

Acompaña documento que indica.



SEÑORA

JEFA DE LA DIVISIÓN DE SANCIÓN Y CUMPLIMIENTO

José Domingo Ilharreborde Castro y Pedro Echeverría Faz, abogados, en representación de la sociedad Inversiones y Rentas Los Andes S.A., en autos sobre proceso administrativo sancionatorio Rol D-073-2015, y en el marco del proceso de cumplimiento del Programa de Cumplimiento aprobado en virtud de la Res. Ex. N°4, de fecha 28 de enero de 2016, a la señora Jefa de la División de Sanción y Cumplimiento respetuosamente decimos:

De acuerdo a lo conversado en reunión y conferencia telefónica sostenida el día 6 de junio de 2016 con el Fiscal Instructor de la presente causa y otros miembros de la División de Sanción y Cumplimiento, solicitamos tener por acompañado un documento en virtud del cual se da respuesta a los requerimientos y preguntas técnicas que se discutieron en dicha oportunidad.

POR TANTO,

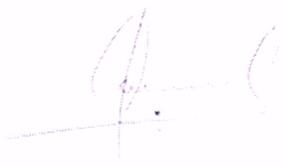
Sírvase la señora Jefa de la División de Sanción y Cumplimiento: tener por acompañado el documento indicado en el cuerpo de esta presentación.

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several sweeping strokes.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Pedro Echeverría" with a large flourish at the end.

**Ampliación Informe Control Talud Km 14
Camino IRLA Rio Manso, Comuna Cochamó.
Mayo 2016**

AUTORES:



Marco Carimán Pérez
Ingeniero (E) Geomensura



Ricardo Cortez Mella
Supervisor Obra IRLA S.A.

ANTECEDENTES GENERALES

Este informe obedece a la reunión telefónica sostenida entre los profesionales de la Superintendencia del Medio Ambiente que han estado a cargo de revisar el Plan de Control de Taludes presentado por IRLA, y los responsables de Lakar e.i.r.l y el Supervisor de la construcción del camino de IRLA, en la Comuna de Cochamó. El objetivo de la conferencia telefónica fue específicamente discutir algunos aspectos técnicos que se relacionan con las medidas que pretende implementar IRLA en el sector de El Tigre (KM 14, aprox.).

PUNTOS RELEVANTES TRATADOS

- Se aclara que el planteamiento de trabajar los taludes inconclusos, no corresponde a la remoción del material ni a las labores restantes para terminar el camino, sino que al volumen estrictamente necesario para lograr la estabilidad del talud.-Como está establecido en informes anteriores, este volumen se desprende de los perfiles levantados en los tramos 3 y 4.-
- Una vez realizado este trabajo de estabilización se crean las condiciones para aplicar los tratamientos de revegetación, manejo de aguas y obras de arte que correspondan.-
- El riesgo de deslizamiento es alto dado las pendientes existentes del tramo inconcluso, al minuto de la paralización.-
- Los antecedentes para la información anterior se desprenden de los informes de mecánica de suelos acompañados anteriormente, y muy especialmente del comportamiento de los taludes en los kilómetros ya ejecutados del mismo Camino Rio Manso.-

- Siendo un tema sensible para la SMA el uso de explosivos en la remoción de roca, se estima necesario aclarar que su uso solo está restringido a aquellas rocas que por su volumen o disposición impidan la obtención de la pendiente definida para el talud.- Ver ANEXO 1 Tronaduras Controladas.

Al respecto, adicionalmente señalamos que estas detonaciones son de fractura y dirigidas, a fin de asegurar que no exista proyección de material, y que la fractura permita la remoción con medios mecánicos.-

A fin de dar garantías al respecto, se propone dar aviso a la SMA cada vez que esta situación se presente, indicándose en cada caso detalladamente y en forma anticipada, las actividades a realizar.-

ASPECTOS ESPECÍFICOS

A.- Tratamiento de Taludes

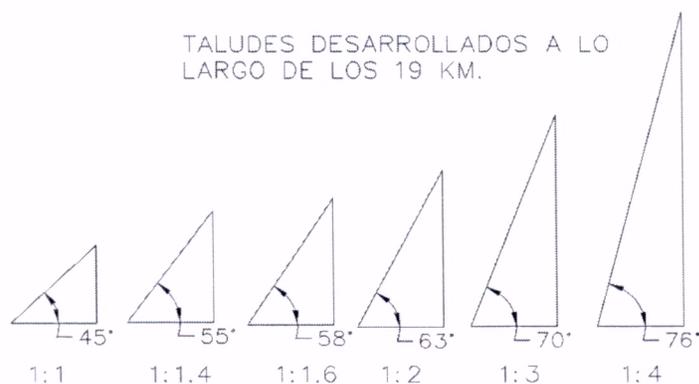
Antes de comenzar con la construcción del camino IRLA , se realizó el estudio y desarrollo topográfico por profesionales del área con la finalidad de obtener y contar para dicho proyecto con un trazado en planta y alzado del camino a ejecutar. La generación de este proyecto topográfico nos permitió entre otras cosas cuantificar: el movimiento de tierra, desarrollo geométrico del trazado del camino, pendientes de la línea de tierra natural, pendientes teóricas en rasante y proyecciones de taludes en TCN (terreno de cualquier naturaleza), este último siendo el más difícil e importante en el control y el dimensionamiento del sobre ancho de la franja de trabajo.

