

República de Cuba
Instituto Superior Minero Metalúrgico

**Proyecto de Organización y Voladura
del Canal Magistral
"Paso Bonito-Cruces"
(Estacionado 268+00 - 294+00)**

Autor: José Manuel Robles García
Tutores: Ernesto Freire Fernández
Alberto Ceballos Santos

Moa 1984

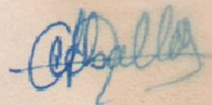
REPUBLICA DE CUBA
INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO

PROYECTO DE ORGANIZACION Y VOLADURA
DEL CANAL MAGISTRAL
"PASO BONITO-CRUCES"

(ESTACIONADO 268700 - 294700)

AUTOR: JOSE MANUEL ROBLES GARCIA

TUTORES: ERNESTO FREIRE FERNANDEZ
ALBERTO CEBALLOS SANTOS



MOA 1984

DEDICATORIA

A mis padres que con su ejemplo han sabido guiarme siempre por el mejor camino.

A nuestra triunfante e invicta Revolución.

A los hermanos constructores caídos en Granada, ejemplo de valentía e internacionalismo ante el mundo.

AGRADECIMIENTO

A esta Revolución Socialista que nos brinda la oportunidad de convertirnos en hombres útiles a la sociedad.

A mis tutores que han hecho posible el exitoso desarrollo de este trabajo, destacando la valiosa ayuda del compañero Ingeniero Ernesto Freire.

A todos los compañeros del ECOI # 9, especialmente a los del Departamento Técnico.

A todos aquellos que de una forma u otra han contribuido a mi formación como futuro profesional.

INDICE

PAGINAS

Introducción	1
Capítulo I: Información general sobre la zona del Canal Magistral	3
1.1 Situación geográfica	3
1.2 Vías de comunicación	3
1.3 Clima de la zona	3
1.4 Importancia de la ejecución del canal	3
Capítulo II: Características geológicas de la zona del canal	5
2.1 Descripción geológica	5
2.1.1 Características del macizo rocoso	5
2.1.2 Características hidrogeológicas	5
2.1.3 Propiedades físico-mecánicas de las rocas ..	6
2.1.4 Tectónica	7
Capítulo III: Plazo de ejecución. Capacidad de - producción en el período considera- do. Cantidad de trabajo necesario para la ejecución del Canal Magis- tral	8
3.1 Plazo de ejecución	8
3.1.1 Breve análisis sobre el estado actual del canal	8
3.2 Capacidad de producción en el período consi- derado	9
3.2.1 Cálculo de volúmenes	9
3.2.1.1 Volúmenes por encima de la berma de camino	9
3.2.2 Cálculo de la productividad de los equipos..	12
3.2.2.1 Cálculo de los equipos de barrenación	12
3.2.2.2 Cálculo de los equipos de carga	13
3.2.2.3 Cálculo de los equipos de arrastre y empu- je	16
3.2.2.4 Cálculo de los equipos de transporte	17
3.3 Cantidad de trabajo necesario para la ejecu- ción del canal	18
3.3.1 Equipos de barrenación	18
3.3.2 Equipos de carga	19
3.3.3 Equipos de arrastre y empuje	20
3.3.4 Equipos de transporte	20
3.4 Equipos necesarios para la ejecución del canal en el período considerado	20

Capítulo IV: Organización general de las labores en el Canal	22
4.1 Generalidades	22
4.2 Régimen de trabajo del canal	22
4.3 Organización del trabajo en los frentes	23
4.3.1 Variantes propuestas	24
4.3.2 Elección y descripción de la variante más racional	26
4.3.2.1 Frente de trabajo con excavadora de pala directa	26
4.3.2.2 Frente de trabajo con excavadora Dragaline.	27
4.4 Construcción de caminos	28
4.5 Escombrera	28
4.6 Plan Calendario	29
Capítulo V: Perforación y voladura	30
5.1 Generalidades	30
5.2 Especificación sobre los taladros	31
5.2.1 Taladros de corte	31
5.2.2 Taladros de arranque	31
5.2.3 Taladros de contorno	32
5.3 Cálculo del pasaporte de perforación y explo- sivo	33
5.3.1 Metodología de cálculo para el pasaporte de perforación y explosivo utilizado en la cons- trucción de canales y aliviaderos	33
5.3.2 Cálculo de los parámetros básicos	38
5.4 Establecimiento de las zonas peligrosas al rea- lizar la explosión	40
5.4.1 Cálculo de la magnitud de la carga de sustan- cia explosiva admisible	44
5.4.2 Cálculo de los parámetros del bloque teniendo en cuenta el radio de acción limitado	47
5.5 Establecimiento de los requerimientos básicos en el trabajo de perforación y explosivo	52
5.6 Medidas de seguridad que deben ser tomadas antes del comienzo de trabajos con explosivo	53
5.7 Aplicación de la computación al cálculo del pasa- aporte de perforación y explosivo para la cons- trucción de canales y aliviaderos	54
Capítulo VI: Medidas de seguridad del trabajo	55

Páginas

6.1 Generalidades	55
6.2 Medidas durante los trabajos de construcción....	56
6.3 Medidas durante los trabajos de perforación.....	56
6.4 Medidas durante la mecanización de los traba jos	57
6.5 Medidas durante el trabajo de las excavadoras...	57
6.6 Medidas durante el trabajo con bulldozer	58
6.7 Medidas durante la explotación del transporte automotor	59
Capítulo VII: Cálculos Económicos	62
7.1 Generalidades	62
7.2 Gastos por depreciación de equipos	62
7.3 Gastos por concepto de materiales	64
7.4 Gastos por concepto de salarios	64
7.5 Indices técnicos-económicos	67
Conclusiones	69
Recomendaciones	71
Relación de tablas	73
Relación de anexos gráficos	74
Bibliografía	75

INTRODUCCION

El presente trabajo consiste en la realización de un -- Proyecto de Organización y Voladura del Canal Magistral "Pa so Bonito-Cruces" (Estacionado 268 + 00 - 294 + 00) ubicado en la provincia de Cienfuegos.

En la actualidad se hacen grandes esfuerzos para que -- los diferentes cultivos y fundamentalmente el de la caña de azúcar cuente con el agua necesaria, la cual le proporciona obtener buenos rendimientos económicos. De esta forma el - Canal Magistral facilita el transporte de ésta desde la pre sa hasta los diferentes cultivos; generalmente esta distan cia es de decenas de kilómetros.

Para la confección del Proyecto de Diploma se partió de la necesidad de ejecución del canal en el presente año; en base a esta condición realizamos la comparación entre tres variantes de organización propuestas, luego de una valora-- ción técnica-económica se eligió la más racional de forma - que respondiera a la exigencia antes propuesta . .

Posteriormente se realizan los pasaportes de perforación y explosivo los cuales son desarrollados para las diferen - tes condiciones y tipos de rocas. En la memoria descripti va aparecen las diferentes metodologías de cálculos utiliza dos. En este capítulo se prestó gran interés a las voladu ras realizadas a 60 m de una vivienda campesina, para lo -- cual fue necesario tomar medidas en cuanto al efecto sísmi co y el vuelo de los pedazos de rocas. El cálculo de los - parámetros pérforo-explosivos se encuentran resumidos en ta blas.

No quisimos dejar pasar por alto la importancia que en la actualidad tiene la computación y nos dimos a la tarea - de aplicar esta novedosa técnica al cálculo del pasaporte - de perforación y explosivo.

A medida que se desarrolla nuestro Proyecto se refieren los diferentes anexos, los cuales son necesarios para la -- comprensión y realización de los trabajos en el canal.

También se exponen los cálculos económicos de interés - los que aparecen los diferentes índices.

CAPITULO I

- INFORMACION GENERAL SOBRE LA ZONA DEL CANAL MAGISTRAL-

CAPITULO I: Información general sobre la zona del Canal Magistral.

1.1 Situación geográfica

El Canal Magistral "Paso Bonito-Cruces" se encuentra si tuado en la provincia de Cienfuegos, comenzando en la presa Avilé, municipio de Cumanayagua y terminando en Cartagena, municipio de Rodas.

Los estacionados objeto de estudio (268+00 - 294+00) es tán ubicados en el municipio de Palmira a 1 Km 1/2 al noroeste del Complejo Agro-Industrial Espartaco. Ver anexo grá fico No. 1. Debemos aclarar que en obras hidráulicas se -- usa el término estacionado el cual se refiere a puntos que se encuentran situados longitudinalmente al eje del canal - en nuestro caso concreto.

1.2 Vías de comunicación

Se comunica por el sureste con la carretera de 2^{do} or-- den Espartaco-Maraboto y por el noroeste con la carretera - Maraboto-Ciego Montero a 1,5 y 5 Kms respectivamente.

1.3 Clima de la zona

En esta zona el clima es tropical, igual que en el res-- to del país, con temperaturas medias de 24°C. Existe un pe ríodo de lluvias donde las precipitaciones medias al año -- son de 147,2 mm y otro de seca donde las medias anuales son de 44,1 mm.

1.4 Importancia de la ejecución del canal

La ejecución de este Canal Magistral tiene objetivos ne

tamente económicos pues será utilizado en la agricultura para el riego de 447 caballerías de caña de azúcar y también de pastos para la alimentación del ganado. Con el riego de estos cultivos se logrará aumentar sus rendimientos; su efecto económico fundamental se verá en la caña de azú--car ya que ella representa un renglón básico en la agricultura y a la vez dentro de la economía nacional.

CAPITULO II

- CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LA ZONA DEL
CANAL -

CAPITULO II: Características geológicas de la zona del canal.

2.1 Descripción geológica

2.1.1 Características del macizo rocoso

Geológicamente estas áreas están enmarcadas en la edad del cretáceo superior, siendo las andesitas porfiríticas y areniscas tobáceas los materiales que la determinan.

En esta zona al realizar el destape de la capa de arcilla arenosa encontramos tres tipos de rocas: arena gravilla angulosa, brecha y porfiritas, ésta última se encuentra en su mayoría en un estado muy fracturado.

La arena gravilla angulosa aparece en algunos tramos a toda la profundidad del canal, con una potencia aproximada de 6 m y en otras formando capas alrededor de 2 m de espesor. Inmediatamente debajo de la arcilla y a continuación de la misma yacen indistintamente la brecha o la porfirita en su estado normal y fracturado, ocupando ambas toda la zona del fondo del canal llegando a alcanzar espesores de hasta 12 m.

En otras ocasiones está ausente la capa de arena gravilla angulosa, encontrándose la porfirita en cualquiera de sus dos estados, pero siempre a toda la profundidad del canal. Ver anexo Gráfico No. 2.

2.1.2 Características hidrogeológicas

La red fluvial más importante de todo el territorio la constituye el río Caunau, el cual no influye de forma alguna sobre la zona.

Al analizar el perfil geológico vemos que el nivel freático aparece a una profundidad aproximada de 4 m. Además - en la actualidad todas las labores a realizar se encuentran por debajo de este nivel; trayendo como resultado el trabajo en condiciones muy difíciles lo que provoca que en ocasiones sean abandonados los diferentes frentes.

2.1.3 Propiedades físico-mecánicas de las rocas

En toda la zona del canal desde los estacionados 268+00 - 294+00 aparecen varios tipos de rocas, lo que nos hace -- pensar que estas propiedades varían tanto cualitativa como cuantitativamente a solo pocos metros de diferencia; es por esto que se exige un estudio minucioso de cada una de estas propiedades; obtenidas mediante la tabla que se encuentra en la Ponencia: "Análisis y fundamentos técnico-económicos de los trabajos en el uso de explosivos durante la construcción de las obras hidráulicas" del ingeniero José Jesús Manreza Camejo.

Los tipos de rocas que principalmente forman los estacionados objeto de estudio son:

- Porfirita (en estado normal y muy fracturado)
- Brecha
- Arcilla (arenosa y plástica)
- Arena gravilla angulosa

La porfirita presenta una resistencia a la compresión - de 1600-2000 Kg/cm², con un peso volumétrico que varía entre 2,8 y 3 t/m³ y según la clasificación del profesor --- Protodiakonov tiene una fortaleza de 16 a 20; sin embargo -

la brecha a la compresión es capaz de soportar solo 300 ó 400 Kg/cm² para un coeficiente de fortaleza de 3 - 4 y un peso volumétrico promedio de 1,7 t/m³. Para la arcilla se considera que el peso volumétrico oscila entre 1,7 y 1,9 t/m³ y para la arena gravilla angulosa es de 1,6 t/m³.

2.1.4 Tectónica

Sobre la tectónica de la zona podemos decir que el macizo rocoso se encuentra bastante agrietado, estas grietas están rellenas con arcilla o carbonato de calcio, y se presentan aproximadamente paralelas al eje del canal.

Los sistemas de grietas fundamentales que aparecen son los siguientes:

- ① 205° / 65°
- ② 176° / 76°
- ③ 55° / 85°
- ④ 355° / 85°

Teniendo en cuenta que el rumbo del canal en nuestra zona es de 195° podemos decir que los sistemas de grietas ① y ② son los que más influyen negativamente sobre los trabajos de perforación y explosivo; debido a que los mismos se presentan practicamente paralelos al eje del canal.

