

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

PLANEAMIENTO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE EXTRACCIÓN DEL PROYECTO DE PROFUNDIZACIÓN DE LA U.O SAN BRAULIO UNO

ANEXOS

Lima, 24 de Marzo del 2013

ANEXOS

Anexo 1: Estudio de sistema de extracción actual	3
• Descripción general del sistema de extracción actual.....	3
• Descripción de la secuencia y ciclo de extracción	4
• Descripción del control de tiempos, secuencia y ciclos de trabajo	5
• Evaluación de indicadores operacionales y de tiempos de ciclos de trabajo	6
• Conclusiones, observaciones y recomendaciones del análisis	10
Observaciones y conclusiones	10
Anexo 2: Cálculo del r.m.s. de los motores de las locomotoras de los dos niveles	13
Anexo 3: Cálculo de los P.U de las labores de desarrollo mina para el sistema de extracción	22
Anexo 4: Cálculo de los costos de operación de extracción de mineral (izaje y transporte)	32
Anexo 5: Cálculo del payback descontado	34
Anexo 6: Plano Nro.1. Vista en perfil del pique inclinado	35
Anexo 7: Plano Nro. 2. Vista en planta del pique inclinado	36
Anexo 8: Plano Nro. 3. Sección del pique inclinado	37
Anexo 9: Plano Nro. 4. Plataforma para el winche de izaje	38
Anexo 10: Plano Nro. 5. Diseño de Estación superior del pique	39
Anexo 11: Plano Nro. 6. Diseño de la estación inferior del pique	40
Anexo 12: Plano General del Proyecto de Profundización	41
Anexo 13: Vista tridimensional del sistema de extracción del proyecto de profundización	42

Anexo 1: Estudio de sistema de extracción actual

- **Descripción general del sistema de extracción actual**

El actual sistema de extracción conecta los niveles 3950 y 3920, y está conformado por un pique inclinado de 60m, con un ángulo de inclinación de 30 grados, por donde se iza el material, sea desmonte o mineral, generado por el Nv. 3920 con el uso de carros mineros que recorren este pique a través de un camino de rieles, mediante un winche de izaje instalado en el Nv. 3950, en donde los carros son enganchados a una locomotora y evacuados hacia superficie. Cabe mencionar, que los carros que se izan o descienden a través del pique son máximo dos a la vez.

El circuito de rieles que se utiliza en ambos niveles tiene una trocha entre rieles de 0.50m y los carros mineros que se usan para el izaje o descenso de material son del tipo U35. La locomotora que se encuentra en el Nv. Superior es de 4.0 ton y la que está en el Nv. Inferior es de 2.0 Ton.

Nv. Superior (3950)

En el nivel superior se encuentra instalado un winche de izaje de un solo tambor, de 40 hp de potencia, apoyado en una pequeña plataforma hecha de madera y bloquetas. Asimismo, en este nivel se cuenta con un circuito de rieles que permite el movimiento y posicionamiento de los carros mineros tanto cuando se hace descender los carros (o evacúa) como cuando se recibe los carros (o recibe). Además, cuenta con un tramo para almacenar provisionalmente los carros llenos y vacíos. Los carros llenos provenientes del nivel inferior, estos son enganchados a la locomotora de 4.0 ton, que los transporta hacia superficie para ser almacenados en unos depósitos temporales. Este nivel cuenta con un número de carros

Nv. Inferior (3920)

El nivel inferior cuenta también con un circuito de rieles que permite la recepción y almacenamiento de los carros vacíos que descienden del nivel superior, así como el ascenso o evacuación de los carros llenos dejados por una locomotora de 2.0 Ton. Los tendidos de rieles llegan hasta las galerías, con el objetivo de que el scoop cargue a los carros mineros en las cámaras de carguío apropiadas, para que luego sean transportados mediante la locomotora hacia el circuito para el izaje, en donde se almacena y se iza.

- **Descripción de la secuencia y ciclo de extracción**

A continuación se describirá el ciclo de izaje y transporte:

- a) Descenso de carros vacíos: Se enganchan dos carros mediante un estrobo hecho de un cable de acero de grosor de 19mm tipo corchado, luego se posicionan a pulso por delante del winche de izaje para luego enganchar el más cercano con un pin al cable del winche. Una vez que se encuentra bien enganchado, se quita un taco de seguridad, que está ubicado justo antes de que empiece el pique, y luego se toca el timbre dos veces (señal de que va a descender los carros) y el equipo de abajo responde con dos toques también en señal de que están preparados para recibir los carros vacíos. El operador del winche suelta el cable para que los carros desciendan por el pique. Mientras los carros se encuentran bajando el equipo de extracción del Nv. Inferior bloquea el paso de cualquier persona hacia el pique.
- b) Recepción de carros vacíos: Al llegar los carros vacíos al nivel inferior, estos se desenganchan del pin que sostiene al cable del winche, para luego empujarlos hacia el tramo especialmente diseñado para almacenar los carros vacíos.
- c) Izaje de carros llenos: Aquí existen tres posibilidades. Primero, que no haya ningún carro lleno esperando en el tramo de almacenamiento provisional, por lo que se tiene que hacer en este caso es esperar que la locomotora llegue y deje los carros llenos, para luego cambiarles el estrobo de cadena por el estrobo de cable y después empujarlos levemente hacia adelante (no es necesario hacer mucho esfuerzo ya que hay una pequeña inclinación que ayuda) para que cuando estén quietos, se enganche al pin del cable del winche.

La segunda posibilidad es que sí haya carros llenos almacenados, por lo que el ciclo se hace más rápido ya que en este caso los estrobos han sido cambiados con anticipación y solo es necesario el pequeño empuje para luego enganchar al cable del winche e izar.

La tercera posibilidad es que justo sí haya carros llenos almacenados y listos para ser izados, pero justo en el momento que están a punto de llegar los carros vacíos, llega la locomotora con carros llenos. Entonces luego de almacenar los carros vacíos, la locomotora deja los carros llenos pero falta cambiarles el estrobo, por tanto, hay completar esto y recién se puede izar los carros llenos.

En cualquiera de las tres posibilidades, luego de enganchar al cable del winche, se debe tocar tres veces el timbre y el equipo de extracción del Nv. Superior debe contestar con el mismo número de toques para que confirme que está preparado. Hecho esto, el operador del winche procede a izar los dos carros llenos.

- d) Recepción de carros llenos: Existe un tramo horizontal de 7m en el cual los carros que están llegando se estabilizan y una vez hecho esto se pone el taco de seguridad y se empujan los carros llenos hacia la parte posterior del winche donde se almacena los carros llenos. Mientras que dos personas hacen esto (el operador de la locomotora y su ayudante) y luego cambian el estrobo de cable por el de cadena, el timbrero empuja dos carros vacíos previamente enganchados y se sigue el mismo procedimiento que en el punto a).

- e) Transporte de carros llenos hacia superficie:

El operador y el ayudante luego de cambiar los estrobos por las cadenas, una vez que llegan a 4 carros llenos acumulados, proceden a evacuar la carga hacia superficie, donde la vierten en cámaras de acumulación tanto para desmonte como mineral. Hecho esto, regresan hacia el winche de izaje en donde dejan los carros vacíos y ellos junto con el timbrero cambian los estrobos para que los carros estén listos para ser bajados.

- **Descripción del control de tiempos, secuencia y ciclos de trabajo**

Se realizó un estudio de control de tiempos y ciclos de trabajo que consistió en 8 días de seguimiento de los trabajos de izaje, divididos de la siguiente manera:

Control de izaje			
Guardias			
Por nivel	Guardia A	Guardia B	SUMA
Nv. Superior	2 días	2 días	4 días
Nv. Inferior	2 días	2 días	4 días
TOTAL			8 días

El objetivo fue identificar los siguientes puntos:

- ❖ Controlar los tiempos de trabajo en izaje: Descenso de carros mineros, manipuleo de carros en Nv. Inferior, Ascenso de carros mineros y manipuleo de carros mineros en el Nv. Superior.