La experiencia de los profesionales y técnicos de la obra en ejecución, más la pericia de los operadores de la maquinaria allí utilizada, conjugaron claramente el know-how de todos los integrantes del equipo de trabajo. Según se avanzaba en la construcción de los primeros kilómetros, los desafíos fueron aumentando

debido a que la altura de corte para la confección de taludes eran más accidentadas, y la geomorfología del suelo era variable en tamaño y dureza, por ello se adoptaron diferentes técnicas de construcción, entre ellas, el banqueo, consistente en realizar una plataforma en altura para la ubicación de la excavadora y desde ahí comenzar a bajar llevando un talud más extendido que el utilizado en cortes de menor altura y en terrenos más cohesivos.

Cuando se hizo más recurrente el trabajo de taludes en alturas y terreno rocoso degradado, se consultó un profesional de mecánica de suelos, el cual recomendó trabajar dichos taludes con pendientes diferentes establecidas cuando se trate de enfrentar suelos de diferente dureza (roca meteorizada entre 1:4 y 1:5; suelo diferente cohesión y granulometría entre 1:1 y 1:3), con esta recomendación más la construcción de varios kilómetros de camino ya ejecutados, se fueron aplicando los criterios al momento de enfrentar la construcción de los nuevos taludes.

La utilización permanente de topografía, como técnica de recopilación de datos de terreno y el replanteo de niveles, inicio de taludes y el control en la excavación, juega un papel fundamental tanto en el respaldo técnico, como para el desarrollo permanente de las líneas de trabajo y apoyo técnico en la construcción.



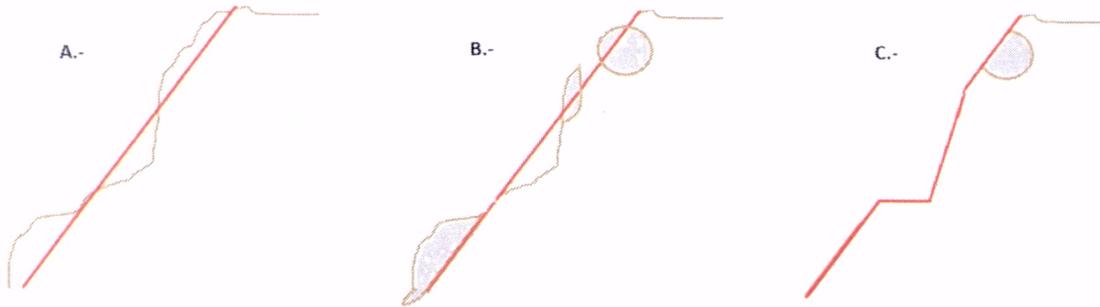
En un informe de mecánica de suelo realizado con anterioridad a la fecha de paralización de las obras, se señala claramente que en el trazado del camino hay zonas geológicamente inestables debido a que hay mucho material de diferente granulometría sin cohesión, roca dura y meteorizada en sectores discontinuos, arcilla y limos. Por esta situación particular se recomienda emplear taludes desde su coronamiento que van desde los 45° para arcillas y limos hasta 80° para rocas sanas. En efecto, el informe de fecha octubre del 2014, el cual se adjunta, se hace hincapié de la necesidad de respetar incuestionablemente los taludes descritos, con la finalidad de evitar los desprendimientos y además de emplear métodos de desarrollos constructivos consistentes en trabajar en una franja de penetración denominada berma de un mínimo de 2 metros de ancho con respecto a su borde natural, para la seguridad tanto del personal como de maquinaria. Además, se debe trabajar sobre terreno de corte, por ningún motivo sobre material de relleno (situación actual en su gran mayoría del sector Tigre Sur actualmente). De igual forma se recomienda utilizar una lechada abundante de agua cemento en razón 1:1 sobre los cortes en roca lo que ayudará a evitar desprendimientos.

B.- Remoción posibles afloramientos rocosos

La remoción del material, se hará con maquinaria pesada, específicamente excavadoras de PC 200 Komatsu de 20 ton y bulldozer categoría D6, no obstante; es posible la aparición de roca. De acuerdo a lo observado en la misma ladera del río Tigre, producto de la labor realizada hasta el Km 14; ésta roca no es de carácter continuo, sino más bien se trata de afloramientos de distinta magnitud. En términos generales, la forma de tratamiento de ésta roca es la siguiente:

Tipo de roca.	Tamaño (diámetro m).	Procedimiento.
Sólida, uniforme	Menor a 2 m	Perforación manual, un corte con explosivo.
Fragmentada.	Menor a 2 m	Maquinaria, balde.
Fragmentada.	Mayor a 2 m.	Maquinaria, martillo, balde.
Sólida, uniforme.	Mayor a 2 m, menor a 5.	Perforación manual, corte con explosivo.
Sólida, uniforme.	Mayor de 5 m.	Perforación mecánica, corte con explosivo.

Las siguientes imágenes grafican tres situaciones distintas:



En la situación A, se aprecia un talud natural en color café y el talud propuesto en rojo, notar que por sobre la línea roja será necesario remover material que pudiera ser tierra, roca meteorizada o roca.

En la imagen B, se ha retirado la tierra y la roca meteorizada, dejando al descubierto roca sólida en tres situaciones desde arriba abajo; primero un gran bolón sólido si bien muy sujeto al cerro, pues está inserto en el en un 80% aproximadamente, un peñasco en situación débil y finalmente un planchón de dimensiones considerables y cuya base tiene pendiente igual al talud natural.