CAPITULO III

- PLAZO DE EJECUCION. CAPACIDAD DE PRODUCCION EN EL PERIODO CONSIDERADO. CANTIDAD DE TRABAJO NECESARIO PARA LA EJECUCION DEL CANAL MAGISTRAL -

CAPITULO III: Plazo de ejecución. Capacidad de producción en el período considerado. Cantidad de trabajo necesario para la ejecución del Canal Magistral.

3.1 Plazo de ejecución

Dada la importancia que tiene la ejecución del Canal Magistral, debido a los grandes beneficios que éste reporta a la economía del país se acordó en el 6to Pleno del P.C.C. - la culminación de esta obra en el presente año; por tanto - nuestro trabajo responderá a estas exigencias.

3.1.1 Breve análisis sobre el estado actual del canal

En los estacionados objeto de estudio se han realizado gran parte de los trabajos. En el perfil longitudinal del anexo gráfico N.º 3 podemos observar donde se encontraba el terreno natural antes de comenzar las labores y cual es el estado actual del canal.

Si observamos que las bermas poseen un nivel actual del terreno se encuentra por debajo de la berma intermedia, no siendo así en el caso de la del camino, además faltan por extraer prácticamente todos los volúmenes pertenecientes a la sección del canal. En general se puede decir que los volúmenes que restan en estos momentos no son los mayores pero sí los más difíciles de extraer.

3.2 Capacidad de producción en el período considerado.

3.2.1 Cálculo de volúmenes

Para el cálculo de los volúmenes se dividió la zona de estudio en dos partes.

Primero procedimos a la determinación de los volúmenes que se encuentran por encima de la berma de camino y posteriormente calculamos los correspondientes a la sección de canal.

3.2.1.1 Volúmenes por encima de la berma de camino.

Para el cálculo de estos volúmenes procedimos a la determinación del área de esta zona, para ello utilizamos el método integral, considerando que esta es bastante exacto y muy operativo.

Este método consiste en transportar todas las longitudes sumarias a un papel con la ayuda de un transportador -- hasta abarcar toda el área a calcular.

Teniendo en cuenta que la escala de los perfiles transversales es de 1:100 se toman las alturas cada 1 cm de separación por lo que la sumatoria total nos da el equivalente en m^2 . Posteriormente tomamos una longitud entre los estacionados igual a 25 m y se multiplica por el área promedio calculada.

$$V_b = \frac{A_1 + A_2}{2} \cdot L, m^3$$

DONDE:

V_b : Volumen hasta la berma de camino (m^3)

A_1 : Area anterior (m^2)

A_2 : Area posterior (m^2)

L : Longitud entre los estacionados (m)

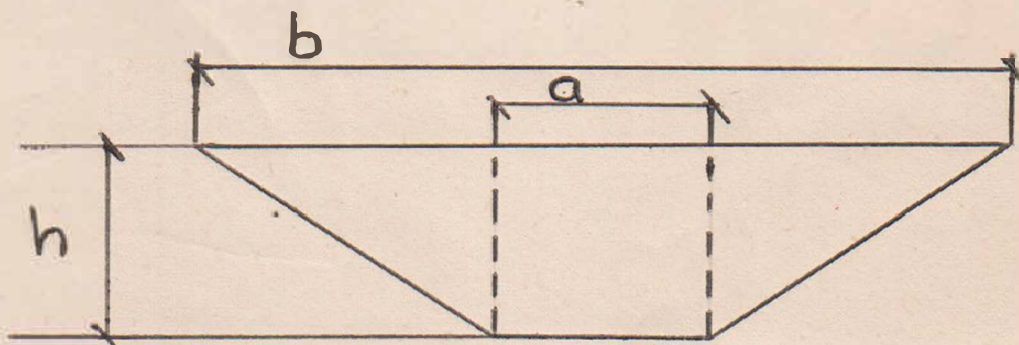
Debemos aclarar que no todos los volúmenes pueden observarse en el perfil longitudinal, por cuanto los parámetros en casi su totalidad no han alcanzado todavía los parámetros de proyecto.

En la tabla No. 1 podemos ver el cálculo de los volúmenes por encima de la berma de camino; siendo estos de 191808; 24 m^3 .

3.2.1.2 Volúmenes de la sección del canal

Partiendo de que la sección de canal desde el estacionado 268+25 al 290+75 aún no está excavada se determina su área como un trapecio; luego multiplicamos esta área por la longitud entre los estacionados antes mencionados y obtenemos el volumen en esta sección.

ESC 1: 100



$$a = 2,5 \text{ m}$$

$$b = 10 \text{ m}$$

$$h = 2,5 \text{ m}$$

$$L = 2250 \text{ m}$$

$$A_c = ?$$

$$V_c = ?$$

$$A_c = \frac{a + b}{2} \cdot h; \text{ m}^2$$

$$V_c = A_c \cdot L; \text{ m}^3$$

$$A_c = \frac{2,5 + 10}{2} \cdot 2,5$$

$$A_c = 15,625 \text{ m}^2$$

$$V_c = 15,625 \times 2250$$

$$V_c = 35156,25 \text{ m}^3$$

DONDE:

A_c : Area de la sección de canal (m^2)

V_c : Volúmen de la sección de canal (m^3)

a : Ancho de la sección de canal por el fondo (m)

b : Ancho de la sección de canal por la superficie (m)

h : Altura de la sección de canal (m)

L : Longitud entre los estacionados 268+25 y 290+75

Siendo el volumen de la sección de canal en este tramo de 35156,25 m^3 .

Como en la sección de canal, desde el estacionado 291+00 hasta el 294+00 se han realizado algunas labores; determinamos el área por el método integral; posteriormente calculamos el volumen, el cual podemos apreciar en la tabla No. 2.

Este llega a ser de 3195 m^3 .

A continuación aparecen los volúmenes totales, tanto -- los que se encuentran por encima de la berma de camino, como los que se refieren a la sección de canal.

- Volumen de la sección de canal $38351,25 \text{ m}^3$
- Volúmenes por encima de la berma de camino. $191808,24 \text{ m}^3$
- Volumen total $230159,49 \text{ m}^3$

3.2.2 Cálculo de la productividad de los equipos

Para determinar la productividad de los equipos hemos -- utilizado normas establecidas por las empresas y del libro "Rendimiento de máquinas de construcción". Ver tabla No. 3.

El coeficiente de utilización productiva usado es el -- promediado de los años 1982 - 1983 y de los meses trabajados hasta el presente.

3.2.2.1 Cálculo de los equipos de barrenación

- Carretilla barrenadora BB-Mine

$N_{cb} = 6 \text{ m/h}$	$P_{cb} = N_{cb} \times T \times DL \times K_{up}$, m en el período
$DL = 127 \text{ días}$	$P'_{cb} = P_{cb} \times N_{cb}$, m considerado
$T = 10 \text{ h}$	$P_{cb} = 6 \times 10 \times 127 \times 0,73$
$K_{up} = 0,73$	$P_{cb} = 5562,6 \text{ m en el período}$
$n_{cb} = 7$	$P'_{cb} = 5562,6 \times 7$
$P_{cb} = ?$	$P'_{cb} = 38938,2 \text{ m en el período}$
$P'_{cb} = ?$	

DONDE:

P_{cb} : Productividad de una carretilla

P'_{cb} : Productividad de las carretillas barrenadoras (m en el período)

N_{cb} : Normas horarias de una carretilla barrenadora (m/h)

T : Duración de un turno de trabajo (h)

DL : Días laborables en lo que resta de año

K_{up} : Coeficiente de utilización productiva

n_{cb} : Número de carretillas barrenadoras en inventario

3.2.2.2 Cálculo de los equipos de carga

- Excavadora de pala directa E - 1252

$N_{pd} = 138 \text{ m}^3/\text{h}$ $P_{pd} = N_{pd} \times T \times DL \times K_{up}$, m^3 en el período considerado

$T = 10 \text{ h}$

$DL = 127 \text{ días}$ $P'_{pd} = P_{pd} \times n_{pd}$, m^3 en el período considerado

$K_{up} = 0,20$

$P_{pd} = 138 \times 10 \times 127 \times 0,20$

$n_{pd} = 2$

$P_{pd} = 35052 \text{ m}^3$ en el período considerado

$P_{pd} = ?$

$P'_{pd} = 35052 \times 2$

$P'_{pd} = ?$

$P'_{pd} = 70104 \text{ m}^3$ en el período considerado

DONDE:

P_{pd} : Productividad de una excavadora (m^3 en el período)

P'_{pd} : Productividad de la excavadora de pala directa (m^3 en el período)

N_{pd} : Norma horaria de una excavadora (m^3/h)

n_{pd} : Número de excavadoras en inventario (m^3 en el período)

- Excavadora dragaline E - 652

$$N_d = 34 \text{ m}^3/h$$

$$P_d = N_d \times T \times DL \times K_{up}, \text{ m}^3$$

$$T = 10 \text{ h}$$

$$P'_d = P_d \times n_d, \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

$$DL = 127 \text{ días}$$

$$n_d = 3$$

$$P_d = 34 \times 10 \times 127 \times 0,65$$

$$K_{up} = 0,65$$

$$P_d = 28067 \text{ m}^3 \text{ en el período}$$

$$P_d = ?$$

$$P'_d = 28067 \times 3$$

$$P'_d = ?$$

$$P'_d = 84201 \text{ m}^3 \text{ en el período}$$

DONDE:

P_d : Productividad de una excavadora (m^3 en el período)

P'_d : Productividad de las excavadoras (m^3 en el período)

N_d : Norma horaria de una excavadora (m^3/h)

n_d : Número de dragaline en inventario

- EXCAVADORA DRAGALINE UB - 1212 y E - 10011

Los cálculos de las productividades de estas excavadoras no se realizan por separado por tener las mismas normas horarias y por consiguiente las capacidades de las cucharas son iguales.

$$N_d = 42 \text{ m}^3/\text{h} \quad P_d = N_d \times T \times DL \times K_{up}, \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

$$T = 10 \text{ h}$$

$$DL = 127 \text{ días} \quad P'_d = P_d \times n_d, \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

$$n_d = 2$$

$$P_d = 42 \times 10 \times 127 \times 0,64$$

$$K_{up} = 0,64$$

$$P_d = 34137,6 \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

$$P_d = ?$$

$$P'_d = 34137,6 \times 2$$

$$P'_d = ?$$

$$P'_d = 68275,2 \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

DONDE:

N_d : Norma horaria de una excavadora (m^3/h)

n_d : número de excavadoras UB-1212 y E-10011

Podemos decir que las excavadoras en su conjunto son capaces de extraer $268147,8 \text{ m}^3$ de roca en los 127 días que -
restan por trabajar.

3.2.2.3 Cálculo de los equipos de arrastre y empuje

- Bulldozer D-85-A

$$N_b = 85 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = 10 \text{ h}$$

$$DL = 127 \text{ días}$$

$$n_b = 1$$

$$K_{up} = 0,76$$

$$P'_b = ?$$

$$P'_b = N_b \times T \times DL \times n_b \times K_{up}, \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

$$P'_b = 85 \times 10 \times 127 \times 1 \times 0,76$$

$$P'_b = 82042 \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

DONDE:

P'_b : Productividad del bulldozer (m^3 en el período considerado)

n_b : Número de bulldozer en inventario

- Bulldozer FD-20

$$N_b = 105 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$T = 10 \text{ h}$$

$$DL = 127 \text{ días}$$

$$n_b = 2$$

$$K_{up} = 0,83$$

$$P_b = ?$$

$$P'_b = ?$$

$$P_b = N_b \times T \times DL \times K_{up}, \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

$$P'_b = P_b \times n_b, \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

$$P_b = 105 \times 10 \times 127 \times 0,83$$

$$P_b = 110680,5 \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

$$P'_b = 110680,5 \times 2$$

$$P'_b = 221361 \text{ m}^3 \text{ en el período considerado}$$

DONDE:

P_b : Productividad de un bulldozer (m^3 en el período)

P'_b : Productividad de los bulldozer (m^3 en el período)

3.2.2.4 Cálculo de los equipos de transporte

- Camión Roman Diesel 19215

Un camión en una hora es capaz de dar 4,16 viajes, cargando en cada uno de estos $8 m^3$ por lo que podemos decir -- que se norma horaria es de $33,24 m^3/h$.

$$N_c = 33,24 m^3/h$$

$$P_c = N_c \times T \times DL \times K_{up}, m^3 \text{ en el período considerado}$$

$$T = 10 h$$

$$DL = 127 \text{ días}$$

$$P'_c = P_c \times n_c, m^3 \text{ en el período considerado}$$

$$n_c = 19$$

$$K_{up} = 0,50$$

$$P_c = 33,24 \times 10 \times 127 \times 0,50$$

$$P_b = ?$$

$$P_c = 21107,4 m^3 \text{ en el período considerado}$$

$$P'_b = ?$$

$$P'_c = 21107,4 \times 19$$

$$P'_c = 401040,6 m^3 \text{ en el período considerado}$$

DONDE:

P'_c : Productividad de los camiones (m^3 en el período)

P_c : Productividad de un camión (m^3 en el período)

N_c : Norma horaria de un camión (m^3/h)

n_c : Número de camiones en inventario

3.3 Cantidad de trabajo necesario para la ejecución del canal

Para la ejecución del canal es necesario en los siete meses que quedan por trabajar la extracción de 230159,49 m³ de roca en estado natural; es por esto que debemos determinar si con los equipos existentes es posible extraer dicho volumen.