- ❖ Controlar los tiempos de trabajo en transporte: Ida y vuelta de las labores de carguío al sitio de izaje y manipuleo de enganche de carros mineros a locomotora.
 - ❖ Identificar las oportunidades de mejora con respecto a los diseños de circuitos de rieles, manipuleo de carros mineros para su posicionamiento, movilización y almacenamiento, seguridad en las actividades de izaje y transporte, transporte de carros mineros con locomotora y carguío de carros mineros por scoop.
- **Evaluación de indicadores operacionales y de tiempos de ciclos de trabajo**

Control de tiempos de trabajo en izaje Nv. Superior

Luego del control de izaje en el Nivel Superior, se obtuvo los siguientes resultados en cuanto a tiempos de trabajo:

RESULTADOS FINALES	Valor (hrs:min:seg)
Tiempo promedio de bajada de carros vacíos	0:02:46
Tiempo promedio de maniobras en el Nv. Inferior	0:01:17
Tiempo promedio de subida de carros llenos	0:02:50
Tiempo promedio de maniobras en el Nv. Superior	0:01:27
TIEMPO PROMEDIO DE CICLO DE IZAJE	0:08:19

Estos resultados se muestran en el siguiente gráfico con valores de porcentaje:

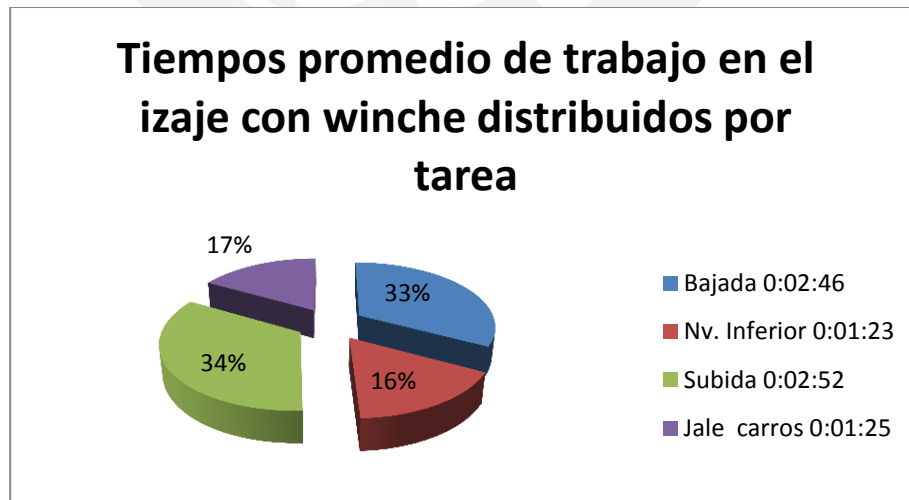


Figura 1.- Tiempos promedio de trabajo en el izaje distribuidos por tarea

Control de tiempos de trabajo en acarreo y transporte en Nv. Superior (3950):

En este control, se presenta dos casos distintos que fueron los más resaltantes, donde se pudo observar una gran diferencia en la forma de realizar el acarreo, lo cual tiene una repercusión en el tiempo de limpieza de las labores de avance y por tanto influyen en el ciclo de minado.

1er caso

RESUMEN

1er viaje	0:26:13
2do viaje	0:20:02
3er viaje	0:19:02
4to viaje	0:19:14
TOTAL	1:24:31

2do caso

RESUMEN

1er viaje	0:14:07
2do viaje	0:11:57
3er viaje	0:13:07
4to viaje	0:21:26
5to viaje	0:22:00
TOTAL	1:22:37

En ambos casos la denominación “viaje” se refiere al carguío de todos los carros mineros que lleva la locomotora.

1er Caso: La locomotora se acerca a la zona de carguío y el scoop empieza al mismo tiempo la limpieza, entonces realiza el carguío de material en el cámara de carguío pero haciendo viajes de acarreo de material del mismo frente. Luego de terminar de cargar a los carros mineros, el scoop empieza a acumular carga y cuando regresa la locomotora hace lo mismo.

2do Caso: La locomotora se acerca a la zona de carguío y el scoop realiza la carga de los carros mineros con el material que se encuentra en la misma cámara de carguío y una vez terminado, realiza la limpieza de material del frente acumulándolo el cámara para que cuando llegue la locomotora con los carros mineros repitan el mismo procedimiento.

Aquí se puede observar que en el 2do caso se movió más tonelaje que en el 1er caso en un mismo periodo de tiempo, específicamente la locomotora hizo un viaje más, lo que representa 7 carros mineros, es decir, unas 15 ton más.

Control de tiempos de trabajo en izaje Nv. Inferior

El tiempo promedio de ciclo de izaje controlado desde el Nv. Inferior, como era de esperarse, resultó en un valor muy cercano al tomado desde el Nv. Superior. Por tanto, se mencionará un caso específico donde se detecta varios aspectos a mejorar. El siguiente gráfico nos muestra la distribución de los tiempos totales en el manipuleo de los carros mineros:

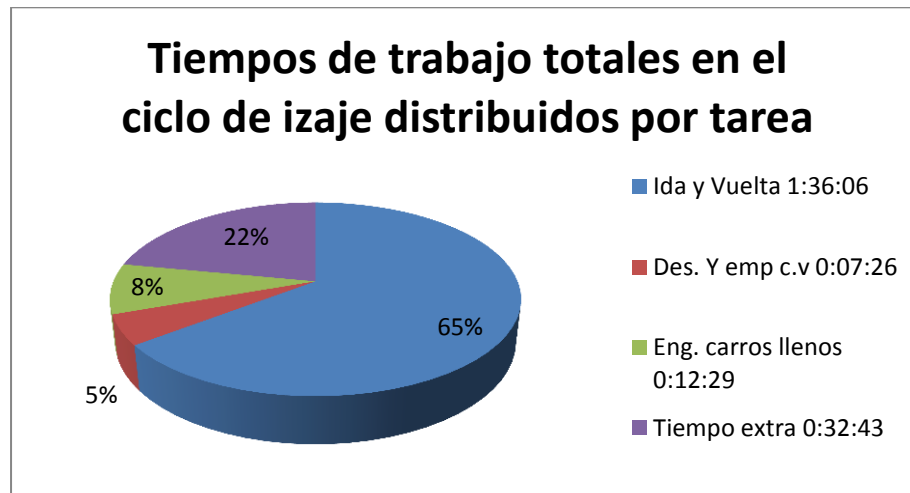


Figura 2.- Tiempos de trabajo totales en el ciclo de izaje distribuidos por tarea

En este caso se puede observar que el 22% del tiempo total de la tarea fue empleado en tareas no rutinarias (en el gráfico se ve como “tiempo extra”). Esto se debió principalmente a que el timbrero no podía enganchar los carros llenos con facilidad debido a que en ocasiones justo llegaba la locomotora y tenía que esperar que ésta deje los carros. Además, en el último viaje de la locomotora, ésta dejó los carros con mucha fuerza y estos impactaron con los que estaban quietos en el tramo de riel y descarriló al que impactó. Como el carro estaba con carga, se empleó alrededor de quince minutos en volver a ponerlo en el carril.

La solución de este problema es independizar la entrada de la locomotora cuando deje los carros llenos y el izaje de los carros llenos listos para ascender por el pique. Esto se ilustrará para un mejor entendimiento en el subcapítulo de conclusiones y recomendaciones.

Control de tiempos de trabajo en acarreo y transporte en Nv. Inferior:

En este caso se realizó el control de tiempos del trabajo de la locomotora, es decir, cuánto demoraba en hacer los viajes acarreando el material, cuánto se demoraba el personal en enganchar los carros mineros vacíos a la locomotora y los tiempos de trabajos no rutinarios si es que hubiesen. En el siguiente gráfico se presenta un caso en el que se pudo ver una oportunidad de mejora en cuanto a la utilización de la locomotora:

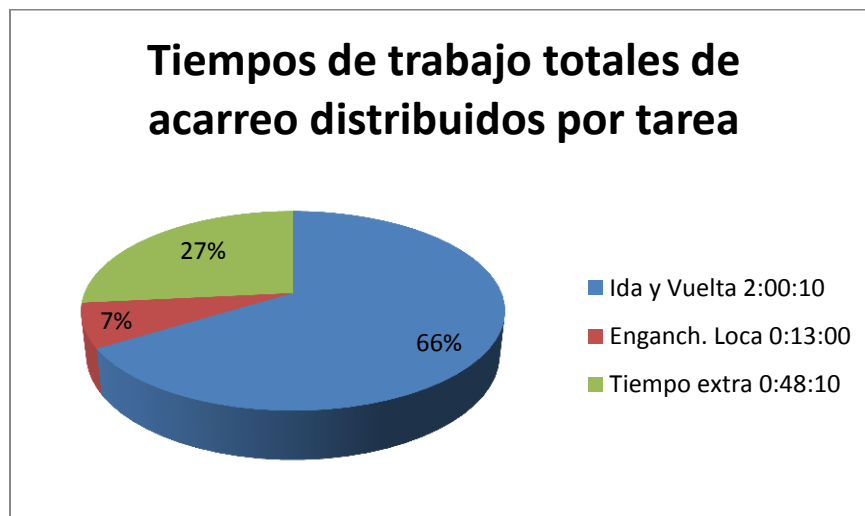


Figura 3.- Tiempos de trabajo totales de acarreo distribuidos por tarea

Como se puede observar en el gráfico, existe un 27% de tiempo empleado del total trabajado por la locomotora (casi un tercera parte) en el cual ésta estuvo parada esperando a que lleguen más carros vacíos del Nv. Superior ya que los viajes los estaba realizando con 4 carros mineros. Esto representa 48 minutos en total, lo que hubiese podido ser aprovechado en hacer 3 viajes más la locomotora considerando que el tiempo promedio de los viajes en ida y vuelta es de 15 minutos.

Por tanto, en este caso, la causa raíz de esta deficiencia es la mala comunicación entre los equipos de extracción de los dos niveles ya que en el Nv. Inferior solo se contaba con 7 carros mineros vacíos, los cuales no eran suficientes para que la locomotora trabajase aprovechando su tiempo al máximo.