En situación C, se ha cortado desde arriba abajo primero el bolón, sólo lo justo para corregir talud, luego el peñasco saliente se cortó en dos y se retiró, pues será

motivo de riesgo y finalmente el planchón de gran dimensión se cortó en trozos y se retiró, pues al estar su base en línea con el talud; se corre riesgo de infiltración de aguas, lo que podría determinar el desplazamiento.

C.- Uso de explosivos de corte

El uso de explosivos en obra, está dado por la inminente aparición de roca. El cálculo de volumen total es muy difícil de estimar por medio de métodos tradicionales, por lo que más que nada es importante estar preparado para su aparición y tratamiento. Esta preparación y plan de acción ha sido basada en lo siguiente:

- Contar con un contratista y programador calculista con experiencia y debidamente acreditado ante la Autoridad y con su licencia al día.
- Que el personal del contratista cuente con los manipuladores de explosivos acreditados ante la autoridad y con sus licencias al día.
- Se cuenta con dos polvorines del tipo "móvil", debidamente inscritos y con sus resoluciones al día por parte de la Autoridad fiscalizadora de Puerto Montt.
- Se cuenta con maquinaria manual para situaciones menores y con un Track Drill y compresor para eventos de mayor envergadura.
- Existe en stock variedad de explosivos, que permiten dar múltiples soluciones a depender del material a ser tratado.

Respecto de los procedimientos a tomar ante la eventual aparición de roca en el proceso del perfilado del talud; se sugiere lo siguiente:

- Trabajar talud de tierra y roca meteorizada, dando remates de 58° aproximadamente.
- Eventualmente y ante la aparición de roca; ésta se descubre y se continúa la labor por los lados, para determinar mejor su envergadura y grado e sujeción.
- Luego de la llegada a perfil definitivo, se evalúa su necesidad de tratamiento con explosivo, lo anterior de acuerdo a su solidez, envergadura, inminente peligro y sujeción al talud, etc.
- Si se determina que es necesario cortarla, se avisará a la autoridad para su evaluación y autorización.

D.- Tratamientos posteriores a la estabilización de los taludes

Una vez perfilados los taludes o en su proceso de perfilado, se aplicarán los métodos de sujeción mecánica o estabilización que sean más apropiados técnicamente.

A continuación se detallan algunos de ellos:

La revegetación, se hará fundamentalmente a través del sistema de Hidrosiembra, como ya se ha comentado en informes anteriores, el sistema se basa en la aplicación de semillas de gramíneas o similares, unidas a un componente que las aglutina. La mezcla se proyecta en el talud por medio de una máquina que la esparce con la ayuda de un compresor.

-
Se adjuntan fotografías de lo indicado en reciente aplicación entre Km 13,0 y 13,6.



Algunos datos sobre la aplicación de hidrosiembra y el producto asociado a las semillas(MULCH).

El **Mulch** es la estrategia clave para retener la humedad y crear humus. Los materiales para **mulch** son: cartón, papel, algas marinas, hojas, estiércol, degradado, ropas viejas de algodón o de lana, láminas de plástico, aserrín y alfombras viejas. En éste caso particular, el mulch tiene las siguientes consideraciones:

2.- El Mulch debe ser EcoFlex HP FGM o similar, a base de Fibras largas de maderas suaves recicladas y refinadas térmicamente.

3.- El Mulch EcoFlex FGM HP o similar, debe regirse bajo normas ASTM, entre las cuales:

El espesor deberá ser mínimo de 5,6 mm., con una capacidad de retención de agua de 1700%, la retención de humedad deberá ser mínimo 131 N/m, la longevidad funcional deberá ser de ≤ 18 meses, y el tiempo de curación no debe sobrepasar las 2 horas.

El Mulch EcoFlex FGM HP o similar, debe tener incorporado pegamento orgánico, no químico, de polímeros con base hidrocolidea degradada de la planta, deberá

contener partículas micro porosas, fibras sintéticas 100% biodegradables y biopolímeros absorbentes de agua 100% no tóxicos.

El Mulch EcoFlex FGM HP o similar, debe ser reconocido por la ECTC (Consejo de Tecnología de Control de Erosión), FHWA Departamento de Transportación Estados Unidos, FP-96, Sección 713.05 (h), IECA (The International Erosion Control Association), EPA (Agencia Medio Ambiental de Estados Unidos).

La cobertura mínima deberá ser de 407 gr. /m2 según ASTM.

Fundamental: La máquina que mezcla el Mulch EcoFlex FGM HP, y que realiza la proyección de Hidrosiembra, deberá ser de agitación con paletas, es decir, agitación mecánica.

Junto a lo anterior, en situaciones puntuales se deberá, por ejemplo, establecer una cubierta adicional consistente en una manta de fibra de coco, sobre la cual se establecerá la Hidrosiembra.

La manta de fibras de coco será adosada al talud por medio de orquillas de acero u otro método de mayor sujeción si fuera necesario.

La manta de fibra de coco debe cumplir por lo menos las siguientes 5 consideraciones;

1.- La manta Fibra de Coco para el control de la erosión deberá ser la C125, fabricada de 100 % fibra de coco, con una esterilla entrelazada de polipropileno a ambos lados, estabilizado contra los rayos UV, y con Hilo 100% Polipropileno negro.

2.- La manta Fibra de Coco C125, deberá regirse bajo normas ASTM.