El parque de equipos que existe, así como sus características técnicas pueden verse en la tabla N. 4.

3.3.1 Equipos de barrenación

La productividad en una carretilla barrenadora teniendo en cuenta el coeficiente de utilización productiva es de -- 43,8 m/días.

Si consideramos que por cada metro líneal perforado se fragmentan 2,60 m³ de roca, utilizando como sustancia explosiva la Amonita de No. 6JV en cartuchos, podemos plantear:

$$5562,6 \text{ m} \cdot 2,6 \text{ m}^3/\text{m} = 14462,76 \text{ m}^3$$

$$230159,49 \text{ m}^3 \div 14462,76 \text{ m}^3 = 15,9 \text{ carretillas barrenadoras}$$

5562,6 m : productividad de una carretilla barrenadora

Es necesario contornear 850 m de canal; estos taladros se sitúan cada 0,65 m y posee una longitud promedio de 6,9 m.

$(850 \text{ m} : 0,65 \text{ m}) \cdot 6,9 \text{ m} = 9023,07 \text{ m}$ de taladros de -
contorno.

$9023,07 \text{ m} : 5562,6 \text{ m} = 1,62$ carretillas barrenadoras

$15,9 \neq 1,62 = 18$ carretillas barrenadoras

Para la ejecución del canal en el tiempo asignado son -
necesarias 18 carretillas barrenadoras.

3.3.2 Equipos de carga

Del volumen que se extrae con las excavadoras de pala directa de los estacionados 277+00 al 272+50 existe un 10% --
que pertenece a los paramentos y que será extraído con dra-
galine.

$(99213,75 \text{ m}^3 \cdot 0,9) : 35052 \text{ m}^3 = 4$ excavadoras

$148820,62 \text{ m}^3$: Volumen de roca existente del estacioo
nado 272+50 al 277+00

35052 m^3 : Productividad de una excavadora en el períoo
do considerado

Como podemos ver para llegar hasta la berma de camino -
en el tiempo acordado son necesarias 4 excavadoras de pala
directa.

En cuanto al trabajo que deben realizar las excavadoras
dragaline podemos decir que del volumen total hasta la ber-
ma de camino el 30% pertenece a los paramentos; además se -
debe considerar el volumen de la sección de canal; el cual
también será extraído por dichas excavadoras.

$$143840,58 \text{ m}^3 : 52204,6 \text{ m}^3 = 3 \text{ excavadoras}$$

52204,6 m³ : Productividad de las excavadoras dragalline en el período considerado.

Debemos aclarar que en esta productividad no tuvimos en cuenta las excavadoras que realizan el repaleo hasta el terreno natural.

3.3.3 Equipos de arrastre y empuje

Se considera que de toda la roca a extraer por una excavadora de pala directa el 30 ó 40 % es acarreada por los bulldozer. En nuestro caso el trabajo en los paramentos desde el estacionado 268+00 al 272+50 también se realizarán con los mismos; a pesar de esto no es necesario realizar el cálculo pues los 3 bulldozer existentes dan capacidad a las exigencias planteadas; éstos en su conjunto son capaces de acarrear 303403 m³ de roca fragmentada producto de la explosión.

3.3.4 Equipos de transporte

De todo el volumen a extraer solo es transportado el perteneciente a la excavación hasta la berma de camino, por tanto:

$$287712,36 \text{ m}^3 : 21107,4 \text{ m}^3 = 14 \text{ camiones}$$

3.4 Equipos necesarios para la ejecución del canal en el período considerado

Como hemos visto en los resultados anteriores no todos los equipos satisfacen la condición de ejecutar la obra en el período asignado.

A continuación se relacionan los equipos necesarios para la ejecución, teniendo en cuenta los que existen en la actualidad.

- Excavadoras de pala directa 2
- Carretillas barrenadoras 11

TABLA No. 1

ESTACIONADOS	AREA (M ²)	AREA PROM. (M ²)	DISTANCIA (M)	VOLUMEN (M ³)
268 + 00	8.6	4.3	25	107.5
268 + 25	10	9.3	25	232.5
268 + 50	13.1	11.55	25	288.75
268 + 75	21.3	17.2	25	430
269 + 00	63.9	42.6	25	1065
269 + 25	12.5	38.2	25	955
269 + 50	27.3	19.9	25	497.5
269 + 75	0	13.65	25	340
270 + 00	14.2	7.1	25	177.5
270 + 25	10.5	12.35	25	308.75
270 + 50	13.5	12	25	300
270 + 75	12.5	13	25	325
271 + 00	39.2	25.85	25	646.25
271 + 25	6.1	22.65	25	566.25
271 + 50	20.4	13.25	25	331.25
271 + 75	49.2	34.8	25	870
272 + 00	76.41	62.8	25	1570.12
272 + 25	213.4	144.9	25	3622.62
272 + 50	289.3	251.35	25	6283.75
272 + 75	294	291.65	25	7291.25
273 + 00	283.1	288.55	25	7213.75
273 + 25	217.5	250.3	25	6257.5
273 + 50	239.5	228.5	25	5712.5
273 + 75	216	250.25	25	6256.25
274 + 00	276.4	246.2	25	6155
274 + 25	265.8	271.1	25	6777.5
274 + 50	243.4	254.6	25	6365
274 + 75	236	239.7	25	5992.5
275 + 00	208.7	222.35	25	5558.75
275 + 25	232.4	220.2	25	5505
275 + 50	101.6	167	25	4175
275 + 75	141.4	121.5	25	3037.5
276 + 00	127.7	134.55	25	3363.75
276 + 25	130.2	128.95	25	3223.75
276 + 50	131	130.6	25	3265
276 + 75	142.4	136.7	25	3417.5
277 + 00	126.6	134.5	25	3362.5
277 + 25	123.8	125.2	25	3130
277 + 50	121	122.4	25	3060
277 + 75	143.4	132.2	25	3305
278 + 00	81.9	112.65	25	2816.25

TABLA No. 1

ESTACIONADOS	AREA (M ²)	AREA PROM. (M ²)	DISTANCIA (M)	VOLUMEN (M ³)
278 + 25	102.3	92.1	25	2302.5
278 + 50	57.1	79.7	25	1992.5
278 + 75	76	66.55	25	1663.75
279 + 00	64.42	70.21	25	1755.25
279 + 25	135.8	100.11	25	2502.75
279 + 50	130.9	133.35	25	3333.75
279 + 75	106.5	118.7	25	2967.5
280 + 00	71	88.75	25	2218.75
280 + 25	91.8	81.4	25	2035
280 + 50	69.5	80.65	25	2016.25
280 + 75	92.8	81.15	25	2028.75
281 + 00	66.7	79.75	25	1993.75
281 + 25	83.7	75.2	25	1880
281 + 50	71.3	77.5	25	1937.5
281 + 75	72	71.65	25	1791.25
282 + 00	50.2	61.1	25	1527.5
282 + 25	51.8	51	25	1275
282 + 50	64.8	58.3	25	1457.5
282 + 75	70.3	67.55	25	1688.75
283 + 00	26.8	48.55	25	1213.75
283 + 25	73.8	50.3	25	1257.5
283 + 50	51.4	62.6	25	1565
283 + 75	72.8	62.1	25	1552.5
284 + 00	47.6	60.2	25	1505
284 + 25	40.4	44	25	1100
284 + 50	22.9	31.65	25	791.25
284 + 75	24.2	23.55	25	588.75
285 + 00	23.9	24.05	25	601.25
285 + 25	22.7	23.3	25	582.5
285 + 50	28.1	25.4	25	635
285 + 75	33.8	30.95	25	773.75
286 + 00	31.3	32.55	25	813.75
286 + 25	33.6	32.45	25	811.25
286 + 50	35.9	34.75	25	868.75
286 + 75	37.8	36.85	25	921.25
287 + 00	40	38.9	25	972.5
287 + 25	42.7	41.35	25	1033.75
287 + 50	44.4	43.55	25	1088.75
287 + 75	45	44.7	25	1117.5
288 + 00	43.7	44.35	25	1108.75
288 + 25	42.3	43	25	1075

TABLA No. 1

ESTACIONADOS	AREA (M ²)	AREA PROM. (M ²)	DISTANCIA (M)	VOLUMEN (M ³)
288 + 50	41	41.65	25	1041.25
288 + 75	75	58	25	1450
289 + 00	40.7	57.85	25	1446.25
289 + 25	30.3	35.5	25	887.5
289 + 50	23.7	27	25	675
289 + 75	6	14.85	25	371.25
290 + 00	12.2	9.1	25	227.5
290 + 25	13	12.6	25	315
290 + 50	9	11	25	275
290 + 75	8.2	8.6	25	215
291 + 00	0	4.1	25	102.5
291 + 25	0	0	25	0
291 + 50	0	0	25	0
291 + 75	9	4.5	25	112.5
292 + 00	2.9	5.95	25	148.75
292 + 25	0	1.45	25	36.25
292 + 50	0	0	25	0
292 + 75	0	0	25	0
293 + 00	0	0	25	0
293 + 25	0	0	25	0
293 + 50	0	0	25	0
293 + 75	0	0	25	0
294 + 00	0	0	25	0

VOLUMEN DE LA SECCION DE CANAL

TABLA No. 2

ESTACIONADOS	AREA (M ²)	AREA PROM. (M ²)	LONGITUD (M)	VOLUMEN (M ²)
291 + 00	11.2	9.7	25	140
291 + 25	10.4	10.8	25	270
291 + 50	10	10.2	25	225
291 + 75	7	8.2	25	212.5
292 + 00	8.3	7.65	25	191.25
292 + 25	6.7	7.5	25	187.5
292 + 50	11.6	9.15	25	228.75
292 + 75	12.4	12	25	300
293 + 00	7.2	9.8	25	245
293 + 25	6.5	6.85	25	171.25
293 + 50	5.4	5.95	25	148.75
293 + 75	9.8	7.6	25	190
294 + 00	9.7	9.75	25	243.75
294 + 25	6.6	8.15	25	203.75
294 + 50	4.2	5.4	25	135

NORMAS HORARIAS

TABLA No. 3

CODIGO	EQUIPO	MODELO	NORMA HORARIA	UNIDADES
100 - 173	BE	D - 85 - A 12	89	M ³ /h
100 - 172	BE	FD - 20	105	M ³ /h
NE	GE	E - 652	34	M ³ /h
105 - 046	GE	E - 1252	138	M ³ /h
NE	GE	E - 10011	42	M ³ /h
NE	GE	UB - 1212	42	M ³ /h
NE	CB	BB - Mine	60	M/h
NE	CV	R - Diesel 19215	33.24	M ³ /h

PARQUE DE EQUIPOS

TABLA No. 4

DENOMINACION DEL EQUIPO	CANT. EN INVENTARIO	CARACTERISTICAS TECNICAS
Excavadora E - 1252 (Pala directa)	2	Capacidad de la cuchara 1.25 M^3 , potencia 140 HP
Excavadora Noba VB 1212 (dragaline)	1	Capacidad del cubo 1 M^3 , potencia 140 HP, peso total 25.5 t
Excavadora E - 10011 (dragaline)	1	Capacidad de la cuchara 1 M^3 , potencia 100 HP, peso total 35 t
Excavadora E - 652 (dragaline)	3	Capacidad de la cuchara 0.8 M^3 , potencia 100 HP; peso total 20.8 t
Carretillas barrenadoras BB - Mine	7	Consumo de aire $8 \text{ M}^3/\text{min}$, peso 0.5 t, prof. de perforación 60 M
Compresor DK - 9 M	7	Potencia 108 HP, remolcable
Bulldozer D - 85 - A	1	Potencia 180 HP, largo 5.8 m; ancho 4.26 M
Bulldozer FD - 20	2	Potencia 180 HP, largo 6.7 m; ancho 4.2 M
Camión de volteo R. Diesel	19	Capacidad de carga 8 M^3 , pendiente máxima 10 %
Motobomba	1	Capacidad $500 \text{ M}^3/\text{h}$

CAPITULO IV

- ORGANIZACION GENERAL DE LAS LABORES EN EL CANAL -

CAPITULO IV: Organización general de las labores en el canal.

4.1 Generalidades

En toda obra hidráulica en construcción la organización del trabajo, o sea, la distribución de los equipos en el -- frente juega un importante papel.

Es necesario conocer las características técnicas de -- los equipos, así como las condiciones concretas en que és-- tos deben trabajar; también es muy importante haber realizado un estudio detallado de las propiedades físico-mecánicas de las rocas en cada frente; no debe pasarse por alto la importancia que tienen los elementos de explotación en cada -- uno de estos frentes, entre los cuales podemos señalar:

- a). Angulo del paramento en su posición de trabajo.
- b). Altura de los escalones.
- c). Ancho por el fondo.
- d). Ancho de las bermas.

4.2 Régimen de trabajo del canal

En el canal se trabaja un turno diario de 10 horas de -- duración.

Según lo planteado por la empresa para la ejecución total del canal quedan 127 días laborables; esto se explica -- de la siguiente forma:

Comenzando a partir de abril nos quedan 9 meses de trabajo de lo que resta de año. Debemos tener en cuenta que -- las labores de extracción deben terminarse en 7 meses, pues los dos restantes serán utilizados en el revestimiento del canal.

En estos 7 meses de trabajo hay 6 de lluvias; por lo -- tanto se considera que estos tienen solo 18 días laborables existe además un mes de seca el cual se estima posee 24 --- días laborables.