- **Conclusiones, observaciones y recomendaciones del análisis**

Observaciones y conclusiones

Respecto al izaje en el Nv. Superior:

- La distancia del tramo horizontal que existe entre el comienzo del pique inclinado y el winche de izaje es de 7m, la cual es insuficiente para que los carros mineros que suben se estabilicen de manera adecuada.
- Se hace mucho esfuerzo en trasladar los carros mineros a pulso desde el camino auxiliar hasta el tramo de la misma recta del pique. Además, cuando hay carros mineros llenos esperando en el riel, se dificulta este trabajo ya que chocan entre ellos.
- El tramo que se encuentra por atrás del winche de izaje tiene una longitud de 12m, lo cual sirve para poder almacenar 5 carros llenos como máximo y la locomotora. Esto impide que la locomotora pueda transportar más de 4 carros mineros. Por tanto, el ciclo se realiza llevando 4 carros mineros por viaje.

Respecto al transporte en el Nv. Superior:

- Cuando la locomotora regresa luego de botar la carga en superficie, éste pasa por debajo de la plataforma del winche en pleno izaje, lo cual genera un acto inseguro o sub-estándar.
- Se observó una diferencia en cuanto al ciclo de carguío de los carros mineros por parte del scoop. Mientras en una guardia, el scoop vierte el material directamente de la cámara de carguío cuando la locomotora se encuentra en el punto; en otra guardia, el scoop acarrea el material desde la misma labor hasta la cámara de carguío y recién en este punto, realiza el carguío a los carros mineros.

Respecto al izaje en el Nv. Inferior:

- No hay una buena comunicación entre el equipo de extracción del nivel superior e inferior, ya que a veces los carros mineros no se distribuyen de forma adecuada en el nivel inferior y no ponen al tanto de esto al Nv. Superior para que les pueda proporcionar más carros y completar la cantidad ideal, es decir, 10 carros mineros.

Respecto al transporte en el Nv. Inferior:

- Cuando coincide el momento en que la locomotora y los carros vacíos, provenientes del Nv. Superior, llegan al punto de izaje, se para a la locomotora y se da la preferencia a recibir y posicionar los carros vacíos, y después, dar pase a la locomotora para que deje los carros llenos. Esto causa un sobre tiempo de trabajo debido a que se tiene que empujar los

carros llenos y además hay que cambiarles el estrobo para luego engancharles al cable del winche para que sean izados.

- Cuando llega la locomotora para dejar los carros llenos, si en el riel se encuentran bastantes carros y además, si la locomotora deja los carros a mucha velocidad, estos chocan con los primeros, existe una alta probabilidad de que el carro que recibió el impacto se descarrile. Como este carro se encuentra lleno, las maniobras que se deben realizar para volver a ponerlo en el carril son muy riesgosas, lo cual expone a varios peligros a los colaboradores.

Recomendaciones

Respecto al Izaje en el Nv. Superior:

- La distancia del tramo horizontal que existe entre el comienzo del pique inclinado y el winche de izaje debe ser de 8m como mínimo, para que los carros mineros que suben por el pique inclinado se puedan estabilizar y también con la fuerza del winche moverse por inercia y de este manera disminuir el esfuerzo realizado para empujar los carros llenos hacia la locomotora.
- Se debe rediseñar el circuito de rieles para evitar el sobre esfuerzo realizado al poner los carros mineros vacíos para que descendan por el pique inclinado. Debe haber un tramo de riel alterno con cambio para el tramo principal, para que se simplifique el posicionamiento de los carros vacíos, así como se mejore su almacenamiento, ya que este tramo debe tener la suficiente distancia para que quepan 4 carros mineros, es decir, debe ser de 8m.
- El tramo que se encuentra por atrás del winche de izaje debe tener una longitud apropiada para que pueda almacenar el 10 carros, el cual es el máximo número de carros que la locomotora puede transportar, ya que esto permitiría que la locomotora haga menos viajes y por tanto ahorre energía. En este caso la longitud sería de 20m.

Respecto al transporte en el Nv. Superior:

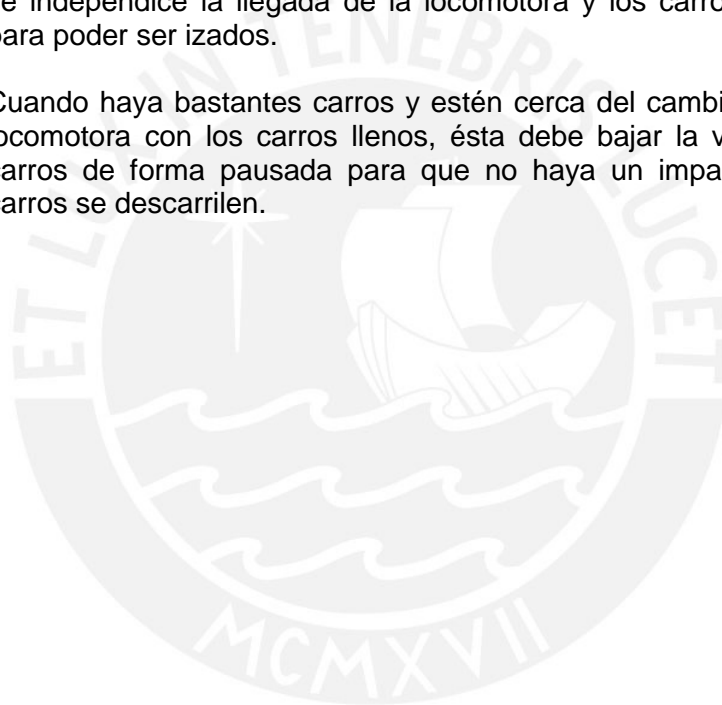
- Cuando la locomotora regresa de verter el material en superficie, ésta debe pasar por el tramo de riel que sirve como by pass, para que de esta manera no haya ninguna condición insegura o subestándar.
- Se recomienda que el acarreo de material por parte del scoop a los carros mineros en las labores se haga directamente de la cámara de carguío cuando la locomotora se encuentra en ésta, ya que de esta manera se disminuye el tiempo de limpieza en general y por tanto se agiliza el ciclo de minado.

Respecto al izaje en el Nv. Inferior:

- El equipo de extracción del nivel inferior (Nv. 920) debe verificar al inicio de guardia la cantidad de carros mineros que se encuentra en dicho nivel, para que puedan coordinar con el equipo del nivel superior para que les mande los carros que sean necesarios. Esto lo pueden hacer, ya que se ha probado de que pueden bajar 3 carros vacíos con normalidad.

Respecto al transporte en el Nv. Inferior:

- Se recomienda que el cambio que une el camino por donde viene la locomotora con los carros llenos y en donde se almacena los carros llenos debe estar posicionado 4m más atrás por lo menos, para que de esta forma se independice la llegada de la locomotora y los carros llenos estén listos para poder ser izados.
- Cuando haya bastantes carros y estén cerca del cambio por donde llega la locomotora con los carros llenos, ésta debe bajar la velocidad y dejar los carros de forma pausada para que no haya un impacto y evitar que los carros se descarrilen.



Anexo 2: Cálculo del r.m.s. de los motores de las locomotoras de los dos niveles

➤ Nivel 3950

- i. Acarreo de carros mineros llenos

$$Masa\ total = 2\ t + (5 \times 2.46\ t) = 14.3\ t$$

Para hallar el esfuerzo tractor se utilizará un método tabular, el cual es la suma algebraica de R y G, multiplicada por el peso total. En este caso, en la tres tareas se va a realizar el acarreo de 5 carros mineros llenos, lo único que varía es las distancias, pero para efectos de diseño consideraremos a la tarea 3 como la única a realizar, debido a que es la que tiene mayor distancia (tarea crítica) y por tanto, esto repercutirá en el r.m.s. y también en la capacidad de batería requerida.

$$Peso\ total = 14.3\ t \times 9.81\ m/s^2 = 140.28\ kN$$

El esfuerzo tractor es entonces: $140.28 \times (R + G)$ kN

R	0.005
G	0.005
R+G	0.010
Esfuerzo Tractor (kN)	1.40

A este valor de esfuerzo tractor le corresponde un valor de velocidad que puede ser hallada por la curva de rendimiento de la locomotora, pero teniendo en cuenta que la velocidad máxima es 1.67 m/s (6km/h). De acuerdo a la curva característica de la locomotora de 2t (ver Figura 4), se sabe que a esta velocidad de 1.67 m/s le corresponde un esfuerzo tractor de 2.94 kN (300 kgf), por lo que cualquier valor menor de esfuerzo tractor le correspondería una velocidad mayor a la permitida, por tanto, se considerará como velocidad a la máxima permitida, es decir, a 1.67 m/s.