3.-La manta Fibra de Coco C125 deberá cumplir con los requerimientos establecidos por los siguientes organismos:

* ECTC (Consejo de Tecnología de Control de Erosión).

* FHWA Administración Federal de Carreteras, FP-03 2003 Sección 713.17 como Tipo 4.

* IECA (The International Erosion Control Association).

4.- El espesor de la manta fibra de coco C125 deberá ser de 8,91 mm.

5.-La manta fibra de coco C125 deberá tener una Masa/Unidad de Área de 271 gr./m².



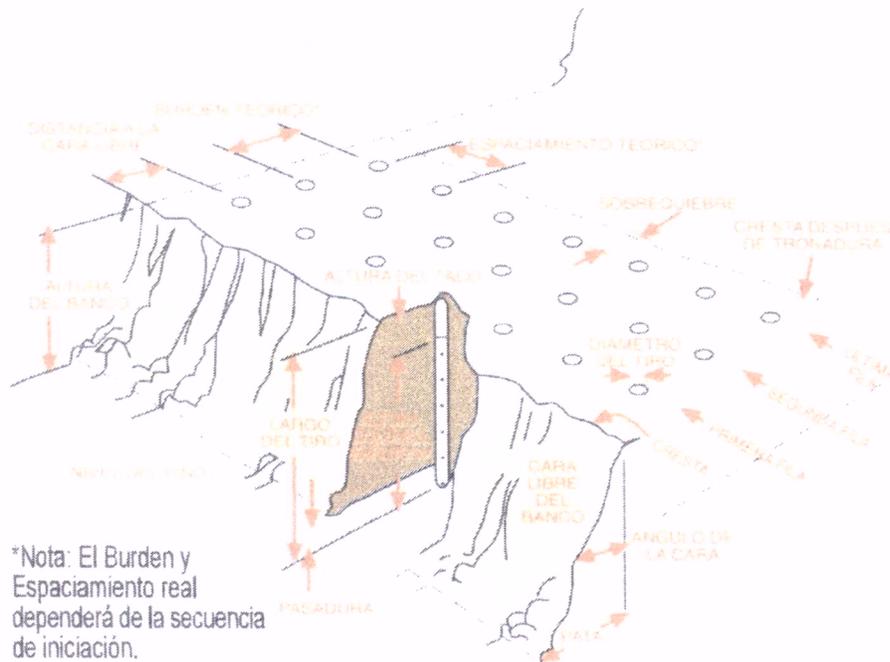
ANEXO 1.- TRONADURAS CONTROLADAS

TRONADURAS CONTROLADAS

Las Tronaduras controladas tienen por objetivo fundamental evitar el sobreprompimiento de la roca, es decir, evitar la rotura fuera de los límites calculados. Esta metodología permite obtener superficies de corte más uniforme y lisas, lo que a su vez evita el desplome de techos en minería subterránea como a la estabilización de taludes en cortes de laderas disminuyendo los agrietamientos y proyecciones de material en roca fracturada o meteorizada.

Entre las condiciones fundamentales para la realización de una tronadura controlada tenemos:

- La relación de espaciamiento y burdén debe ser menor $E: 0,5$; $B: 0,8$.
- El explosivo utilizado debe ser de menor radio que el pozo o perforación
- Empleo de explosivos de baja potencia y velocidad de detonación



Se adjuntan fotografías del Km 11,6, correspondientes a enero 2016 y diciembre 2013, se observa condición mixta de terreno.



Las Ventajas de esta tronadura controlada favorecen esencialmente a la generación de una superficie de roca más lisa y estable; Reduce la vibración de la voladura principal y la proyección excesiva de material; Produce menor agrietamiento de la cara de talud, lo que contribuye a su estabilización y auto sostenimiento de la excavación. Desde el punto de vista de la prevención de riesgos permite un trabajo más seguro en el banqueo a pesar de los ángulos inclinados de los taludes.

Las desventajas de la tronadura controlada tienen relación con los costos mucho más altos en comparación con una tronadura convencional que necesita menos perforaciones y explosivos; Utilización de explosivos especiales de bajo poder rompedor; Demanda mayor tiempo en la ejecución de la obra debido a la mayor cantidad de perforaciones que se deben realizar para su cometido; Los resultados óptimos se pueden lograr en rocas uniformes y competentes, aun así, en rocas fragmentadas, conglomerados, etc. sus resultados son satisfactorios.

Vista Km 4,5, durante su ejecución en 2013 y luego de su remate en 2015. Se aprecia el descubrimiento de roca y la utilización de maquinaria pesada, luego la utilización de explosivos controlados para el corte definitivo.



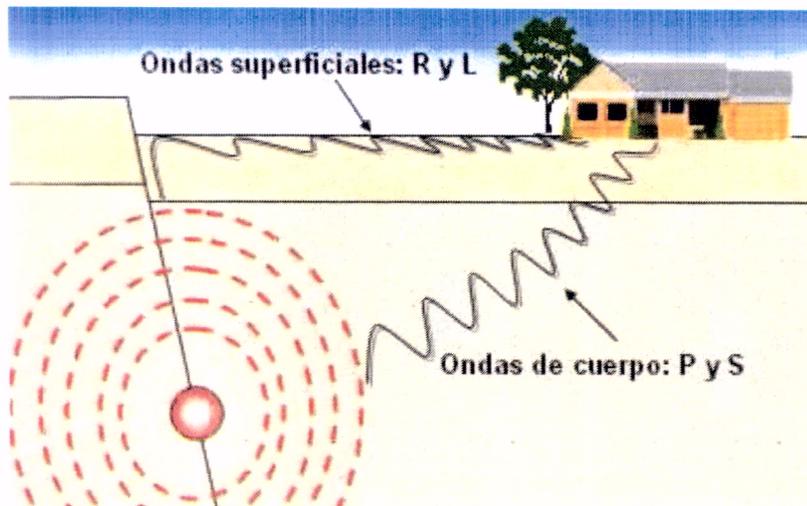
Dentro de las técnicas de tronaduras controladas más usadas en Chile tenemos:

- Tronadura de precorte
- Tronadura de recorte
- Tronadura amortiguada

Estas técnicas son usadas tanto en minería subterránea como de superficie. Siendo la tronadura de precorte la más adecuada para evitar el fracturamiento excesivo de la roca y la estabilización de la pared de talud. La teoría del precorte consiste en el disparo de dos cargas simultáneamente en tiros adyacentes, la colisión de las ondas de choque procedentes de los tiros, dispone la pared intermedia en tensión y origina grietas que forman el corte entre las perforaciones.

El desarrollo de este precorte disminuye notablemente las vibraciones de tronadura. Un explosivo detonado en un pozo producirá una onda de presión en el terreno adyacente al pozo. A medida que se propaga la onda de presión, o viaja alejándose del pozo, se estabilizará en lo que se llama una onda sísmica u onda

vibratoria. Se han identificado dos tipos de propagación de la onda sísmica. A una se le llama onda de cuerpo, que se propaga a través de la tierra. La onda de superficie generalmente se produce cuando una onda de cuerpo viaja hacia la superficie y es reflejada nuevamente hacia la tierra. El desgarre de la superficie causando por la reflexión de la onda de cuerpo crea la onda de superficie.



La propagación de una onda de superficie a lo largo de esta, pueden compararse con las ondulaciones producidas en la superficie de una poza de agua al ser esta chocada por una piedra u otro objeto sólido. Las ondulaciones se alejan del punto de impacto en un molde circular eterno sobre la superficie del agua. Las ondas sísmicas se irradian alejándose del lugar de tronadura en una forma similar mientras que las ondas de cuerpo se irradian en una forma tridimensional en un molde esférico eterno.

Para obtener la disminución de estas vibraciones, se debe utilizar cordón detonante para la iniciación de toda la hilera de precorte y hacerlos detonar en forma simultánea en grupos de 20 a 30 pozos.

VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL PRECORTE

- Las propiedades geo-mecánicas de la roca influyen en el precorte: Considerando que el principio de éste es generar una tensión entre las perforaciones, el esfuerzo inducido por el precorte debería estar entre el esfuerzo a la compresión de la roca y el esfuerzo a la tracción de la misma.
- Propiedades estructurales de la roca son fundamental en el diseño y el resultado de la tronadura de precorte.
- Diámetro de perforación: Es ampliamente conocido que los mejores resultados de la tronadura controlada son obtenidos con diámetros pequeños debido a que tenemos un mayor control de la energía producida en la detonación.
- Presión de hoyo: es la presión ejercida sobre las paredes del pozo o perforación

Presión de pozo, explosivo acoplado

$$P_{bi} = 110 * d_{exp} * VOD^2$$

dónde:

P_{bi} : Presión en las paredes del pozo (Mpa)

d_{exp} : Densidad del explosivo (g/cm³)

VOD : Velocidad de explosión del explosivo (Km/s)

Para el cálculo de la presión en las paredes del pozo de un explosivo desacoplado, se utiliza la expresión:

$$P_b = 110 * f_n * d_{exp} * VOD^2$$

Presión de pozo, explosivo desacoplado. donde f es la razón de desacoplamiento, definida como la relación entre el volumen del explosivo y el volumen del pozo. El exponente n se estima igual a 1,25 para pozos secos y 0,9 para pozos con agua:

$$f=(D_e^2 \cdot l)/(D_h^2 \cdot h \cdot H)$$

Razón de desacoplamiento.

dónde:

De : Diámetro explosivo (in)

Dh : Diámetro del pozo (in)

H : Largo del pozo (m)

l : Largo columna explosiva (m)

- Secuencia de salida: El precorte debe ser iniciado en forma separada o en conjunto con la tronadura principal. Pero con una diferencia de a lo menos 100 ms (milisegundos) previo a la tronadura principal, esto con el objeto de que esta tronadura no dañe el amarre de la tronadura de precorte por posibles proyecciones por la acción de los gases. Es importante el retardo entre tiros de precorte de 17 (milisegundos)ms cada 10 pozos.
- Espaciamiento entre los pozos del precorte es bastante menor, si lo comparamos con el espaciamiento en una tronadura amortiguada. Esta disminución del espaciamiento se aplica principalmente para que exista una interacción entre los pozos, dado que la cantidad de carga se ha reducido considerablemente con el objeto de generar bajas presiones en sus paredes. Existen también algunas reglas para definir el espaciamiento entre pozos, como por ejemplo:

$$S=K \cdot D$$

dónde:

S : Espaciamiento (mm)

D : Diámetro de perforación (mm)

K : Constante entre 14 y 163 .

La fórmula general que se utiliza y aplica para el cálculo de este espaciamiento en Chile, según Enaex, es la siguiente:

$$S=D_h \cdot (P_b+T)/T$$

dónde:

S : Espaciamiento (mm)

T : Resistencia a la tracción de la roca (Mpa)

Pb : Presión de explosión en el pozo (Mpa)

Dh : Diámetro de perforación (mm)

El espaciamiento no considera las características estructurales de la roca.

