 5.6722 \%$$

Reemplazando en la fórmula:

$$d = 5.3677 \%$$

$$P = 433.256$$

$$\text{Amortización} = \frac{433,256}{3 \times 3} = 48,140$$

CUADRO DE SERVICIO DE LA DEUDA

	SALDO DEUDOR	AMORTIZACION	INTERES (1) x 0.053677	CUOTA
0	433,256		23,256	23,256
1	385,116	48,140	20,672	68,812
2	336,976	48,140	18,088	66,228
3	288,836	48,140	15,504	63,644
4	240,696	48,140	12,920	61,060
5	192,556	48,140	10,336	58,476
6	144,416	48,140	7,752	55,892
7	96,276	48,140	5,168	53,308
8	48,136	48,140	2,584	50,724
9		48,136		48,136

CUADRO DE DESEMBOLO NETO

CUADRO DE DESEMBOLO NETO

	(1) CUOTA	(2) DEFREC.	(3) INTERES	(4) AHORRO DE IMPUESTO (2+3)0.35	(5) DESEMBOLO NETO (1)-(4)
0	23,256				23,256
1	68,812				68,812
2	66,228				66,228
3	63,644	164,000	77,520	84,532	- 20,888
4	61,060				61,060
5	58,476				58,476
6	55,892	98,400	31,008	45,293	10,599
7	53,308				53,308
8	50,724				50,724
9	48,136	59,040	7,752	23,377	24,759
10					
11					
12		35,424		12,398	- 12,398
13					
14					
15		56,136		18,598	- 18,598

VP (22%) = 289,031

Limpieza

Cálculo del Préstamo Bruto

$$Pb = \frac{P1}{1-d} = \frac{225,000}{1-0.053677}$$

$$Pb = 237.762$$

$$\text{Amortización} = \frac{237,762}{9} = 26,418$$

CUADRO DE SERVICIOS DE LA DEUDA

	SALDO DEUDOR	AMORTIZACION	INTERES 0.053677	CUOTA
0	237,762		12,762	12,762
1	211,344	26,418	11,344	37,762
2	184,926	26,418	9,926	36,344
3	158,508	26,418	8,508	34,926
4	132,090	26,418	7,090	33,508
5	105,672	26,418	5,672	32,090
6	79,254	26,418	4,254	30,672
7	52,836	26,418	2,836	29,254
8	26,818	26,418	1,418	27,836
9		26,418		26,418

CUADRO DE DESEMBOLSO NETO

	CUOTA	DEPREC.	INTERESES ACUMULADO	AHORRO DE IMPUESTO	DESEMB. NETO
0	12,762				12,762
1	37,762				37,762
2	36,344				36,344
3	34,926	150,000	42,540	67,389	- 32,463
4	33,508				33,508
5	32,090				32,090
6	30,672	50,000	17,016	23,456	7,216
7	29,254				29,254
8	27,836				27,836
9	26,418	25,000	4,254	10,239	16,179

VP (22%) = 150,559

Transporte

Cálculo de Préstamo Bruto

$$Pb = \frac{F1}{1 - d} = \frac{218,000}{1 - 0.053677}$$

$$Pb = 230,365$$

$$\text{Amortización} = \frac{230,365}{9} = 25,596$$

CUADRO DE SERVICIOS DE LA DEUDA

	SALDO DEUDOR	AMORTIZACION	INTERES 0.053677	CUOTA
0	230,365		12,365	12,365
1	204,769	25,596	10,991	36,587
2	179,173	25,596	9,617	35,213
3	153,577	25,596	8,244	33,840
4	127,981	25,596	6,870	32,466
5	102,385	25,596	5,496	31,092
6	76,789	25,596	4,122	29,718
7	51,193	25,596	2,748	24,344
8	25,597	25,596	1,374	26,970
9		25,597		25,597

CUADRO DE DESEMBOLSO NETO

	CUOTA	DEPREC.	INTERESES ACUMULADO	AHORRO DE IMPUESTO	DESEMB. NETO
0	12,365				12,365
1	36,587				36,587
2	35,213				35,213
3	33,840	87,200	44,217	44,946	- 11,106
4	32,466				32,466
5	31,092				31,092
6	29,718	52,320	16,488	24,083	7,216
7	28,344				28,344
8	26,970				26,970
9	25,597	31,392	4,122	12,430	13,167
10					
11					
12		18,835		6,592	6,592
13					
15		28,253		9,889	- 9,889

$$VP (22\%) = 153,410$$



2. Préstamos a Cinco Años

El monto del préstamo a cinco años es el mismo que el anterior, la tasa adelantada de interés no varía.

La amortización de la deuda si es diferente ya que debe ser repartido en 15 cuotas cuatrimestrales.

$$\text{Amortización} = \frac{Pb}{3 \times 5}$$

Perforación

$$\text{Amortización} = \frac{433,256}{15} = 28,884$$

	SALDO DEUDOR	AMORTIZACION	INTERES 0.053677	CUOTA
0	433,256		23,256	23,256
1	404,372	28,884	21,701	50,585
2	375,488	28,884	20,151	49,035
3	346,604	28,884	18,601	47,485
4	317,720	28,884	17,051	45,935
5	288,836	28,884	15,501	44,385
6	259,952	28,884	13,951	42,835
7	231,068	28,884	12,401	41,285
8	202,184	28,884	10,851	39,735
9	173,300	28,884	9,300	38,184
10	144,416	28,884	7,750	36,634
11	115,532	28,884	6,200	35,084
12	86,648	28,884	4,650	33,534
13	57,764	28,884	3,100	31,984
14	28,880	28,884	1,550	30,434
15		28,880		28,880

CUADRO DE DESEMBOLO NETO

	CUOTA	DEFREC.	INTERES ACUMULADO	AHORRO DE IMPUESTO	DESEMB. NETO
0	23,256				23,256
1	50,585				50,585
2	49,035				49,035
3	47,485	164,000	83,709	- 86,698	- 39,213
4	45,935				45,935
5	44,385				44,385
6	42,235	98,400	46,503	- 50,716	- 8,481
7	41,285				41,285
8	39,735				39,735
9	38,184	59,040	32,552	- 32,057	6,127
10	36,634				36,634
11	35,084				35,084
12	33,534	35,242	18,600	- 18,908	14,626
13	31,984				31,984
14	30,434				30,434
15	28,880	53,136	4,650	- 20,225	8,655

VP (22%) = 266,714

Limpieza

Pb = 137,762

Amortización =  $237,762 / 3 \times 5 = 15,851$

CUADRO DE SERVICIO DE LA DEUDA

	SALDO DEUDOR	AMORTIZACION	INTERES 0.053677	CUOTA
0	237,762		12,762	12,762
1	221,911	15,851	11,912	27,763
2	206,060	15,851	11,061	26,912
3	190,209	15,851	10,210	26,061
4	174,385	15,851	9,360	25,211
5	158,507	15,851	8,508	24,359
6	142,656	15,851	7,657	23,508
7	126,805	15,851	6,807	22,658
8	110,954	15,851	5,955	21,806
9	95,103	15,851	5,105	20,956

10	79,252	15,851	4,254	20,105
11	63,401	15,851	3,403	19,254
12	47,550	15,851	2,552	18,403
13	31,699	15,851	1,702	17,553
14	15,848	15,851	851	16,702
15		15,858		15,858

CUADRO DE DESEMBOLO NETO

	CUOTA	DEPREC.	INTERES ACUMULADO	AHORRO DE IMPUESTO	DESEMB. NETO
0	12,762				12,726
1	27,763				27,763
2	26,912				26,912
3	26,061	150,000	45,945	68,581	- 42,520
4	25,211				25,211
5	24,359				24,359
6	23,508	50,000	25,525	26,434	- 2,926
7	22,658				22,658
8	21,806				21,806
9	20,956	25,000	17,867	15,003	5,953
10	20,105				20,105
11	19,254				19,254
12	18,403		10,209	3,573	14,830
13	17,553				17,553
14	16,702				16,702
15	15,848		2,553	894	14,954

VP (22%) = 138,600

Transporte

P = 230,365  
b

Amortización =  $230,365/15 = 15,358$

CUADRO DE SERVICIO DE LA DEUDA

	SALDO DEUDOR	AMORTIZACION	INTERES 0.053677	CUOTA
0	230,365		12,365	12,365
1	215,007	15,358	11,541	26,899
2	199,649	15,358	10,717	26,075
3	184,291	15,358	9,892	25,250
4	168,933	15,358	9,068	24,426
5	153,575	15,358	8,243	23,601
6	138,217	15,358	7,419	22,777
7	122,859	15,358	6,595	21,953
8	110,501	15,358	5,770	21,128
9	92,143	15,358	4,946	20,304
10	76,785	15,358	4,122	19,480
11	61,427	15,358	3,297	18,655
12	46,069	15,358	2,473	17,831
13	30,711	15,358	1,648	17,006
14	15,353	15,358	824	16,182
15		15,353		15,353

CUADRO DE DESEMBOLSO NETO

	CUOTA	DEPREC.	INTERES ACUMULADO	AHORRO DE IMPUESTO	DESEMB. NETO
0	12,365				12,365
1	26,299				26,899
2	26,075				26,075
3	25,250	87,200	44,515	46,100	- 20,850
4	24,426				24,426
5	23,601				23,601
6	22,777	52,320	24,730	26,966	- 4,189
7	21,953				21,953
8	21,128				21,128
9	20,304	31,392	17,311	17,046	3,258
10	19,480				19,480
11	18,655				18,655
12	17,831	18,835	9,892	10,054	7,777
13	17,006				17,006
14	16,182				16,182
15	15,353	28,253	2,472	10,754	4,599

VP (22%) = 142,037

#### 4.2.3 Con Arrendamiento Leasing

Otra alternativa de financiación de equipo es mediante el sistema de arrendamiento financiero Leasing.

El Leasing es una forma contractual que permite tener el uso de un cierto bien, durante algún tiempo sin titularizar su dominio, para lo cual el usuario debe pagar una cuota periódica de alquiler o arrendamiento, existiendo la posibilidad de adquirir su propiedad a la finalización del plazo locativo.

En la operación de Leasing intervienen tres sujetos: El Proveedor (fabricante o distribuidor del equipo), La Empresa del Leasing y el Usuario.

El Usuario, averigua el equipo deseado al proveedor o fabricante, luego busca a la empresa de Leasing que le financiará el 100% del valor del equipo deseado.

La Empresa de Leasing compra el equipo al fabricante, la arrienda o alquila al usuario, pagando este una cuota periódica que por lo general tiene una tasa de interés más alto que de préstamo; el contrato es irrenunciable, y si bien se vuelve

obsoleto el arrendatario tiene aún que hacer los pagos durante la vigencia de este.

Una de las ventajas del arrendamiento Leasing, los pagos hechos a título de alquiler son deducible de impuesto en su totalidad de la renta bruta por tratarse de un costo de operación.

#### Cálculo de la Cuota de Arrendamiento

Plazo : 36 meses

Cuota Leasing : \$36.185 por 1000 mensual adelan.  
I.G.V. 16% : 5.79 " " " "

TOTAL DE CUOTA : 41.975 por 1000 mensual adelan.

Impursto a la Renta : 35%

#### Perforación

Monto Total : 410,000  
Cuota mensual : 41.975 / 1000 x 410,000  
= US\$17,210 mensual adelant.

#### Limpieza

Monto Total : 225,000  
Cuota mensual : 41.975 / 1000 x 225,000  
= US\$ 9,445 mensual adelant.

#### Transporte

Monto Total : 218,000  
Cuota mensual : 41.975 / 1000 x 218,000  
= US\$ 9,151 mensual adelant.