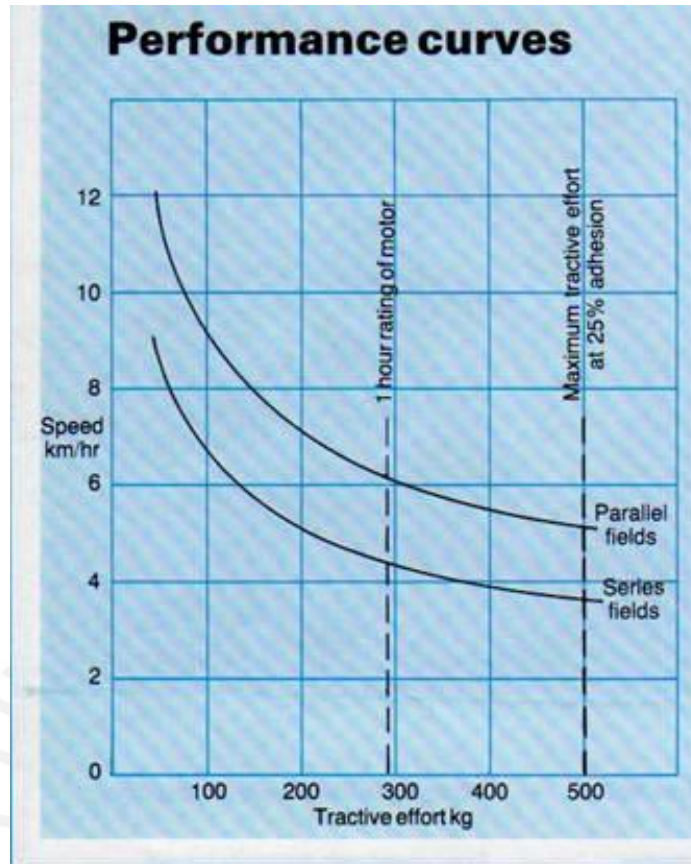


Figura 4.- Curva característica o de rendimiento de una locomotora de 2t, modelo WR7 - Hoja técnica de locomotora SERMINSA

El tiempo del recorrido a velocidad constante puede ser calculado por la velocidad y la distancia, como = distancia/velocidad

Parámetro	Unidad	Valor
Velocidad	m/s	1.67
Distancia	m	500
Tiempo	s	300

Entonces el tiempo para asignado para la aceleración o desaceleración es el siguiente:

$$\frac{1.67 \text{ m/s}}{0.067 \text{ m/s}^2} = 25 \text{ s}$$

Y el tiempo total para el viaje es:

Tarea 3	300	s		
aceleración	25	s		
Total	325	s	5.4	min

La potencia requerida es

$$W = \frac{\text{Esfuerzo tractor} \times \text{velocidad}}{\text{eficiencia}} = \frac{T \times v}{e}$$

Entonces:

$$W = \frac{1.40 \text{ kN} \times 1.67 \text{ m/s}}{0.65} = 3.6 \text{ kW}$$

Ahora, se calcula corriente de motor, donde el voltaje de la batería es 48 V, según las características técnicas.

$$\text{corriente (amperios)} = \frac{(W \times 1000..W)}{48 \text{ V}} = 75 \text{ A}$$

ii. Acarreo de carros mineros vacíos

En el caso de las tres tareas, la locomotora deberá llevar 5 carros mineros vacíos, pero para el diseño también consideraremos a la tarea 3 como la única a realizar, ya que es la crítica. Además, a pesar que en este trabajo la gradiente está a favor al desplazamiento de la locomotora, no se considera, para efectos de diseño.

$$\text{Peso total} = (2 \text{ t} + 5 \times 0.7) \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 53.96 \text{ kN}$$

	Unidad	Valor
R		0.005
G		-
Esfuerzo Tractor	kN	0.27
Velocidad	m/s	1.67
Distancia	m	500
Time	s	300
Potencia requerida	kW	0.69
Corriente	A	14.4

La velocidad correspondiente es la máxima, ya que el valor del esfuerzo tractor está por debajo de 2.94 kN. El procedimiento es igual al del punto (i), por tanto:

Entonces el tiempo para asignado para la aceleración o desaceleración es el siguiente:

$$\frac{1.67 \text{ m/s}}{0.067 \text{ m/s}^2} = 25 \text{ s}$$

Tarea 1	300	s		
desaceleración	25	s		
Total	325	s	5.4	min

Entonces, el tiempo total para recorrer la trayectoria crítica (tarea 3) es el siguiente:

Tiempo (min)	Viaje
5.4	Viaje con carros llenos
	Vertido de carga a cancha de mineral/desmote
5	
5.4	Viaje con carros vacíos
8	Carga de carros mineros
Total	23.8'

Luego de haber determinado los tiempos de trabajo y los esfuerzos tractores así como corrientes de motor requeridos, se procede a calcular el número de locomotoras requeridas.

Para esto, se considerará que requiere el mayor ratio de producción, es decir, la tarea 1, la cual está a 30m de la cancha de mineral y desmote, por lo que se calcula el ciclo para esta:

Tiempo (min)	Viaje
0.4	Viaje con carros llenos
	Descarga a cancha de mineral/desmote
5	
0.4	Viaje con carros vacíos
	Manipuleo de carros mineros
3	
Total	8.4'

Para determinar la cantidad de locomotoras requeridas según el ratio de tonelaje por hora (28 t/h), se utiliza la carga efectiva de toneladas secas de mineral que acarrea un carro minero, es decir, sin considerar la humedad. Esto se calcula de la siguiente manera:

$$\rho_{\text{mineral}} = 3.0 \text{ t/m}^3$$

$$\rho_{\text{desmorte}} = 2.5 \text{ t/m}^3$$

Para mineral:

$$C = \frac{(1\text{m}^3)(3\text{t/m}^3)(0.80)}{(1 + 0.4)} = 1.71 \text{ t}$$

Para desmorte:

$$C = \frac{(1\text{m}^3)(2.5\text{t/m}^3)(0.80)}{(1 + 0.5)} = 1.33 \text{ t}$$

En este caso, utilizamos la capacidad de carga de mineral. Entonces:

$$28 \frac{\text{t}}{\text{h}} \times \frac{\text{ciclo locomotora}}{5 \times 1.71 \text{ t}} \times \frac{8.4 \text{ min}}{\text{ciclo}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 0.46 \cong 1 \text{ locomotora}$$

Entonces, se requiere una locomotora para cumplir el ratio de producción.

En seguida, se procederá a hallar el r.m.s. del motor, dado por:

$$\text{corriente r. m. s.} = \sqrt{\left(\frac{\sum I^2 t}{\sum t}\right)}$$

Viaje	I (A)	t (s)	$I^2 t \div 10^4$
Ida	75	300	168.75
Vuelta	14.4	300	6.22
Total		$\sum t = 600$	$\sum I^2 t = 174.97 \times 10^4$

$$r. m. s. = \sqrt{\left(\frac{174.97 \times 10^4 \text{ A}^2 \text{ s}}{600 \text{ s}}\right)} = 54 \text{ A}$$

Por tanto, la capacidad del motor debe ser de 54 A como mínimo.

➤ Nivel 3880

iii. Acarreo de carros mineros cargados

Al igual que en el nivel superior, en la cuatro tareas se va a realizar el acarreo de 5 carros llenos, lo único que varía es las distancias, pero para efectos de diseño consideraremos a la tarea 7 como la única a realizar debido a que es la que tiene mayor distancia y esto repercutirá en el r.m.s. y también en la capacidad de batería requerida.

$$Masa\ total = 2\ t + 5 \times 2.46\ t = 14.3\ t$$

$$Peso\ total = 14.3\ t \times 9.81\ m/s^2 = 140.28\ kN$$

La fuerza tractor es entonces $140.28 \times (R + G)$ kN

R	0.005
G	0.005
R+G	0.010
Esfuerzo Tractor (kN)	1.40

A este esfuerzo tractor, igualmente le corresponde 1.67 m/s como velocidad. Por tanto:

Parámetro	Unidad	Valor
Velocidad	m/s	1.67
Distancia	m	200
Tiempo	s	120

El tiempo para asignado para la aceleración o desaceleración es el siguiente:

$$\frac{1.67\ m/s}{0.067\ m/s^2} = 25\ s$$

Y el tiempo para el viaje es:

Tarea	120	s		
aceleración	25	s		
Total	145	s	2.4	min

La potencia requerida es

$$W = \frac{\text{Esfuerzo tractor} \times \text{velocidad}}{\text{eficiencia}} = \frac{T \times v}{e}$$

Entonces:

$$W = \frac{1.40 \text{ kN} \times 1.67 \text{ m/s}}{0.65} = 3.6 \text{ kW}$$

Donde la eficiencia global de transmisión y del motor es de 65%.

