



Central de Pasada Carilafquén- Malalcahuello

Informe Técnico Control de Erosión

2015-02-18 No. Proyecto: CL15003EW



D03	2015-02-18	Incluye comentarios del cliente	PC/RC	PE	MR
D02	2015-01-30	Incluye anexos solicitados por el cliente	PC/RC	PE	MR
D01	2015-01-28	Para aprobación del cliente	PC/RC	PE	MR
C01	2015-01-28	Para revisión del cliente	PC/RC	PE	MR
Revisión	Fecha	Descripción	Preparado	Revisado	Aprobado

Este documento ha sido preparado por Norconsult Andina S.A. como parte de la asignación identificada en el documento. Los Derechos de Propiedad Intelectual pertenecen a Norconsult Andina S.A. Este documento sólo puede ser usado para el propósito establecido en el contrato entre Norconsult Andina S.A. y el cliente, y no puede ser copiado o utilizado para otro fin que el requerido para el propósito que fue concebido.

Contenido

1	Introducción	5
1.1	Objetivo de la Consultoría	5
1.2	Descripción del proyecto	5
2	Antecedentes	7
2.1	Generalidades	7
2.2	Antecedentes entregados por el cliente	7
2.3	Visita a terreno	8
2.3.1	<i>Aducción Malalcahuello</i>	8
2.3.2	<i>Aducción Carilafquén</i>	8
2.3.3	<i>Sector tubería forzada</i>	8
2.3.4	<i>Conclusiones principales de la visita</i>	9
3	Descripción del problema	11
3.1	Tipificación de problemáticas	11
3.1.1	<i>Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones</i>	11
3.1.2	<i>Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad</i>	12
3.1.3	<i>Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos</i>	12
3.1.4	<i>Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante</i>	12
3.1.5	<i>Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes</i>	13
3.1.6	<i>Caso 6: Derrame de material hacia laderas naturales</i>	14
3.1.7	<i>Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas</i>	15
3.1.8	<i>Caso 8: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente media y baja</i>	15
3.1.9	<i>Caso 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente alta</i>	16
3.2	Ubicación de problemáticas	16
3.2.1	<i>Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones</i>	16
3.2.2	<i>Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad</i>	17
3.2.3	<i>Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos</i>	17
3.2.4	<i>Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante</i>	18
3.2.5	<i>Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes</i>	18

3.2.6	Caso 6: Derrame de suelo y rocas hacia laderas de cota inferior y zonas de quebrada	19
3.2.7	Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas	19
3.2.8	Casos 8 y 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zonas de pendiente media-baja y alta	20
4	Soluciones propuestas	21
4.1	Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones	21
4.2	Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad	22
4.3	Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos.	23
4.4	Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante	25
4.5	Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes	25
4.6	Caso 6: Derrame de material hacia laderas naturales	26
4.7	Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas	27
4.8	Caso 8: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente media y baja	27
4.9	Caso 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente alta	28
5	Consideraciones geotécnicas sobre la estabilidad de la ladera en la tubería forzada en zona de alta pendiente (penstock)	30
5.1	Generalidades	30
5.1.1	Suelo tipo trumao	32
5.1.2	Depósitos de pómez	33
5.2	Estabilidad actual de la ladera	34
5.3	Medidas de estabilización	34
5.3.1	Medidas de drenaje	35
5.3.2	Obras de recubrimiento y contención (muros)	36
5.4	Medidas de monitoreo	38
6	Comentarios finales	39

1 Introducción

1.1 OBJETIVO DE LA CONSULTORÍA

Empresa Eléctrica Carén (“Carén”) ha solicitado a Norconsult Andina (“NCA”) elaborar un plan de control de erosión para el proyecto hidroeléctrico denominado Central de Pasada Carilafquén-Malalcahuello, actualmente en construcción, cuyo objetivo es proteger aquellos sectores donde las excavaciones han involucrado retiro o pérdida de cubierta vegetal. Adicionalmente la autoridad sectorial – Corporación Nacional Forestal (CONAF), Oficina Provincial Cautín, Región de La Araucanía – ha requerido al titular del proyecto que incluya algunas prácticas de control de erosión relacionadas con revegetación.

Como parte del servicio, NCA realizó una visita a terreno con especialistas geotécnico, edafólogo y civil, visitando aquellos sectores identificados por CONAF como “sensibles”. Como resultado de la visita y del análisis multidisciplinario del problema, NCA ha propuesto y ha acordado con Carén, la implementación de una serie de soluciones, las cuales se describen en el presente documento.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en la comuna de Melipeuco, provincia de Cautín, región de La Araucanía, a aproximadamente unos 22 km al oriente de la localidad de Melipeuco. El acceso al proyecto es a través del Camino Internacional S-61, para luego ingresar a la ruta S-575 que conduce a los Nevados del Sollipulli (Ver Figura 1-1)



Figura 1-1: Ubicación del proyecto

El proyecto, cuya potencia total es de 29 MW, se compone de las centrales de pasada Carilafquén y Malalcahuello, cuyas principales características se presentan en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1: Características centrales de pasada Carilafquén y Malalcahuello

Descripción	Carilafquén	Malalcahuello
Caudal de diseño (m ³ /s)	3,40	2,37
Caída bruta (m)	426	330
Potencia Estimada (MW)	19,8	9,2
Longitud conducciones (km)	3,87	4,20

La central Carilafquén capta sus aguas en el río del mismo nombre, mediante una bocatoma tipo barrera móvil compuesta por 4 compuertas radiales, que cruza transversalmente el lecho del río y peralta el nivel de agua lo suficiente para extraer el caudal de diseño de la central.

La aducción Carilafquén consiste en una tubería de HDPE de 1,6 m de diámetro, que conduce el agua por 2.579,25 m, desde la bocatoma hasta la chimenea de equilibrio de la central (estanque cilíndrico de hormigón armado de 13 m de diámetro).

A partir del estanque de equilibrio se inicia la tubería forzada del proyecto, que corresponde a una tubería de acero de 1,6 m de diámetro y 1.293 m de largo. En su extremo de aguas abajo posee un pantalón que permite entregar el agua a dos turbinas Pelton de eje vertical.

La central Malalcahuello capta sus aguas en el río del mismo nombre, mediante una bocatoma tipo barrera móvil compuesta por 4 compuertas radiales.

La aducción Malalcahuello consiste en una tubería de HDPE de 1,4 m de diámetro, que conduce el agua por 3.262 m, desde la bocatoma hasta la chimenea de equilibrio de la central (estanque cilíndrico de hormigón armado de 13 m de diámetro).

A partir del estanque de equilibrio se inicia la tubería forzada del proyecto, que corresponde a una tubería de acero de 1,2 m de diámetro y 935 m de largo. En su extremo de aguas abajo, posee un pantalón que permite entregar el agua a dos turbinas Pelton de eje vertical.

Cabe señalar que ambas centrales comparten la misma zanja de excavación de la tubería forzada o *penstock*, aproximadamente en sus últimos 870 m de aguas abajo. Además, ambas centrales comparten el mismo edificio de casa de máquinas, subestación eléctrica y línea de transmisión.

Las restituciones de ambas centrales se realizan también mediante tuberías enterradas, que conducen el agua desde la casa de máquinas hasta los respectivos cauces naturales.

2 Antecedentes

2.1 GENERALIDADES

La erosión es un fenómeno complejo que básicamente consiste en la disgregación o meteorización de un suelo por la acción de los agentes atmosféricos, y la posterior denudación por arrastre de las partículas disgregadas. Es un fenómeno geológico natural, generador de sedimentos, que ha existido siempre en la superficie terrestre. La intensidad con que se manifiesta depende de una serie de factores que, a su vez y en última instancia, dependen de la geología y del clima de la región considerada, además del factor antrópico.

A escala de un talud y zonas aledañas, los tipos de erosión que revisten importancia son la *erosión eólica* y, sobre todo, la *erosión hídrica* producida por las gotas de lluvia que impactan sobre el terreno, disgregando partículas que son arrastradas por las aguas de escorrentía.

A corto plazo, los factores que controlan la erosión de un talud son el *clima*, con su agresividad o su *erosividad*, la *naturaleza del terreno* con su mayor o menor *erosionabilidad*, el *relieve topográfico* con su *pendiente*, *longitud* y *forma* de la vertiente, y la *cobertura vegetal* propia o implantada en su superficie.

Erosividad de un clima determinado es su capacidad potencial para provocar la erosión. Es función de las características físicas de la lluvia y del viento.

Erosionabilidad es la susceptibilidad o vulnerabilidad de una formación edáfica a la erosión. Es función tanto de las características del suelo como del relieve y la vegetación.

2.2 ANTECEDENTES ENTREGADOS POR EL CLIENTE

Para el desarrollo de la Consultoría, Carén ha puesto a disposición de NCA una serie de antecedentes que se detallan a continuación:

- Ubicación general de los sitios involucrados en las observaciones de CONAF. Archivo kmz.
- Topografía general del Proyecto. Archivo CAD.
- Planos civiles de la aducción Carilafquén. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.
- Planos civiles de la aducción Malalcahuello. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.
- Planos civiles de las tuberías forzadas Carilafquén y Malalcahuello. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.
- Planos mecánicos de la tubería forzada Carilafquén. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.
- Planos mecánicos de la tubería forzada Malalcahuello. Ingeniería de Detalles, Poch, 2013.

- Fotografías de las sillas de apoyo entre los vértices V-11 y V-14 de la tubería forzada. Carén, 2014.
- Perfiles estratigráficos de calicatas en los vértices V-6, V-10, V-12, V-13, V-15, V-17, V-18, V-19 y V-12. Memo Técnico, Brac Ingeniería S.A., 2013.
- Informe estudio sísmico, Brac Ingeniería S.A., 2013.
- Informe de mecánica de suelos, Brac Ingeniería S.A., 2013.