El régimen del trabajo es igual que en el resto del --- país alternándose las semanas de 6 y 5 días laborables.

Debemos aclarar que obtuvimos estos 127 días laborables teniendo en cuenta que existen 5 días feriados en los cua-- les no se realiza trabajo alguno.

4.3 Organización del trabajo en los frentes

En la actualidad en el estacionado 277+00 se encuentra situado un frente de trabajo, éste está compuesto por los - siguientes equipos:

- 3 carretillas barrenadoras
- 1 excavadora de pala directa
- 1 bulldozer
- 3 camiones

A partir del estacionado 273+00 se prepara la apertura de otro frente con un equipamiento similar al anterior el - cual va a su encuentro.

Las excavadoras dragaline se encuentran situadas indis- tintamente realizando el repaleo desde la berma intermedia hasta el terreno natural.

Esta es a grandes rasgos la situación existente en el - canal en cuanto a distribución de los equipos en el frente se refiere.

4.3.1 Variantes propuestas

Previo a la elección de una buena organización del trabajo se efectúa una valoración comparativa de tres variantes propuestas; esta valoración se hace teniendo en cuenta los aspectos tanto técnicos como económicos; las mismas se distinguen principalmente por la distribución de los equipos en los frentes; su descripción sigue a continuación.

VARIANTE I

Consiste en poner todo el equipamiento existente en función de llegar primeramente hasta la berma de camino sin -- ejecutar trabajo alguno de la sección de canal.

Se abriría un frente con una excavadora de pala directa avanzando en dirección al camino, partiendo del estacionado 277+00. En la misma dirección de éste se abriría otro frente pero con dos excavadoras dragaline situadas a ambos lados y trabajando a la vez con las situadas en el terreno natural, las cuales realizarán el repaleo; este frente se --- abrirá a partir del estacionado 274+00.

Existirá un tercer frente con una excavadora de pala directa situada al otro lado del camino y avanzando hacia éste, comenzando a partir del estacionado 271+25.

DESVENTAJAS QUE TRAE LA UTILIZACION DE ESTA VARIANTE:

1. Necesidad de la construcción inmediata de un desvío para de esta forma poder romper el camino; en realidad en estos momentos es practicamente imposible --- pues aún no están creadas las condiciones para la -- construcción del desvío, además este camino da acceso a numerosas caballerías de caña, interrumpiendo el desarrollo de la zafra azucarera.

2. Una vez alcanzada la berma de camino las excavadoras de pala directa quedarían en desuso pues sus dimensiones no le permiten ser utilizadas en excavación de la sección de canal.

PRINCIPAL VENTAJA QUE OFRECE ESTA VARIANTE:

Se llega a la cota de berma de camino y se puede comenzar a laborear la sección de canal en un plazo mínimo de tiempo, lo que representa la extracción de más de la mitad del volumen total.

VARIANTE II

En ésta se abrirían dos frentes con pala directa, uno a partir del 277+00 en dirección al camino y otro a su encuentro a partir del 274+00 comenzando la sección de canal por el estacionado 268+00. Una vez terminada la sección de canal se comenzaría a trabajar en los paramentos hasta que queden por proyecto.

DESVENTAJAS QUE OFRECE ESTA VARIANTE:

1. Al dejar los paramentos por proyecto después de abierta la sección de canal existe la posibilidad de que los deslizamientos, provocados por la falta de estabilidad en estos que son a su vez producto de los trabajos en estos crean problemas en las bermas de explotación y hasta en la sección de canal abierta con anterioridad.
2. Una vez abierto el frente estacionado 274+00 se crearían serios problemas con el drenaje; viéndonos en la necesidad de abandonar dicho frente al no contar con la cantidad necesaria de motobombas.

PRINCIPAL VENTAJA DE ESTA VARIANTE:

Las excavadoras de pala directa no se verán afectadas - por la falta de frentes pues según los cálculos realizados éstas podrán trabajar sin interrupción alguna.

VARIANTE III

Se abrirán dos frentes con excavadora de pala directa; el primero comenzando con el estacionado 277+00 en dirección al camino y el otro en el mismo sentido pero con cierto adelanto respecto al primero; sin embargo la perforación se realizará a toda la profundidad trabajando éste último - sobre la roca explosionada.

Las excavadoras dragaline trabajarán en la sección de canal y en los paramentos a partir del estacionado 268+00 y al llegar al camino realizarán esta misma operación pero a partir del estacionado 294+00.

Dentro de las ventajas que ofrece esta variante tenemos:

1. Pueden eliminarse posibles dificultades en la berma de camino y la sección de canal pues las excavadoras encargadas del trabajo en los paramentos se adelantarán con respecto a la de la sección de canal.
2. No existirán problemas con el drenaje en los frentes de pala directa pues el agua corre en sentido contrario al que avanza el frente.
3. En ningún momento las excavadoras de pala directa -- quedarían desechadas por no tener frente de trabajo.

- Como elementos en contra tenemos:

1. Problemas de drenaje que evidentemente se crearán al comenzar a laborar la sección de canal.
2. Existen grandes dificultades de que se vea afectada el estado técnico de la excavadora que trabaja sobre la roca explosionada.

4.3.2 Elección y descripción de la variante más racional:

Es evidente que la Variante III es la que mayores posibilidades organizativas nos brinda pues tiene una racional distribución de los equipos en el frente; lo que trae como consecuencia un mínimo de gastos. Ver anexo gráfico No. 4. En el mismo se representa tres posiciones de los equipos - en el frente, la primera se identifica con líneas continuas, la segunda con discontinuas y la tercera posición se diferencia por estar representada por puntos.

Los problemas de drenaje en la sección de canal podrían ser superadas construyendo un pozo colector a algunos metros del frente y mediante una motobomba evacuar el agua del frente en esta sección.

4.3.2.1 Frente de trabajo con excavadora de pala directa:

Como habíamos dicho anteriormente las excavadoras de pala directa serán utilizadas producto de sus dimensiones solo en los laboreos hasta la berma de camino; situándose una frente y encima del montón de roca explosionada y la otra estarán en el escalón inferior, los camiones Roman Die

se cargarán la roca explosionada utilizando como esquema - el cerrado. Ver anexo gráfico No. 5.

Adelantados a este frente se encuentran las carretillas barrenadoras.

Será necesario crear buenas condiciones de trabajo en el frente y de esta forma prolongaremos el tiempo de servicio a los equipos de carga y transporte; esto lo logrará el bulldozer que apoyará el trabajo de las excavadoras en el frente, ya de todo el volumen explosionado él acarrea del 30 al 40%.

En cada frente de pala directa operarán 3 camiones los cuales aseguran el trabajo ininterrumpido de la excavadora, con un tiempo de viaje promedio de 14,6 minutos.

4.3.2.2 Frentes de trabajo con excavadoras dragaline:

Podemos decir que a principios de este año se realizó una reproyección de los parámetros de explotación del canal por lo que se hace necesario que los paramentos cumplan las exigencias del nuevo proyecto.

Según la variante escogida se plantea primeramente el trabajo de las dragaline en los paramentos y la sección de canal a partir del estacionado 268+00, con ayuda de dos bulldozer. Ver anexo gráfico No. 5. Una vez que estos equipos hayan llegado al camino trabajarán en los paramentos a partir del estacionado 294+00 exceptuando una E - 652 que permanecerá seguir realizando el repaleo hacia el terreno natural; para este caso será necesario utilizar la

perforación y explosivo. El volumen total que se extraerá en los paramentos es aproximadamente de 48132,294 m³.

La excavación de la sección de canal se realizará con la E-652 y el trabajo de los paramentos en las excavadoras UB-1212 y 10011; además de las E-652; éstas últimas siempre se utilizarán en el repaleo.

Una vez terminado en los paramentos las dragaline pasarán a abrir la sección de canal a partir del estacionado -- 294-00; colocándose la UB-1212 en la berma de camino para cargar el material explosionado en dicha sección; permaneciendo la E-10011 y la E-652 en la berma intermedia y el terreno natural respectivamente.

4.4 Construcción de caminos:

Los caminos de acceso al frente de trabajo se proyectan tal y como se encuentran contruidos en estos momentos, cada 100 m; y todos por el lado derecho del canal pues allí se encuentra el espacio necesario para el almacenamiento -- del material extraído en los frentes.

En estos caminos no existe necesidad de recubrimiento -- alguno; los mismos poseen doble vía con el ancho necesario y una pendiente máxima de hasta 10°.

4.5 Escombrera:

El material extraído producto de la excavación de la -- sección de canal y del trabajo en los paramentos se sitúa -- a ambos lados del canal, sin embargo los restantes volúme-- nes son transportados y situados solo al lado derecho.

4.6 Plan Calendario:

El plan calendario de los trabajos en el Canal Magis---tral "Paso Bonito-Cruces" se confecciona en base a la culminación del mismo en el presente año; lo cual solo es posi--ble con la utilización de nuevos equipos, a pesar de esto -se hace una distribución en el frente de forma tal que tra-bajen en su máxima capacidad productiva e ininterrumpidamente.

Se requiere trabajar en tres frentes de forma simultá--nea.

Las excavadoras de pala directa demorarán en llegar al camino 276 días, el cual se sale del tiempo programado; por otra parte el frente de la sección de canal y del trabajo -en los paramentos demorarán en llegar al camino 48 y 51 ---días respectivamente.

A continuación de estos y a partir del estacionado 294+00 se llevan los paramentos a los parámetros de proyecto; esto se realiza en un plazo de 70 días, después de culmina-dos estos se excavará la sección de canal en este tramo, --lo que demoraría 215 días; estando también fuera del plazo previsto.

La representación gráfica del Plan Calendario se hace -mediante el diagrama de Ganth, el cual se confecciona en --base al período considerado. Ver anexo No. 6

*! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *!
* * * *
DIAGRAMA DE GANTH ! !
! ! ! !
! ! ! !
*! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *

DIAGRAMA DE GANTH

ANEXO N° 6

TRABAJOS A REALIZAR

ABRIL

MAYO

JUNIO

JULIO

AGOSTO

SEPTIEMBRE

OCTUBRE

TRABAJO EN LOS PARAMENTOS
(268.00-272.50)



EXCAVACION DE LA SECCION DE
CANAL (268.00-272.50)



EXCAVACION HASTA BERMA DE
CAMINO (277.00-272.50)



TRABAJO EN LOS PARAMENTOS
(294.00-272.50)



EXCAVACION DE LA SECCION DE
CANAL (294.00-293.15)



CAPITULO V

- PERFORACION Y VOLADURA -

CAPITULO V: Perforación y Voladura

5.1 Generalidades

La construcción de canales exige una gran efectividad - en los trabajos de perforación y voladura; no solo en lo -- que a granulometría a obtener respecta, sino también en la terminación de los parámetros que deben estar según el lími te proyectado con la pendiente establecida y con la máxima estabilidad.

Por otra parte la zona por donde pasa el trazado del ca nal requiere del mínimo de pérdidas, por lo tanto es lógico pensar que el uso de los explosivos incrementa el agreta--- miento natural de la roca, fenómeno que influye negativamen te en lo antes expuesto.

La perforación se realizará con carretillas barrenadoras B.B-Mine de 85 mm de diámetro.

Debido a la variedad litológica presente, como se apre cia en el capítulo I se hace necesario el cálculo de los pa rámetros perforo-explosivo para cuatro condiciones diferen tes:

I. Volumen de roca hasta la berma de camino

1. Porfirita

II. Volumen de roca en la sección de canal

1. Porfirita

2. Porfirita muy agrietada

3. Brecha

En este caso se hace necesario tener en cuenta la presen

cia de una vivienda campesina que se encuentra ubicada a 60 m del Canal Magistral; dicha situación servirá de base a la realización de nuestros cálculos.

5.2 Especificación sobre los taladros:

En el pasaporte para el grupo número I, visto en el acápite anterior se realizarán 3 tipos de taladros diferentes: corte, arranque y contorno, mientras que en el restante grupo solo se emplearán los dos primeros tipos debido a la utilización del revestimiento o fortificación de las paredes de la excavación, permitiendo que se creen grietas artificiales en escala. Estos taladros se dispondrán en filas paralelas al eje longitudinal del canal.

5.2.1 Taladros de corte:

Dentro de todo el conjunto de taladros se considera que los pertenecientes a la fila que ocupa el centro del bloque son los que realizan la explosión en condiciones más difíciles, pues explotan en primer orden, teniendo una sola superficie libre; estos son los llamados taladros de corte. Por esta razón su carga se aumenta un 25% más con respecto a los de arranque.

5.2.2 Taladros de arranque:

Estos trabajan en condiciones diferentes a los anteriores por tener dos superficies libres.

El relleno en ambos se realizará con arcilla húmeda, buscando que entre ésta y las paredes del taladro exista una mayor cohesión. De esta forma se logra una buena utilización de la energía de la explosión. La carga de éstos se realizará de forma continua.

5.2.3 Taladros de contorno:

Estos taladros se perforaran coincidiendo con el contorno de la excavación proyectada y al mismo tiempo se disminuye la distancia entre los taladros.

La carga de los taladros se hace de modo que la fragmentación ocurra solo por las líneas que unen las cargas vecinas, se logra producto del surgimiento de grandes tensiones en las líneas de situación de las cargas, la explosión es instantánea para todos los taladros de contorno.