- Factor de carga: El término factor de carga definido en gr/ton no es aplicable para el precorte, puesto que su finalidad no es fragmentar un volumen de roca, sino, generar un plano de fractura, por lo que el factor de carga para un precorte se define en kg/m² . De acuerdo a las ecuaciones mencionadas anteriormente, es posible obtener una relación que define el factor de carga en función de las características geomecánicas de la roca y el diámetro de perforación.

$$Y = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{D_h}{(12R + 1)} \cdot \left[\frac{R^{1/n} \cdot d_{exp}^{(1-\frac{1}{n})} \cdot UCS^{1/n}}{110^{1/n} \cdot VOD^{2/n}} \right]$$

dónde:

Y : Factor de carga (kg/m²)

N : Índice de acoplamiento

R : Relación Pb/UCS

UCS: Resistencia a la compresión no confinado (Mpa)

dexp : Densidad del explosivo (g/cm³)

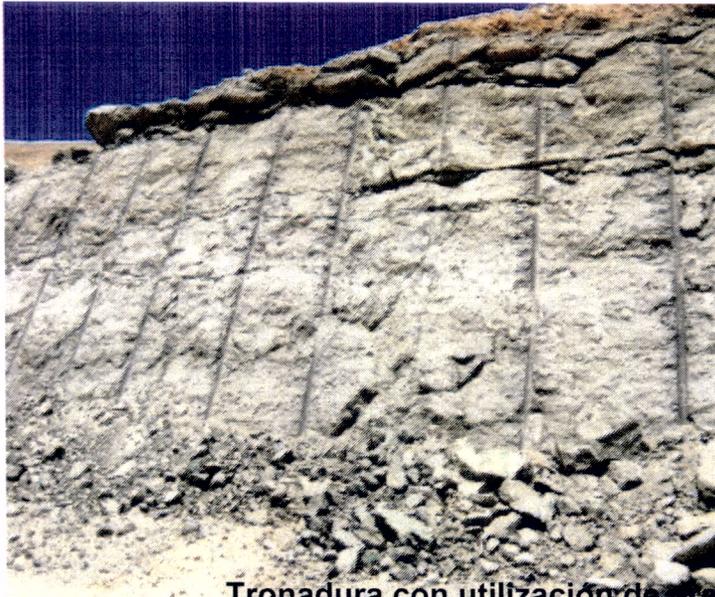
VOD: Velocidad de detonación (Km/s)

Dh : Diámetro de perforación (mm)

- Efectos de la precisión de la perforación: La importancia de la precisión de la perforación puede no ser considerada cuando se diseña un precorte;

pero ésta tiene una gran relevancia debido al paralelismo que debe existir entre pozos, de lo contrario, puede ser la causa de perfiles irregulares.

- **Inclinación del precorte:** Un precorte con una perforación inclinada permite maximizar los beneficios respecto a la estabilidad de los taludes. Esta inclinación fluctúa en el rango de 15 a 30 grados, obteniéndose mejores resultados cuando la inclinación es mayor, aunque en estos casos la dificultad en la perforación será mayor.



Tronadura con utilización de precorte

EXPLOSIVOS EN EL PRECORTE

El precorte puede considerarse como una técnica en la cual son fundamentales la geometría y la simetría en todo el proceso. El explosivo es parte crucial del éxito, dado que la continuidad del precorte se produce en la práctica con espaciamientos supercríticos en los que el mecanismo actuante es fundamentalmente la acción cuasi-estática de los gases. Por lo tanto, es recomendable la utilización de un explosivo con baja velocidad de detonación (reducción del daño dinámico a la roca) a la vez que con un alto volumen de gases. Estas características descartan la utilización de explosivos gelatinosos con base NG (dinamitas, por ejemplo). También resultan inadecuadas las emulsiones

explosivas por su alta velocidad de detonación. Entre la gama de explosivos disponibles en el mercado, el tipo que mejor se adapta a esta técnica son los Hidrogeles, con un balance adecuado entre velocidad de detonación y producción de gases. El efecto de desacoplamiento en el pozo es tanto mejor cuanto más próximo se alcanza la situación ideal. Dado lo crítico de este efecto, es desaconsejable el uso de cargas espaciadas, ya sean acopladas o desacopladas dentro del pozo, tanto por razones teóricas de un pobre efecto de desacoplamiento como por razones prácticas de facilidad de carga. Así, es recomendable el uso de cargas continuas a lo largo de la caña del pozo. El requerimiento de simetría también implica la iniciación simultánea de la carga a lo largo del pozo como también entre pozos.

Estas consideraciones han conducido al desarrollo de productos explosivos especiales para precorte, entre los cuales el producto más adecuado es la sarta continua de cartuchos de Hidrogel. La continuidad se obtiene mediante cordón detonante de 6 g/m a lo largo de todo el cartucho, en el centro de simetría del mismo. La inserción de este cordón detonante durante el proceso de encartuchado proporciona un producto manejable y con resistencia a la tracción, que permite su uso colgado desde la boca del pozo. Con este producto se consiguen las prestaciones más cercanas a la situación teórica ideal, así como una facilidad de manejo y operación que no se consiguen con ningún otro tipo de explosivo para precorte de los disponibles en el mercado.