2.3 VISITA A TERRENO

Durante los días 18 y 19 de enero de 2015 se efectuó una campaña de terreno cuyo objetivo principal fue realizar un recorrido detallado de aquellas áreas del proyecto involucradas en las observaciones realizadas por CONAF, de modo de aportar con antecedentes suficientes para plantear soluciones viables que atiendan dichas observaciones. En los puntos siguientes se describe el recorrido realizado.

2.3.1 Aducción Malalcahuello

Se inició el recorrido en la bocatoma de la central Malalcahuello. Una vez realizada una observación general de esta obra, se procedió a transitar a pie por el trazado de la aducción, recorrido que llegó hasta el P.K. 0+850.

La visita de la aducción continuó ingresando por el acceso de construcción ubicado en el P.K. 1+450. Desde este punto, se realizó un recorrido que abarcó desde el P.K. 1+100 hasta el P.K. 1+900.

La visita descrita en los párrafos anteriores, permitió realizar una inspección visual de los taludes y cruces de quebradas en revisión ubicados en este tramo.

2.3.2 Aducción Carilafquén

Se inició el recorrido en el P.K. 0+150 de la aducción de la central Carilafquén, punto a partir del cual se procedió a transitar a pie por el trazado de la aducción, recorrido que llegó hasta el P.K. 0+800.

La visita de la aducción continuó ingresando a través del camino de acceso ubicado en el P.K. 1+950. Desde este punto se realizó un recorrido que abarcó desde el P.K. 2+100 hasta el P.K. 2+500.

Finalmente se visitó el P.K. 2+750 de la aducción Carilafquén, punto en el cual pudieron apreciarse las actividades de instalación del tramo inicial a tubería forzada.

La visita descrita en los párrafos anteriores, permitió realizar una inspección visual de los taludes y cruces de quebradas en revisión pertenecientes a la central Carilafquén. También permitió acceder al estanque de equilibrio de la central y recorrer las porciones más relevantes del primer tramo de la tubería forzada de la central.

2.3.3 Sector tubería forzada

Durante el segundo día de la campaña de terreno se realizó una visita a la excavación de la zanja común que comparten las tuberías forzadas (*penstock*) de ambas centrales. El recorrido a pie se inició en las afueras de la casa de máquinas del proyecto (vértice V-15) y

culminó, en primera instancia, en la segunda silla de apoyo ubicada aguas arriba del vértice V-12. En segunda instancia, se visitaron los vértices V-7, V-10 y V-11 de la tubería forzada.

En este recorrido se pudo revisar con detenimiento cada una de las excavaciones y taludes correspondientes a los machones y sillas de apoyo de la tubería forzada, así como las condiciones topográficas y de estabilidad, erosionabilidad y drenaje del terreno que circunda a la excavación.

Como parte del recorrido se visitó el sector de la ruta S-575 donde se inicia el ascenso hacia la zona superior del proyecto, a un costado de la quebrada Huechelepún. En este sector existe una zona de curvas (zona con espejos convexos) donde se detectó la presencia taludes preexistentes que exhiben inclinaciones comparables e incluso mayores a las que se encuentran en las excavaciones del proyecto, sin presentar compromisos de estabilidad ni huellas evidentes de erosión peso al cercano paso de maquinaria y vehículos livianos.

Terminados los recorridos descritos, se realizó una reunión con el personal de terreno de Carén (mandante) y SIGA (ITO), donde se plantearon algunas de las observaciones realizadas por personal de NCA. En ella se señaló que las soluciones que se planteen a la problemática detectada, deberán ser compatibles con los recursos disponibles al momento de su implementación, considerando que ya se ha iniciado el proceso de desmovilización del contratista. Posterior a esta reunión, se dio por finalizada la visita.

2.3.4 Conclusiones principales de la visita

Durante la visita a terreno efectuada por profesionales de NCA, se pudo observar fenómenos de erosión y de reducción de la cubierta vegetal como resultado del corte y desmonte de los sectores donde se construyen obras. En estos sectores eventualmente pudiesen aparecer procesos de inestabilidad los que, a priori, exigirían medidas correctoras encaminadas a garantizar la estabilidad geotécnica de esos taludes. Por otro lado, es necesario que los taludes y superficies, resultantes de estos cortes que se realizaron en el terreno, queden protegidos frente a los procesos erosivos y de meteorización, pues de lo contrario se producirá la degradación de los taludes, lo que podría repercutir no sólo en los costos de conservación y limpieza de las zonas adyacentes al pie de esos frentes, sino incluso podría llegar a desembocar en geometrías adversas desencadenantes de mecanismos de rotura, tal como ha sido observado en el sector de la tubería forzada en alta pendiente (*penstock*).

De acuerdo a las Especificaciones Técnicas Constructivas, en aquellas excavaciones mayores a 6 m de alto se deberá considerar la ejecución de banquetas cuyo ancho mínimo sea de 2 m. Además de esto, y según las mismas especificaciones, todos los taludes de más de 1,5 m tendrán como máximo una pendiente de 1:3 (H:V) durante la construcción y un talud final de 1:2 (H:V). No obstante, pudo comprobarse que en muchos de los diferentes cortes observados esta especificación no se cumplió a cabalidad, existiendo taludes que han sido excavados con mayor ángulo, incluso al correspondiente a la resistencia de los materiales del terreno, lo que ha ocasionado en algunos casos desprendimientos menores, pero sin comprometer la estabilidad global del talud en cuestión. Cabe señalar que el no cumplimiento de los taludes señalados en la ingeniería del proyecto son gatillados por la estrechez de la faja otorgada como servidumbre y área para construcción, obligando a las faenas constructivas a considerar taludes más verticales.

Desde el punto de vista geotécnico, la estabilidad de un talud está determinada por factores geométricos (altura e inclinación), factores geológicos (que condicionan la presencia de planos y zonas de debilidad y anisotropía en el talud), factores hidrogeológicos (presencia de agua) y factores geotécnicos o relacionados con el comportamiento mecánico del terreno (resistencia y deformabilidad).

Por otra parte, los taludes en suelos, como la gran mayoría de los cortes observados en el trazado del proyecto, rompen generalmente a favor de superficies curvas, con forma diversa condicionada por la morfología y estratigrafía del talud.

En general, los taludes observados a lo largo de las obras del proyecto presentan condiciones aceptables de estabilidad, más aun considerando que estos taludes tienen carácter temporal, es decir, se proyectaron para mantenerse estables durante el periodo de construcción de las obras, ya que tras el término de ésta serán revegetados, rellenados y/o tendidos en la mayoría de los casos. Caso especial representan las excavaciones en el sector de la tubería forzada en alta pendiente, cuyos aspectos relacionados con la estabilidad geotécnica de la obra serán tratados más adelante en un capítulo independiente.

3 Descripción del problema

3.1 TIPIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS

Como resultado de la visita realizada al área de influencia del proyecto Central de Pasada Carilafquén-Malalcahuello, se identificaron 9 diferentes casos que representan desde situaciones de erosión potencial hasta situaciones de erosión actual muy severa.

3.1.1 *Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones*

Para realizar la instalación de las tuberías de aducción, se realizaron movimientos de tierra que incluyeron excavaciones, cortes y rellenos de terreno.

El material removido desde excavaciones y cortes de terreno, en su mayoría ha sido dispuesto en botaderos habilitados para tal efecto. Una fracción minoritaria del terreno removido ha sido utilizada para rellenar secciones de la aducción del proyecto. Finalmente, durante la visita se verificó que otra porción del volumen de terreno removido fue dispuesto, sin arreglo especial, en secciones de la ladera inferior contigua a los frentes de trabajo.

Lamentablemente no fue posible verificar en las zonas de botadero, separación de los horizontes edáficos "A" y "B" removidos desde las áreas de movimiento de tierra asociadas a la tubería de aducción del proyecto.

El horizonte "A", se ubica normalmente en los primeros 50 cm de suelo. Si bien su textura es característica, va de franco limosa a limo arenosa, su alto contenido de materia orgánica le confiere su coloración parda oscura típica. Este horizonte alberga la mayor parte del banco de semillas y de la actividad biológica (microorganismos) del terreno removido. Sus características físico químicas son ideales para el crecimiento de vegetación.

El horizonte "B", se ubica bajo el horizonte "A", con espesores variables entre 50 y 200 cm. Normalmente se ubica sobre estratas de "tefra" volcánica (piedra pómez). Su actividad biológica es pobre. La fracción de limo aumenta significativamente con respecto al horizonte A, desmejorando en paralelo la fertilidad, estructura y porosidad del suelo. Todo lo anterior dificulta el establecimiento de flora nativa autóctona (herbácea, arbustiva y forestal).

En la actualidad, las obras asociadas a la instalación de tuberías de aducción de las citadas centrales, se encuentran en diferentes estados de avance. En algunas secciones del trazado, la tubería de aducción se encuentra completamente enterrada. En otras secciones, normalmente asociadas a la aparición de rocas de gran tamaño, aun no se inician las excavaciones.

Independientemente del nivel de avance en la instalación de las tuberías de aducción del proyecto, en todos los frentes de trabajo asociados a esta sección del proyecto, se ha

removido completamente la vegetación del lugar. La pérdida de cobertura vegetal representa un riesgo de pérdida de suelo (erosión potencial). Se excluyen de esta consideración aquellas zonas donde se producen afloramiento rocosos, ya que estos presentan un riesgo de erosión bajo.

La vegetación del lugar, cumple entre muchas otras, la función de barrera física entre las gotas de lluvia y la superficie del terreno, reduciendo el potencial erosivo del agua precipitada. En forma complementaria, la masa radicular asociada a la vegetación existente, aportaba estabilidad al terreno, reduciendo el riesgo de remoción en masa por infiltración de agua de lluvia y reduciendo el potencial erosivo del escurrimiento superficial.