Ahora, se calcula corriente de motor:

$$\text{corriente (amperios)} = \frac{(W \times 1000..W)}{48 \text{ V}} = 75 \text{ A}$$

iv. Acarreo de carros mineros vacíos

Al igual que en el caso del nivel superior, también se considera que la gradiente no va a influir en el desplazamiento de la locomotora, para efectos de diseño.

$$\text{Peso total} = (2 \text{ t} + 5 \times 0.7) \times 9.81 \text{ m/s}^2 = 53.96 \text{ kN}$$

	Unidad	Valor
R		0.005
G		-
Esfuerzo Tractor	kN	0.27
Velocidad	m/s	1.67
Distancia	m	200
Time	s	120
Potencia Requerida	kW	0.69
Corriente	A	14.4

El procedimiento es igual al del punto (i), por tanto:

El tiempo para asignado para la aceleración o desaceleración es el siguiente:

$$\frac{1.67 \text{ m/s}}{0.067 \text{ m/s}^2} = 25 \text{ s}$$

Tarea	120	s		
aceleración	25	s		
Total	145	s	2.4	min

Entonces, el tiempo para esta tarea 7 es el siguiente:

Tiempo (min)	Viaje
2.4	Viaje con carros llenos
5	Descarga a cancha de mineral/desmante
2.4	Viaje con carros vacíos
8	Vertido de carga a carros
Total	17.8'

Luego de haber determinado los tiempos de trabajo y los esfuerzos tractores así como corrientes de motor requeridos, se procede a calcular el número de locomotoras requeridas, para lo cual se considera que la locomotora va a trabajar siempre la tarea crítica, es decir la tarea nro. 7:

$$28 \frac{t}{h} \times \frac{\text{ciclo locomotora}}{5 \times 1.71 t} \times \frac{17.8 \text{ min}}{\text{ciclo}} \times \frac{1 h}{60 \text{ min}} = 0.97 \cong 1 \text{ locomotora}$$

El resultado nos muestra que una locomotora es suficiente para poder cumplir el acarreo de la producción diaria.

En seguida, se procederá a hallar el r.m.s. del motor, dado por:

$$\text{corriente r. m. s.} = \sqrt{\left(\frac{\sum I^2 t}{\sum t}\right)}$$

En este caso, como los valores de corriente son iguales:

Viaje	I (A)	t (s)	$I^2 t \div 10^4$
Ida	75	120	67.5
Vuelta	14.4	120	2.49
Total		$\sum t = 240$	$\sum I^2 t = 69.99 \times 10^4$

$$r.m.s. = \sqrt{\left(\frac{69.99 \times 10^4 A^2 s}{240 s}\right)} = 54 A$$

En conclusión, se puede apreciar que los valores requeridos de corriente de motor son 54 A para los dos niveles. Además, la potencia máxima requerida es de 3.6 kW como máximo para el acarreo de 5 carros mineros llenos a una gradiente de +0.5%, valor que es menor a la potencia nominal de la locomotora, cuyo valor es de 5.2 kW (7 HP).



Anexo 3: Cálculo de los P.U de las labores de desarrollo mina para el sistema de extracción

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS									
RAMPA (-) 2.1 x 2.4 m									
EXPLOSIVO UTILIZADO: ANFO									
PARÁMETROS:								FECHA:	mar-13
Sección	2.1 x 2.4	m x m		Nº taladros perf:	32		Volumen (m3)	8.97	
Longitud de barreno	7	pies		Nº taladros cargados:	28		Fact. Esponjamiento	1.5	
Nº de disparos	1			BBSS	97.44%		Vol. Esponjado (m3)	13.46	
Eff. Perforación	95%			BBSS	67.44%		Pies perf	212.80	
Eff. Voladura	88%			Sal. Perforista S./ :	50		metros perf	64.86	
Eff. Total	84%			Sal. ayudante S./ :	40				
Avance/disparo	1.78	m/disp							
Avance/guardia	1.78								
EQUIPOS:	Jack legs						Rendimiento :	1.78	m/disparo
ITEM	DESCRIPCION	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO	VIDA ÚTIL	P.PARC. \$	SUBTOT. \$	TOTAL US\$/m
1.-	MANO DE OBRA								
	Perforista	1.000	h-h	8.00	4.56	\$/h	36.49	20.50	
	Ayudante	1.000	h-h	8.00	3.65	\$/h	29.22	16.42	
	Bombero	0.250	h-h	2.00	3.65	\$/h	7.31	4.10	
	Capataz	0.100	h-h	0.80	5.49	\$/h	4.39	2.47	
	Jefe de Mina	0.100	h-h	0.80	20.68	\$/h	16.54	9.29	52.78
		2.450		19.60					
2.-	VOLADURA								
	Dinamita 65% 7/8"x7"		c/u	92.00	0.2	\$/unidad	18.4	10.34	
	Anfo		kg	30.20	1.05	\$/kg	31.71	17.81	
	Carmex 2.7m		Pza.				0	0.00	
	Fulminante Nº8		Pza.	28.00	0.19	\$/pza	5.32	2.99	
	Guia de seguridad		c/u	258.00	0.14	\$/unidad	36.12	20.29	
	Mecha rápida		m		0.34	\$/m	0	0.00	51.43
3.-	ACCESORIOS DE PERFORACIÓN								
	Perforadora Jackleg		Pza.	1.00	7,573.33	\$/pza	60,000	26.86	15.09
	Barreno 4'		Pza.	1.00	90.69	\$/pza	1,000	11.61	6.52
	Barreno 6'		Pza.	0.00	112.77	\$/pza	1,000	0.00	0.00
	Barreno 8'		Pza.	1.00	135.50	\$/pza	1,000	13.01	7.31
	Broca 38mm		Pza.	1.00	22.32	\$/pza	600	2.41	1.36
	Broca 36mm		Pza.	1.00	22.32	\$/pza	600	2.41	1.36
	Manguera 1"		m	25.00	3.16	\$/m	37,500	0.45	0.25
	Manguera 1/2"		m	25.00	2.10	\$/m	37,500	0.30	0.17
	Aguzadora de barrenos		Pza.	0.00	6,845.93	\$/pza	350,000	4.16	2.34
	Pedra esmeril		Pza.	0.00	15.54	\$/pza	10,000	0.33	0.19
	Aceite de perforación		Gal.	0.25	8.41	\$/gal	-	2.10	1.18
	Cargador de anfo		Pza.	1.00	68.37	\$/pza	120	0.57	0.32
	Manguera para carguío		m	5.00	5.98	\$/m	60	0.50	0.28
									36.08
4.-	IMPLEMENTOS								
	Implementos personal		h-h	16.00	0.36	\$/h	5.76	3.24	
	Implementos personal auxiliar		h-h	3.60	0.36	\$/h	1.30	0.73	3.96
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS								
	Herramientas		gdia	1.00	1.94	\$/gdia	1.94	1.09	1.09
6.-	BOMBEO DE AGUA								
	Consumo de grupo electrógeno		h	2.00	11.70	\$/h	23.40	13.15	13.15
7.-	AIRE COMPRIMIDO								
	Compresora		h	4.00	13.00	\$/h	52.00	29.21	
	Petróleo		gl	16.00	3.90	\$/gl	62.40	35.06	64.27

8.-	LIMPIEZA								
	Carguio y acarreo con scoop 1.5yd3	h	2.00	45.00	\$/h		90.00	50.56	
	Petróleo	gl	3.00	3.90	\$/gl		11.70	6.57	57.13
9.-	IZAJE	m3	13.46	6.50	\$/m3		87.43	49.12	49.12
10.-	EXTRACCIÓN CON LOCOMOTORA	m3	13.46	5.25	\$/m3		70.64	39.68	39.68
11.-	DISPOSICIÓN DE DESMONTE								
	Acarreo con cargador frontal	h	1.00	60.00	\$/h		60.00	33.71	
	Transporte con Volquete	h	0.33	50.00	\$/h		16.50	9.27	
									42.98
12.-	TOTAL COSTOS DIRECTOS								411.67
13.-	GASTOS INDIRECTOS								
	Gastos Generales y Administrativos	%	20	411.67	\$		82.33	82.33	
	Contingencia	%	10	411.67	\$		41.17	41.17	123.50
TOTAL COSTO POR METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/m)									535.17

Notas:

- El transporte de personal está incluido en los Gastos Generales
- El Precio de combustible Diesel considerado es de \$/Gl 3.89
- El tipo de cambio considerado es de 2.7 soles
- La densidad del desmonte es 2.5 ton/m3
- El rendimiento del scoop es 1.5 gl/h
- El consumo de la compresora es 4 gl/h



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

CHIMENEA INCLINADA 1.50 x 1.80 m

EXPLOSIVO UTILIZADO: ANFO

PARÁMETROS:						FECHA:		mar-13	
Sección	1.5 x 1.8	m x m		Nº taladros perf:	24	Volumen (m3)	4.16		
Longitud de barreno	6	pies		Nº taladros cargados:	21	Factor esponjamiento	1.5		
Nº de disparos	1			BBSS	97.44%	Vol esponjado (m3)	6.24		
Ef. Perforación	95%			BBSS	67.44%	Pies perf	136.80		
Ef. Voladura	90%			Sal. Perforista S./ :	50	Metros perf	41.70		
Ef. Total	86%			Sal. ayudante S./ :	40				
Avance/disparo	1.54	m/disp							
Avance/guardia	1.54								
EQUIPOS:	Jack legs								
						Rendimiento :	1.54	m/disparo	