Perforación

CUADRO DE DESEMBOLSO NETO

	CUOTA DE ARRIENDO	CUOTA ACUM. AÑO	AHORRO DE IMPUESTO	DESEM. NETO
0	17,210			17,210
1	17,210			17,210
2	17,210			17,210
3	17,210			17,210
4	17,210			17,210
5	17,210			17,210
6	17,210			17,210
7	17,210			17,210
8	17,210			17,210
9	17,210			17,210
10	17,210			17,210
11	17,210			17,210
12	17,210	223,730	- 78,306	- 61,096
13	17,210			17,210
14	17,210			17,210
15	17,210			17,210
16	17,210			17,210
17	17,210			17,210
18	17,210			17,210
19	17,210			17,210
20	17,210			17,210
21	17,210			17,210
22	17,210			17,210
23	17,210			17,210
24	17,210	206,520	- 72,282	- 55,072
25	17,210			17,210
26	17,210			17,210
27	17,210			17,210
28	17,210			17,210
29	17,210			17,210
30	17,210			17,210
31	17,210			17,210
32	17,210			17,210
33	17,210			17,210
34	17,210			17,210
35	17,210			17,210
36		189,310	- 66,259	- 66,259

VP (22%) = 321,260

Limpieza

CUADRO DE DESEMBOLO NETO

	CUOTA DE ARRIENDO	CUOTA ACUM. AÑO	AHORRO DE IMPUESTO	DESEM. NETO
0	9,445			9,445
1	9,445			9,445
2	9,445			9,445
3	9,445			9,445
4	9,445			9,445
5	9,445			9,445
6	9,445			9,445
7	9,445			9,445
8	9,445			9,445
9	9,445			9,445
10	9,445			9,445
11	9,445			9,445
12	9,445	122,785	- 42,975	- 33,530
13	9,445			9,445
14	9,445			9,445
15	9,445			9,445
16	9,445			9,445
17	9,445			9,445
18	9,445			9,445
19	9,445			9,445
20	9,445			9,445
21	9,445			9,445
22	9,445			9,445
23	9,445			9,445
24	9,445	113,340	- 39,669	- 30,224
25	9,445			9,445
26	9,445			9,445
27	9,445			9,445
28	9,445			9,445
29	9,445			9,445
30	9,445			9,445
31	9,445			9,445
32	9,445			9,445
33	9,445			9,445
34	9,445			9,445
35	9,445			9,445
36		103,895	- 36,363	- 36,363

VP (22%) = 176,323



Transporte

CUADRO DE DESEMBOLO NETO

	CUOTA DE ARRIENDO	CUOTA ACUM. AÑO	AHORRO DE IMPUESTO	DESEM. NETO
0	9,151			9,151
1	9,151			9,151
2	9,151			9,151
3	9,151			9,151
4	9,151			9,151
5	9,151			9,151
6	9,151			9,151
7	9,151			9,151
8	9,151			9,151
9	9,151			9,151
10	9,151			9,151
11	9,151			9,151
12	9,151	118,812	- 41,737	- 32,486
13	9,151			9,151
14	9,151			9,151
15	9,151			9,151
16	9,151			9,151
17	9,151			9,151
18	9,151			9,151
19	9,151			9,151
20	9,151			9,151
21	9,151			9,151
22	9,151			9,151
23	9,151			9,151
24	9,151	109,812	- 38,434	- 29,283
25	9,151			9,151
26	9,151			9,151
27	9,151			9,151
28	9,151			9,151
29	9,151			9,151
30	9,151			9,151
31	9,151			9,151
32	9,151			9,151
33	9,151			9,151
34	9,151			9,151
35	9,151			9,151
36		100,661	- 35,231	- 35,231

VP (22%) = 170,835

#### 4.3 DECISIONES DE LAS ALTERNATIVAS

##### RECOMENDACIONES

Presentamos, en resumen el cálculo del valor presente de las diferentes alternativas; a un costo de oportunidad de 22% anual.

	JUMBO H - 126	SCOOPTRAM EJC 130	VOLQUETE EJC 413
AL CASH	174,656	110,732	92,866
PRESTAMO 3 ANOS	289,031	150,599	153,410
5 ANOS	266,714	138,600	142,037
LEASING	321,260	176,323	170,835

Observando el cuadro vemos que la alternativa más económica, la que tiene el menor valor presente, es decir, menos desembolso, y esta alternativa es la de comprar al contado.

Ahora si no se tiene la posibilidad de contar con el monto disponible para la compra al contado, pero si tiene el aval crediticio en un ente financiero vemos que el préstamo a 5 años es lo recomendable.

Más aún sino podemos contar con ninguna de las dos alternativas primeras, queda la de arrendamiento Leasing, la cual puede obtener el 100% a la financiación y puede ser otorgado a personas naturales sin aval alguno.

La tasa de interés que se cobra en el arrendamiento financiero es más elevado que la de préstamo, que es de:

$$1000 = 41.975 + 410975 FAS \frac{i}{35}$$

$$i = 35.96\% \text{ anual incluido el I.G.V. (16\%)}$$

## **V EVALUACION EMPRESARIAL.-**

### **5.1. RESUMEN.-**

En esta sección analizaremos si la empresa en formación con este estudio, es rentable o no.

Iniciaremos con la estructura del monto total por Inversiones en activos físicos, a continuación describiremos la formación de las fuentes de financiación tanto del capital propio vía accionistas como los préstamos a mediano plazo, luego haremos un cálculo detallado de costos y Egresos incluyendo el costo por disparo y por metro lineal de avance.

Posteriormente el Ingreso total por producción tanto en rampa, cortada, galería, by pass respectivamente. Luego haremos el cálculo del costo capital promedio de la empresa, confeccionaremos también el cuadro de flujo de fondos netos

Por último evaluaremos el valor actual neto y la tasa interna de retorno tanto económica como financiera.

### **5.2. INVERSIONES**

En el rubro de inversiones se ha considerado de dos clases

- a) Inversiones de bienes físicos que son los equipos mobiliarios y enseres etc. sujetos a una deprecia

ción. Parte de estas inversiones se financiará vía préstamo bancario.

- b) Capital de trabajo que son los recursos necesarios para la adquisición de materiales, pago a los proveedores, dinero en caja etc. para la operación normal del proyecto.

Este fondo se financiará con recurso propio.

Las Inversiones por bienes fisicos son

Activo	Cantidad	Monto	Depreciación
Jumbo	1	\$ 410,000.00	5 años
Scooptram	1	225,000.00	3 "
Volquete	1	218,000.00	5 "
Camión	1	25,000.00	3 "
Camioneta	1	12,000.00	3 "
Lámparas + cargador	50	28,500.00	5 "
Mobiliario y Enseres		17,500.00	5 "
Otros 10%		115,500.00	5 "
TOTAL :		\$ 1'051,500.00	

A partir del segundo año de operación se adquirirá un segundo volquete cuyo precio será igual.

Cuadro de servicio de la deuda

- Como se tiene una cantidad de 390,000.00 dólares con capital propio mas un efectivo de 60,000.00 dólares producto de un grupo de bonista, lo cual hace un monto de 450,000.00 dólares, más una cantidad de 601,500.00 dólares. Via préstamo bancario, se financiará totalmente el proyecto.

- Monto del préstamo : 601,500.00
- Cuota de pago : Cuatrimestrales adelantadas
- Plazo : 5 años
- Tasa de Interes efectiva anual : 18%

- Tasa de descuento cuatri  
mestral : 5.6722 %

Cálculo del préstamo bruto

Se aplica la siguiente fórmula:

$$P_1 = \frac{P_b - P_b \times d}{1 - d}$$

$$601,500 = \frac{P_b (1 - 0.0536773)}{1 - 0.0536773}$$

$$P_b = 635,620.00$$

$$\text{Amortización} = \frac{635,620.00}{15} = 42,375.00$$

Periodo	Saldo Deudor	Amortización	Interes 1 x d	Amortizac Acumulada	Interes Acumulada
0	635,620		34,118		
1	593,245	42,375	31,844		
2	550,870	42,375	29,569		
3	508,495	42,375	27,294	127,125	122,825
4	466,120	42,375	25,020		
5	423,745	42,375	22,745		
6	381,370	42,375	20,471	127,125	68,240
7	338,995	42,375	18,196		
8	296,620	42,375	15,921		
9	254,245	42,375	13,647	127,125	47,764
10	211,870	42,375	11,372		
11	169,495	42,375	9,098		
12	127,120	42,375	6,823	127,125	27,293
13	84,745	42,375	4,549		
14	42,370	42,375	2,274		
15		42,370		127,120	6,823

Como a partir del segundo año de operación, se adquirirá un segundo volquete financiado por préstamo bancario en las mismas condiciones que el anterior

- Monto de préstamo : 218,000.00
- Cuota de pago : Cuatrimestral adelantada
- Plazo : 4 años
- Tasa de Interes eftva. anual: 18%
- Tasa de descto. cuatrim.(d) : 5.36773 %
- Cálculo del préstamo bruto :

$$P_1 = \frac{P_b - P_b \times d}{1 - d}$$

$$218,000 = \frac{P_b (1 - 0.0536773)}{1 - 0.0536773}$$

$$P_b = 230.365$$

$$\text{Amortización} = \frac{230.365}{12} = 19,197$$

Periodo	Saldo Deudor	Amortización	Interes 1 x d	Amortiz. acumul.	Interes Acumul.
0	230,365		12,365		
1	211,168	19,197	11,334		
2	191,971	19,197	10,304		
3	172,774	19,197	9,274	57,591	43,277
4	153,577	19,197	8,243		
5	134,380	19,197	7,213		
6	115,183	19,197	6,183	57,591	21,639
7	95,986	19,197	5,152		
8	76,789	19,197	4,122		
9	57,592	19,197	3,091	57,591	12,365
10	38,395	19,197	2,061		
11	19,198	19,197	1,030		
12		19,198		57,592	3,091



### **5.3 FUENTE DE FINANCIACION**

Se puede generar de dos formas

- Por aporte de capital via acciones

Por Préstamo mediano plazo

#### **5.3.1. Aporte de capital**

Son los dueños de la empresa, aporta con una cierta cantidad a los que se le promete un rendimiento periódico, es a plazo indefinido. El aporte total es de 390,000 dólares constituidos en dos clases de accionistas.

##### **a) Accionistas preferenciales**

Son los poseedores del 1/3 del capital cuya acción preferencial de \$ 10.00 cada una, se le ofrece una rentabilidad fija del 43% anual.

Tiene preferencia sobre las accionistas comunes pero después de los acreedores.

Por la compra de cada acción preferencial tiene un descuento del 3% sobre su valor.

##### **b) Acciones comunes**

Son los 2/3 partes del capital, ellos son los verdaderos dueños de la empresa, poseedores de acciones comunes de valor nominal de \$ 1.00 cada uno.

Generalmente el precio de cada acción son generados por la expectativa que brinda la empresa, en condiciones normales, una empresa solidamente económica el precio de su acción será mas cotizado y viceversa.

En nuestro caso como se está formando la empresa y se requiere captar capitales se oferta cada acción con un descuento del 3% prometiéndose una rentabilidad del 40% anual.

### 5.3.2. Préstamos a mediano plazo

Formado por dos tipos de préstamos

a) Bonos considerados como pequeñas deudas vendidas a varias personas .

La emisión de bonos con un valor \$ 100, cada una tendrá un rendimiento del 32% anual pagada en cuotas trimestrales vencidas obligatorio, con un plazo de redención de 5 años.

Se oferta al mercado con un 3% de descuento y 2% por la comisión de ventas . El monto total acumulado en bonos es de 60,000 dólares.

b) Préstamo por Entidades financieras

En el capítulo anterior correspondiente al análisis financiero de los equipos, hemos visto que la mejor

financiación es por préstamos a cinco años. Las cuotas de pagos serán cuatrimestrales.

El monto total por préstamo es de 819,500 dólares y la tasa efectiva de interés es de 18% anual.

#### 5.4. COSTOS Y EGRESOS

En este rubro hemos considerado todo los costos por nombre específico de cada actividad.