3.1.2 Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad

Como producto de lo reducido del área disponible para efectuar el proceso constructivo de la central – de modo de evitar sobre tala en sectores perimetrales – y de las actividades propias de movimiento de tierra del proyecto, desarrolladas en el entorno inmediato a la ubicación de ejemplares arbóreos adultos, las raíces de dichos árboles han sido cortadas parcialmente generando diferentes grados de desestabilización por debilitamiento del anclaje respectivo.

Debido a que, asociada a la citada desestabilización, los árboles pueden caer en la dirección opuesta al sector de suelo removido, se ha considerado este caso dentro del plan de control de erosión del proyecto.

3.1.3 Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos

Producto de la combinación entre relieve del terreno y cercanía de los frentes de trabajo con respecto al límite de la franja de servidumbre del proyecto, se han generado taludes con más de 6 metros de altura con pendientes que superan la recomendación del Anexo 9.2 de la Adenda 1, Estudio de Mecánica de Suelos, que señala que los cortes de taludes permanentes asociados a obras del proyecto, cuyas profundidades superen los 150 cm, no podrán exceder la pendiente dictada por la relación 1:2 (H:V)

Durante el recorrido realizado al área de influencia del proyecto, se verificó que en varias secciones del proyecto, se sobrepasa incluso la relación 1:4 (H:V). Normalmente es la cercanía con el límite del área de la servidumbre del proyecto la que no permite tender los taludes hasta las pendientes recomendadas.

Se consideró que taludes con más de 6 metros de altura y relaciones de pendiente que superen el límite recomendado, representan zonas de potencial erosión. En estas zonas, la erosionabilidad del terreno está condicionada no sólo por pendiente, sino por el material parental expuesto en el talud (geología). Secciones con roca competente, tienen bajo riesgo de erosión. Por el contrario, estratos de granulometría gruesa y baja cohesión, como los horizontes de tefra (ceniza volcánica del tipo pómez), tienen alto riesgo de erosión. El horizonte B, característico de los suelos trumaos de la zona, cuya textura predominante es limo arenosa, se consideró de una erosionabilidad (susceptibilidad de los suelos para ser erosionados por agentes externos) media – alta.

3.1.4 Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante

Se observó en la visita a terreno que, en general, el suelo presente en las excavaciones de la aducción posee una gran capacidad de almacenamiento de agua. Sin embargo este suelo

se encuentra dispuesto bajo una capa de material superficial más limoso, de menor capacidad infiltración de agua. Sumado a lo anterior, no se cuenta con estudios o ensayos de laboratorio que permitan determinar la real capacidad de infiltración de los suelos.

Es por ello que las secciones del proyecto que presentan cortes de talud con relaciones de pendiente por sobre 1:2 (H:V), y que al mismo tiempo formen parte de una subcuenca, independiente de su altura, se consideraron de alto riesgo de erosión (ver Figura 3-1).

Estas zonas reciben parte del caudal acumulado de precipitación desde laderas de cota superior (la otra parte es retenida por la vegetación y el suelo). Mientras mayor es la superficie de la subcuenca aportante, mayor es el riesgo de erosión, ya que el corte del talud recibirá un mayor caudal de escorrentía acumulado.

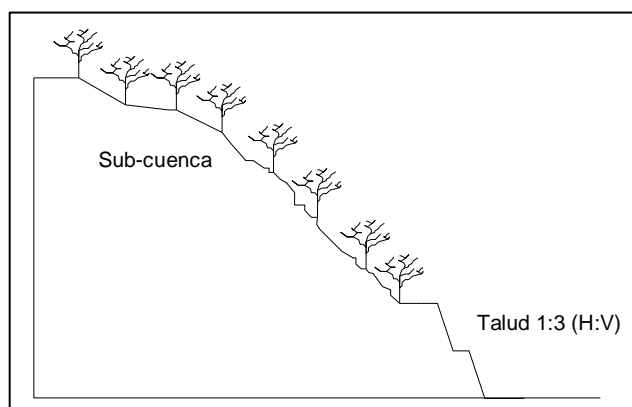


Figura 3-1: Taludes con cuenca aportante.

3.1.5 **Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes**

Se consideraron zonas en riesgo de derrumbe a aquellas con amplios horizontes de tefra (ceniza volcánica del tipo piedra pómez) con signos de socavamiento inicial, áreas saturadas por afloramientos de napa freática y secciones de afloramientos rocosos muy meteorizados. En estas zonas se prevé la ocurrencia inminente de derrumbes.

Complementariamente se detectaron secciones del área de influencia del proyecto, específicamente cortes de talud, con derrumbes provocados por falta de cohesión del material (roca meteorizada o tefra), erosión por ocurrencia de lluvias sobre zonas de granulometría gruesa y en general sobre zonas desestabilizadas previamente (socavamiento de secciones de tefra bajo horizontes B). Estas zonas con derrumbes se calificaron con erosión actual severa por su inestabilidad estructural (material parental no cohesivo o desestabilizado por fallas, fracturas o textura).

Estos casos son los menos recurrentes y han sido observados en algunos de los cruces de quebradas de las aducciones especialmente en Malalcahuello, tal como se observa en las siguientes fotografías:



Fotografía 3-1: Derrumbe talud de excavación en quebrada N°3, central Malalcahuello, vista A.



Fotografía 3-2: Derrumbe talud de excavación en quebrada N°3, central Malalcahuello, vista B.

3.1.6 **Caso 6: Derrame de material hacia laderas naturales**

Durante el recorrido realizado al área de influencia del proyecto, se verificó la presencia de material removido (suelo y rocas) dispuesto en forma gravitacional (sin arreglo especial) por sobre la ladera de cota inferior contigua a frentes de faena que realizaron movimientos de tierra. A pesar de desconocerse la magnitud de la escorrentía superficial que se genera durante lluvias intensas y de la ausencia de estudios que determinen su valor, se estima que puede ser suficiente como para arrastrar este material y conducirlo hasta cauces activos ubicados en cotas inferiores (fin de la ladera).

Los acopios de este material en la aducción Malalcahuello se realizó principalmente sobre laderas de pendiente media (20% a 30%), mientras que en la aducción Carilafquén se realizó sobre laderas de pendiente alta, en torno al 100%.

De acuerdo a lo anterior, se consideró como zona de erosión elevada toda el área de acopio en ambas aducciones.

3.1.7 Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas

Durante el recorrido realizado al área de influencia del proyecto, se observó que los cruces de quebradas se encuentran en una condición de obstrucción parcial por motivos constructivos. Esta obstrucción corresponde a la disposición temporal de material de excavación en forma de terraplén transversal a la quebrada, de modo de habilitar el tránsito peatonal y/o vehicular sobre él.

En algunas de estas quebradas se pudo apreciar el avance de la construcción de la respectiva obra de cruce, consistente en un encamisado de acero apoyado en dos machones dispuestos en cada uno de sus extremos, dentro del cual se instalará la tubería de HDPE de la aducción respectiva.

A partir de la observación de terreno por parte de los especialistas de NCA, se determinó que la restitución de la topografía original de la quebrada después de la construcción de las obras de cruce, dejará como resultado taludes desprovistos de la cobertura vegetal que originalmente aseguraba su estabilidad y su capacidad de resistir fenómenos de erosión.

Considerando a la gran pluviosidad de la zona donde está emplazado el proyecto, es altamente probable la ocurrencia de precipitaciones intensas sobre estos taludes. Además, debido a que las cuencas aportantes son pequeñas y tienen, por ende, un tiempo de concentración bajo, es esperable que durante un evento pluvial importante, circule por la quebrada el caudal *peak* de la crecida antes de que la precipitación haya finalizado, sumando ambos efectos erosivos.

De acuerdo a ello, ante la ocurrencia de un evento de precipitación, se prevé que estos taludes se verán afectados a fenómenos de erosión, cuya magnitud dependerá de la intensidad de la lluvia. Adicionalmente, se estima un riesgo moderado a alto de que la erosión de los taludes sin cobertura vegetal se traduzca en socavaciones del lecho y las riberas de la quebrada, las cuales pueden llegar a afectar la fundación de los machones que soportan el encamisado de acero de la obra de cruce.

3.1.8 Caso 8: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente media y baja

El área de intervención asociada a la instalación de la primera sección de la tubería en presión (primeros 750 m en Carilafquén y primeros 390 m en Malalcahuello), cuya pendiente no supera el 50% o 2:1 (H:V), ha perdido toda su cobertura vegetal. Atendiendo a que la textura dominante del material removido en el área es limo arenosa, con un potencial de erosión evaluado como medio-alto, atendiendo a que el ARS (1975)¹ le asigna un valor a

¹ ARS, 1975. Mathematical Simulation of Upland Erosion by Fundamental Erosion Mechanics. G.R. Foster, L.D. Meyer. In: Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yield and Sources. ARS S-40. Agricultural Research Service, USDA, Washington, D.C., pp. 190-207, 1975

dicha textura para su factor K (factor de erosionalidad de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos, USLE), equivalente a 0,95, es posible concluir que existe riesgo de erosión en toda el área sin cobertura vegetal asociada a la sección de tubería antes mencionada.

3.1.9 **Caso 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zona de pendiente alta**

El área de intervención asociada a la instalación de la segunda sección de la tubería en presión (últimos 550 m), cuya pendiente supera el 100% o 1:1 (H:V), ha perdido toda su cobertura vegetal.

Atendiendo a que el material parental removido posee secciones rocosas con distinto grado de meteorización y secciones de suelo cuya textura predominante limo arenosa, con un potencial de erosión evaluado como medio-alto, es posible concluir que existe riesgo de erosión elevado en toda el área desde la que ha sido removido la cobertura vegetal original y sus perfiles característicos han sido alterados, sean estos roca o suelo.