ITEM	DESCRIPCION	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO	VIDA ÚTIL	P.PARC.	SUBTOT.	TOTAL
							\$	\$	US\$/m
1.-	MANO DE OBRA								
	Perforista	1.000	h-h	8.00	4.56	\$/h	36.49	23.69	
	Ayudante	1.000	h-h	8.00	3.65	\$/h	29.22	18.97	
	Capataz	0.100	h-h	0.80	5.49	\$/h	4.39	2.85	
	Jefe de Mina	0.100	h-h	0.80	20.68	\$/h	16.54	10.74	56.26
		2.200		17.60					
2.-	VOLADURA								
	Dinamita 65% 7/8"x7"		c/u	40.00	0.20	\$/unidad	8	5.19	
	Anfo		kg	18.73	1.05	\$/kg	19.6665	12.77	
	Carmex 2.7m		Pza.				0	0.00	
	Fulminante Nº8		Pza.	21.00	0.19	\$/pza	3.99	2.59	
	Guía de seguridad		pie	203.00	0.14	\$/pie	28.42	18.45	
	Mecha rápida		m		0.34	\$/m	0	0.00	39.01
3.-	ACCESORIOS DE PERFORACIÓN								
	Perforadora Jackleg		Pza.	1.00	7,573.33	\$/pza	60,000	17.27	11.21
	Barreno 4'		Pza.	1.00	90.69	\$/pza	1,000	8.71	5.65
	Barreno 6'		Pza.	0.00	112.77	\$/pza	1,000	0.00	0.00
	Barreno 8'		Pza.	1.00	135.50	\$/pza	1,000	6.50	4.22
	Broca 38mm		Pza.	1.00	22.32	\$/pza	600	1.55	1.01
	Broca 36mm		Pza.	1.00	22.32	\$/pza	600	1.55	1.01
	Manguera 1"		m	25.00	3.16	\$/m	37,500	0.29	0.19
	Manguera 1/2"		m	25.00	2.10	\$/m	37,500	0.19	0.12
	Aguzadora de barrenos		Pza.	0.00	6,845.93	\$/pza	350,000	2.68	1.74
	Piedra esmeril		Pza.	0.00	15.54	\$/pza	10,000	0.21	0.14
	Aceite de perforación		Gal.	0.25	8.41	\$/gal	-	2.10	1.37
	Cargador de anfo		Pza.	1.00	68.37	\$/pza	120	2.85	1.85
	Manguera para cargaio		m	5.00	5.98	\$/m	60	0.50	0.32
									28.51
4.-	IMPLEMENTOS								
	Implementos personal		h-h	16.00	0.36	\$/h	5.76	3.74	
	Implementos personal auxiliar		h-h	1.60	0.36	\$/h	0.58	0.37	4.11
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS								
	Herramientas		gdia	1.00	1.94	\$/gdia	1.94	1.26	1.26
6.-	AIRE COMPRIMIDO								
	Compresora		h	2.80	13.00	\$/h	36.40	23.64	
	Petróleo		gl	11.20	3.90	\$/gl	43.68	28.36	52.00

7.-	LIMPIEZA								
	Carguío y acarreo con scoop 1.5yd3	h	1.05	45.00	\$/h		47.25	30.68	
	Petróleo	gl	1.58	3.90	\$/gl		6.14	3.99	34.67
8.-	IZAJE	m3	6.24	6.50	\$/m3		40.53	26.32	26.32
9.-	EXTRACCIÓN CON LOCOMOTORA	m3	6.24	5.25	\$/m3		32.74	21.26	21.26
10.-	DISPOSICIÓN DE DESMONTE								
	Acarreo con cargador frontal	h	0.47	60.00	\$/h		28.20	18.31	
	Transporte con Volquete	h	0.17	50.00	\$/h		8.50	5.52	23.83
11.-	TOTAL COSTOS DIRECTOS								287.23
12.-	GASTOS INDIRECTOS								
	Gastos Generales y Administrativos	%	20	287.23	\$		57.45	57.45	
	Contingencia	%	10	287.23	\$		28.72	28.72	86.17
TOTAL COSTO POR METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/m)									373.40
Notas:									
- El transporte de personal está incluido en los Gastos Generales									
- El Precio de combustible Diesel considerado es de 3.90 \$/Gl									
- El tipo de cambio considerado es de 2.7 soles									
- La densidad del desmonte es 2.5 ton/m3									
- El consumo de la compresora es 4 gl/h									
- El rendimiento del scoop es 1.5 gl/h									



**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
TENDIDO DE RIEL**

ITEM	DESCRIPCION	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO		P.PARC.	SUBTOT.	TOTAL
					UNITARIO (incluye BSS)		\$	\$	US\$/m
PARTIDA:		Tendido de riel de 6m					FECHA:		mar-13
	BSS obrero	97.44%							
	BSS Empleado	67.44%					Rendimiento :	12.00	m/guardia
1.-	MANO DE OBRA								
	Maestro Carrilano	1.000	h-h	8.00	4.56	\$/h	36.49	3.04	
	Ayudante Carrilano	1.000	h-h	8.00	3.65	\$/h	29.22	2.44	
	Ayudante Carrilano	1.000	h-h	8.00	3.65	\$/h	29.22	2.44	
	Capataz	0.100	h-h	0.80	5.49	\$/h	4.39	0.37	
	Jefe de Mina	0.100	h-h	0.80	20.68	\$/h	16.54	1.38	9.66
		3.200		25.60					
2.-	IMPLEMENTOS								
	Implementos personal		h-h	24.00	0.36	\$/h	8.64	0.72	
	Implementos personal auxiliar		h-h	1.60	0.36	\$/h	0.58	0.05	0.77
3.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS								
	Riel de Acero 30 lbs/Yd		Tramo	2	18.8	\$/tramo	37.6	3.13	
	Eclisa plana 30 lbs		Unid	0.67	2.85	\$/unid	1.91	0.16	
	Perno con tuerca para 30 lbs		Jgo	1.33	2.38	\$/unid	3.17	0.26	
	Clavo Rielero 30 lbs		kg	0.5	2.50	\$/kg	1.25	0.10	
	Herramientas		gdia	1.00	1.94	\$/gdia	1.94	0.16	
	Durmientes de 6" x 5'		Und	9.00	8.00	\$/unid	72.00	6.00	9.82
	TOTAL COSTOS DIRECTOS								20.25
4.-	GASTOS INDIRECTOS								
	Gastos Generales y Administrativos		%	25	20.25	\$	5.06	5.06	
	Contingencia		%	10	20.25	\$	2.02	2.02	7.09
TOTAL COSTO POR METRO LINEAL EN DOLARES (US\$/m)									27.33
Notas:									
- El transporte de personal y el de los rieles hacia la mina está incluido en los Gastos Generales									
- El tipo de cambio considerado es de 2,7 soles									
- Un tramo de riel tiene una longitud de 6m									

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
DESQUINCHE DEL NIVEL SUPERIOR**

PARÁMETROS:					FECHA: mar-13	
Sección	3.0 x 4.0	m x m	pies/disp	88.56		
Nro taladros	15	Unid	m/dips	27	Vol. por disparo:	19.44
Long. Taladro	6	pies	BBSS obrero	97.44%	Facto esponjamiento	1.5
Ef. Voladura	90%		BBSS empleado	67.44%	Vol. Esponjado	29.16
Pies perforados	90					
EQUIPOS:	Jack leg				Rendimiento :	19.44 m3/disparo

ITEM	DESCRIPCION	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO	VIDA ÚTIL	P.PARC. \$	SUBTOT. \$	TOTAL US\$/m ³
1.-	MANO DE OBRA								
	Perforista	1.000	h-h	8.00	4.56 \$/h		36.49	1.88	
	Ayudante	1.000	h-h	8.00	3.65 \$/h		29.22	1.50	
	Capataz	0.100	h-h	0.80	5.49 \$/h		4.39	0.23	
	Jefe de Mina	0.100	h-h	0.80	20.68 \$/h		16.54	0.85	4.46
		2.200		17.60					
2.-	VOLADURA								
	Dinamita 65%		c/u	15.00	0.2 \$/unid		3	0.15	
	Anfo		kg	6.00	1.05 \$/kg		6.3	0.32	
	conectores		c/u	15.00	0.19 \$/unid		2.85	0.15	
	Mecha de seguridad		m	110.00	0.14 \$/m		15.4	0.79	1.42
3.-	ACCESORIOS DE PERFORACIÓN								
	Perforadora Jackleg		Pza.	1.00	7,573.33 \$/pza	60,000	11.18	0.58	
	Barreno 4'		Pza.	1.00	90.69 \$/pza	1,000	5.44	0.28	
	Barreno 6'		Pza.	1.00	112.77 \$/pza	1,000	3.38	0.17	
	Manguera 1"		m	30.00	3.16 \$/m	37,500	0.22	0.01	
	Manguera 1/2"		m	30.00	2.10 \$/m	37,500	0.15	0.01	
	Aguzadora de barrenos		Pza.	0.00	6,845.93 \$/pza	350,000	1.73	0.09	
	Piedra esmeril		Pza.	0.00	15.54 \$/pza	10,000	0.14	0.01	
	Aceite de perforación		Gal.	0.25	8.41 \$/gal	-	2.10	0.11	
	Cargador de anfo		Pza.	1.00	68.37 \$/pza	120	0.57	0.03	
	Manguera para carguío		m	0.00	16.16 \$/m	60	0.00		1.28
4.-	IMPLEMENTOS								
	Implementos personal		h-h	16.00	0.36 \$/h		5.76	0.30	
	Implementos personal auxiliar		h-h	1.60	0.36 \$/h		0.58	0.03	0.33
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS								
	Herramientas		gdia	1.00	1.94 \$/gdia		1.94	0.10	0.10
6.-	AIRE COMPRIMIDO								
	Compresora		h	2.00	13.00 \$/h		26.00	1.34	
	Petróleo		gl	8.00	3.90 \$/gl		31.20	1.60	2.94
7.-	LIMPIEZA								
	Carguío y acarreo con scoop 1.5yd3		h	2.20	45.00 \$/h		99.00	5.09	
	Petróleo		gl	3.30	3.90 \$/gl		12.87	0.66	5.75