##### 5.4.1. Costo Total por metro lineal y por disparo

Hemos realizado el cálculo por cada actividad incluyendo la mano de obra respectiva.

##### Para rampa

- Sección 4 m x 5 m.
- Volumen total removido: 114 m<sup>3</sup>
- Número de taladro perforado : 70
- Tiempo de limpieza : 6 horas
- Tiempo de perforación : 4 horas
- Tiempo de desplazamiento : 0.5

##### a). Costo de Perforación

- Depreciación : 5 años

$$10 \text{ hr/día} \times 25 \text{ días/mes} \times 12 \text{ meses/año} = 3000 \text{ hr/año}$$

##### 1.- Costo de Inversión .-

$$\text{C.E.A.} = 131,110 \text{ \$/año}$$

$$\text{por hora} = \frac{131,110}{3,000} = 43.70$$

$$\text{por disparo} \quad 43.70 \times 4.5 \text{ hr/disp.} = 196.65 \text{ \$/disp.}$$

2.- Costo de operación

- Costo de energía : motor de 30 Kw.

$$30 \text{ Kw.} \times 1 \text{ hr.} \times 0.0662 \text{ \$ /kw - hr} = 1.986 \text{ \$/hr.}$$

- Costo de repuesto y mantenimiento : 30% de C.I.H.

$$30 \% \times 43.70 \text{ \$/hr} = 13.11 \text{ \$/hr}$$

- Costo de barrenos : 231 \$ / unidad para 1,000 pies perforados

$$- \frac{231}{1,000} \times \frac{13' \times 70 \text{ tal}}{4 \text{ horas}} = 52.55 \text{ \$/hr.}$$

- Provisión Stand By : 1 perforadora y repuestos

$$10 \% \times 43.70 = 4.37 \text{ \$/hr.}$$

- Mantenimiento mayor : 20 % de C.I.H.

$$20 \% \times 43.70 = 8.74 \text{ S/ hr}$$

$$\text{Total de C.O.H} \quad 80.756 \text{ \$/hr}$$

3.- Costo de mano de obra.-

Jumbero : 11.00 \$/ tarea + 50 % beneficios sociales

Ayudante: 10.00 \$/ tarea + 50 % " "

En total se tiene : 31.50 \$/tarea x 30 días/mes

$$= 945 \text{ \$/ mes}$$

Por disparo se tiene  $\frac{945}{25 \text{ disparo/mes}} = 37.80 \text{ \$/disparo}$

- Costo total por disparo : 1 + 2 + 3

$$(43.70 \text{ \$/hr} + 80.756 \text{ \$/hora}) \times 4 \text{ hr} + 37.80 \text{ \$/disparo}$$

$$= 557.48 \text{ \$/disparo}$$

- Costo total por metro lineal:
- = 557.48 \$/ disparo
- 3.96 x 0.9 mts/disparo
- = 156.42 \$/metro lineal

b) Costo de voladura.-

- Dinamita : 0.221 \$/ cartucho 1 cartucho = 125 gr
- Fulminante N.6 : 0.11 \$/unidad
- Guía de seguridad : 0.14 \$/metro
- Conectores : 0.18 \$/unidad
- Guía rápida: 0.30 \$/metro

El costo de voladura para la rampa es el siguiente:

- Dinamita : 145.25 kgm. x 0.221 \$/cartucho
- 0.125 kgr/cartucho
- = 256.802 \$/disparo
- Fulminante N\* 6 : 70 unidades x 0.11 \$/unidad
- = 7.70 \$/disparo
- Guía de seguridad : 4.40 metros x 70 x 0.14 \$ /metro
- = 43.12 \$/ disparo
- Conectores : 70 unidades x 0.18 \$/ unidad
- = 12.60 \$/ disparo
- Guía rápida : 5.0 metros x 0.30 \$/metro
- = 1.50 \$/ disparo

- Mano de obra : 8 \$/día x 30 día/mes + 50% = 360 \$/mes

$$\text{Por disparo} = \frac{360.00}{25} = 14.40 \text{ \$/disparo}$$

Costo total por disparo : 350.522 \$/ disparo

$$\begin{aligned} \text{Costo total por metro lineal} &: \frac{350.522}{3.96 \times 0.9} \\ &= 98.35 \text{ \$/ metro lineal} \end{aligned}$$

c) Costo de Limpieza.-

Equipo : Scooptram      precio 225,000.00

Depreciación : 12,000 horas o 3 años

$$\begin{aligned} \text{horas/año} &: 12\text{hr} / \text{día} \times 25 \text{ día/mes} \times 12 \text{ meses/año} \\ &= 3,600 \text{ horas/año} \end{aligned}$$

1) Costo de Inversión anual

$$\text{C.E.A.} = 103,485 \text{ \$/año}$$

$$\text{Por hora} = \frac{103,485}{3,600} = 28.75 \text{ \$/hr}$$

2) Costo de Operación .-

- Costo de combustible : consumo : 8 galones/hora

$$8 \text{ gal/hr} \times 1.15 \text{ \$ gal} = 9.20 \text{ \$/hr}$$

- Costo de repuesto y mantenimiento : 55% de C.I.H

$$55 \% \times 28.75 = 15.81 \text{ \$/hr}$$

- Costo de llantas.-

si es :

$$\text{Nueva} = \frac{7000 \text{ \$}}{500 \text{ hr} \times 0.9} = 15.55 \text{ \$/hr}$$

$$\text{Usada} = \frac{7000 + 75\% \times 7000 \times 2}{500 + 500 \times 2 \times 0.9} = 12.50 \text{ \$/hr}$$

- Costo de reparación .-

$$10 \% \text{ de } 15.55 \text{ \$/hr} = 1.55 \text{ \$/hr}$$

$$\text{Total de C.O.H.} \quad \underline{\quad\quad\quad} \quad 42.11 \text{ \$/hr}$$

3) Costo de mano de obra : 11.0 \\$/día + 50%

$$\frac{11.00 \times 30}{25} + 50\% = 19.80 \text{ \$/disparo}$$

= costo total por disparo 1 + 2 + 3

$$(28.75 \text{ \$/hr} + 42.11 \text{ \$/hr}) \times 6 \text{ hr/disp.} + 19.80 \text{ \$/disp.}$$

$$= 445.08 \text{ \$/disparo}$$

Costo total por metro lineal :

$$= \frac{445.08}{3.96 \times 0.9} = 124.38 \text{ \$/metro lineal}$$

Apartir de los 2,500 metros de rampa la limpieza tardara 9.33 horas por disparo :

$$(28.75 + 42.11) \times 9.33 \text{ hr} + 19.80 \times 1.55 \text{ hr/disp.}$$

$$= 691.81 \text{ \$/disparo}$$

costo total por metro lineal :

$$\frac{691.81}{3.96 \times 0.9} = 194.11 \text{ \$/metro}$$

d.) Costo de Transporte

Equipo : Volquete            precio : \\$ 218,000

Depreciación : 18,000 horas = 5 años

Horas/ año : 3,600 horas/año

1) Costo de Inversión anual.-

C.E.A. = 69,710 \$/ año

por hora =  $\frac{69,710}{3,600} = 19.36$  \$/hr

2) Costo de Operación .-

- Costo de combustibles : 8 gal/hr

8 gal/hr x 1.15 \$/gal 9.2 \$/hr

- Costo de repuesto y mantenimiento

55 % de C.I.H.

55 % x 19.36 \$/hr 10.65 \$/hr

- Costo de llantas

nueva =  $\frac{7,500}{2,000 \text{ hr} \times 0.9}$  \$ 4.17 \$/hr

---

Total de C.O.H. 24.02 \$/hr.

3) Costo de mano de obra : 11.00 \$/dias + 50%

$\frac{11.00 \times 30 + 50\%}{25} = 19.80$  \$/disp.

- costo total por disparo 1 + 2 + 3

( 19.36 \$/hr. + 24.02 \$/hr ) x 6 hr/disp. + 19.80 \$/disp  
= 280.08 \$/disp.

- Costo total por metro lineal :

=  $\frac{280.08}{3.96 \times 0.9} = 78.58$  \$/ metro lineal

- Para el segundo año se adquirirá un segundo volquete del precio similar



Precio : .218,000 dolares N = 4 años i = 18%

1.) Costo de Inversión anual:

C.E.A. = 81,039 \$/ año

por hora =  $\frac{81,039}{3,600}$  = 22.51 \$/hr

2.) Costo de operación : 24.02 \$/hr

3.) Costo de mano de obra : 19.80 \$/hr

-Costo total por disparo:

( 22.51 + 24.02 ) x 6 + 19.80 = 298.98 \$/disp

- Costo total por los dos volquetes que se usaran a partir del segundo año :

Por disparo : 280.08 + 298.98 = 579.06 \$/disparo

Por metro lineal:

$\frac{579.06 \text{ $/disp.}}{3.96 \times 0.9}$  = 162.47 \$/metro

- A partir de los 2,500 metros de rampa la limpieza y transporte tardará 9.33 horas por disparo :

Costo de Inversión - Operación por hora :

( 43.88 \$/hr + 46.53 \$/hr ) x 9.33 = 838.86 \$/disp.

Costo de mano de obra :

19.80 x 2 1.55 = 61.38 \$/disp.

Costo total por disparo : = 900.24 \$/disp.

Costo por metro lineal :  $\frac{900.24}{3.96 \times 0.9}$  = 252.60 \$/metro

e.) Costo por servicios.-

	Cant.	Costo unit.	Duración (disp)	Costo disp/\$
<b>1.- Herramientas y otros</b>				
- Piedra esmeril	1	10.50	7.69	1.37
- Pico	1	24.00	150	0.16
- Lampa minera	1	13.00	150	0.09
- Llave stillson 14"	1	55.00	300	0.18
- Desquinchadores	1	15.00	300	0.05
<b>2.- Implementos de seguridad</b>				
- Guantes de cuero	8	6.50	75	0.69
- Respiradores	8	17.50	75	1.87
- Cascos	8	7.00	300	0.19
-Botas de jebe	8	14.50	75	1.55
- Sacos de jebe	8	33.00	150	1.76
- Mamelucos	8	30.00	300	0.80
- Correas porta lámpara	8	10.00	225	0.36
- Lámparas eléctricas	8	650.00	1,500	3.47
<b>3.- Consumo de energía</b>	15kw	0.0662kw/h	4h/dia	3.97
<b>4.- Personal</b>				
- Capataz	1	13.00	50%	23.40
- Bodeguero	1	9.00	50%	16.20
- Bombero	1	8.00	50%	14.40
<b>Costo total / disparo :</b>				<b>70.51</b>

$$\text{Costo promedio } \frac{70.51}{3.96 \times 0.9} = 19.78 \text{ \$/metro lineal}$$

F.) Costo administrativo.-

Se ha considerado el sueldo mensual del trabajador más un incremento del 50 % por beneficios sociales, tanto en la mina como en la oficina de Lima .

- Mina:

	<u>Cantid.</u>	<u>sueldo</u>	<u>+ Benef</u>	<u>costo</u>	
		<u>mes</u>		<u>\\$/mes</u>	
-Ing. Residente	1	600	+	50%	900.00
-Administrador	1	300	+	50%	450.00
-Secretario	1	200	+	50%	300.00
-Mecánico	1	380	+	50%	570.00
-Electricista	1	360	+	50%	540.00
-Ayudante	1	250	+	50%	375.00
-Chofer	1	230	+	50%	345.00
					3,480.00
		<u>Total</u>		<u>\\$/mes</u>	<u>3,480.00</u>

- Lima:

Los costos administrativos para la oficina de Lima se han considerado el mismo que de mina.

$$\text{Costo/ mes} = 3,480.00 \text{ \$/ mes}$$

El costo total tanto de Lima como de mina es :

$$= 3,480.00 + 3,480.00 = 6,960.00 \text{ \$/mes}$$

De los 4,100 metros del total del proyecto de rampa nos da un equivalente a 20 disparos /mes como

promedio, el costo por disparo es :

$$= 6,960.00 / 20 = 348.00 \$ /disparo$$

El costo por metro de avance es :

$$= 348.00 / 3.96 \times 0.9 = 97.76 \$/metro.$$

g.) Costo de equipo y enseres

Los equipos y enseres se ha depreciado a cinco años y los vehículos a tres años a una tasa de interes del 18% anual. El costo de inversión anual se ha calculado en base al costo equivalente anual (C.E.A.)