3.2 **UBICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS**

En este acápite se presenta un mapeo con la ubicación geográfica dentro de la obra de aquellas problemáticas tipificadas en el punto anterior.

3.2.1 **Caso 1: Pérdida de cobertura vegetal en aducciones**

En base a las observaciones realizadas en terreno y tal como se muestra en la Figura 3-2, es posible afirmar que el área que ha perdido la totalidad de su cobertura vegetal y de su horizonte edáfico superficial (Horizonte A), corresponde a la totalidad del área intervenida para realizar la instalación de tuberías de aducción, exceptuando las zonas donde se verificó la presencia de afloramiento rocosos.

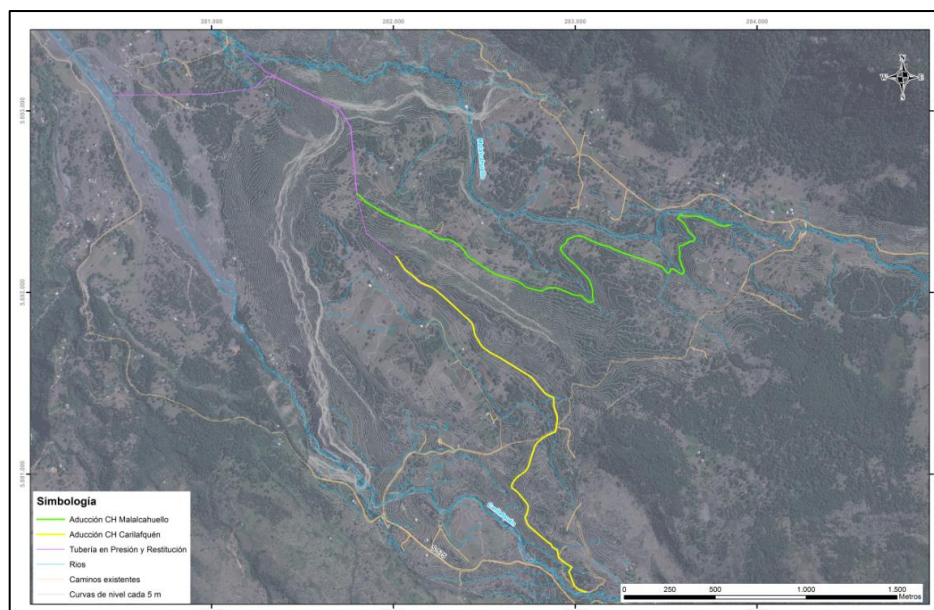


Figura 3-2: Zonas con pérdida de cobertura vegetal.

3.2.2 Caso 2: Ejemplares forestales con pérdida de estabilidad

En la Figura 3-3 se puede apreciar la ubicación de los ejemplares que se detectaron sujetos a pérdida de estabilidad como producto de la remoción del suelo que sustenta sus raíces.

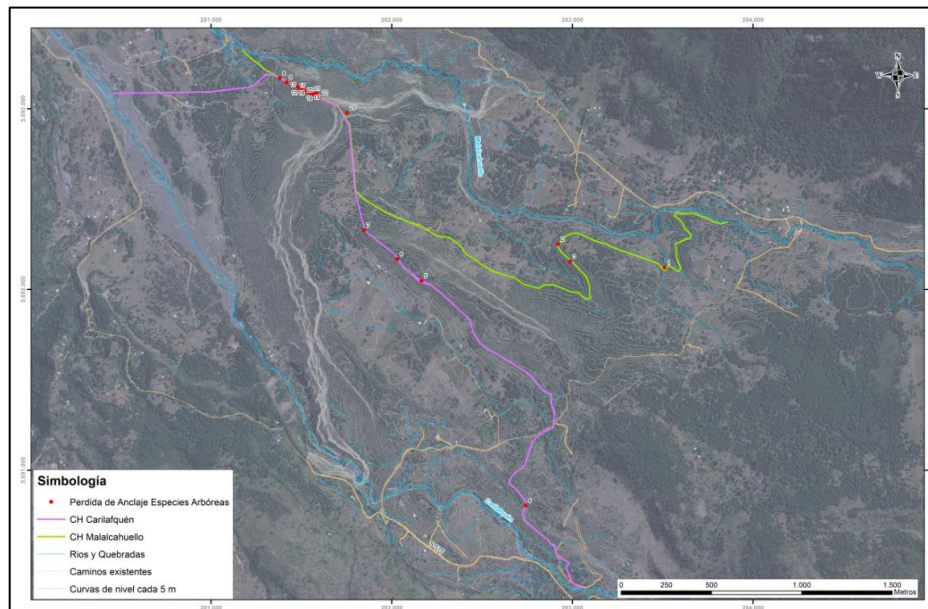


Figura 3-3: Ubicación ejemplares con pérdida de estabilidad.

3.2.3 Caso 3: Erosionabilidad de taludes con bancos

En la Figura 3-4 se puede apreciar la ubicación de aquellos sitios donde se detectó la presencia de taludes con bancos provistos de alto riesgo erosión.

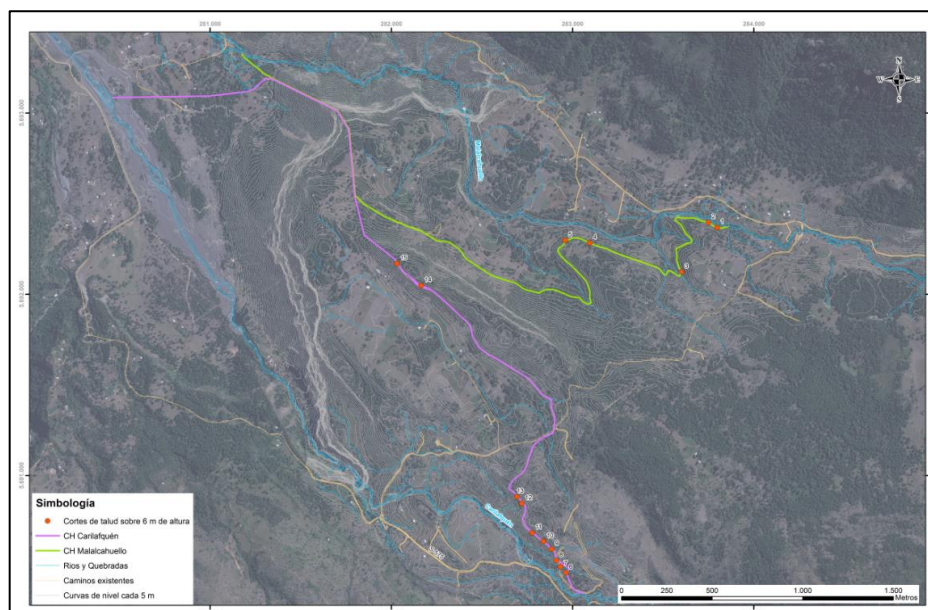


Figura 3-4: Ubicación taludes con bancos susceptibles a erosión.

3.2.4 Caso 4: Erosionabilidad de taludes con cuenca aportante

En la Figura 3-5 se puede apreciar la ubicación de aquellos sitios donde se detectó la presencia de taludes con cuenca aportante.

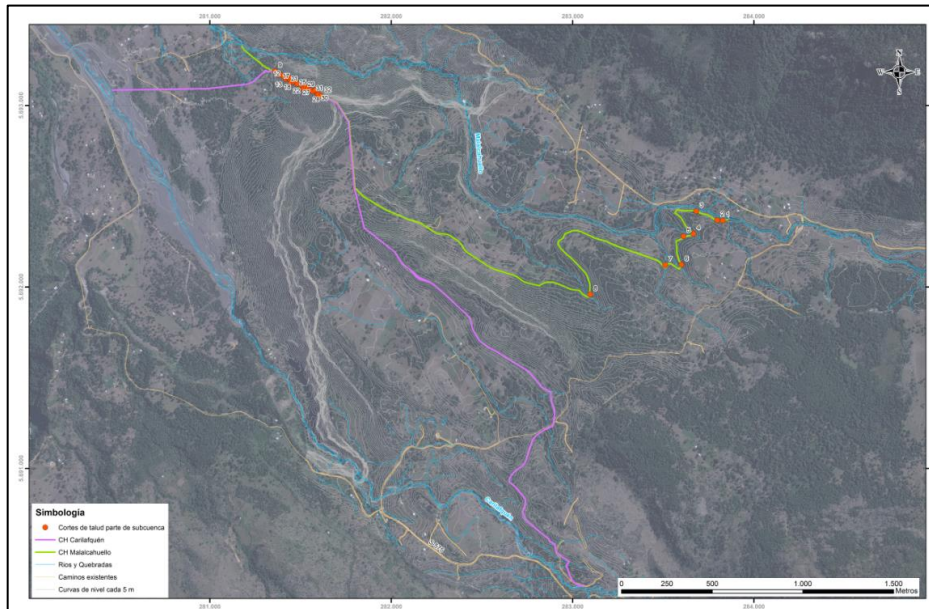


Figura 3-5: Ubicación taludes con cuenca aportante.

3.2.5 Caso 5: Áreas inestables con potencial o actual ocurrencia de derrumbe en taludes

En la Figura 3-6 se puede apreciar la ubicación de aquellas áreas con derrumbes potenciales y existentes.