En las rocas estables no será necesario la carga de todos estos taladros, haciéndose de forma alterna; este mismo procedimiento no se podrá utilizar en presencia de rocas -- muy agrietadas.

Según la bibliografía consultada, los experimentos realizados por el C. Dr Buchot Tabadadze en el conjunto hidráulico de Tunicú y en Moa permiten afirmar la eficiencia técnica y económica de la explosión de contorno pues demuestra que el metro cuadrado elaborado por este método resulta --- \$3,70 más barato que el tradicional.

Para la construcción de la carga de contorno se hace necesario colocar en la pared del taladro un listón de madera sobre el cual descansan los cartuchos de sustancia explosiva sujetos por medio del propio cordón detonante. En sustitución del listón de madera puede utilizarse tiras de banda en desecho y en otros casos sogas de determinado diámetro.

5.3 Cálculo del pasaporte de perforación y explosivos:

El problema fundamental en la construcción de canales - utilizando explosivos consiste en el confinamiento de las - paredes laterales, lo cual provoca un trabajo más difícil - del explosivo.

5.3.1 Metodología de cálculo para el pasaporte: de perforación y explosivo utilizado en la construcción de canales y aliviaderos:

A continuación se relaciona la metodología de cálculo - la cual cumple con las exigencias planteadas a los trabajos de perforación y explosivo.

CALCULO DE LOS PARAMETROS PERFORO-EXPLOSIVOS EN EXCAVACIONES ALARGADAS A CIELO ABIERTO:

1. Cálculo de la línea de menor resistencia (W)

$$W = 53 K_t \cdot d \cdot \sqrt{\frac{\Delta}{\gamma}} ; m$$

Si $W > H$

$$W = (0,7 - 1,0) H; m$$

DONDE:

K_t : Coeficiente que depende del grado de agrietamiento de la roca.

d: Diámetro del taladro (m)

Δ : Densidad de la carga de S.E en el taladro (Kg/dm^3)

Δ : 0,8 - 1,4 para S.E sueltas en condiciones anormales

Δ : 0,4 - 0,6 para S.E en cartuchos y cuando el diámetro

de este no corresponde con el del taladro.

δ : Peso volumétrico de la roca a fragmentar (t/m^3)

H : Altura del escalón (m)

K_t : 1 - Roca muy agrietada

K_t : 1,1 - Roca medianamente agrietada

K_t : 1,2 - Roca no agrietada

2. Cálculo de la distancia entre cargas (a) y filas de taladro (b):

$$a = b = m \cdot W, m$$

$m = 0,85$ - explosión instantánea

$m = 1$ - explosión brevemente re
tardada

3. Cálculo de la relación óptima entre el diámetro (d) y la altura (H):

$$d_{opt} = \frac{H}{K_r \neq 40 - K_s}$$

DONDE:

d_{opt} : Diámetro óptimo del ta
ladro (m)

K_r : Coeficiente que tiene
en cuenta la longitud
relativa de relleno

$$K_r = 20 - 25$$

K_s : Coeficiente que tiene
en cuenta la longitud
relativa de sobreperfo
ración.

$$K_s = 10 - 15$$

4. Cálculo de la longitud relativa de relleno (l_r) y sobrep perforación (l_s):

$$l_r = (20-25) d; m$$

DONDE:

$$l_s = (10-15) d; m$$

d: diámetro del taladro
(m)

5. Cálculo de la carga de S.E por taladro (Q_t)

- Para la relación correcta entre H y d

$$Q_t = 40 dP; Kg$$

$$P = 7,85 d^2 \cdot \Delta : Kg/m \quad d: (dm)$$

- Para $H < 20 d$

$$Q_t = q \cdot W^3; Kg$$

- Para $20 d \leq H < H_{opt}$

$$Q_t = (L_t - l_r) P; Kg$$

DONDE:

- Para $H > H_{opt}$

P: Peso de la S.E (Kg/m)

q: Gasto específico (Kg/m³)

$$Q_t = q \cdot w \cdot a \cdot H; Kg$$

H_{opt} : Altura óptima con relación al diámetro a utilizar (m)

6. Cálculo de la longitud del taladro (L_t)

$$L_t = \frac{H}{\text{sen } \alpha} + l_s$$

DONDE:

α : ángulo de inclinación del taladro (grados)

Debe cumplirse que:

$$L_c \geq 2/3 L_t$$

$$L_r \geq 0,75 W$$

7. Se comprueba si el taladro admite la carga calculada

$$Q_i = P_i (L_t - l_r); \text{ Kg}$$

$$P_i = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \Delta ; \text{ Kg/m}$$

DONDE:

$$Q_i \geq Q$$

Q_i : Carga máxima admisible (Kg)

8. Cálculo de los intervalos óptimos de microrretardo

(t_o) :

$$t_o = A_k \cdot W ; \text{ milseg}$$

DONDE:

W : Línea de menor resistencia

A_k : Coeficiente que depende de la consistencia de la roca

A_k	TIPOS DE ROCAS
3	Rocas especialmente duras (granito, peridotitas)
4	Rocas duras (areníscas, feldespatos)
5	Rocas semi-duras (calizas, mármol, magnesitas)
6	Rocas blandas (marga, esquistos)

CALCULO DE LA EXPLOSION DE CONTORNO:

1. Distancia entre taladros (a)

$$a = 22 d_c \cdot K_1 \cdot K_2; m$$

DONDE:

K_1 : Coeficiente de compresión que ejerce la roca

K_1 : 0,8 - para una superficie libre (compresión total)

K_1 : 1,0- para escalones con 3 ó más filas delante del contorno

K_1 : 1,1 - para escalones con menos de 3 filas delante del contorno.

K_2 : Coeficiente que tiene en cuenta el agrietamiento del macizo.

K_2 : 1 - Cuando no hay agrietamiento definido.

K_2 : 0,9 - cuando el ángulo entre el contorno y la grieta es de 90°

K_2 : 0,85 - cuando el ángulo es de $20 - 70^\circ$

K_2 : 1,15 - cuando el contorno coincide con la dirección de las grietas de diámetro de la carga (m)

d_c : Diámetro de la carga (m)

2. Peso de la carga de S.E por metro líneal:

$P = 0,4 - 0,6 \text{ Kg/m}$ - para rocas fuertes no alteradas

$P = 0,2 \text{ Kg/m}$ - para rocas alteradas en la superficie
($f = 4 - 10$)

$P = 0,4 \text{ Kg/m}$ - para rocas alteradas en la superficie
y menos alteradas abajo ($f = 4-10$)

$P = 0,2 - 0,3 \text{ Kg/m}$ - rocas poco fuertes ($f = 2-3$)

3. Línea de menor resistencia:

$W = (5 - 15) d; m$

DONDE:

d : Diámetro del taladro

4. Longitud de sobre-perforación:

$l_s = (7 - 12) d$

5.3.2 Cálculo de los parámetros básicos:

A continuación se presentan en tablas todos los parámetros necesarios para la realización de los trabajos correspondientes, tanto para la excavación hasta la berma de camino como de la sección de canal; para el primero en dependencia de la altura de los escalones, tomándose el intervalo de 1 a 7 metros.

En el cálculo se tiene en cuenta el uso de la Amonita - No. 6JV; esta es de gran uso industrial y su obtención es - posible en el mercado; no obstante a antes señalado, en ---

nuestras condiciones concretas de las S.E más recomendadas son la Zernogramilita y el Granulotol, los cuales pueden -- utilizarse en presencia del agua sin que por ello pierda -- sus cualidades.

El pasaporte está calculado en base a la Amonita No 6JV en cartuchos de 32 mm de diámetro. Esta tiene una energía de explosión de 1025 Kcal/kg; capacidad de trabajo de 360-380 m³; densidad de 1,0 - 1,2 g/cm³ y una velocidad de detonación de 3600-4200 m/seg.

En la tabla No. 5 se muestran los valores de los pará-- metros básicos de la red de perforación y voladura para los taladros de corte y arranque en la excavación hasta la berma de camino; de igual forma en la tabla No. 7 también pueden observarse los parámetros de la red para taladros de corte y arranque en la excavación de la sección de canal. Tabla N° 6 taladros de contorno.

Estos valores deben ser ajustados en el terreno según - las condiciones concretas que se presentan pues es la única vía por la que pueden obtenerse los resultados óptimos.

El tiempo de retardo óptimo según la fórmula que aparece en la metodología de cálculo es:

- Para la porfirita:

$$t_o = A_k \cdot W ; \text{ miliseg}$$

$$t_o = 4.2,5$$

$$t_o = 10 \text{ miliseg}$$

- Para la porfirita muy agrietada:

$$t_o = 4 \cdot 208$$

$$t_o = 8,32 \text{ m seg}$$

- Para la brecha:

$$t_0 = 5 \cdot 2,25$$

$$t_0 = 11,25 \text{ miliseg}$$

No obstante los valores obtenidos serán utilizados detonadores de 25 miliseg de microrretardo por ser estos los que se encuentran al alcance de nuestras posibilidades.

En cuanto a medios de explosión se propone la utilización del método con mecha detonante, de ignición por detonadores eléctricos y explosión de microrretardo. La explosión microrretardada presenta numerosas ventajas como son:

1. Fragmentación uniforme
2. Crea nuevas superficies libres
3. Disminuye el efecto sísmico
4. Permite dirigir la explosión
5. Disminuye la distancia de lanzamiento de las rocas fragmentadas producto de la explosión.

5.4 Establecimiento de las zonas peligrosas al realizar la explosión:

Durante la realización de los trabajos de voladura es necesario regirse por las reglas de seguridad, tanto en el almacenamiento como en la transportación y utilización de los explosivos.

Para ejecutar cada voladura es necesario determinar la distancia de seguridad, ésta se halla según la metodología indicada en las "Reglas únicas de seguridad durante los trata

bajos de voladura", vigentes en la U.R.S.S.

De todas las distancias de seguridad calculadas se toma la mayor, parte desde el límite del bloque a volar; las personas, mecanismos y edificios deben encontrarse fuera de esta zona durante la voladura.

La distancia de seguridad se determina según los siguientes factores:

- a). Acción de la onda aérea.
- b). Acción sísmica de la explosión.
- c). Vuelo de los pedazos.

La acción de la onda aérea en nuestro caso no es de gran consideración pues las explosiones se realizan a determinadas profundidades, provocando esto que la onda aérea en su expansión choque con las paredes laterales anulándose su efecto el cual depende de la magnitud de la carga de S.E.

La acción sísmica de la explosión influye negativamente sobre los cimientos de las construcciones relacionándose esta con la carga de S.E; con las propiedades de las rocas donde se encuentran las edificaciones, así como con el índice de acción de la explosión.

El vuelo esperado de los pedazos durante la explosión depende del índice de acción n y de la magnitud de la línea de menor resistencia convencional W_{HB} la cual se toma de la tabla y su valor equivale a $5/7 W$ de cálculo.

La metodología para la determinación de estas zonas es la siguiente:

- Para la onda aérea

- 42 -

$$r_a = K \sqrt{Q}, m$$

DONDE:

K : Coeficiente que depen
de la disposición de
las cargas K = (10-15)

Q : Carga explosionada al
unísono (Kg)

- Para el efecto sísmico

$$r_s = K_z \cdot \alpha \sqrt[3]{Q}, m$$

DONDE:

K_z: Coeficiente que depende
de la propiedad de las
rocas donde se encuen-
tran las edificaciones

α : Coeficiente que depende
del índice de acción -
de explosión

Q : Carga explosionada al
unísono (Kg)

VALORES DE K_z:

K _z	Rocas en el fundamento de la edificación
3	Rocas fuertes monolíticas
5	Rocas fuertes y agrietadas
7	Suelos granosos
9	Suelos arenosos
15	Suelo vegetal
20	Suelo cenagozo

VALORES DE α :

α	1,2	1	0,8	0,7
n	$\leq 0,5$	1	n=2	≥ 3

- Para el vuelo de los pedazos:

En cuanto al vuelo de los pedazos para cargas de trituración normal con un índice de acción de voladura $n = 1$ - según la línea de menor resistencia convencional se ofrece la siguiente tabla:

Línea de menor resistencia <u>con</u> v <u>en</u> cional.	Radio de las zonas de peligrosidad.	
	PERSONAS	EQUIPOS
1,5	200	100
2	200	100
4	300	150
6	300	150
8	400	200
10	500	250
12	500	250
15	600	300
20	700	350
25	800	400

5.4.1 Cálculo de la magnitud de la carga de S.E admisible:

En nuestro caso específico es necesario prestar gran interés a la acción sísmica de la explosión y al vuelo de los pedazos, pues como habíamos dicho al inicio de este capítulo existe una vivienda campesina a 60 m, la cual se tiene que proteger de los efectos mencionados anteriormente.

Por esta razón se calculará la carga admisible para --- cuando los trabajos de voladura se realicen en esta zona; - una vez que el frente se haya alejado unos 190,78 m aproximadamente se podrá aumentar la magnitud de la carga de S.E la cual se calculará también posteriormente.