	Precio \$	C.E.A.	Duración disp/año	costo disparo \$/disp
- Mobiliario	5,000.00	1,600.00	300	5.33
- Máquinas y Computadora	2,500.00	800.00	300	2.66
- Herramientas	3,000.00	960.00	300	3.20
- Afilador	2,000.00	640.00	300	2.13
- Otros	5,000.00	1,600.00	300	5.33
		TOTAL:		18.65 \$/dis.
-Vehículos.-				
Camión	25,000.00	11,500.00	24.46	97.84
Camionetas	12,000.00	5,520.00	9.70	38.80
		Costo total por disparo		155.29 \$ disp

Costo total por metro = 43.57 \$/metro

- Del mismo procedimiento se obtiene para la cortada y la galería by pass.

El costo total por disparo y por metro lineal calculado anualmente tanto para rampa, cortada y galería by pass es el siguiente

**COSTO TOTAL POR DISPARO Y METRO LINEAL**

	1		2		3		4		5	
	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/metro	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro
<b>RAMPA.-</b>										
A) Costo de Perforación	557.48	156.42	557.48	156.42	557.48	156.42	557.48	156.42	557.48	156.42
B) Costo de Voladura	350.52	98.35	350.52	98.35	350.52	98.35	350.52	98.35	350.52	98.35
C) Costo de Limpieza	445.08	124.38	445.08	124.38	691.81	194.11	691.81	194.11	691.81	194.11
D) Costo de Transporte	280.08	78.58	579.06	162.47	900.24	252.60	900.24	252.60	900.24	252.60
E) Costo de Servicio	70.51	19.78	70.51	19.78	70.51	19.78	70.51	19.72	70.51	19.78
F) Costo Administrativo	348.42	97.76	348.42	97.76	348.42	97.76	348.42	97.76	348.42	97.76
G) Costo de Máquinas	155.29	43.57	155.29	43.57	155.29	43.57	155.29	43.57	155.29	43.57
	2807.38	619.35	2506.36	703.24	3074.37	862.59	3074.38	862.38	3074.27	862.38

CORTADA.-	1		2		3		4		5	
	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro
A) Costo de Perforación			418.46	117.41	418.46	117.41	418.46	117.41		
B) Costo de Voladura			256.93	72.09	256.93	72.09	256.93	72.09		
C) Costo de Limpieza			284.47	79.82	284.47	79.82	284.47	79.82		
D) Costo de Transporte			182.47	512	356.96	100.15	356.96	100.15		
E) Costo de Servicio			34.51	968	34.51	9.68	34.51	9.68		
F) Costo Administrativo			87.1	24.44	87.1	24.44	87.1	24.44		
G) Costo de Máquinas			38.82	10.89	38.82	10.89	38.82	10.89		
			1301.97	365.41	1477.25	414.49	1477.25	414.49		

**GALERIA BY-PASS**

	1		2		3		4		5	
	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro	Costo/Disp	Costo/Metro
A) Costo de Perforación			288.37	80.91	288.37	80.91	288.37	80.91	288.37	80.91
B) Costo de Voladura			167.91	47.11	167.91	47.11	167.91	47.11	167.91	47.11
C) Costo de Limpieza			178.6	50.11	178.6	50.11	178.6	50.11	178.6	50.11
D) Costo de Transporte			117.4	32.94	117.4	32.94	117.4	32.94	117.4	32.94
E) Costo de Servicios			34.51	9.68	34.51	9.68	34.51	9.68	34.51	9.68
F) Costo de Administración										
G) Costo de Máquina			38.82	10.89	38.82	10.89	38.82	10.89	38.82	10.89
			825.61	231.65	825.61	231.65	825.61	231.65	825.65	231.65



5.4.2) Costo de Operación.-

En este caso hemos considerado todo los costos referentes a combustibles, mantenimiento y repuesto, llantas, explosivos, servicio y mano de obra directa .

- Perforación:

80.756 \$/hr x 4 hr	=	323.024 \$/disp.
Mano de obra	=	37.80 \$/disp.
		<hr/>
Total:		360.824 \$/disp.

Este costo es constante para todo los años

- Voladura:

Materiales	=	321.722 \$/disp.
Mano de Obra	=	28.80 \$/disp.
		<hr/>
Total	=	350,522 \$/disp.

- Limpieza:

42.11 \$/ hr x 6 hr/disp	=	256.66 \$/disp.
Mano de obra	=	19.80 \$/disp.
		<hr/>
Total	=	276.80 \$/disp.

Apartir de los 2,500 metros el tiempo de limpieza es de 9.33 horas por disparo.

$$42.11 \text{ \$/hr.} \times 9.33 \text{ hr/disp.} = 398.88 \text{ \$/disp.}$$

$$\text{Mano de obra} = 19.80 \times 1.55 = 30.69 \text{ \$/disp.}$$

---

$$\text{TOTAL:} \quad 423.57 \text{ \$/disp.}$$

- Transporte:

$$24.02 \text{ \$/hr.} \times 6 \text{ hr./disp.} = 144.12 \text{ \$/disp.}$$

$$\text{Mano de Obra} = 19.80 \text{ \$/disp.}$$

---

$$\text{Total} \quad 163.92 \text{ \$/disp.}$$

- A partir de los 1,500.00 metros, el transporte de carga se hara con dos volquetes:

$$163.92 \text{ \$/hr.} \times 2 = 327.84 \text{ \$/disp.}$$

- A partir de los 2,500 metros, el tiempo de limpieza y transporte sera de 9.33 horas por disparo.

$$24.02 \text{ \$/hr.} \times 2 \times 9.33 \text{ hr/disp.} = 448.21 \text{ \$/disp.}$$

$$\text{Mano de obra} = 19.80 \times 1.55 = 61.38 \text{ \$/disp.}$$

---

$$\text{Total} \quad 509.59 \text{ \$/disp.}$$

Este costo es invariable hasta el quinto año.

- Servicios.

El costo por servicios es 67.04 \\$/disp. constante para todos los años.

En resumen:

	1	2	3	4	5
Costo Oper. por disparo	1,218.48	1,382.40	1,710.92	1,710.92	1,710.92
Costo Oper. por metro	342.00	388.00	480.06	480.06	480.06

Igualmente para:

- Cortada.-

	2	3	4
Costo Operación por disparo	843.91	933.98	933.98
Costo Operación por metro	237.00	268.00	262.00

- Galería By-Pass.-

	2	3	4	5
Costo Operación por disparo	569.30	569.30	569.30	569.30
Costo Operación por metro	160.00	160.00	160.00	160.00

**5.4.3.) GASTOS ADMINISTRATIVOS.-**

Hemos considerado todos los gastos del rubro 5.5.1.f.) tanto de mina como de oficina de Lima que es de \$ 6,960.00 por mes, mas un adicional de \$ 1,500.00/mes por gasto de servicios, por lo que el gasto anual es de \$ 101,520.00 por año,

valor constante para todo el programa.

**5.4.4.) GASTO FINANCIERO.-**

Son gastos provenientes de los intereses, tanto de los préstamos bancarios a 5 y 4 años respectivamente y los intereses de los bonos.

Los gastos provenientes de los intereses por prestamos a 5 y 4 años son:

	a 5 años	a 4 años	Bonos	Total de Intereses
1	122,825.00		19,200.00	142,025.00
2	68,240.00	43,277.00	19,200.00	130,717.00
3	47,764.00	21,639.00	19,200.00	88,603.00
4	27,293.00	12,365.00	19,200.00	58,858.00
5	6,823.00	3,091.00	19,200.00	29,114.00

**5.4.5.) GASTOS POR DEPRECIACION.-**

Los gastos de depreciación se ha calculado de acuerdo al programa de inversiones y a la vida útil de cada activo, empleando el método de doble tasa decreciente, obteniéndose lo siguiente:

	Valor libro	Deprecia. D=0.4	Valor libro	Deprecia D=0.5	valor libro	Deprecia D=2/3	total deprec.
0	789,500				262,000		
1	473,700	315,800	218,000		87,335	174,665	490,465
2	284,220	189,480	109,000	109,000	29,110	58,225	356,705
3	170,532	113,688	54,500	54,500		29,110	197,298
4	102,319	68,213	27,250	27,250			95,463
5		102,319		27,250			129,569

#### 5.4.6. AMORTIZACION DE PRESTAMO

Está constituido por prestamo bancario y por bonistas que al final de año 5 se tendra que amortizar el integro de la deuda por bono.

	Préstamo a a 5 años	Préstamo a 4 años	bonos	total Amortización
1	127,125			127,125
2	127,125	57,591		184,716
3	127,125	57,591		184,716
4	127,125	57,591		184,716
5	127,120	57,592	60,000	244,712

#### 5.5. INGRESO POR PRODUCCION

Este es uno de los rubros discutibles para la asignación de un porcentaje de utilidad sobre el costo total por metro de avance o disparo para obtener el precio tanto de rampa, cortada y galeria by pass respectivamente.

Este porcentaje minimo de utilidad debe ser tal que debe cumplir con las obligaciones de los proveedores acreedores y accionistas aunque no se tenga un superavit económico en la empresa.

Un porcentaje muy alto podria ocasionar un precio que no sea competitivo en el mercado, contrariamente un porcentaje bajo podria ocasionar perdidas economicas en la empresa .

Se ha calculado que el porcentaje mínimo de utilidad es del 35% por lo tanto el ingreso de producción es:

	1		2		3		4		5	
	Precio \$/mts	Ingreso \$	Precio \$/mts	Ingreso \$	Precio \$/mts	Ingreso \$	Precio \$/mts	Ingreso \$	Precio \$/mts	Ingreso \$
Rampa	835	1'254,000	950	665,000	1,165	867,500	1,165	815,500	1,165	466,000
Cortada			493	197,200	560	168,000	560	56,000		
Galeria by-pass			313	125,200	313	131,460	313	131,460	313	250,400

## **5.6 EVALUACION DEL COSTO DE LA EMPRESA**

### **5.6.1 Concepto del costo de Capital ó mínima tasa de retorno**

El inversionista en este caso el accionista, espera recibir una tasa de retorno razonable, sobre la inversión, esta tasa razonable es del 40% y 43% respectivamente como mínimo .

Pero la Gerencia de la empresa también tiene que afrontar las deudas a mediano plazo, contraídas con sus acreedores, que son los financieras y bonistas que cobran una tasa de interes del 18% y 32% respectivamente. El promedio de esta tasa tanto del accionista como los de los acreedores es la mínima tasa de retorno o costo de capital de la empresa. Si al evaluar la tasa interna de retorno (TIR) del proyecto, esta resultase igual o mayor que el costo de capital, significa que el proyecto es rentable.