8.-	EXTRACCIÓN CON LOCOMOTORA	m3	29.16	5.25	\$/m3	153.09	7.88	7.88	
9.-	DISPOSICIÓN DE DESMONTE								
	Acarreo con cargador frontal	h	2.00	60.00	\$/h	120.00	6.17		
	Transporte con Volquete	h	0.50	50.00	\$/h	25.00	1.29	7.46	
10.-	TOTAL COSTOS DIRECTOS							31.61	
11.-	GASTOS INDIRECTOS								
	Gastos Generales y Administrativos	%	20	31.61	\$	6.32	6.32		
	Contingencia	%	10	31.61	\$	3.16	3.16	9.48	
TOTAL COSTO POR METRO CÚBICO EN DOLARES (US\$/m3)								41.10	
Notas:									
- El transporte de personal está incluido en los Gastos Generales									
- El Precio de combustible Diesel considerado es de \$/Gl 3.89									
- El tipo de cambio considerado es de 2,7 soles									
- La densidad del desmonte es 2.5 ton/m3									
- El consumo de la compresora es 4 gl/h									
- El rendimiento del scoop es 1.5 gl/h									



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS
DESQUINCHE DEL NIVEL INFERIOR**

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DESQUINCHE DEL NIVEL INFERIOR										
PARÁMETROS:						FECHA: mar-13				
Sección	3.0 x 4.0	m x m		pies/disp	88.56					
Nro taladros	15	Unid		m/dips	27		Vol. por disparo:	19.44		
Long. Taladro	6	pies		BBSS obrero	97.44%		Facto esponjamiento	1.5		
Eff. Voladura	90%			BBSS empleado	67.44%		Vol. Esponjado	29.16		
Pies perforados	90									
EQUIPOS:	Jack leg						Rendimiento :	19.44	m3/disparo	
ITEM	DESCRIPCIÓN	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO		VIDA ÚTIL	P.PARC.	SUBTOT.	TOTAL
								\$	\$	US\$/m ³
1.-	MANO DE OBRA									
	Perforista	1.000	h-h	8.00	4.56	\$/h		36.49	1.88	
	Ayudante	1.000	h-h	8.00	3.65	\$/h		29.22	1.50	
	Capataz	0.100	h-h	0.80	5.49	\$/h		4.39	0.23	
	Jefe de Mina	0.100	h-h	0.80	20.68	\$/h		16.54	0.85	4.46
		2.200		17.60						
2.-	VOLADURA									
	Dinamita 65%		c/u	15.00	0.2	\$/unid		3	0.15	
	Anfo		kg	6.00	1.05	\$/kg		6.3	0.32	
	conectores		c/u	15.00	0.19	\$/unid		2.85	0.15	
	Mecha de seguridad		m	110.00	0.14	\$/m		15.4	0.79	1.42
3.-	ACCESORIOS DE PERFORACIÓN									
	Perforadora Jackleg		Pza.	1.00	7,573.33	\$/pza	60,000	11.18	0.58	
	Barreno 4'		Pza.	1.00	90.69	\$/pza	1,000	5.44	0.28	
	Barreno 6'		Pza.	1.00	112.77	\$/pza	1,000	3.38	0.17	
	Manguera 1"		m	30.00	3.16	\$/m	37,500	0.22	0.01	
	Manguera 1/2"		m	30.00	2.10	\$/m	37,500	0.15	0.01	
	Aguzadora de barrenos		Pza.	0.00	6,845.93	\$/pza	350,000	1.73	0.09	
	Piedra esmeril		Pza.	0.00	15.54	\$/pza	10,000	0.14	0.01	
	Aceite de perforación		Gal.	0.25	8.41	\$/gal	-	2.10	0.11	
	Cargador de anfo		Pza.	1.00	68.37	\$/pza	120	0.57	0.03	
	Manguera para carguio		m	0.00	16.16	\$/m	60	0.00		1.28
4.-	IMPLEMENTOS									
	Implementos personal		h-h	16.00	0.36	\$/h		5.76	0.30	
	Implementos personal auxiliar		h-h	1.60	0.36	\$/h		0.58	0.03	0.33
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS									
	Herramientas		gdia	1.00	1.94	\$/gdia		1.94	0.10	0.10
6.-	AIRE COMPRIMIDO									
	Compresora		h	2.00	13.00	\$/h		26.00	1.34	
	Petróleo		gl	8.00	3.90	\$/gl		31.20	1.60	2.94
7.-	LIMPIEZA									
	Carguio y acarreo con scoop 1.5yd ³		h	5.00	45.00	\$/h		225.00	11.57	
	Petróleo		gl	7.50	3.90	\$/gl		29.25	1.50	13.08

8.-	IZAJE		m3	29.16	6.50	\$/m3		189.47	9.75	9.75
9.-	EXTRACCIÓN CON LOCOMOTORA		m3	29.16	5.25	\$/m3		153.09	7.88	7.88
10.-	DISPOSICIÓN DE DESMONTE									
	Acarreo con cargador frontal		h	2.00	60.00	\$/h		120.00	6.17	
	Transporte con Volquete		h	0.50	50.00	\$/h		25.00	1.29	7.46
	TOTAL COSTOS DIRECTOS									48.68
11.-	GASTOS INDIRECTOS									
	Gastos Generales y Administrativos		%	20	48.68	\$		9.74	9.74	
	Contingencia		%	10	48.68	\$		4.87	4.87	14.60

TOTAL COSTO POR UNIDAD EN DOLARES (US\$/m3)									63.29
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------

Notas:										
- El transporte de personal está incluido en los Gastos Generales										
- El Precio de combustible Diesel considerado es de \$/Gl 3.89										
- El tipo de cambio considerado es de 2,7 soles										
- El peso específico de desmonte es 2.5 ton/m3										
- El consumo de la compresora es 4 gl/h										
- El rendimiento del scoop es 1.5 gl/h										



**CÁLCULO DE ARMADO DE
PLATAFORMA DE WINCHE DE IZAJE**

PARÁMETROS:						FECHA: mar-13			
BBSS	97.44%								
BBSS	67.44%								
Sal. Perforista S./ :	50								
Sal. ayudante S./ :	40								
						Rendimiento :	4.00	guardia	

ITEM	DESCRIPCION	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO	VIDA ÚTIL	P.PARC.	SUBTOT.	TOTAL
							\$	\$	US\$
1.-	MANO DE OBRA								
	Enmaderador	1.000	h-h	8.00	4.56	\$/h	36.49	145.95	
	Ayudante de enmaderador	1.000	h-h	8.00	3.65	\$/h	29.22	116.88	
	Ayudante de enmaderador	1.000	h-h	8.00	3.10	\$/h	24.78	99.12	
	Capataz	0.100	h-h	0.80	5.49	\$/h	4.39	17.56	
	Jefe de Mina	0.100	h-h	0.80	20.68	\$/h	16.54	66.17	445.69
		3.200		25.60					
4.-	IMPLEMENTOS								
	Implementos personal		h-h	24.00	0.36	\$/h	8.64	34.56	
	Implementos personal auxiliar		h-h	1.60	0.36	\$/h	0.58	2.30	36.86
5.-	MATERIALES Y HERRAMIENTAS								
	Herramientas		gdia	1.00	1.94	\$/gdia	1.94	7.76	7.76
	Redondos de 8"x10'			7	11.69	\$/und	81.83		
	Longarina de 8" X 8" X 10'			4	12.31	\$/und	49.24		
	Tablas 3" X 6" X 10'			15	3.64	\$/und	54.60		
	Escalera de madera de 10'			1	7.61	\$/und	7.61		
	Bloquetas de concreto			850	1.00	\$/und	850.00		
	TOTAL COSTOS DIRECTOS								1,051.04
9.-	GASTOS INDIRECTOS								
	Gastos Generales y Administrativos		%	25	1,051.04	\$	262.76	262.76	
	Contingencia		%	10	1,051.04	\$	105.10	105.10	367.86
	TOTAL COSTO DE ARMADO EN DOLARES (US\$)								1,418.90