EXPLOSIVOS UTILIZADOS EN EL PRECORTE E INICIACION SOFTRON

Es un explosivo de bajo poder rompedor, especialmente diseñado para trabajos de tronadura controlada en tunelería, donde es necesario obtener un perímetro parejo con un mínimo de sobre-excavación. Permite minimizar el fracturamiento de la roca, más allá de la línea de contorno. Por sus características,

los cartuchos de softron deben ser acoplados perfectamente entre sí, para lo que se presenta en tubos rígidos acoplables de polietileno.

Densidad : 1.19 g/cc

Vel. Detonación: 3.324 m/s

Presión : 33 kbar



TRONEX PLUS

Es una dinamita de tipo semigelatina, especialmente diseñada para trabajos de superficie y faenas subterráneas (excepto minas de carbón), en roca sin agua. Esta semigelatina posee una alta velocidad de detonación, incluso en condiciones de confinamiento deficiente, por lo que tiene especial aplicación como carga principal en tunelería y desarrollo de galerías y como iniciador de Anfo en diámetros pequeños.

Densidad : 1.18 g/cc

Vel. Detonación: 5.100 m/s

Presión : 77 kbar



Enaline

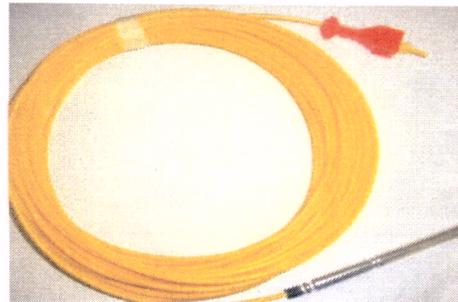
Emulsión explosiva envasada de diámetro pequeño, especial para trabajos de precorte en minería a cielo abierto. El producto se presenta envasado en mangas continuas de polietileno, engrapadas cada 16 pulgadas. En toda su longitud tiene adosado un cordón detonante de 10 g/m que produce una iniciación lateral y simultánea.

Densidad : 1.11 g/cc
Vel. Detonación: 3.500 m/s
Presión : 69 kbar



Detonador no Eléctrico

Consiste en un tubo de choque de largo determinado por el diseño de la voladura, ensamblado a un detonador de alta potencia y periodo de retardo para iniciar la carga explosiva. El otro extremo del tubo de choque se encuentra sellado y posee un conector plástico tipo Cobra y etiqueta adhesiva que indica el número correspondiente al retardo.



Detonador no Eléctrico Troncal

Consiste en un tubo de choque, de largo determinado por el diseño de la voladura ensamblado a un detonador de superficie de Mili retardo en un extremo. El extremo libre del tubo de choque está sellado y contiene un conector cobra de color azul. El detonador se encuentra alojado en un conector plástico tipo block que está codificado por colores, de acuerdo al retardo del detonador.



Villarrica, 03 de Octubre de 2014

CAR N° 011014 01 01 /REF: Visita Terreno proyecto ruta de Penetración Rio
Manso – Paso Los Leones, X región de Los
Lagos

Estimado Señor

De acuerdo con la visita realizada a terreno los días 29 y 30 de septiembre de 2014, se tienen las siguientes recomendaciones mínimas para la ejecución, excavación y materialización de taludes temporales y permanentes:

A. Discretización del Trazado

Para el control de las obras, aplicación de las recomendaciones, protección de los taludes y cubicaciones, será necesario definir tramos de trazado, los que estarán caracterizados por el tipo y calidad de los materiales presentes o detectados en los cortes. Estos tramos serán georreferenciados e incorporados en los planos topográficos del proyecto.

B. Taludes de Excavación

Inicialmente, se han podido encontrar los siguientes materiales presentes en obra, en conjunto con las siguientes alturas de excavación (H):

E-mail: ingeniería@ecla.cl
File: Carta 310714-01-01.docx

Material	H (m)	Angulo Talud Recomendado (°)
Roca	≤5	80
	>5	70
Roca Altamente Fracturada	≤5	63
	>5	58
Grava Arcillosa a grava arenosa	≤5	63
	>5	58
Arcillas y Limos	≤5	55
	>5	45

Respecto de las arcillas y limos, que corresponden a cenizas volcánicas, se ha podido visualizar que éstas en algunos casos se encuentran muy duras, situación que permitirá aumentar el ángulo de corte en 5°. Esta recomendación será validada en terreno en terreno.

C. Ejecución de las excavaciones

Las excavaciones y taludes serán perfilados desde arriba hacia abajo sin excepción, teniendo la precaución de eliminar cualquier cornisa a medida que se avanza con los trabajos. Los árboles en el borde superior del talud serán retirado en una franja libre de a lo menos 1.0 m. Esta situación será revisada periódicamente, de modo de evitar posibles desprendimientos, que en ésta etapa del proyecto son de riesgo para los trabajadores.