Es necesario acotar que las tasas o costos parciales del acreedor y accionista deben ser calculados despues del impuesto

### **5.6.2. Calculo del costo de capital promedio**

La estructura de los principales fuentes de fondo es:

1) Financieras	\$ 819,500
2) Bonos	\$ 60,000
3) Acciones preferentes	\$ 130,000
4) Acciones comunes :	\$ 260,000
	-----
TOTAL:	\$ 1'269,500

Cálculo del costo parcial de cada fuente

1.) Las financieras cobran un interés del 18% anual, estos intereses deben ser deducidos del impuesto que en nuestro caso es del orden del 35% .

aplicando la fórmula :

$$C' = i.(1 - T)$$

C' = Costo parcial

i = tasa de interés

T = tasa impositiva = 35%

$$C' = 18 \times (1 - 0.35)$$

$$C' = 11.7\%$$

2) Bonos

Para el cálculo del costo parcial (C) de los bonos se tiene los siguientes datos :

- Valor nominal (S) = 100
- Tasa de rendimiento = 32% anual
- Cuota trimestral (R) =  $\frac{100 \times 32\%}{4} = 8.00$
- Vencimiento : 5 años N= 20 cuotas
- Valor actual (P) =  $100 - (3\% + 2\%) = 95$



- Aplicando la siguiente fórmula :

$$P = R \frac{FAS}{N} + S \frac{FSA}{N} c'$$

y reemplazando datos, luego resolviendo la ecuación se obtiene:

$$i' = 8.5295 \%$$

La tasa anual es  $8.5295 \times 4 = 34.118 \%$



Los intereses de los bonos también deben estar afecto del impuesto aplicando la misma formula :

se tiene :

$$i' = C ( 1 - T )$$

$$C' = 34.118 ( 1 - 35 )$$

$$i' = 22.1767 \%$$

### 3) Acciones Preferenciales

Los costos de las acciones preferenciales se obtiene dividiendo el dividendo anual, entre el producto neto de la venta de la acción

$$C' = \frac{\text{Dividendo}}{\text{Producto neto}}$$

$$C' = \frac{10 \times 34\%}{10 - 10(3\%)} = \frac{4.3}{9.7}$$

$$C' = 44.33\%$$

como los dividendos se paga del flujo de caja después del impuesto no se requiere ajuste .

### 4) Acciones Comunes

Como la empresa recién inicia la operación no tiene por lo tanto dividendo entregados anteriormente se aplica la misma fórmula que la de los accionistas preferenciales, caso contrario se tendría que agregar la gradiente de los dividendos entregados anteriormente.

$$c' = \frac{\text{Dividendo}}{\text{Producto neto}} = \frac{1 \times 40\%}{1 - 1 \times (3\%)} = \frac{0.40}{0.97}$$

$$C' = 41.24 \%$$

Tambien esta tasa no requiere de ajuste .

En resumen se obtiene

Fuentes	Valor en libro	Ponderacion %	Costo parcial	Costo ponderado
1) Financieros	819,500	64.55	11.7	7.55%
2) Bonos	60,000	4.73	22.18	1.05%
3) Acc. Prefere.	130,000	10.24	44.33	4.54%
4) Acc. Común	260,000	20.48	41.24	8.45%
	1'269,500	100 %		21.59%

El costo del capital promedio ponderado es:

$$C C = 22\%$$

15.7 - FLUJOS DE FONDOS NETO

	0	1	2	3	4	5
INVERSION	1'851,500	218,000.				
PRESTAMO	661,500	218,000				
INGRESO:						
Rampa		1'254,000	665,000	867,500	815,500	466,000
Cortada			197,200	168,000	56,000	
Galeria			125,200	131,468	131,460	250,400
TOTAL DE INGRESO		1'254,000	987,400	1'166,960	1'002,960	716,400
EGRESO:						
C.O. Rampa		513,000	271,600	356,400	336,000	192,000
C.O. Cortado			94,800	78,200	26,200	
C.O. Galeria			64,000	67,200	67,200	128,000
Gasto Administrativo		101,520	101,520	101,520	101,520	101,520
" Financiero		142,025	138,717	88,603	58,858	29,114
" Depreciacion		498,465	356,785	197,298	95,463	129,569
TOTAL DE EGRESO:		1'247,010	1'020,142	889,221	685,241	580,283
INGRESO GRAVABLE		6,998	- 32,742	277,739	317,719	136,197
IMPUESTO 35%		- 2,447		- 97,209	- 111,202	- 47,669
UTIL. DESPUES DEL IMPUESTO		4,543	- 32,742	180,530	206,517	88,528
- AMORTIZACION		- 127,125	- 184,716	- 184,716	- 184,716	- 244,712
UTILIDAD NETA		- 122,582	- 217,458	- 4,186	21,801	- 156,184
+ DEPRECIACION		498,465	356,785	197,298	95,463	129,569
FLUJO DE FONDOS NETO	398,000	367,883	139,247	193,112	117,264	- 26,615

5.8 ) EVALUACION DEL V.A.N. Y EL T.I.R. ECONOMICO Y FINANCIERO

Actualizando la serie de flujos de fondo neto se obtiene el VAN y el TIR y tanto económico como financiero.

El costo de capital de la empresa es de 22% anual

$$\text{VANE (22\%)} = 43,097 \text{ dólares}$$

$$\text{TIRE} = 23.97\%$$

Dado que el VANE al costo de capital del 22% nos da una cantidad mayor que cero y el TIRE una tasa mayor que el costo del capital, podemos ser financiado obteniendose los siguientes resultados:

$$\text{VANF ( 22\% )} = 146,832.16 \text{ dólares}$$

$$\text{TIRF} = 48.56 \%$$

La rentabilidad del proyecto es de 48.56% anual la relación de deuda capital es  $\frac{661,500}{390,000} = 1.69$  que es considerado como confiable en las entidades financieras.

## VI.- ANALISIS DE REPLAZO

### 6.1) Concepto de Reemplazamiento

El objetivo de este capítulo es ayudar en la comparación económica de dos activos uno que ya posee y el otro que puede ser considerado como reemplazo.

En las operaciones mineras los equipos deben ser reemplazados eventualmente o dados de baja ya sea esto por el deterioro físico u obsolescencia. El deterioro puede definirse como la desminución de la eficiencia del equipo, en comparación con la existente cuando el equipo era nuevo.

La obsolescencia, puede definirse como la desminución de la eficiencia del equipo, aún estando nuevo, en comparación con la eficiencia de otro equipo que se encuentra en el mercado en ese momento.

Este deterioro u obsolescencia está determinado por un aumento progresivo de su costo de operación y una baja productividad, debido a las paralizaciones que sufre el equipo para su mantenimiento.

Según la teoría económica aplicada a los problemas de reemplazo de equipos indica que esta debe ser efectuado al final de su vida económica.

## 6.2) Concepto de Vida Económica

Una política de reemplazo de equipos implica un programa planeado que nos permita determinar el tiempo de operación económica de un equipo, y nos indica el momento exacto, no antes ni después, para reemplazar a dicho equipo.

Tal que su costo de inversión promedio más su costo de operación promedio sean mínimo, a este periodo de tiempo se denomina vida económica.

La razón por lo cual podemos obtener el costo mínimo u óptimo de la vida económica, es que los costos de inversión tienden a disminuir con el periodo de uso, mientras que los costos de operación tienden a incrementarse con el periodo de uso.

### DETERMINACION DE LA VIDA ECONOMICA DE UN EQUIPO

Para el cálculo de la vida económica tenemos como ejemplo el scooptram cuyos datos recordemos:

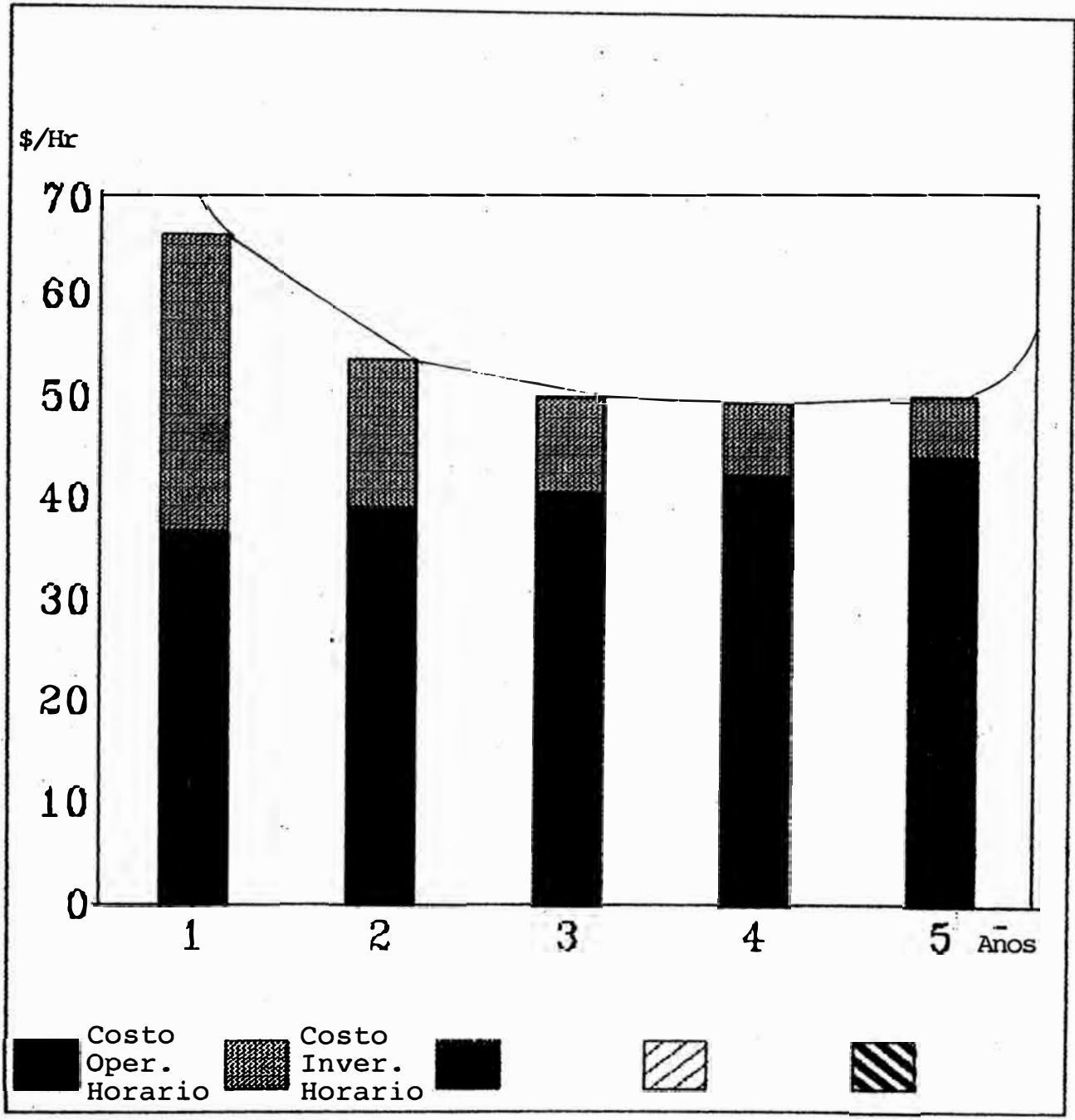
Equipo : SCOOPTRAM EJC 413  
Precio \$ 225,000  
Depreciación : 12,000 horas ó 3 años  
Costo de inversión anual : 103,485 dolares  
anuales

- Costo de operación anual promedio 146,485

dólares anuales.

En la estructura del costo de operación anual se ha considerado que el costo de repuesto y mantenimiento en el porcentaje variable del costo de inversión.

Año	1 Horas de trabajos anual	2 Costo de Operacion anual	3 Horas acumuladas anual	4 Costo de Operacion acumulada	5 Costo de Operacion acumulada horario	6 Costo de inversion horario acumulada	7 Costo total horario acumulada.
1	3600	135,600	3600	135,600	36.67	28.75	66.42
2	3600	146,000	7200	281,600	39.11	14.37	53.48
3	3600	156,500	10,800	438,100	40.56	9.58	50.14
4	3600	172,000	14,400	610,100	42.36	7.18	49.54
5	3600	192,600	18,000	802,700	44.59	5.75	50.34





- Se puede observar la columna 7, que el menor costo total es de : 49.54 dolares por hora y se produce en el año 4, quiere decir que su vida económica del Scooptra es de cuatro años, y es a partir del cuarto año que se debe reemplazar por otro equipo o en todo caso, hacer un mantenimiento mayor con reparación de motor etc.