Nota:									
- El transporte de personal y el material a la mina está incluido en los Gastos Generales									
- El Precio de combustible Diesel considerado es de 3.89 \$/Gl									
- El tipo de cambio considerado es de 2.7 soles									

Anexo 4: Cálculo de los costos de operación de extracción de mineral (izaje y transporte)

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS								
ACARREO DE MINERAL/DESMONTE CON LOCOMOTORA								
UNIDAD OPERATIVA SAN BRAULIO								
PARTIDA:		ACARREO DE MINERAL CON LOCOMOTORA						
EQUIPOS:		LOCOMOTORA 2 t						
		Tren: 5	Carros mineros				Tonelaje jalado:	60.00 t/turno
ITEM	DESCRIPCION	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO UNITARIO	P.PARC. \$	SUBTOT. \$	TOTAL US\$/t
1.-	MANO DE OBRA							
	Motorista	1.000	h-h	8.00	4.56 \$/h	36.49	0.61	
	Ayudante Motorista	1.000	h-h	8.00	3.65 \$/h	29.22	0.49	
	Capataz	0.125	h-h	0.63	5.49 \$/h	3.43	0.06	
	Jefe de Guardia	0.125	h-h	0.63	20.68 \$/h	12.92	0.22	1.37
		2.250		17.25				
2.-	IMPLEMENTOS							
	Implementos personal		h-h	17.25	0.12 \$/h	2.10	0.04	
	Lampara Minera		h-h	17.25	0.10 \$/h	1.80	0.03	0.07
3.-	ENERGÍA							
	Consumo del grupo electrógeno		kw-h	41.60	0.22 \$/kw-h	9.15	0.15	0.15
4.-	MANENIMIENTO LOCOMOTORA							
	Mantto preventivo		%	2.00	30,000 \$	10.00	0.17	0.17
TOTAL COSTO POR TONELADA EN DOLARES (US\$/t)								1.80
TOTAL COSTO POR METRO CÚBICO EN DOLARES (US\$/M3) Mineral								5.40
TOTAL COSTO POR METRO CÚBICO EN DOLARES (US\$/M3) Desmonte								4.50

Notas:

- El transporte de personal está incluido en los Gastos Generales
- El Precio de combustible Diesel considerado es de 3.90 \$/Gl
- El tipo de cambio considerado es de 2,7 soles
- La densidad de mineral es 3.0 ton/m3
- La densidad de mineral es 2.5 ton/m3

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS									
IZAJE CON WINCHE ELÉCTRICO									
UNIDAD OPERATIVA SAN BRAULIO									
PARTIDA:	IZAJE DE MINERAL CON WINCHE ELÉCTRICO								
EQUIPOS:	WINCHE ELÉCTRICO						Distancia pique:	135	mts
	Desde Estación del Nv. 3880 hasta superficie el Nv.3950						Tonelaje izado	60.00	t
ITEM	DESCRIPCION	INCID.	UNI.	CANTID.	PRECIO UNITARIO	P.PARC.	SUBTOT.	TOTAL	
						\$	\$	US\$/t	
1.-	MANO DE OBRA								
	Operador de winche	1.000	h-h	8.00	4.56 \$/h	36.49	0.61		
	Timbrero	1.000	h-h	8.00	3.65 \$/h	29.22	0.49		
	Ayudante de Timbrero	1.000	h-h	8.00	3.65 \$/h	29.22	0.49		
	Capataz	0.125	h-h	0.63	5.49 \$/h	3.43	0.06		
	Jefe de Guardia	0.125	h-h	0.63	20.68 \$/h	12.92	0.22	1.85	
		3.250		25.25					
2.-	IMPLEMENTOS								
	Implementos personal		h-h	25.25	0.12 \$/h	3.03	0.05		
	Lampara Minera		h-h	25.25	0.10 \$/h	2.63	0.04	0.09	
3.-	ENERGÍA								
	Trabajo de grupo electrógeno		kw -h	225.00	0.22 \$/kw -h	49.50	0.83	0.83	
4.-	MANENIMIENTO WINCHE ELÉCTRICO								
	Manto preventivo		%	2.00	23,000 \$	7.67	0.13	0.13	
TOTAL COSTO POR TONELADA EN DOLARES (US\$/t)								2.90	
TOTAL COSTO POR METRO CUBICO EN DOLARES (US\$/M3) MINERAL								8.71	
TOTAL COSTO POR METRO CUBICO EN DOLARES (US\$/M3) DESMONTE								7.25	
Notas:									
- El transporte de personal está incluido en los Gastos Generales									
- El Precio de combustible Diesel considerado es de 3.90\$/Gl									
- El tipo de cambio considerado es de 2,7 soles									
- La densidad del mineral es de 3.0 ton/m3									
- La densidad del mineral es de 2.5 ton/m3									

Estos precios les corresponden a la extracción mediante winche de izaje y locomotora para el trabajo de una guardia, en la cual tanto para desmonte y mineral, se debe extraer 60 TM, para así poder realizar las 120 TMPD de ambos materiales. De acuerdo a su densidad, se obtiene los precios volumen de mineral o desmonte (\$/m3)

Anexo 5: Cálculo del payback descontado

Cálculo del payback descontado		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Flujo de caja económico		-195,276	-106,528	-43,781	-131,650	52,915	44,440	35,965	27,489	27,489	44,440	180,046	180,046	180,046	-105,831
Factor de valor presente - Tasa de descuento	0.95%	0.9906	0.9813	0.9721	0.9629	0.9539	0.9449	0.9361	0.9273	0.9185	0.9099	0.9014	0.8929	0.8845	0.8762
Flujo de caja económico a valor presente		-193,441	-104,536	-42,559	-126,771	50,476	41,993	33,665	25,490	25,250	40,437	162,287	160,762	159,252	-92,729
FC económico a valor presente acumulado		-193,441	-297,976	-340,535	-467,307	-416,831	-374,838	-341,173	-315,683	-290,433	-249,996	-87,709	73,053	232,305	139,577
Control del payback			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
Payback descontado			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.5	-	-
El payback (tiempo de recuperación de inversión) es 11.5 meses															

Para poder calcular de una manera más real el payback, se trae los valores del flujo de caja al valor presente mediante la tasa de descuento con la tasa de descuento mensual, es decir, 0.95%. Luego se acumula estos valores y se identifica el punto donde es cero, en otras palabras, en donde estos valores pasan a ser positivos.

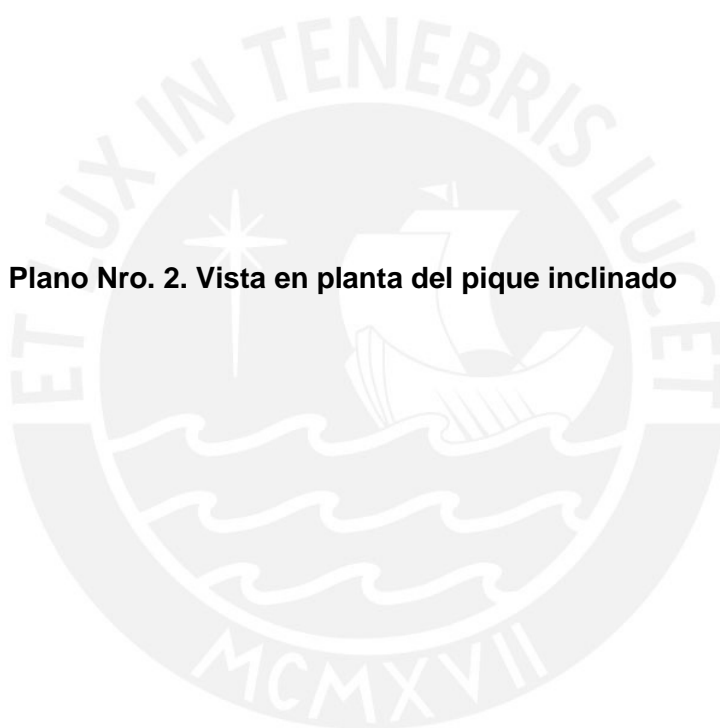
Como se puede observar, durante el mes 11 y 12, exactamente a los 11.5 meses, el flujo de caja económico a valor presente acumulado es cero. Es este intervalo de tiempo que se considera como el periodo de recuperación de la inversión o payback.

A partir de adelante, se presentarán planos y vistas que se encuentran en A3 y A4. En el CD del presente informe están ubicados en la carpeta denominada “Anexos: del Nro. 6 al 13”, dentro de la carpeta llamada “Anexos Tesis”.

Anexo 6: Plano Nro.1. Vista en perfil del pique inclinado



Anexo 7: Plano Nro. 2. Vista en planta del pique inclinado



Anexo 8: Plano Nro. 3. Sección del pique inclinado



Anexo 9: Plano Nro. 4. Plataforma para el winche de izaje



Anexo 10: Plano Nro. 5. Diseño de Estación superior del pique



Anexo 11: Plano Nro. 6. Diseño de la estación inferior del pique



Anexo 12: Plano General del Proyecto de Profundización



Anexo 13: Vista tridimensional del sistema de extracción del proyecto de profundización