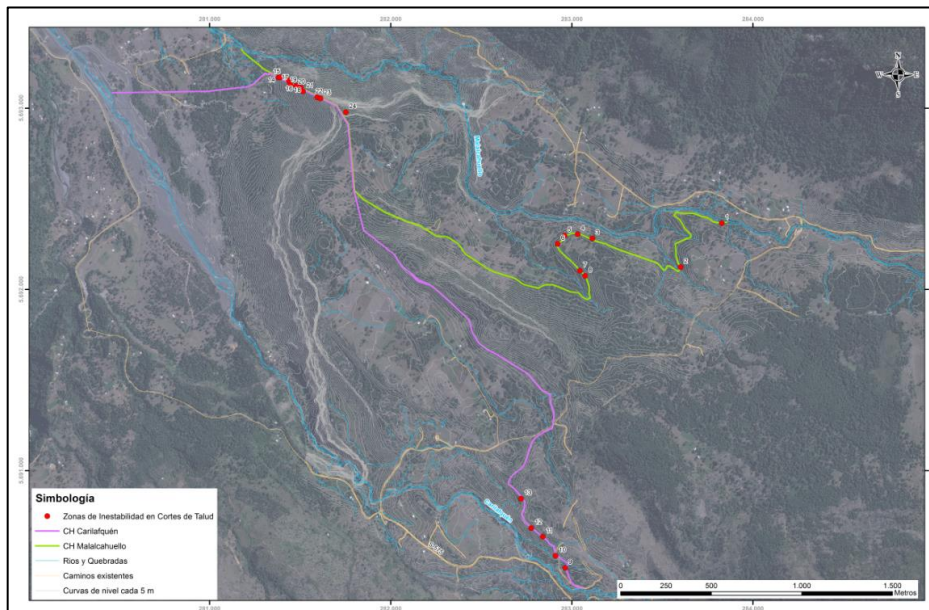


Figura 3-6: Ubicación de áreas con derrumbes potenciales y existentes.

3.2.6 **Caso 6: Derrame de suelo y rocas hacia laderas de cota inferior y zonas de quebrada**

En la Figura 3-7 se puede apreciar la ubicación de aquellos donde se utilizó la ladera de cota inferior para el acopio de material proveniente de la excavación de la zanja de la tubería de aducción.

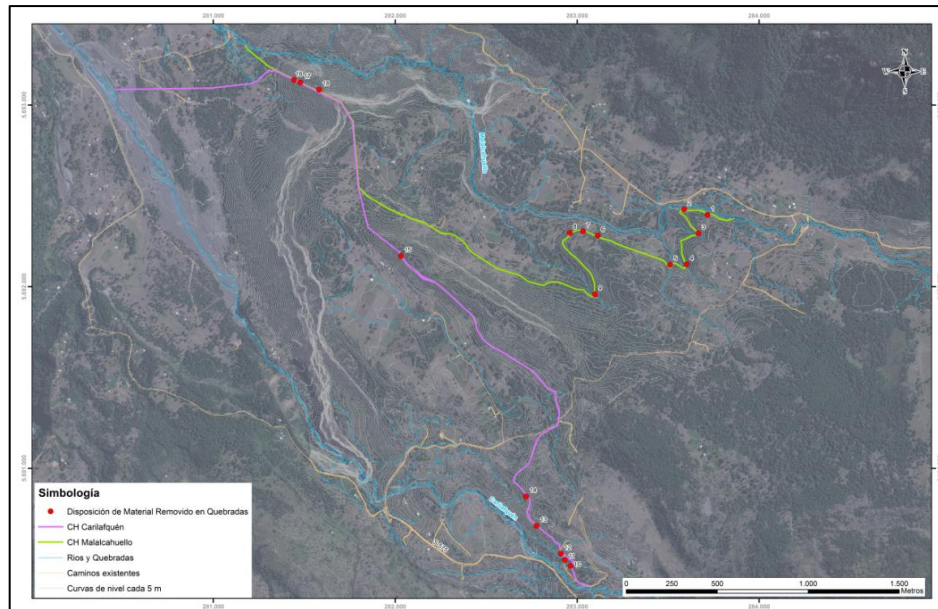


Figura 3-7: Ubicación zonas con acopio de excavaciones en ladera de cota inferior.

3.2.7 **Caso 7: Erosionabilidad en obras de cruce de quebradas**

En la Figura 3-8 se puede apreciar la ubicación de los cruces de quebradas donde se detectó alto riesgo erosión.

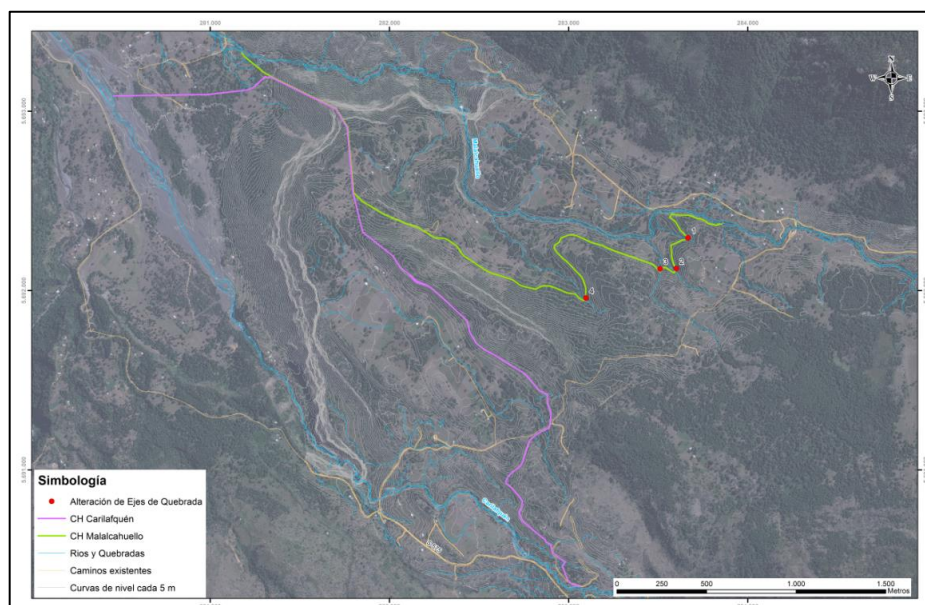


Figura 3-8: Ubicación cruces de quebrada.

3.2.8 Casos 8 y 9: Erosionabilidad de franja de excavación de la tubería forzada en zonas de pendiente media-baja y alta

En la Figura 3-9 se puede apreciar la zona donde la tubería forzada se dispone en laderas de pendientes media-baja y alta.

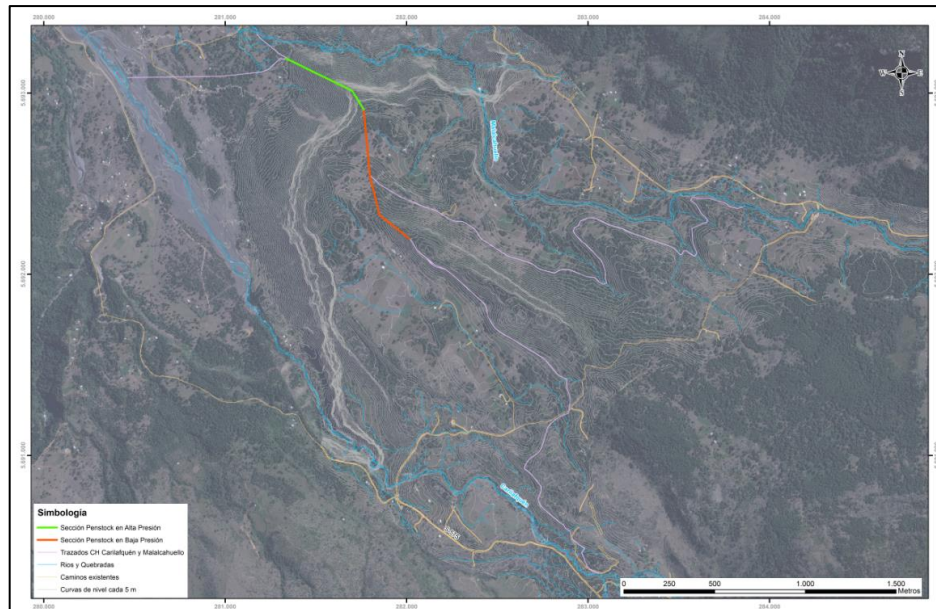


Figura 3-9: Ubicación tubería forzada.

4 Soluciones propuestas

4.1 CASO 1: PÉRDIDA DE COBERTURA VEGETAL EN ADUCCIONES

En consideración a que la superficie en riesgo de erosión se asocia directamente a la pérdida de cobertura vegetal, se propone revegetar todas las zonas afectadas por faenas de movimiento de tierra.

El proceso de revegetación deberá comenzar con el emparejamiento de los terrenos asociados a la instalación de la tubería de aducción, con pendientes finales que no superen el 25% o 4:1 (H:V).

En primer lugar, mediante el uso de implementos de laboreo vertical propulsados por un cargador frontal, se propone reducir la compactación de las secciones utilizadas como caminos de faena. Los implementos deberán trabajar a una profundidad de al menos 30 cm con el fin de restituir las condiciones de estructura, porosidad e infiltración originales del terreno.

Sobre el terreno emparejado y mullido, se esparcirá con camiones tolva y motoniveladoras, un volumen de mezcla de suelo acopiado en botadero rico en materia orgánica (al menos 4%), preparado a partir de la selección del material mezclado en botaderos.

La fracción de suelo rico en materia orgánica será emparejada con un rodillo liviano, propulsado por retroexcavadora, con la finalidad de mejorar el prendimiento de semillas y la brotación de secciones de tallo de coligüe a utilizar, con la finalidad de repoblar la superficie intervenida con especies herbáceas y arbustivas.