### 6.3) Alternativa de Reemplazo

Las posibilidades de reemplazar un equipo en este caso el Scooptram. Al término de su vida económica, son varios entre los cuales podría ser:

Hacer un Overthaul al equipo.\*

Reemplazar por otro equipo nuevo.

Retener al equipo un año de trabajo.

Alquilar o arrendar a otro equipo.

Escoger la <sup>e</sup>mejor alternativa, significa escoger la alternativa más económica, y para hallar esto, se debe calcular el costo total anual, que es la suma del costo equivalente anual de la inversión y el costo de operación promedio anual del equipo, el que tenga el menor costo total es la alternativa más optima.

1) Hacer Mantenimiento Mayor (OVERHAU 1 equipo.-

Un Overtheul del equipo significa hacer reparación general del sistema de combustión (Motor), Sistema eléctrico y del sistema eléctrico y del sistema hidráulico.

Su costo es el 60% del precio actual y tendrá una depreciación de 6,000 horas es decir 2 años.

- El precio actual será 5% que al precio anterior es decir:

$$225,000 + 0.05 \times 225000 = 236,250$$

$$P = 60\% \times 236,250 = 141,750$$

$$N = 2$$

$$I = 18\%$$

$$C.I.A. = 141,750 \times FRC \frac{0.18}{2} = 90,550$$

$$C.O.A. = 70\% \times 90,550 + 89,120 = 152,505$$

$$C.T.A. = 243,055. = \$/Año$$

2) Reemplazar por otro equipo nuevo.-

El equipo nuevo tiene valor de 236,260 dólares.

El fabricante acepta comprar el equipo viejo en 35,000, su depreciación es 12,000 horas es decir 3 años.

$$C.I.A. = (236,250) F.R.C. \frac{0.18}{3}$$

$$C.I.A. = 92,560$$

$$C.O.A. = 55\% (108,657) + 89,120 = 140,880$$

$$C.T.A. = 92,560 + 148,880 - 241,440 \text{ \$/año}$$

$$C.T.A. = 241,440 \text{ \$/año}$$

### 3) Retener el equipo un año más de trabajo.

Cuando un equipo actualmente en actividad, esta próximo al fin de su vida económica o ha mostrado una utilidad en deterioro para la compañía, un problema común es determinar si debiera reemplazarse por otro equipo o retenerlo en servicio durante un año más.

En esta oportunidad calcularemos el costo total de lo que produciría si retenemos en servicio a un año más.

Si este costo es mayor, que cualquier de las dos alternativas anteriores, lo desechamos.

Si es menor, aceptamos retener el equipo po un año más de servicio y postergaríamos su reemplazo.

Ahora, consideramos lo siguiente:

El precio del equipo al final de su vida económica es 45,000 dólares y tendrá un valor de rescate al final del año de 10,000 dólares.

Su costo de operación conforme al cuadro es :  
192,600.

$$C.I. (1) = 45,000 + 45,000 \times 0.18 - 10,000$$

$$C.I. (1) = 43,100$$

C.O.A. = 192,600  
-----  
C.I. (1) = 235,700 dólares

Vemos aquí que su costo total por un año más de servicio es de 235,700 dólares lo que significa postergar su reemplazo ya que es menos que las otras dos alternativas.

#### 6.4) RECOMENDACIONES

Una buena política de reemplazo de equipo implica llevar una planificación adecuada de los registros de costo de mantenimiento y reparación diaria, mensual y anual y la relación de hora de servicios respectivamente.

Un equipo con poco o ningún control de mantenimiento provocará una vida económica prematura inclusive antes de terminar su periodo de depreciación ocasionando pérdidas económicas de inversión.

En el reemplazo de equipos, es necesario que se analise todas las alternativas incluso los que no se han visto aquí, como el alquiler o arrendamiento de equipo, o la compra de un equipo de segunda mano etc. siguiendo la misma forma que analizamos anteriormente.

En la alternativa de retención del equipo por

1 año de servicio al termino de ella, se debe hacer otra reiteración por un año más, si el costo de esta oportunidad es mayor, se reemplazaría el equipo, lo contrario se retendría nuevamente el equipo.

## VII.- MANTENIMIENTO DE EQUIPOS.-

### 7.1. OBJETIVOS.-

El mantenimiento tiene como objetivo de obtener una alta eficiencia y seguridad del equipo, así como minimizar las paradas imprevistas y el costo de mantenimiento. Teniendo un programa ágil y actualizado de mantenimiento y con una estrecha coordinación con las personas encargadas de la operación, es necesario para mantener un alto índice de disponibilidad.

### 7.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO.-

El mantenimiento en general se puede agrupar en dos tipos:

#### 7.2.1.) Mantenimiento preventivo.-

Es aquel que se encarga de tomar las medidas y previsiones necesarias para evitar que un determinado equipo y sistema o instalación sufra una parada repentina. Para cumplir con esta finalidad se requiere efectuar una planificación y programación adecuadas, como regla general sería lo siguiente:

a) Listado general de equipo, con características de marca, modelo y número de serie.

- b) Programa de mantenimiento por modelo o tipo de máquina.
- c) Programación de períodos de mantenimiento, teniendo en cuenta, las horas de operación o tiempo regulares (semanales, quincenales, mensual, etc.)
- d) Cronograma general de mantenimiento.
- e) Reporte de mecánicos y operadores.
- f) Historia de los equipos.
- g) Listados de repuestos para equipo con stock máximo y mínimo.
- h) Control de llantas.

#### 7.2.2.)Mantenimiento Correctivos.-

Es aquel que se encarga de efectuar las reparaciones mayores en un equipo, sistema o instalación en el menor tiempo posible.

Un equipo sufre inevitablemente algunas averías que no es posible predecir o proveer, así también los diferentes sistemas necesitan una reparación general en determinado periodos regular de operación, para lo cual, es necesario efectuar pedidos de repuestos con la debida anticipación.

### 7.3 **CONDICIONES PARA LA OPERACION.-**

Las condiciones más importantes para obtener una

optima productividad las máquinas son: una operación correcta y un buen mantenimiento preventivo. En muchos casos la deficiencia en la operación conducen a desperfectos de las máquinas que producen paradas repentinas . Hay tres puntos importantes que se deben tener en cuenta para una buena operación y es lo siguiente

1) Entrenamiento de operadores.-

Es indispensable que un operador conozca el equipo que va a operar y las recomendaciones establecidas por el fabricante para una buena operación

2) Condiciones de trabajo.-

Las condiciones en que se encuentran la zona de trabajo de los equipos influye notablemente sobre su rendimiento en la operación , un ambiente debidamente ventilado, logra una buena conservación del motor y una clara visibilidad al operador, de igual manera el estado del camino permite una mayor duración de llantas, en general es necesario de mantener condiciones lo mejor posible

3) Condiciones de seguridad.-

Dado el tipo de trabajo que realizan los equipos en el sistema Tracklees, es indispensable que todo los sistemas de seguridad y controles esten en buenas condiciones, de otra manera la operación se torna riesgosa pudiendo ocasionar accidentes .



#### **7.4. RECOMENDACIONES PARA EL BUEN USO Y ESTADO DE LOS EQUIPOS**

Las recomendaciones basicas importantes son

- Un entrenamiento adecuado del conductor u operador
- El mantenimiento de los vehiculos debe efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante
- Chequeo diario para asegurar todo los controles, la direcci3n y el sistema de freno,

En el caso de desgaste prematuro o rotura de alg3n elemento debe ser investigado sus causas ya que las mismas frecuentemente demuestran o indican que una falla mas grande se esta desarrollando.

- Cada vehiculo debe ser chequeado a intervalos regulares por un especialista.
- Toda las operaciones de mantenimiento y reparaci3n deben ser anotadas en tarjetas de archivo las que deben guardarse en un file especial para cada vehiculo individual.
- El control de llantas es un rubro importante para el consumo de ellas, lo que incide en su costo de operaci3n, generalmente cuando no se usa una llanta apropiada para el trabajo respectivo.
- Llevar un estricto control de costos, es indispensable para el c3lculo de su vida econ3mica y su reemplazo respectivo.

## VIII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Presentamos a continuación un complemento de conclusiones y recomendaciones a la que se dieron en algunos capítulos anteriores que son

El estudio de selección de equipos debe ser constante y permanente, lo cual es función del Ingeniero.

Un buen análisis de selección de equipo trae como resultado alta productividad bajo costo de producción y una mejor utilización de los equipos.

- Una buena selección de equipo debe estar íntimamente ligado a un buen sistema planificado de mantenimiento y sobre todo con personal idóneo y calificado para su operación .

Adoptar criterios técnicos y económicos para la selección de equipos, es la recomendación para evitar las adquisiciones inapropiadas, sobre dimensionados o inadaptables a nuestra realidad.

- En la evaluación del costo de inversión anual, debe ser calculado mediante el costo equivalente anual (C.E.A.) por lo exacto y real que es, ya que en esta forma recupera el íntegro de la inversión

- La ventilación es un factor importante para el buen funcionamiento de los equipos, de esta forma la cantidad de aire que se requiere es de

Equipos y hombres	HP	Consumo / equipo	Total
20 Hombres		6 m3/min	120 m3/min.
1 Jumbo	55	3 "	165 "
1 Sootramas	132	3 "	396 "
2 Volquetes	130	3 "	780 "
Total			1,461 m3/min.

Aproximadamente se requiere 1,500 m3 por minuto de aire , equivalente a 53,000 C.F.M.

- Para empresa que carece de fondos propios y que no pueden tener acceso al crédito bancario una formula eficaz para el financiamiento de sus equipos es mediante el arrendamiento lessing .

-El Leassing tiene la ventaja que la única cuota de pago es deducible del impuesto a la renta y el equipo utilizado no figurara en la relación de sus activos respectivos . Por lo tanto esta cuota aparecera como gastos de explotación lo cual aumentara la posibilidad de obtener un préstamo bancario.

- Toda empresa debe conocer el costo promedio de las diferentes fuentes de financiamiento, por ser elemento fundamental para la evualación económica y financiera para sus proyecto de inversión .

Una empresa que tenga un costo de capital mas bajo que otra similar estara en mejor posicion de competencia

tanto para operar sus servicios a menor precio, como para ampliar su empresa.

- En la evaluación económica y financiera del estudio, en este caso el VANE y el TIRE, mide la rentabilidad del proyecto, es decir asume que el monto total por inversión sea financiado con el 100% de capital propio, por tal razón solo es posible calcular un solo VANE y un solo TIRE, para nuestro caso el VANE al costo del capital nos dio una cantidad positiva y el TIRE y una cantidad mayor que el costo del capital, lo que podemos decir que este proyecto es viable

Para el VANF y el TIRF, que miden la rentabilidad del capital propio, es decir en nuestro caso es el 30% del total de la inversión. De este monto puede variar de acuerdo a la administración de la empresa lo que determinara obtener varios VANF y TIRF

-----  
Nota: Los calculos realizados han sido efectuados con una calculadora HP-15c.

# A P E N D I C E

## ALTERNATIVA DE ELEGIR EL JUMBO H - 127 DE DOS BRAZOS

En este apéndice trataremos la posibilidad de elegir el jumbo de dos brazos Boomer H-127 para la cual es necesario de medir su rentabilidad con las nuevas inversiones .

El tiempo que demora en perforar un frente con un jumbo de dos brazos se considerara la mitad de lo que tarda uno de un solo brazo ..