D. Situaciones Particulares

Las situaciones actuales que demandan la mayor atención, tienen relación con deslizamientos producidos durante la ejecución de las obras de excavación, dando con ello origen a las siguientes recomendaciones:

1. Cualquier plataforma de apoyo a maquinaria, vehículos o personal, deberá incluir una berma de a lo menos de 2.0 m respecto del borde natural del talud. Esta berma se debe desarrollar en suelo natural no removido o roca, en ningún caso en material de derrame, él que se muestra actualmente muy inestable y agrietado;
2. Las pendientes naturales hacia la quebrada, adyacentes a los caminos de penetración, imposibilitan en muchos casos la ejecución de rellenos compactados controlados; por lo que estos trabajos y proyección de la vía, deberán considerar que se apoya junto con la berma en un 100% en corte. Esta situación, en caso de que se requiera, será validada en terreno de acuerdo con las condiciones topográfica y condiciones de espacio;
3. En las zonas de deslizamiento (deslizamiento 1 y 2), se efectuará el retiro del material suelto hasta descubrir la roca, dejando la pendiente según se ha indicado en el punto B;
4. Las reparaciones de las zonas dañadas se realizará a medida que se avanza con el perfilado y respetando lo indicado en el punto 1;
5. Las excavaciones en estos sectores, caso roca, serán regadas con abundante lechada de cemento a/c = 1/1;
6. En las zonas de deslizamientos en suelo, sin presencia de roca y sin restricciones de espacio, se realizará el retiro materiales sueltos y removidos, hasta alcanzar las pendientes indicadas en el punto B. Estas zonas incluirán adicionalmente un contrafoso revestido (0.40 m de alto y 0.40 m de ancho) que capte los escurrimiento superficiales de aguas lluvias (deslizamiento 3).
7. A continuación se detalla la ubicación y fotografías de los deslizamientos de los que se hace referencia:

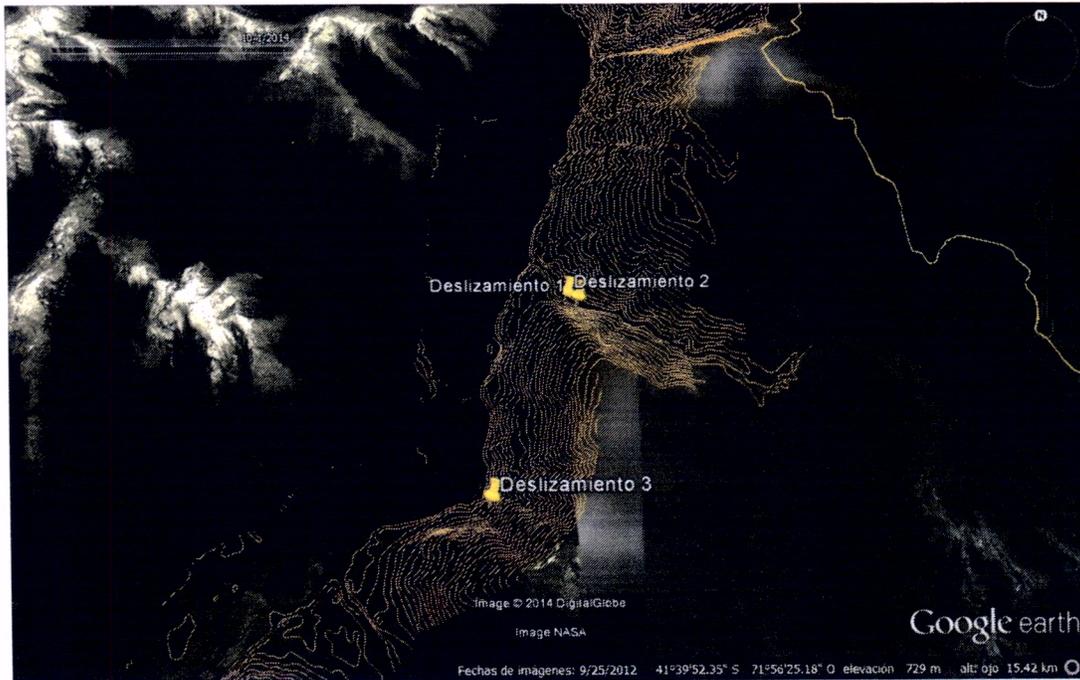


Figura 1: Ubicación en planta de las zonas de deslizamiento

Deslizamiento 1:	255692.79 m E 5384302.37 m S WGS 84
Deslizamiento 2:	255474.42 m E 5384362.86 m S WGS 84
Deslizamiento 3	254294.21 m E 5380249.95 m S WGS 84



Fotografía 1 : Deslizamiento 1. Perfilado y Excavación en roca.



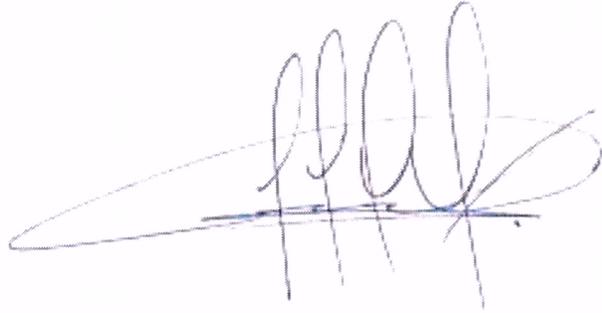
Fotografía 2 : Deslizamiento 2. Perfilado y Excavación en roca



Fotografía 3 : Deslizamiento 3. Perfilado y Excavación en suelo

8. Las situaciones mostradas no son las únicas; pero sí representativas de varias zonas en las que se desarrollan actualmente las excavaciones en talud, por lo que las recomendaciones entregadas en este documento son extrapolables a dichos casos;
9. Situaciones adicionales, que queden fuera de lo indicado en el presente documento, se recomienda sean consultadas y verificadas;

Finalmente se recomienda que cualquier duda o modificación al presente documento sea consultada.



Enson C. Labraña A.
Ingeniero Civil en obras Civiles
Mecánica de Suelos y Fundaciones.