Según la acción sísmica de la explosión la carga máxima admisible considerando el índice de acción $n = 0,75$ es:

$$r_{\min} = K_z \cdot \sqrt[3]{Q}, \text{ m}$$

$$Q_{\max} = \left(\frac{r_{\min}}{K_z \cdot \sqrt[3]{Q}} \right)^3, \text{ Kg}$$

$$Q_{\max} = \left(\frac{60}{9 \times 1,1} \right)^3$$

$$Q_{\max} = 222,54 \text{ Kg}$$

Con la explosión microrretardada la carga admisible será:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot Q_{\max} \times n ; \text{ Kg}$$

DONDE:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 222,54 \cdot 1 \quad Q_{\max} : \text{Carga máxima en cada serie de retardo (Kg)}$$

$$Q = 148,36 \text{ Kg}$$

n : Número de serie de retardo que se utiliza.

Teniendo en cuenta que se utilizará la explosión micro-retardada con intervalos entre series ≥ 75 miliseg, haremos el siguiente análisis:

- Llamaremos Q a la máxima carga admisible que puede ser explosionada al unísono; ocupando ésta la fila del centro del bloque (taladros de corte). Por tanto Q_x y Q_y serán las cargas vecinas que explosionarán posteriormente a Q; ésta se realiza en condiciones ventajosas respecto a la primera.

Debemos aclarar que una vez avanzado lo suficiente según las distancias de seguridad; los intervalos entre series a utilizar serán de 25 miliseg. Para el caso de intervalos ≥ 75 miliseg tenemos la siguiente tabla.- (En cálculos).

La creación de una superficie libre al explosionarse Q nos da la posibilidad de aumentar en 4 veces la magnitud de las demás cargas, bajo este principio planteamos la siguiente ecuación:

$$Q_x = Q_y$$

$$\frac{Q_x}{4} + Q_y = Q$$

$$\frac{Q_x + 4 Q_x}{4} = Q$$

$$Q_x + 4 Q_x = (148,36) \cdot 4$$

$$5 Q_x = 593,44$$

$$Q_x = \frac{593,44}{5}$$

$$Q_x = 118,68 \text{ Kg}$$

COMPROBANDO:

$$4(Q - Q_x) = Q_x$$

$$4(148,36 - 118,68) = Q_x$$

$$118,72 = Q_x$$

La carga total de los bloques en la excavación hasta la berma de camino:

$$Q_T = Q + 2 \left[Q_x (n-1) \right] \text{ Kg}$$

$$Q_T = 148,36 + 2 \left[118,68 (5-1) \right]$$

$$Q_T = 148,36 + 2 \left[477,72 \right]$$

$$Q_T = 949,44 \text{ Kg}$$

DONDE:

Q_T : Carga total a valorar en cada bloque (Kg)

Q : Carga admisible para una serie (Kg)

Q_x : Carga teniendo en cuenta la superficie creada (Kg)

n : Número de serie a utilizar.

La carga a explosionar en la sección de canal es:

$$Q_T = 148,36 + 2 \left[118,62 (2-1) \right]$$

$$Q_T = 385,72 \text{ Kg}$$

Cuando el frente haya comenzado a avanzar lo suficiente y se encuentre fuera de esta zona se utilizará el índice de acción $n=1$ para fragmentación normal; en este caso la carga máxima admisible que puede ser explosionada instantaneamente según el efecto sísmico se calcula como:

$$Q_{\text{máx}} = \left(\frac{200}{9 \times 1} \right)^3$$

$$Q_{\text{máx}} = 10970,64 \text{ Kg}$$

5.4.2 Cálculo de los parámetros del bloque teniendo en cuenta el radio de acción limitado:

Si tenemos en cuenta que la vivienda campesina se encuentra en el estacionado 278+25 podemos plantear que a partir del 276+50 y hasta el 280+25 es necesario utilizar el siguiente pasaporte:

- Para la excavación hasta la berma de camino, altura del escalón promedio 4 m. Roca porfirita.

Al utilizar el índice de acción $n = 0,75$ consideramos - que la carga del taladro es el 75% de la calculada para una fragmentación normal.

a). Taladros de corte:

DONDE:

$$Q_c = Q_n \cdot 0,75 ; \text{ Kg}$$

$$Q_c = 14,45 \cdot 0,75$$

$$Q_c = 10,83 \text{ Kg}$$

$$l_{cc} = \frac{Q_c}{P} ; \text{ m}$$

$$l_{cc} = \frac{10,83}{3,4}$$

$$l_{cc} = 3,18 \text{ m}$$

$$l_{rc} = L_T - l_{cc} ; \text{ m}$$

$$l_{rc} = 5,7 - 3,18$$

$$l_{rc} = 2,52 \text{ m}$$

Q_c : Carga del taladro de corte (Kg)

Q_n : Carga del taladro de corte para fragmentación normal (Kg)

l_{cc} : Longitud de carga del taladro de corte (m)

l_{rc} : Longitud de relleno del taladro de corte (m)

L_T : Longitud del taladro (m)

b). Para taladros de arranque:

DONDE:

$$Q_a = Q_n \cdot 0,75; \text{ Kg}$$

Q_a : Carga del taladro de --
arranque (Kg)

$$Q_a = 11,56 \cdot 0,75$$

$$Q_a = 8,67 \text{ Kg}$$

Q_n : Carga del taladro de
arranque para fragmenta
ción normal (Kg)

$$l_{ca} = \frac{Q_a}{P}; \text{ m}$$

l_{ca} : Longitud de carga de --
los taladros de arran--
que (m)

$$l_{ca} = \frac{8,76}{3,4}$$

$$l_{ca} = 2,55 \text{ m}$$

l_{ra} : Longitud de relleno del
taladro de arranque (m)

$$l_{ra} = L_T - l_{ca}$$

$$l_{ra} = 5,1 - 2,55$$

$$l_{ra} = 2,55 \text{ m}$$

Una vez obtenida la magnitud de la carga de S.E tanto -
en los taladros de arranque como de corte y contorno se de-
terminará la longitud del bloque, según éstos:

- Para los taladros de arranque se tiene:

DONDE:

$$L_b = N_T \cdot a; \text{ m}$$

L_b : Longitud del bloque (m)

$$Q_x = Q_y$$

N_T : Número de taladros de arran
que

$$N_T = \frac{Q_x}{Q_a}$$

a : Distancia entre taladros (m)

$$N_T = \frac{118,68}{8,67} = 13,6 \text{ taladros}$$

$$L_b = 13,6 \cdot 2,5 = 34 \text{ m}$$

Q_x : Carga teniendo en cuenta la
superficie libre creada (Kg)

En el caso de los taladros de corte y contorno es necesario considerar la suma de las cargas de ambos pues explosionan en una misma serie; además cada 3 taladros de corte se perforan 7 de contorno; afectándose la carga de éste último por un coeficiente de 2,33.

$$L_b = N_T \cdot Q ; m$$

$$N_T = \frac{Q}{[Q_c - (Q_{co}) 2,33]}$$

$$N_T = \frac{148,36}{[10,83 - (2,49) 2,33]} = 8,9$$

$$L_b = 9 \times 2,5 = 22,5 m$$

DONDE:

N_T : Número de los
taladros de ---
corte y contorno

Q : Carga admisible
para una serie
(Kg)

La longitu de bloque promedio a utilizar es de 23 m, --
lo cual corresponde a un volumen de 2116 m³ de roca.

- Para la excavación de la sección de canal. Altura del
escalón 2,5 m. Roca porfirita.-

Utilizando el mismo procedimiento tenemos:

a). Taladros de corte:

$$Q_c = Q_n \cdot 0,75 ; Kg$$

$$Q_c = 8,75 \cdot 0,75$$

$$Q_c = 6,58 Kg$$

$$l_{cc} = \frac{Q_n}{P} ; m$$

$$l_{cc} = \frac{6,58}{3,4}$$

$$l_{cc} = 1,79 m$$

$$l_{rc} = L_T - l_{cc}; m$$

$$l_{rc} = 4,28 - 1,79$$

$$l_{rc} = 2,49 m$$

b). Taladros de arranque:

$$Q_a = Q_n \cdot 0,75 ; Kg$$

$$Q_a = 7 \cdot 0,75$$

$$Q_a = 5,25 Kg$$

$$l_{ca} = \frac{Q_a}{P} ; Kg$$

$$l_{ca} = \frac{5,25}{3,4}$$

$$l_{ca} = 1,54$$

$$l_{ra} = L_T - l_{ca}; m$$

$$l_{ra} = 3,77 - 1,54$$

$$l_{ra} = 2,23 m$$

Según la magnitud de la carga de estos taladros tenemos que la longitud del bloque es :

- Para taladros de corte:

$$L_b = N_t \cdot a ; m$$

$$N_T = \frac{Q}{Q_c}$$

$$N_T = \frac{148,36}{6,58} = 22,5$$

$$L_b = 22,5 \cdot 2,5 = 56,3 m$$

En el caso de los taladros de arranque podemos plantear que la longitud del bloque es:

$$L_b = N_T \cdot a ; m$$

$$N_T = \frac{Q_x}{Q_a}$$

$$N_T = \frac{118,68}{5,25} = 22,6$$

$$L_b = 23 \cdot 2,5 = 57,5 m$$

La longitud del bloque a utilizar en la sección de canal es de 58 m, correspondiendo esto a un volumen a 905,96 m³ de roca.

En la voladura de los bloques que se encuentran fuera de la zona peligrosa; tanto en la excavación hasta la berma

de camino como en la de la sección de canal se utilizará -- también las longitudes determinadas anteriormente; esta decisión se toma con el objetivo de no crear problemas en la organización; manteniéndose de esta forma el ciclograma de los trabajos, con la única diferencia de que en la zona volada con índice de acción $n = 0,75$ el bulldozer jugará el papel fundamental. Ver anexo No. 7.

El pasaporte de perforación y voladura utilizado en la excavación de los volúmenes hasta la berma de camino asegurarán el trabajo ininterrumpido de las excavadoras de pala directa, durante casi 6 días y el de la sección de canal garantiza el de la E-657 por espacio de 6 días integros.

La representación gráfica de estos pasaportes aparece en los anexos gráficos No. 8 y No. 9 respectivamente.

5.5 Establecimiento de los requerimientos básicos en los trabajos de perforación y explosivos:

El grado de fragmentación de la roca debe corresponder a la potencia y parámetros del equipamiento utilizado; es por ello que el tamaño máximo de los pedazos a obtener durante la voladura del macizo es calculado según nuestro caso por las condiciones de la capacidad de los equipos de carga y transporte.

- Según la capacidad de la cuchara excavadora:

$$C \leq 0,75 \sqrt{E} ; m \quad \text{DONDE:}$$

C: Dimensión lineal máxima del pedazo (m)

E: Capacidad de la cuchara (m^3)

a). Para la excavación hasta la berma de camino:

$$C \leq 0,75 \sqrt[3]{1,25}$$

$$C \leq 0,81 \text{ m}$$

b). Para la excavación de la sección de canal:

$$C \leq 0,75 \sqrt[3]{0,8}$$

$$C \leq 0,69 \text{ m}$$

- Según la capacidad del equipo de transporte:

$$C \leq 0,5 \sqrt[3]{C}$$

DONDE:

$$C \leq 0,5 \sqrt[3]{8}$$

C: Capacidad del medio de transporte
(M³)

$$C \leq 1,04 \text{ m}$$

De acuerdo con los resultados anteriores se toma como dimensión máxima admisible de los pedazos de roca la condicionada a la capacidad de la cuchara de la excavadora.

El porciento de pedazos sobremedida a obtener debe ser aproximada del 5% y en algunos de los casos hasta de un 10%.

5.6 Medidas de seguridad que deben ser tomadas antes del comienzo de los trabajos con explosivos:

Entre alguna de estas medidas podemos señalar la necesidad de determinar los límites de la zona de peligrosidad antes de comenzar los trabajos.

Estos límites en la superficie deben ser indicados con señales convencionales; en esta zona durante la voladura -- hay que colocar partes de seguridad en un lugar visible.

Todas las vías que tengan acceso al lugar de ejecución de los trabajos de voladura deben quedar bajo control.

5.7 Aplicación de la computación al cálculo del pasaporte de perforación y explosivo para la construcción de canales y aliviaderos:

Las técnicas de computación juegan un importante papel en el desarrollo científico-técnico de nuestro país y en general de todo el mundo; gracias a ella aumenta el volumen - efectivo de la producción disminuyendo el esfuerzo físico - del trabajador lo que trae consigo un incremento de la productividad del trabajo.

Teniendo en cuenta que en nuestro país es insoslayable para el desarrollo general la utilización de las técnicas - de computación se ha dado a la tarea de desarrollar este novedosa rama, formando los cuadros necesarios capaces de llevar a cabo tan importante tarea.

En nuestro trabajo teniendo en cuenta lo antes señalado nos dimos a la tarea de elaborar un diagrama de bloque el - cual da solución a gran parte de las dificultades existentes en la construcción de canales; no se realiza el programa pues no está definido el lenguaje a utilizar ni el tipo de máquina en la que pudiera correrse (IRIS-10, CID-201B, - etc) y por tanto será necesario cambiar de las instrucciones de entrada-salida las direcciones de los esféricos, así como los comentarios en cuanto a este último caso.

Debemos señalar que por nuestra parte se hizo un esfuerzo por correr dicho programa pero no fue posible ya que no se pudo contar con el apoyo necesario por parte del centro.

El diagrama de bloque aparece en el anexo No. 10.