Para:

$$\text{Rampa} = 70 \text{ tal/disp.} \times 3 \text{ min./tal.} + 10\% = 2 \text{ horas}$$

$$\text{Cortada} = 50 \text{ tal/disp.} \times 3 \text{ min./tal.} + 10\% = 1.5 \text{ horas}$$

$$\text{Galeria} = 31 \text{ tal/disp.} \times 3 \text{ min./tal.} + 10\% = 1 \text{ hora}$$

tiempo de utilización del jumbo = 5 horas diaria

Por año = 5 hr/día x 25 día/mes x 12 = 1,500 horas

Calculo de costo total por disparo y por un metro de avance

1) Costo de inversión anual (C.I.A.)

$$\text{precio} : 655,000 \quad n = 5 \text{ años} \quad i = 18\% \text{ anual}$$

$$\text{C.I.A.} = 209,455 \text{ \$/año}$$

$$\text{C.I.H.} = \frac{209,455}{1,500} = 139.64 \text{ \$/disp.}$$

$$\text{C.I.disp.} = 139.64 \times 2.5^* = 349.1 \text{ \$/disp}$$

\* incluye el tiempo por desplazamiento

2.) costo de operación horaria .-

- Costo de energía :

$$2 \times 30 \text{ kw} \times 1 \text{ hr} \times 0.662 \text{ \$/kw-hr} = 3.97 \text{ \$/hr}$$

- Costo de repuesto y mantenimiento		
55% x 139.64 \$/hr	=	76.80
- Costo de barrenos : 231 \$/barreno		
$\frac{231}{1000} \times \frac{910}{2 \text{ hr}} \times \frac{1}{2}$	=	52.55
- Provision stand by : 1 perforadora y repuesto		
15% x 139.64 \$/hr	=	20.95
- Mantenimiento mayor		
30% x 139.64 \$/hr	=	41.89
		-----
C.O.H.		196.16 \$/hr

3.) Costo de mano de obra : 1 jumbero y 1 ayudante

37.80 \$/disp.

Costo total por disparo : 1 + 2 + 3

$$349.1 \text{ $/disp.} + 196.16 \text{ $/hr.} \times 2 \text{ hr/disp.} + 37.80 \text{ $/disp} \\ = 779.22 \text{ $/disp}$$

$$\text{costo por metro} = \frac{779.22}{3.96 \times 0.9} = 218.64 \text{ $/metro}$$

Dada la disponibilidad de equipo, es posible obtener un programa rigido de trabajo de dos disparos diario en rampa. Por consiguiente se tiene :

1\* año

$$2 \text{ disp/dia} \times 25 \text{ dias/mes} \times 12 \text{ meses/año} \times 3.96 \text{ mts/dis} \\ \times 0.9 = 2,138 \text{ metros/años}$$

2 año

$$1 \text{ disp/dia} \times 25 \text{ dia/mes} \times 12 \times 3.96 \times 0.9 \\ = 1,069 \text{ mts/año}$$

cortada y galería se hara 1 disparo diario respectivamente.

cortada : 800 metros  
 galería : 1,069 metros/años

3 año

Rampa :  $4,100 - ( 2,138 + 1,069 ) = 893$  metros

Galería:  $2,040 - 1,069 = 971$  metros

Labor	seccion	1	2	3	4	5	total
Rampa	4 x 5	2,138	1,069	893			4,100
Cortada	3.5 x 3.5		800				800
Galería	2.5 x 2.8		1,069	971			2,040

Cumplir con este programa significa que la limpieza deba determinarse en 6 horas, para esto es necesario incrementar el numero de volquete cada tramo .

aplicando la formula 2 se tiene lo siguiente :

Para:

N = 1 volquete hasta D = 850 metros  
 N = 2 volquete " D = 2,000 metros  
 N = 3 volquete " D = 3,200 metros  
 N = 4 volquete " D = 4,350 metros

Inversion: 3 volquete al inicio del año 1  
 1 volquete " " " 3



### Costo de transporte

#### 1.) Costo de inversion

Precio 218,000.00 N = 5 años i = 18%

C.I.A. = 69,710 \$/ años

C.I.H. = 69,710 /3,600 = 19.36 \$/hr

#### 2.) Costo de operación

Para cada volquete = 24.02 \$/hr

#### 3.) Costo de mano de obra:

Para cada operador : 19.80 \$/disp.

El costo total para cada tramo es:

D: 850 metros N = 1 volquete

Costo por disparo : ( 19.36 + 24.02 ) x 6 + 19.80  
= 280.08 S/disp.

Costo por metro = 78.58 \$/ metro

- D = 2,000 mts. N = 2 volquete

Costo por disparo = 280.08 x 2 = 560.16 \$/metro

costo por metro = 157.16 \$/metro

- D = 3,200 metros N = 3 volquetes

Costo por disparo = 280.03 x 3 = 840.24 \$/disp.

Costo por metro = 235.75 \$/ metro

- D = 4,350 mts N= 4 volquete

Costo por disparo = 280.08 x 4 = 1,120.32 \$/disp.

Costo por metro = 314.34 \$/metro

Costo total por metro lineal de avance

El costo total por metro - costo jumbo de 1 brazo =  
= 461.82 \$/metro

- Hasta una distancia de D = 850 mts.  
= 461.82 + 218.64 = 680.46 \$/metro

- Hasta una distancia D = 200 metros  
= 680.46 + 78.58 = 759.04 \$/metro

- hasta una distancia D = 3,200 \$/metro  
= 759.04 + 78.58 = 837.63 \$/metro

- Hasta una distancia D = 4,350 metros  
= 837.63 + 78.58 = 916.21 \$/metro

Costo de Operación

- Perforación :		
196.16 \$/hr x 2 hr./disp	=	392.32 S/disp
mano de obra		37.80 "
		<hr/>
		430.12 \$/disp
- Voladura		350.52 "
- Limpieza		276.80 "
- Transporte :		
hasta D = 850 mts		163.92
hasta D = 2,000 mts		327.84
hasta D = 3,200 mts		491.76
hasta D = 4,350 mts		655.69
- Servicios		67.04

Total :

hasta D = 850 mts.	361.50 \$/metro
hasta D = 2,000 mts	407.49
hasta D = 3,200 mts	453.49
hasta D = 4,350 mts	500.00

Para la cortada

costo por metro = 294.48 \$/mts.

Para galeria

costo por metro = 204.04 \$/mts.

Ingreso

Hemos considerado los mismos precios del estudio anterior variando la cotización de cada tramo

Rampa

hasta D = 850 mts	precio	855 \$/metro
hasta D = 2000 mts	"	950 \$/metro
hasta D = 4,100 mts	"	1,163.\$/metro

Cortada

D = 400 mts	490\$/metro
D = 800 mts	550 S/metro

Galeria

precio 310 \$/metro

## INVERSIONES

- Jumbo	1	655,000
- Scooptram	1	225,000
- Volquete	3	654,000
- Camion	1	25,000
- Camioneta	1	12,000
- Lamparas	50	28,500
- Mobiliario	1	17.500
- Otros		115,500
		-----
		1'732,500.=
Total de Inversiones		1'732,500
Capital Efectivo		450,000
		-----
Monto por Financiar		1'282,500.=

## Cuadro de Amortizaciones e Intereses

$$P_1 = 1'282,500$$

$$P_b = ?$$

$$P_1 = P_b (1 - d)$$

$$d = 0.0536733$$

$$P_b = \frac{1'282,500}{1 - 0.0536773} = 1'355,246$$

$$\text{Amortización} = \frac{1'355,246}{15} = 90,350.=$$

### Cuadro de Intereses, Amortizaciones y Depreciaciones

	Interes Acumulado x Año	Amortización Acumulado x Año	Depreciaciones lineales
1	281,085	271,050	577,500
2	164,691	271,050	577,500
3	121,044	271,050	577,500
4	77,396	271,050	
5	33,749	331,046	

- Gastos Administrativos.- Hemos considerado una cantidad constante en 101,520 dólares anuales hasta el año 3, y reducir a la tercera parte, los periodos siguientes.

- Cálculo del V.A.N.E. y T.I.R.E.

$$\text{VANE} = -154,685 < \bullet$$

$$\text{TIRE} = 15.57\% < \text{C.C.}$$

Este proyecto no es rentable, pero es factible, palanquear financiamiento con alto riesgo obteniéndose un

$$\text{TIRF} = 63.93\% \quad \text{con una}$$

$$\text{relación deuda Capital} = \frac{1'342,500}{390,000} = 3.44$$

**- FLUJO DE FONDOS NETOS (2) CON JUMBO DE 2 BRAZOS**

	0	1	2	3	4	5
<b>INVERSION</b>	1'732,500					
<b>PRESTAMO</b>	1'342,500					
<b>INGRESO</b>						
- Rampa		1'979,744	1'243,247	1'038,559		
- Cortada			416,000			
- Galería			331,390	301,010		
<b>TOTAL</b>		1,979,744	1'990,637	1'339,569		
<b>COSTO DE OPERACION</b>						
- Rampa		836,480	483,776	404,127		
- Cortada			247,916			
- Galería			218,119	198,123		
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		101,520	101,520	101,520	33,840	33,840
" FINANCIEROS		201,085	164,691	121,044	77,396	33,749
" DEPRECIACION		577,500	577,500	577,500		
<b>TOTAL</b>		1'796,585	1'793,522	1'402,314	111,236	67,589
<b>UTILIDAD GRAVABLE</b>		183,159	197,115	- 62,745	- 111,236	- 67,589
Impuesto 35%		64,106	68,990			
<b>UTILIDAD D/J</b>		119,053	128,125	- 62,745		
- Amortización		- 271,050	- 271,050	- 271,050	271,050	331,046
<b>UTILIDAD NETA</b>		- 151,997	- 142,925	- 333,795		
+ Depreciación		577,500	577,500	577,500		
<b>FLUJO DE FONDO NETO</b>	390,000	425,503	434,515	243,105	- 382,286	- 398,635

### Comentario

- La adquisición de un Jumbo de dos brazos H-127, un volquete más EJC 415 no es rentable con este programa de producción; según el cálculo del TIRE que nos da 15.57% menos que el costo de capital que es a 22%.

Si deseamos adquirir estos equipos es necesario tener un metraje mínimo adicional en el programa en rampa, el cual calculando, sin variar los precios y costos será:

- Para el año 1 y 2 permanecerá invariable
- Para el año 3 se completará el metraje total, haciendo 1 disparo diario.

$1,069 - 893 = 176$  metros adicionales lo que mejora el flujo de caja por ese año.

Ingreso :  $1,163 \times 176 + 1'339,569 = 1'544,257$

Gastos :  $453.5 \times 176 + 1'107,314 = 1'482,130$

	62,127
Impuesto	(21,745)
	40,382
Depreciación	577.500
Flujo Caja	617,882

Para el año 4: sea x la distancia por calcular, el flujo de caja será :

$$1,163 \times x - (453.5 \times x + 101,520)$$

Actualizando la serie de flujo de fondos a una tasa al Costo del Capital del 22% se tiene :

$$138,040 = 709.5 \times -101,520$$

$$x = 337,64 \text{ mt.}$$

La longitud mínima adicional será

$$338 + 176 = 514 \text{ mts.}$$

Por lo tanto la longitud total de proyecto de rampa será:

$$4,100 + 514 = 4,614 \text{ mts.}$$



Handwritten signature and date: 7 MARZO 1992



## BIBLIOGRAFIA

"Underground mining method Handbook".

Hustrulid W. y Kenedy B.

"Pautas para la selección de equipos de minas".

Tumialan J. ( XV C.I.M. )

"El equipo y su costo de operación".

Ramos J. (CAPECO).

"Período óptimo de reemplazamiento de equipo".

Stewart R.G. (Revista Minas)

"Ingeniería Económica".

Taylor G.

"Ingeniería Económica".

Blank L. y Tarquin A.

"Compendio de proyectos de Inversión".

Carbajal F.

"Proyectos de Inversión".

Espinoza A.

"Criterios técnicos para selección de equipos para  
Minería sin rieles en el Perú".

Antezezano T. (XVII C.I.M).