El material rico en materia orgánica a esparcir contiene semillas de especies locales herbáceas, arbustivas y arbóreas, por lo que se espera un repoblamiento progresivo y natural desde el banco de semillas. Entre las especies de flora que naturalmente repoblarían la sección de tubería de aducción están *Chusquea culeou*, *Maytenus disticha*, *Myrceugenia chrysocarpa*, *Azara alpina*, *Pernettya myrtilloides*, *Osmorhiza chilensis*, *Festuca scabriuscula*, *Sisyrinchium arenarium*, *Senecio pilquensis*, *Hypochaeris arenaria*, *Acaena ovalifolia*, *Viola magellanica*, *Adenocaulon chilense* y *Anemone antucensis*².

Con la finalidad de asegurar la estabilización del terreno, se realizará la plantación de trozos de caña de individuos de coligüe (*Chusquea coleu*) en forma de hilera apegada a la sección que limita con la sección de ladera de cota inferior, distanciando los trozos de caña 50 cm

² Fuente: Estudio de Línea de Base Flora Proyecto Centrales Hidroeléctricas Carilafquén y Malalcahuello

entre si por todo el largo de ambas tuberías. Esto equivale a plantar aproximadamente 12.000 trozos de caña de coligüe.

Destaca la propagación a través de “chuquines”³, que consiste en la generación de plántulas de pequeño tamaño y culmos delgados que emergen de las yemas de los rizomas una vez que se han extraído los culmos maduros.

Los culmos son vástagos que emergen de los rizomas, los que alcanzan diferentes alturas y diámetros dependiendo de la especie. Una característica importante es que los culmos del coligüe emergen del suelo con su máximo diámetro, esto quiere decir que no aumentan en grosor posteriormente y su máxima altura la alcanzan normalmente en una temporada o período vegetativo.

Los chusquines se pueden plantar en vivero o directamente en terreno, siguiendo el esquema de la Figura 4-1.

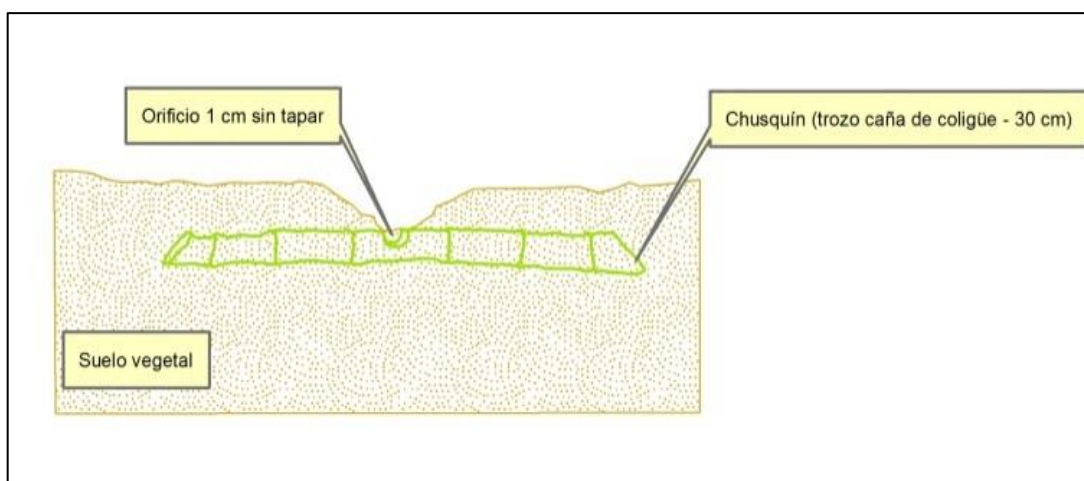


Figura 4-1: Mecanismo de reproducción vegetativa.

4.2 CASO 2: EJEMPLARES FORESTALES CON PÉRDIDA DE ESTABILIDAD

Los ejemplares cuyas raíces han sido cortadas junto con el suelo que las contenía, tienen muy pocas probabilidades de resistir los vientos de la zona. De hecho durante la visita fue posible verificar la caída de varios ejemplares forestales con suelo removido desde la zona de anclaje de sus raíces.

Se recomienda actualizar las superficies de corta forestal (planes de manejo forestal y planes de preservación) presentados a CONAF, incluyendo a todos los individuos afectados por la remoción parcial de suelo y raíces de anclaje. Como criterio se propone eliminar todos los individuos forestales cuyo tronco se ubique a menos de 50 cm del corte de talud, excavación o movimiento de tierra asociado al proyecto.

³ Cifuentes, V., Sardiña C., 2009. Bambú en Chile. Posibilidades de industrialización y estandarización del cultivo. Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo Escuela de Diseño Seminario de Procesos de Producción y Materiales Industriales I. Santiago, Chile 2009.

No se recomienda reforzar o reponer el suelo removido, debido a que las condiciones de inestabilidad persistirían al carecer el individuo forestal afectado de una parte de su sistema de raíces de anclaje.

4.3 CASO 3: EROSIONABILIDAD DE TALUDES CON BANCOS.

Las medidas que se proponen para reducir el riesgo de erosión en taludes cuyas alturas superen los 6 metros (taludes con bancos) y sus pendientes superen la relación 1:2 (H:V), son las siguientes:

- Elevar el piso de los taludes con material removido y acopiado en botaderos autorizados. Alternativamente, en aquellas zonas donde sea posible, se podrá utilizar el material acopiado a un costado de la excavación, como una manera de reducir costos de transporte. Al reducir la altura de los cortes de talud se genera un nuevo “piso” o “banqueta” capaz de albergar especies vegetales y contener material removible por erosión o inestabilidad estructural desde niveles de cota superiores.
- Cada banqueta del perfil de excavación deberá revegetarse con la finalidad de reducir la erosividad del terreno. Para la revegetación se procederá a agregar una capa de 10 cm de mezcla de suelo rica en materia orgánica, la que será compactada para favorecer es establecimiento de especies autóctonas contenidas en el banco de semillas de la mezcla de suelo esparcida. Finalmente se realizará una plantación de coligüe por “chuquines” y “culmos” distanciados entre si 50 cm plantados en hilera simple contigua al corte de talud de cota inferior.
- En el caso de taludes que posean una cuenca aportante en su parte superior, se propone la construcción de un contrafoso, dispuesto en la parte más alta del talud y separado por una distancia mínima de 2 m de su borde de excavación. Este contrafoso recolectará el agua de lluvia proveniente de la cuenca aportante para desviarla hacia los extremos de la zona comprometida, donde será descargada ya sea a quebradas existentes o a pozos de infiltración construidos con ese fin.
- Tal como se muestra en la Figura 4-2, se proyecta un contrafoso de sección rectangular de 0,5 m de base y 0,5 m de altura, revestido con una membrana impermeable y relleno con grava fina (entre 1 y 2 pulgadas de diámetro). Los pozos de infiltración serán excavaciones de 1 m de profundidad y sección de 0,8 m x 0,8 m, rellenos con grava gruesa o bolones (diámetros en torno a las 10 pulgadas).

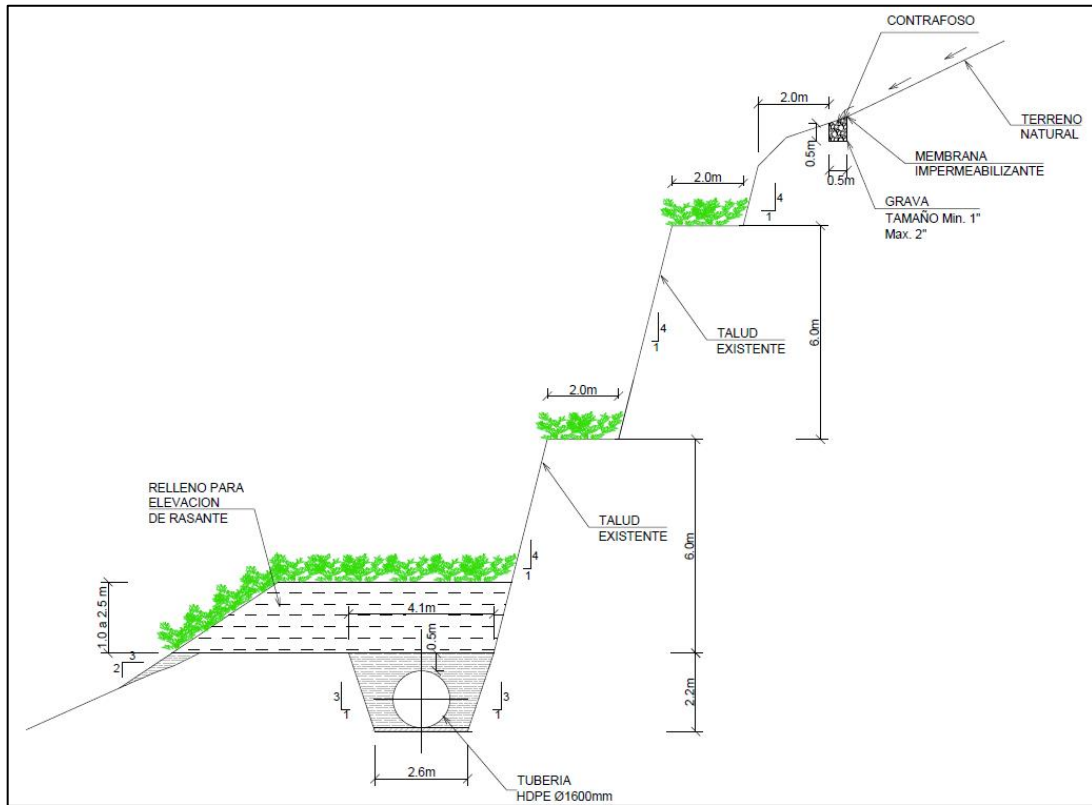


Figura 4-2: Solución propuesta para caso 3.