PARAMETROS PERFORO - EXPLOSIVOS. EXCAVACION HASTA LA BERMA. TALADROS DE CORTE Y ARRANQUE

Roca Porfirita. SE Amonita No. 6 JV. Diámetro del taladro 85 m. Taladros Verticales

TABLA No. 5

Altura del Escalón H (m)	Linea de menor resistencia W (m)	Distancia entre cargas y filas de taladro. a=b (m)	Peso de la SE por metro de taladro P (kg/m)	Carga de S.E por taladro Q (kg)		Longitud relativa de relleno. lr (m)		Longitud relativa de sobreperforación ls (m)		Volumen de roca por metro lineal de taladro. VT (m ³ /m)		Longitud de carga. lc (m)		Longitud del taladro lt (m)	
				Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque
1	0.7	0.7	3.4	5.52	4.42	1.08	0.92	1.7	1.22	-	0.22	1.62	1.3	2.77	2.22
2	1.4	1.4	3.4	8.62	6.9	1.68	1.06	1.7	1.1	-	1.05	2.02	2.04	3.3	3.1
3	2.25	2.25	3.4	9.12	7.31	2.02	1.95	1.7	1.1	-	4.5	2.68	2.15	4.7	4.1
4	2.25	2.25	3.4	14.45	11.56	1.45	1.95	1.7	1.1	-	4.9	4.25	3.4	5.7	5.1
5	2.25	2.25	3.4	17.63	14.11	1.52	1.95	1.27	1.1	-	5.12	5.18	4.15	6.7	6.1
6	2.25	2.25	3.4	19.38	15.51	2	1.95	1.27	1.1	-	5.2	5.7	5.15	7.7	7.1
7	2.25	2.25	3.4	26.12	20.91	1.02	1.95	1.27	1.1	-	5.4	7.68	6.15	8.7	8.1

PARAMETROS PERFORO - EXPLOSIVOS. EXCAVACION HASTA LA BERMA. TALADROS DE CONTORNO

Roca porfiria, S.E Amonita No. 6 JV. Diámetro de los taladros 85 mm. Inclinação de los taladros 45°

TABLA No. 6

Altura del Escalón H (m)	Línea de menor resistencia W (m)	Distancia entre cargas a (m)	Peso de sust. explosivos - por M taladro P (Kg/m)	Carga de S.E por taladro. Q (Kg)	Longitud re - lativa de re - lleno lr (m)	Longitud rela tiva de sobre perforación. ls (m)	Longitud de carga. lc (m)	Longitud del taladro lt (m)
1	1.27	0.65	0.6	0.89	1	1.02	1.49	2.49
2	1.27	0.65	0.6	1.77	1	1.02	2.96	3.96
3	1.27	0.65	0.6	2.65	1	1.02	4.43	5.43
4	1.27	0.65	0.6	3.54	1	1.02	5.90	6.90
5	1.27	0.65	0.6	4.42	1	1.02	7.38	8.37
6	1.27	0.65	0.6	5.30	1	1.02	8.84	9.84
7	1.27	0.65	0.6	6.18	1	1.02	10.31	11.31

PARAMETROS PERFORO - EXPLOSIVOS. EXCAVACION DE LA SECCION DE CANAL. TALADROS DE CORTE Y ARRANQUE

S.E Amonita. No. 6 JV. Diámetro del taladro 85 mm. Altura del escalón 2.5 m. Taladros verticales

TABLA No. 7

Tipos de Roca	Estaciones donde aparecen	Línea de menor resistencia. W (m)	Distancia entre cargas y filas de taladros. a=b (m)	Peso de sust. expl. por M ³ de taladro P (Kg/m ³)	Carga de S.E. por taladro Q (Kg)		Longitud relativa de relleno. lr (m)		Long. relativa de sobreperfor. ls (m)		Vol. de roca por M lineal de taladro Vt (m ³ /m)		Gasto específico. q (kg/m ³)		Longitud de carga. lc (m)		Longitud del taladro. LT (m)	
					Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque	Corte	Arranque
Brecha	268+00 - 271+75	2.50	2.50	3.4	5.95	4.76	1.95	1.95	1.2	0.85	-	3.77	0.7	0.4	1.75	1.4	3.7	3.35
Porfirinitas muy agrietadas.	271+75 - 276+00	2.08	2.08	3.4	8.75	7.0	1.7	1.7	1.58	1.27	-	2.86	1.3	0.8	2.58	2.07	4.20	3.77
Porfirinitas.	276+00 - 290+00	2.25	2.25	3.4	8.75	7.0	1.7	1.75	1.58	1.27	-	4.14	1.3	0.8	2.58	2.07	4.28	3.77

*!
* CICLOGRAMA DE LOS TRABAJOS PARA LOS *
! FRENTE DE EXTRACCION CON !
! AYUDA DE EXPLOSIVOS !
* * *
*! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *! *!

CICLOGRAMA DE LOS TRABAJOS PARA LOS FRENTE DE EXTRACCION CON AYUDA DE EXPLOSIVOS

ANEXO Nº 7

[illegible]

CAPITULO VI

- MEDIDAS DE SEGURIDAD DEL TRABAJO -

CAPITULO VI: Medidas de seguridad del trabajo:

Las medidas de seguridad del trabajo se han elaborado - según nuestro caso concreto a partir de las "Reglas únicas de seguridad durante la explotación de los yacimientos de - materiales de construcción a cielo abierto", vigentes en la URSS.

6.1 Generalidades:

1. La construcción del canal debe realizarse según las soluciones del actual proyecto; además en la obra debe haber:
 - a). Plano de los trabajos de construcción.
 - b). Informe geológico de la zona.
 - c). Levantamiento topográfico del canal; el cual debe ser actualizado sistemáticamente.
2. Los obreros que entren a trabajar en el canal deben pasar un adiestramiento previo sobre la técnica de - seguridad y para prestar los primeros auxilios.
3. El equipamiento solo podrá ser dirigido por aquella persona que hayan pasado el adiestramiento adecuado.
4. Cada puesto de trabajo antes del comienzo de los tra**ba**jos y durante el turno debe ser observado por el - jefe de frente; el cual no debe permitir ninguna al**teración** en la seguridad del trabajo.
5. Cada obrero debe antes del comienzo del trabajo cer**ciorarse** del buen estado del puesto. En caso de de**te**ctar alguna deficiencia que él solo no pueda resol**ver** sin comenzar sus labores; debe informar al jefe del frente o a otra persona del control técnico.

6. El paso de las personas de un escalón a otro por los parámetros y por las rocas voladas se permite solamente en caso de suma necesidad y con el permiso del personal técnico.

6.2 Medidas durante los trabajos de construcción:

1. Las bermas por las cuales existe un trabajo sistemático de obreros deben tener cercas.
2. Las personas encargadas de control están obligadas a realizar un control sistemático a los bordes de los caminos, escalones; y en caso de detectar signos de derrumbe deben ser parados todos los trabajos.
3. Deben eliminarse las rocas colgantes en los escalones y mientras se realice este trabajo solo deben estar presente los obreros encargados de la operación.
4. Durante la extracción de rocas duras con la utilización de los trabajos de voladura la altura del montón no debe sobrepasar más de 1,5 veces la altura de la excavadora.

6.3 Medidas durante los trabajos de perforación:

1. Los equipos de perforación deben colocarse en una buena base y deben estar a una distancia del borde del escalón de 3 m como mínimo.
- a. Durante la perforación de la primera fila de taladros la carretilla debe estar situada de forma tal que el eje longitudinal quede perpendicular al borde del escalón.

2. Se prohíbe dejar taladros perforados abiertos; éstos deben ser tapados una vez abiertos.
3. Las piedras sobremedidas preparadas para el retaqueo deben ser colocadas en una zona donde no pueda ocurrir un derrumbe.

6.4 Medidas durante la mecanización de los trabajos:

1. Los equipos deben encontrarse en un buen estado y tener todos los sistemas de señalización, frenos, tapas en lugares donde tengas partes móviles; medios contra incendio; deben tener iluminación, juego de instrumentos y aparatos para el mantenimiento. El buen estado de los equipos debe ser revisado todas las semanas por el mecánico. El resultado del control deben ser anotados en el registro especial. Se prohíbe el trabajo en mal estado de los equipos.
2. La distancia de las personas ajenas en la cabina y en el área de la excavadora durante el trabajo en éste se prohíbe.
3. En la excavadora se prohíbe guardar gasolina y otros medios inflamables.

6.5 Medidas durante el trabajo con las excavadoras:

1. Durante el traslado de la excavadora por la horizontal o en subida al eje guía debe encontrarse en la parte de atrás y en bajada debe estar en la parte de lantera. La cuchara debe estar abajo a una altura no mayor de 1 m del piso; y la flecha debe colocarse hacia el sentido del movimiento de la excavadora.

2. Durante la carga en los camiones el operador de la excavadora debe dar la señal de comienzo y final del trabajo.
3. La excavadora debe situarse en un escalón de base sólida. En todos los casos la distancia entre los bordes del escalón y la base de la excavadora debe ser no menor de 1 m.
4. Se prohíbe durante el trabajo de las excavadoras la estancias de personas en la zona de acción de las cucharas.
5. Los cables que se emplean en la excavadora deben corresponder al pasaporte. Los cables de la flecha deben ser revisados no menos de una vez a la semana; - con esto el número de alambres rotos no debe exceder al 15% del número total de cables.

Los resultados de la revisión, así como los apuntes sobre la flecha de colocación y tipo de cable se realizan en un registro especial que debe guardarse en la excavadora.

6. En caso de amenaza de derrumbe durante el trabajo de la excavadora o que se detecte alguna carga sin explosivo el trabajo debe ser parado y la excavadora - debe ser llevada a un lugar seguro.

6.6 Medidas durante el trabajo con bulldozer:

1. No se permite dejar el bulldozer trabajando con la - cuchilla levantada y durante el trabajo. Se prohíbe el trabajo del bulldozer transverslmente a la pen---diente.

2. Para la reparación, engrase y regulación del bulldozer debe ser instalado en un área horizontal, el motor apagado y la cuchilla bajada totalmente.

En el caso de un paro de avería en un superficie inclinada deber ser tomadas las medidas que eviten el movimiento independiente por la pendiente.

3. Para revisar la cuchilla desde abajo ésta debe estar apoyada sobre una base sólida y el motor desconectado. Se prohíbe encontrarse debajo de la cuchilla -- sin ésta estar apoyada.
4. Los ángulos máximos de los taludes durante el trabajo del bulldozer son: en la subida 25° y 30° (en caso - que esté cargado).

6.7 Medidas durante la explotación del transporte - automotor:

1. En los caminos del canal el tráfico del transporte - debe realizarse sin pasarse unos a los otros.
2. El transporte que trabaja en el canal debe estar en buen estado y tener espejo retrovisor, señales sonoras y lumínicas o iluminación.
3. Durante la carga del transporte por la excavadora se cumplen las siguientes condiciones:
 - el camión que espera ser cargado debe encontrarse fuera de los límites del radio de acción de la cuchara de la excavadora y debe colocarse debajo de la carga solamente después de la señal de aviso -- del operador de la excavadora.

- el camión que se encuentra debajo de la carga - debe estar frenado.
- la carga debe ejecutarse por detrás y por el la do; se prohíbe pasar la flecha por encima de la cabina.
- el camión cargado se alejará del lugar de carga después de la señal del operador de la excavadora.
- el camión que se carga debe estar en los límites de la visibilidad del operador de la excavadora.

4. La cabina del camión debe ser cerrada con una "vise-ra" de protección.

En caso de no tener visera el chófer del camión está obligado a salir de la cabina durante la carga.

5. Durante el trabajo del camión en el canal se prohíbe:

- el movimiento de los camiones de marcha atrás hacia el lugar de la carga a una distancia mayor de 30 m.
- el movimiento de los camiones con la cama levan tada.
- transportar personas en la cabina.
- parar el camión en pendientes y subidas; en ca so de pararse el camión en las pendientes por causas técnicas del chófer debe tomar medidas para evitar el movimiento del mismo; apoyar al gún objeto detrás de las ruedas.

- arrancar el camión aprovechando la pendiente.

En todos los casos que el camión transite en marcha atrás debe éste dar señales intermitente sonoras.

6. Las áreas para la carga y descarga de los camiones deben ser horizontales, no se permite una inclinación mayor de 0,01.

CAPITULO VII

- CALCULOS ECONOMICOS -

CAPITULO VII: Cálculo económico

7.1 Generalidades:

En todo trabajo se hace necesario parte de la valoración técnica y organizativa de éste realizar una valoración económica del mismo para de esta forma saber su comportamiento.