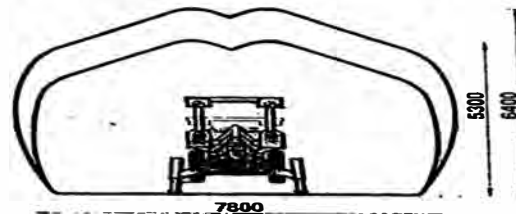
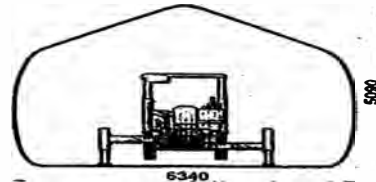
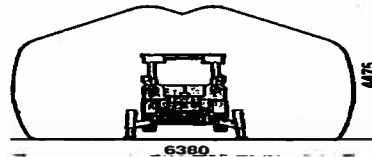
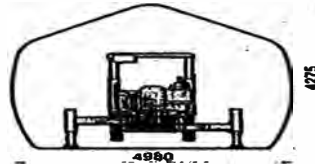
"Manual de Explosivos

Dinasol

# STANDARD VARIATIONS THE BOOMER H120-SERIES

There are seven basic hydraulic versions of the Boomer H120-rigs as standard – and a wide range of optional equipment, which can be fitted on request.

Furthermore, the Boomer H120-series is available in corresponding pneumatic standard versions, featuring the COP 900-series pneumatic rock drills, BMH 1500 feeds and BPU 900 power systems.



## Boomer H122\*, Main components:

Carrier	DC 10
Boom	1 x BUT 20
Feed	1 x BMH 1100 or 1200
Rock drill	1 x COP 1032HD or COP 1028HD
Power pack	BHU 32-1 DCS
Dimensions, L x W x H	9500 x 1650 x 2100**/2800 mm

\* Also available in a special version "N" for narrow drills, on a DC6 carrier. Dimensions: 10250 x 1400 x 2100\*\*/2800 mm  
 \*\* In transport position

## Boomer H123, Main components:

Carrier	DC 15
Boom	2 x BUT 20
Feed	2 x BMH 1100 or 1200
Rock drill	2 x COP 1032HD or COP 1028HD
Power pack	BHU 32-2 DCS
Dimensions, L x W x H	10500 x 1900 x 2250**/2950 mm

\*\* In transport position

## Boomer H126\*, Main components:

Carrier	DC 10
Boom	1 x BUT 25
Feed	1 x BMH 1100 or 1200
Rock drill	1 x COP 1032HD or COP 1028HD
Power pack	BHU 32-1 DCS
Dimensions, L x W x H	9500 x 1650 x 2100**/2800 mm

\* Also available in a special version "N" for narrow drills, on a DC6 carrier. Dimensions: 10250 x 1400 x 2100\*\*/2800 mm  
 \*\* In transport position

## Boomer H127, Main components:

Carrier	DC 15
Boom	2 x BUT 25
Feed	2 x BMH 1100 or 1200
Rock drill	2 x COP 1032HD or COP 1028HD
Power pack	BHU 32-2 DCS
Dimensions, L x W x H	10500 x 1900 x 2250**/2950 mm

\*\* In transport position

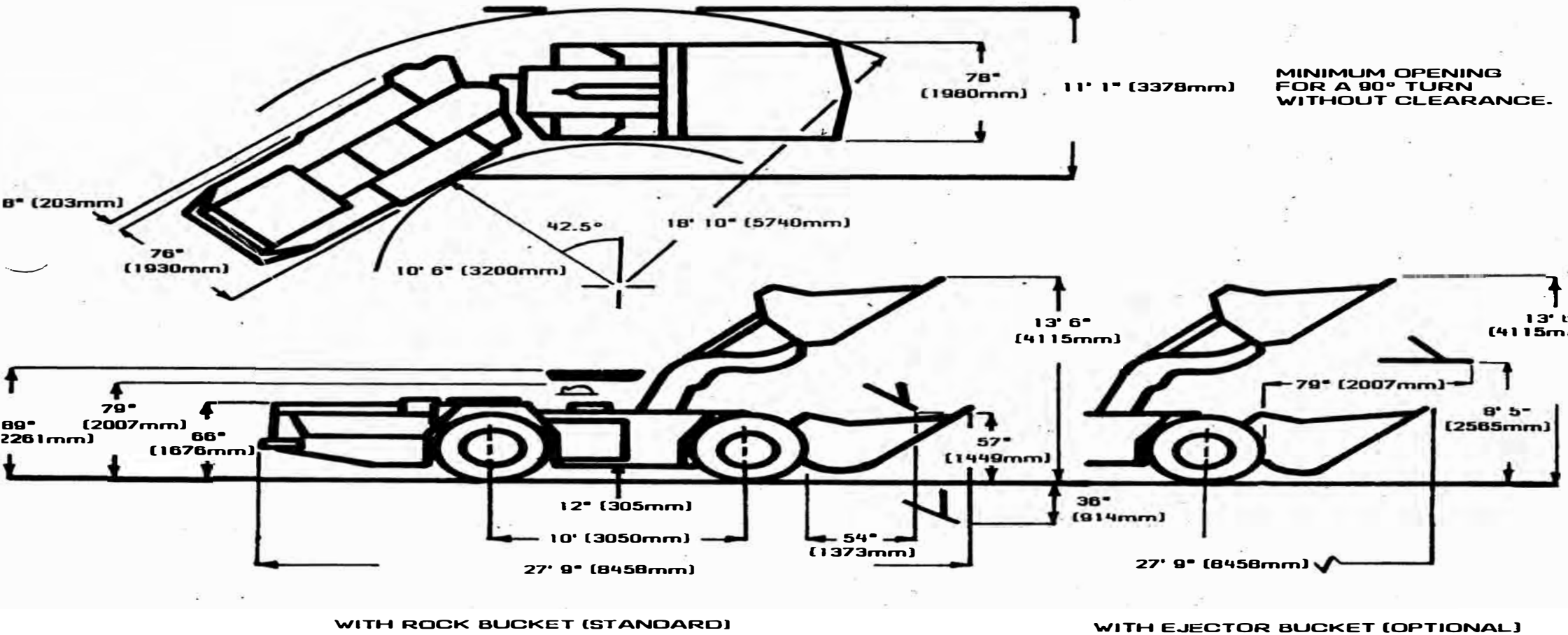
## Boomer H128, Main components:

Carrier	DC 15
Boom	1 x BUT 25
Feed	1 x BMH 1100 or 1200
Rock drill	2 x COP 1032HD or 1028HD
Power pack	BHU 32-2DCS
Boom elevation	1.1 m extra reach
Dimensions, L x W x H	10500 x 1900 x 2250**/2950 mm

\*\* In transport position



### EIMCO JARVIS CLARK

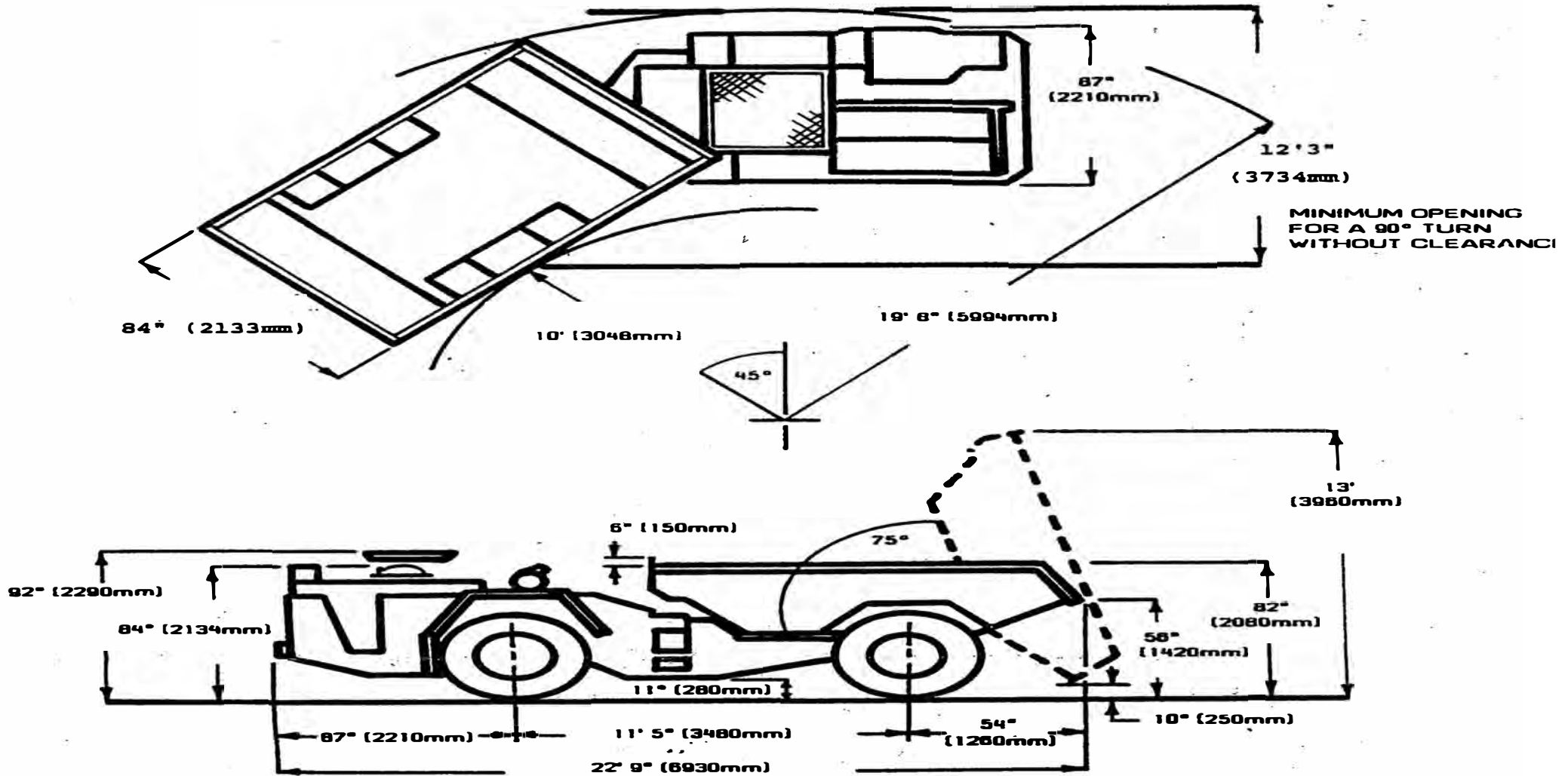


DIMENSIONS ARE APPROXIMATE AND APPLY ONLY TO STANDARD MACHINES.

**EJC 415**  
 Deutz Engine  
 4 Wheel Drive 15 Ton End Dump Truck



**EIMCO JARVIS CLARK**



DIMENSIONS ARE APPROXIMATE AND APPLY ONLY TO STANDARD MACHINES.

FE DE ERRATAS

- Pag. 104            12ª líneas

Dice:

$$C' = \frac{10 \times 34\%}{10 - 10 (3\%)}$$

Debe decir:

$$C' = \frac{10 \times 43\%}{10 - 10 (3\%)}$$

- Pag. 107            13ª líneas

Dice:            VANF ( 22%) = 146,332.16 dólares

Debe decir: VANF (22%) = 154,531.70 Dólares

- Pag, 112            5ª líneas

Dice: "..... . a partir del cuarto año ....."

Debe decir: "....., a partir del quinto año ....."

- Pag. 112            16ª líneas

Dice: "Escoger la mayor alternativa ....."

Debe decir: "Escoger la mejor alternativa ....."

- Pag. 113            22 líneas

Dice:            C.I.A. = ( 236,250 )  $FRC_3^{0.18}$

Debe decir:    C.I.A. = ( 236,250 - 35,000 )  $FRC_3^{0.18}$