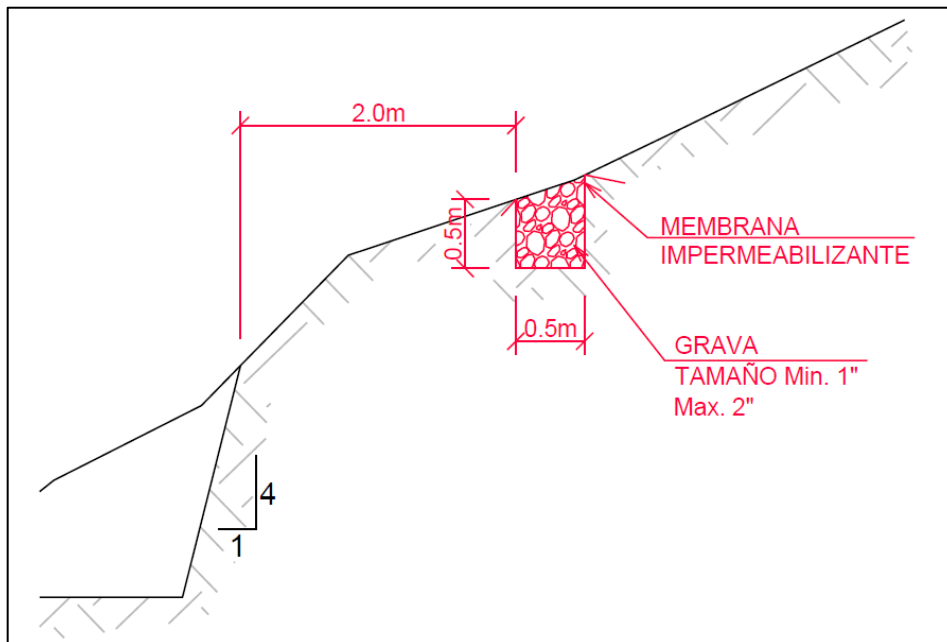


Figura 4-3: Detalle contrafoso propuestos para casos 3 y 4.

4.4 CASO 4: EROSIONABILIDAD DE TALUDES CON CUENCA APORTANTE

En el caso de taludes con presencia de cuenca aportante, independientemente de su altura o número de bancos, se propone la construcción de un contrafoso (y su respectiva solución de desagüe) idéntico al descrito en el punto anterior (ver Figura 4-3).

4.5 CASO 5: ÁREAS INESTABLES CON POTENCIAL O ACTUAL OCURRENCIA DE DERRUMBE EN TALUDES

Como solución a la problemática planteada, se propone una solución consistente en la ejecución de muros de gaviones que cumplan la función de recubrimiento, con la finalidad de proteger el terreno de la erosión, proporcionar un peso estabilizador a pie de talud y contener el material suprayacente. En la Figura 4-4 puede apreciarse un esquema de la solución sugerida.

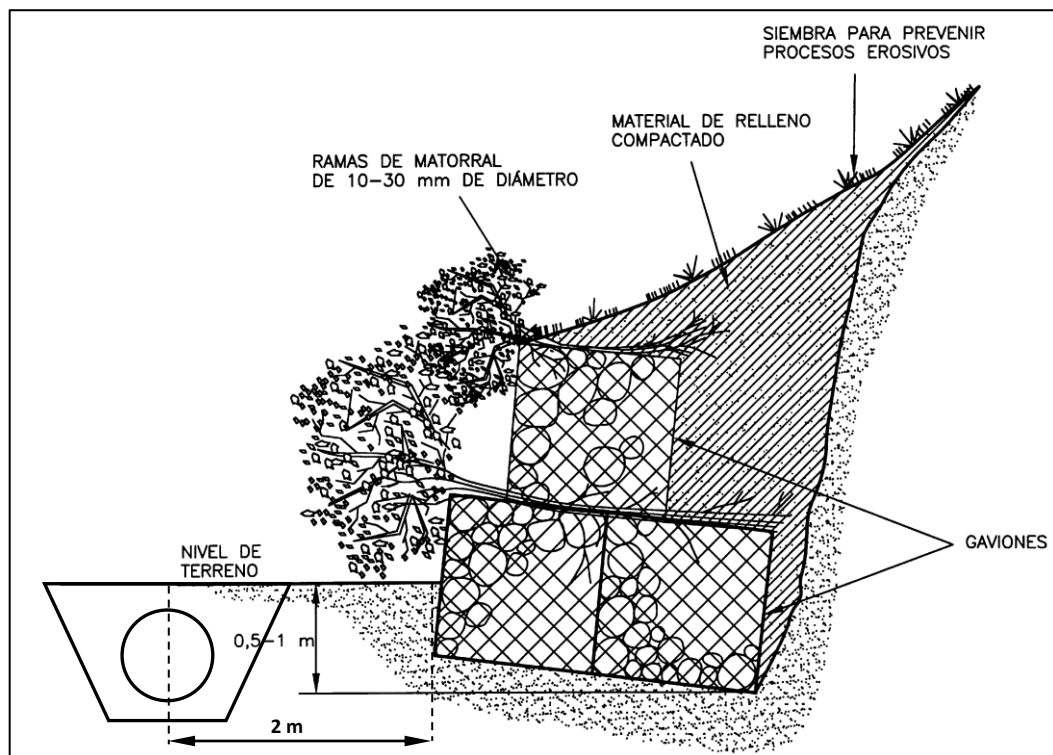


Figura 4-4: Esquema de instalación de gaviones para estabilización de taludes.

Las ventajas más importantes que se derivan del uso de este tipo de muros son:

- No requieren fundaciones.
- Adaptación al terreno.
- Fácil diseño y rápida construcción.
- Trabajan fundamentalmente por gravedad.
- Son flexibles y son capaces de soportar ciertos asentamientos sin fracturarse.
- Presentan condiciones de drenaje y durabilidad excelentes.
- Son económicos.

El muro de gaviones debe ser elaborado con mallas metálicas de alambre galvanizado de triple torsión, aunque pueden ser de torsión simple. Este galvanizado de zinc proporciona una buena adherencia a la estructura de la jaula, a la vez que la protege contra la corrosión, por lo que se verá aumentada su vida útil.

Cada jaula será de 2,0 m (largo) x 1,0 m (ancho) x 1,0 m (alto) y serán instaladas con escalonamiento hacia el interior del talud (Figura 4-4), con lo cual no se requiere el posterior relleno del trasdós del muro (espacio entre el muro y el talud).

En cuanto a los materiales de relleno, se deberán utilizar los bloques de roca obtenidos de las excavaciones realizadas y depositados en los botaderos más cercanos. El tamaño de los bloques debe ser del orden de 1,5 veces mayor que la abertura de la malla.

Los gaviones pueden ser instalados contra la pendiente del talud, oponiendo resistencia a la caída de material. La instalación de gaviones puede ser complementada con establecimiento de vegetación enraizante que provea mayor estabilidad al muro en el mediano y largo plazo. Sobre los gaviones se puede disponer suelo removido acopiado en botaderos autorizados con el fin de reducir las pendientes de los cortes a intervenir.

En zonas de cortes con pendiente muy alta (sobre 1:4 (H:V)), y debilidad estructural por presencia de rocas meteorizadas o tefra, se recomienda la instalación de secciones de muro de gaviones, tal como se muestra en la Figura 4-5. Esta solución no se recomienda para áreas de alta saturación (afloramiento de napas), ya que se requiere facilitar el escurrimiento subsuperficial sin arrastre de suelo.

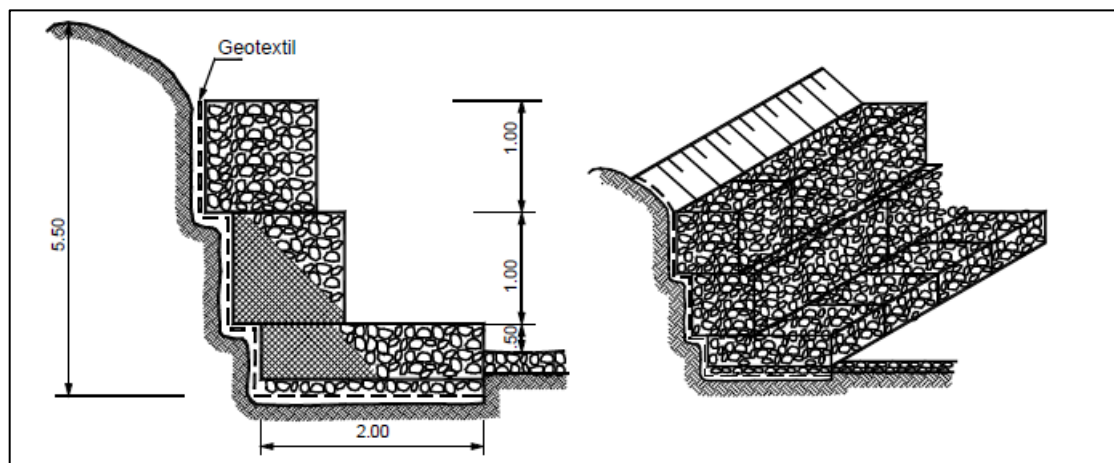


Figura 4-5: Esquema de secciones de muro de gaviones.