Para el desarrollo de este capítulo tomaremos los siguientes índices económicos:

1. Gastos por depreciación de equipos.
2. Gastos por concepto de materiales.
3. Gasto por concepto de salario.

7.2 Gastos por depreciación de equipos:

Carretilla perforadora BB-Mine:

$$D = V_i \cdot n \cdot N, \text{ pesos}$$

$$D = 5700 \cdot 7 \cdot 0,10$$

$$D = 3989,07 \text{ pesos}$$

DONDE:

D: Descuentos anuales

V_i : Valor inicial del equipo
(pesos)

n: Número de equipos

N: Norma anual de depreciación
(%)

- Bulldozer D -85-A

$$D = V_i \cdot n \cdot N, \text{ pesos}$$

$$D = 49240 \cdot 1 \cdot 0,15$$

$$D = 7385,05 \text{ pesos}$$

Bulldozer F-D-20

$$D = V_i \cdot n \cdot N, \text{ pesos}$$

$$D = 85717 \cdot 2 \cdot 0,15$$

$$D = 25714,96 \text{ pesos}$$

Excavadora UB-1212

$$D = V_i \cdot n \cdot N, \text{ pesos}$$

$$D = 29564 \cdot 8 \cdot 0,17$$

$$D = 5027,93 \text{ pesos}$$

Excavadora E-10011

$$D = V_i \cdot n \cdot N, \text{ pesos}$$

$$D = 30118,4 \cdot 1 \cdot 0,17$$

$$D = 5119,37 \text{ pesos}$$

Excavadora E-1252

$$D = V_i \cdot n \cdot N, \text{ pesos}$$

$$D = 53937 \cdot 2 \cdot 0,17$$

$$D = 18337,53 \text{ pesos}$$

Excavadora E-652

$$D = V_i \cdot n \cdot N, \text{ pesos}$$

$$D = 21850 \cdot 3 \cdot 0,17$$

$$D = 11146,79 \text{ pesos}$$

Camión R. Diesel 19215

$$D = V_i \cdot n \cdot N , \text{ pesos}$$

$$D = 31393,17 \cdot 0,18$$

$$D = 107364,53 \text{ pesos}$$

Compresor DK-9

$$D = V_i \cdot n \cdot N , \text{ pesos}$$

$$D = 6000 \cdot 7 \cdot 0,17$$

$$D = 7139,94 \text{ pesos}$$

Motobomba

$$D = V_i \cdot n \cdot N , \text{ pesos}$$

$$D = 1700 \cdot 1 \cdot 0,15$$

$$D = 254 \text{ pesos}$$

7.3 Gastos por concepto de materiales:

Teniendo en cuenta la cantidad necesaria de cada uno de los materiales en el período considerado y conociendo el -- precio unitario de estos podemos obtener el costo parcial -- de los mismos.

7.4 Gastos por concepto de salarios:

Operador de excavadora:

Categoría "A"

$$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d , \text{ pesos en el período}$$

$$G_s = 1,22 \cdot 3 \cdot 127,10$$

$$G_s = 4648,2 \text{ pesos en el período}$$

DONDE:

G_s : Gastos por concepto de salario
(pesos en el período)

T_s : Tarifa de salario (pesos)

n : Número de obreros

D_L : Días laborables

d : Duración del turno de trabajo (horas)

Operador de excavadora:

Categoría "B"

$$G_s = 1,06 \cdot 3 \cdot 127 \cdot 10$$

$$G_s = 4038,6 \text{ pesos en el período}$$

Operador de tapador frontal

$$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d, \text{ pesos en el período}$$

$$G_s = 1,06 \cdot 3 \cdot 127 \cdot 10$$

$$G_s = 4038,6 \text{ pesos en el período}$$

Operador de carretilla barrenadora

$$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d, \text{ pesos en el período}$$

$$G_s = 1,01 \cdot 7 \cdot 127 \cdot 10$$

$$G_s = 9423,4 \text{ pesos en el período}$$

Chófer de camión

$$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d, \text{ pesos en el período}$$

$$G_s = 0,93 \cdot 6 \cdot 127 \cdot 10$$

$$G_s = 7086,6 \text{ en el período}$$

Operador de compresor

$$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d, \text{ pesos en el período}$$

$$G_s = 0,72 \cdot 7 \cdot 127 \cdot 10$$

$$G_s = 6400,8 \text{ pesos en el período}$$

Operador de motobomba

$$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d, \text{ pesos en el período}$$

$$G_s = 0,72 \cdot 1 \cdot 127 \cdot 10$$

$$G_s = 914,4 \text{ pesos en el período}$$

Mecánico

$$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d, \text{ pesos en el período}$$

$$G_s = 1,06 \cdot 2 \cdot 127 \cdot 10$$

$$G_s = 2895,6 \text{ pesos en el período}$$

Ayudante de mecánica

$$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d, \text{ pesos en el período}$$

$$G_s = 0,66 \cdot 2 \cdot 127 \cdot 10$$

$$G_s = 1828,8 \text{ pesos en el período}$$

Ayudante general

$G_s = T_s \cdot n \cdot D_L \cdot d$, pesos en el período

$G_s = 0,64 \cdot 2 \cdot 127 \cdot 10$

$G_s = 1625,6$ pesos en el período

7.5 INDICES TECNICOS-ECONOMICOS:

1. Extracción diaria; toneladas

5911,92

2. Cantidad de obreros

36

3. Productividad por obrero

20855,94

4. Fondo salarial, miles de pesos

429,006

5. Salario medio por obrero; pesos/obreros

11916,83

6. Costo total de producción por elementos;
pesos/toneladas.

- Depreciación 0,27

- Materiales 0,28

- Salario 0,47

7. Costo total de producción por actividad product
tiva; pesos/toneladas.

- Perforación y voladura 0,40
- Carga de la roca 0,35
- Transporte de la roca 0,28

8. Costo total de producción; pesos/toneladas

1,03

GASTOS POR DEPRECIACION DE EQUIPOS

TABLA No. 8

EQUIPOS		VALOR INICIAL \$	CANTIDAD DE EQUIPOS	NORMA ANUAL %	DESCUENTOS EN EL PERIODO \$
Carretilla perforadora	BB - Mine	5700	7	10	3990
Bulldozer	D - 85 - A	49249	1	15	7386
Bulldozer	F - D - 20	85717	2	15	25715.1
Excavadora	UB - 1212	29564.80	1	17	5026.01
Excavadora	E - 10011	30118.40	1	17	5120.12
Excavadora	E - 1252	53937	2	17	18338.58
Excavadora	E - 652	21850	3	17	11143.5
Camión R Diesel	19215	31393	19	18	107364.00
Compresor	DX - 9	6000	7	17	7140
Motobomba		1700	1	15	255
TOTAL		-	-	-	191478.37

GASTOS POR CONCEPTO DE MATERIALES EN EL PERIODO CONSIDERADO

TABLA No. 9

DENOMINACION DEL INDICE	U.M	PRECIO UNITARIO \$	INDICE DE CONSUMO .	CANTIDAD	COSTO PARCIAL \$
Sustancia explosiva	Kg	0.56	0.26 Kg/m ³	46482.66	26030.28
Detonadores	U	0.06	0.0041 U/m ³	747.2	44.83
Cable eléctrico	M	0.05	0.0014 M/m ³	312.2	15.61
Mecha detonante	M	0.12	1.03 M/m ³	72433.58	8692.02
Combustible	Gls	0.19	0.15 gls/m ³	40222.17	6837.76
Neumáticos	U	48.00	0.013 U/m ³	3485.92	167324.16
Otros	-	-	-	-	6456.17
Total	-	-	-	-	<u>215400.83</u>

GASTOS POR CONCEPTO DE SALARIO

TABLA No. 10

Denominación del cargo	Categoría	Cant. de Obreros	Tarifa Salario Básico Horario	Condiciones anor males de trabajo	Período Considera do.
Operador de excavadora	A	3	1.14	0.08	4648.2
	B	3	0.98	0.08	4038.6
Operador de topador frontal	A	3	0.98	0.08	4038.6
Operador de C. Barrenadora	-	7	0.85	0.16	9423.4
Chofer de camión	B	6	0.85	0.08	7086.6
Operador de compresor	-	7	0.64	0.08	6400.8
Operador de motobomba	-	1	0.64	0.08	914.4
Mecánico	B	2	0.98	0.16	2895.6
Ayudante de mecánica	-	2	0.58	0.16	1828.8
Ayudante General	-	2	0.56	0.08	1625.6
Total	-	36	8.10	1.04	42900.6

COSTO DE PRODUCCION

TABLA No. 11

CONCEPTO	PRODUCCION EN LO QUE RESTA DE AÑO (t)	COSTOS \$/t
Salario		0.47
Depreciación de equipos		0.27
Materiales	750813.84	0.28
Total		<u>1.03</u>

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. La ejecución del Canal Magistral en el tiempo programado solo es posible con la utilización de 2 excava-doras de pala directa y 12 carretillas barrenadoras.
2. Antes de aplicar el pasaporte de perforación y explo-sivo en la zona de radio de acción limitado, produc-to a la cercanía de la vivienda campesina; se reali-zarán algunas pruebas en el terreno para de esta for-ma ajustar los valores de la carga de sustancia ex--plosiva de los taladros en esta zona; la cual fue to-mada como el 75% con respecto a la de los taladros - para una fragmentación normal ($n=1$).
3. Independientemente de las medidas tomadas para prote-ger dicha vivienda, contra el efecto sísmico y el --vuelo de los pedazos; se garantizará que al realizar la explosión no exista persona alguna a 200 m y los equipos se encuentren a una distancia no menor de --150 m.
4. La no correspondencia entre el explosivo en cartucho utilizado y el diámetro de perforación ocasiona gran-des costos preliminares por concepto de gastos en --sustancia explosiva.
5. No existe un personal técnico especializado que ga--rantice la realización de los trabajos de perfora---ción y voladura tal y como se indica en el proyecto.
6. Fue necesario la realización de varios pasaportes de perforación y explosivo debido a la gran variedad de roca que aparece a todo lo largo del canal.

7. El diagrama de bloque está confeccionado con el objetivo de obtener pasaportes por diferentes alturas; - de esta forma solo sería necesario variar los datos a introducir en la máquina.
8. En la construcción en general y especialmente en la que a obras hidráulicas se refiere no se le da la importancia necesaria a la organización del trabajo; - existiendo grandes problemas de este tipo y por tanto los equipos no se aprovechan en su máxima capacidad productiva.
9. La aplicación en el Canal Magistral de la variante - de organización elegida en nuestro proyecto la ine--fectividad de los trabajos de organización existente anteriormente.
10. La geología de la zona no se corresponde en la mayoría de los casos con el informe geológico existente al respecto.

RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Que se ajusten los pasaportes de perforación y explosivo a medida que se realicen las voladuras; hasta - obtener los resultados óptimos.
2. Realizar los trabajos que permitan determinar el costo del metro de perforación según el carácter de la roca; lo que permitirá un control económico efectivo de toda la actividad.
3. Lograr la mecanización en la carga de los taladros; liberando de este trabajo a los obreros; garantizando la máxima efectividad de la explosión con el mínimo de riesgos de accidentes.
4. Debe existir un personal técnico especializado que - dirija los trabajos de perforación y voladuras.
5. Realizar los estudios necesarios para la determina-- ción de algún método que permita la utilización de la Nitromiel en canales y que ésta no sea disuelta por el agua.
6. Mediante una valoración económica determinar en qué medida puede ser disminuida la red de perforación de taladros utilizada en la exploración geológica para de esta forma elaborar un informe geológico más deta-llado de la zona.
7. Deben tomarse medidas especiales en las voladuras -- que se realicen cerca de la vivienda campesina garan-tizando que se cumplan las reglas establecidas según el proyecto.

8. Confeccionar el programa según el diagrama de bloque representado para que de esta forma pueda ser corrido y obtener los resultados que serían válidos para diferentes alturas de escalón.

RELACION DE TABLAS

1. Tabla de los volúmenes hasta la berma de camino.
2. Tabla de los volúmenes en la sección de canal.
3. Tabla de normas horaria.
4. Parque de equipos y sus características.
5. Parámetros básicos de la red de perforación y voladura para los taladros de corte y arranque en la excavación hasta la berma de camino.
6. Parámetros básicos para los taladros de contorno.
7. Parámetros básicos de la red de perforación y voladura para los taladros de corte y arranque en la excavación de la sección de canal.
8. Tabla de gastos por depreciación de equipos.
9. Tabla de gastos por conceptos de materiales.
10. Tabla de gastos por concepto de salario.
11. Tabla de costos de producción.

RELACION DE ANEXOS GRAFICOS

1. Situación geográfica del Canal Magistral.
2. Perfiles geológicos.
3. Perfil longitudinal.
4. Plano de organización del trabajo.
5. Esquema tecnológico en los frentes.
6. Diagrama de Ganth.
7. Ciclograma de los trabajos para los frentes de extracción con ayuda de explosivos.
8. Pasaporte de perforación y explosivo hasta la berma de camino.
9. Pasaporte de perforación y explosivo. Sección de canal.

BIBLIOGRAFIA

- Libro "Fragmentación de Rocas con Explosivo"
Autor: Profesor Ing. José Otaño Nogel.
- Libro "Mecánica de Rocas".
Autor: Ing. Roberto Blanco.
- Normas de trabajo. "Rendimiento de máquinas y construcción".
- Notas de clase de la asignatura "Documentación y Proyectos". Prof. Ing. José Otaño Nogel.
- Notas de la clase de la asignatura "Laboreo a cielo abierto". Prof. Ing. Anesio Pérez Cruz.
- Ponencia: "Análisis y fundamentos técnicos-económicos de los trabajos en el uso de explosivo durante la construcción de las obras - hidráulicas."
Ing. José Jesús Maureza Camejo.
- Proyecto de "Explotación del sistema de riego del --
Complejo Agro-Industrial Espartaco". -
Proyecto de Diploma.
Autor: Ricardo Díaz Dueña.
- Proyecto de "Organización en el Canal Magistral"
Ings. Ernesto Freire y Silvio Carrazana.