4.6 CASO 6: DERRAME DE MATERIAL HACIA LADERAS NATURALES

Se recomienda emparejar con mano de obra y maquinaria donde la pendiente del terreno y su vegetación lo permitan. Con la misma vegetación y rocas removidas se recomienda realizar muretes que frenen el avance ladera abajo del material depositado en zona de pendiente. Reforzando la cota superior de cada murete, se recomienda la plantación en hileras de individuos de coligüe (distantes 50 cm entre sí). Un esquema de la solución se presenta en la Figura 4-6:

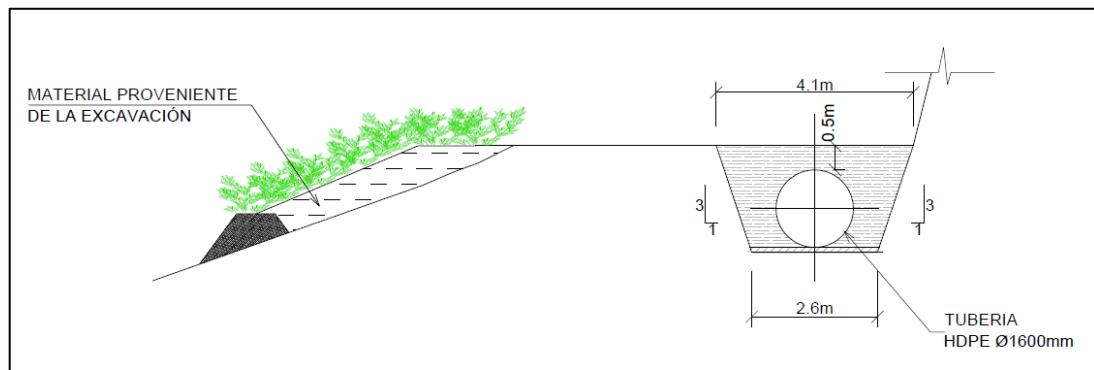


Figura 4-6: Esquema de revegetación de laderas con material de excavación.

4.7 CASO 7: EROSIONABILIDAD EN OBRAS DE CRUCE DE QUEBRADAS

Entendiendo que la restitución de la topografía original de la quebrada ya está comprendida dentro de las actividades de construcción de las obras de cruce de quebrada, se sugiere que ésta sea ejecutada de manera de generar taludes resultantes con pendientes no superiores a 1:1 (H:V), de modo de viabilizar su revegetación.

Sobre tales pendientes se recomienda esparcir y rodillar una capa de suelo con alto contenido en materia orgánica, con la finalidad de favorecer el crecimiento de vegetación.

Adicionalmente, se propone que, como medida preventiva, para evitar socavaciones que afecten la fundación de los machones que soportan el encamisado de acero de la obra de cruce, éstas sean protegidas mediante la instalación de gaviones a su alrededor.

Es necesario hacer hincapié en que esta medida es de carácter preliminar y debe ser confirmada y/o modificada por estudios de mayor detalle (hidrología de quebradas, modelamiento hidráulico del cauce, cálculo de socavación, entre otros).

En el caso de que se confirme la necesidad de obras de protección más robustas, será necesaria la instalación de un enrocado consolidado en todo el tramo del lecho comprometido con la obra de cruce (10 a 20 m hacia aguas arriba y hacia aguas abajo), el cual deberá contar con sus respectivos dientes de entrada y salida para protegerlo de la acción de las crecidas. Este enrocado tendrá la función de proteger el fondo y las riberas del cauce, a lo menos hasta la cota de fundación de los machones.

4.8 CASO 8: EROSIONABILIDAD DE FRANJA DE EXCAVACIÓN DE LA TUBERÍA FORZADA EN ZONA DE PENDIENTE MEDIA Y BAJA

En toda la extensión del terreno sobre la cual haya sido removida la cobertura vegetal, deberá revegetarse con especies nativas. Atendiendo a la elevada pendiente del lugar, se propone intercalar zanjas de desviación de aguas lluvias, que conduzcan el agua de escorrentía superficial hasta fuera de los límites de excavación, entregando el caudal desviado a zonas con suelo y vegetación no alterada. Se explicita que estas canaletas de desviación, se instalan en distancias muy cortas por lo que no acumulan caudales que deterioren de manera significativa el suelo sobre el que descargan.

Las áreas sobre las que se puede rellenar hasta alcanzar pendientes menores a 25%, serán revegetadas con especies nativas, establecida a partir del banco de semillas de una mezcla

de suelo rico en materia orgánica, acopiado en botaderos de la obra, esparcidos hasta alcanzar un espesor de 10 cm sobre las áreas de suelo desnudo.

4.9 CASO 9: EROSIONABILIDAD DE FRANJA DE EXCAVACIÓN DE LA TUBERÍA FORZADA EN ZONA DE PENDIENTE ALTA

En toda la extensión del terreno sobre la cual haya sido removida la cobertura vegetal, se recomienda revegetar con especies nativas. Sin embargo, debido a la elevada pendiente de las excavaciones del lugar, se propone la construcción de muros de hormigón de contención dispuestos por detrás y por los costados de cada silla de apoyo, de las mismas características de los que ya se han implementado en algunas sillas del tramo final del *penstock*. Adicionalmente, se propone que detrás de estos muros, se disponga un relleno de las siguientes características:

- Relleno de enrocado en la base del talud de excavación del nivel siguiente, de manera de estabilizarlo y evitar posibles deslizamientos.
- Relleno compactado de material proveniente de la excavación. Este relleno deberá proyectarse hasta el coronamiento del muro de hormigón.
- Relleno no compactado (material volteado) con forma de talud suave, uniendo el coronamiento del muro de hormigón con nivel de piso de la silla de agua arriba.

Las áreas sobre las que se puede rellenar hasta alcanzar pendientes menores a 25%, serán revegetadas con especies nativas establecida a partir del banco de semillas de una mezcla de suelo rico en materia orgánica, acopiado en botaderos de la obra, esparcidos hasta alcanzar un espesor de 10 cm sobre las áreas de suelo desnudo.

Finalmente, al pie de la cara frontal de cada silla, se propone instalar canaletas de desviación de aguas lluvia, que conduzcan el agua de escorrentía superficial hasta fuera de los límites de excavación, entregando el caudal desviado a zonas con suelo y vegetación no alterada. Se explicita que estas canaletas de desviación se instalan en cada uno de los niveles de excavación asociados a sillas o machones de la tubería forzada, por lo que no acumulan caudales que deterioren de manera significativa el suelo sobre el que descargan.

En la Figura 4-7 se presenta un esquema de la solución propuesta.



Figura 4-7: Esquema solución para tubería forzada en alta pendiente.

5 Consideraciones geotécnicas sobre la estabilidad de la ladera en la tubería forzada en zona de alta pendiente (*penstock*)

5.1 GENERALIDADES

El sitio de emplazamiento de la tubería forzada en zona de alta pendiente (*penstock*), ha sido excavado en una ladera de alta pendiente que presenta materiales no consolidados compuestos principalmente por suelos derivados de cenizas volcánicas, comúnmente conocidos con el nombre de *trumao*, y por un segundo tipo que corresponde a un depósito de pómez, el cual se presenta intercalado como un nivel continuo de espesor variable entre 1 a 1,5 m, entre los suelos derivados de cenizas volcánicas (ver Fotografía 5-1).



Fotografía 5-1: Excavación de ladera en materiales no consolidados compuesto de suelos de origen volcánico.

A partir de media ladera (Vértice V-12) y esporádicamente hasta la coronación de la pendiente del *penstock* (Vértice V-7), ocurren depósitos glaciales semi consolidados que comprenden principalmente *Tilloides* (depósitos morrénicos) formados por clastos de formas redondeadas a angulosas y de tamaño variable entre pocos mm y 2 m de diámetro (Fotografía 5-2 y Fotografía 5-3). Algunos clastos exhiben cantos facetados y truncados, y

superficies estriadas. Los clastos incluyen fragmentos de rocas volcánicas y algunos granitoides de diferente textura y composición.



Fotografía 5-2: Excavación de ladera en materiales no consolidados de origen glacial, vista A (depósitos morrénicos).



Fotografía 5-3: Excavación de ladera en materiales no consolidados de origen glacial, vista B (depósitos morrénicos).

La matriz puede predominar y está compuesta de arena con guijarros, limos y escasa arcilla. Estos depósitos no exhiben estructura interna.

Finalmente, en la parte alta de esta excavación (Vértice V-7) aparecen afloramientos rocosos (ver Fotografía 5-4).



Fotografía 5-4: Excavación de ladera en materiales rocosos.

Desde el punto de vista de la estabilidad de la ladera excavada, es de especial interés el comportamiento geotécnico de los materiales superficiales que han sido excavados y removidos, esto es el suelo tipo trumao y los niveles de pómez reconocidos.

5.1.1 Suelo tipo trumao

El suelo tipo trumao corresponde a la extensa cubierta de depósitos piroclásticos finos, tamaño cenizas, descompuestas. Corresponden a suelos sueltos, limo-arenoso a limo-arcilloso y coloración castaño a pardo rojizo, que en su condición seca presenta alta consistencia, no obstante con baja densidad y moderada a alta compresibilidad.

Los suelos del tipo trumao, reconocidos en gran parte de la zona del proyecto, corresponden a secuencias con potencias medias de 1 a 3 m, que en algunos sectores focalizados pueden alcanzar máximos algo mayores.

Genéticamente, corresponden a suelos de origen volcánico. En la región existe un gran número de volcanes considerados geológicamente activos, donde la actividad volcánica desarrollada durante siglos ha permitido la formación y depositación de grandes cantidades de cenizas volcánicas, generando importantes superficies de terreno derivados de este tipo de materiales. Los suelos derivados de cenizas volcánicas poseen propiedades particulares que los hacen ser considerados diferentes a otros materiales. Estas propiedades se originan debido a la presencia dominante en la arcilla de un conjunto de minerales no cristalinos y paracristalinos que condicionan su comportamiento.

5.1.1.1 Características y propiedades geotécnicas de suelos tipo trumao

El trumao se define como un suelo alofánico, con presencia de partículas de alofán, imogolita y varios filosilicatos, en el cual predominan arcillas no cristalinas o paracristalinas. Es de color café amarillento a parduzco y su clasificación USCS corresponde a MH, limo de alta compresibilidad, a pesar de presentar características de arcilla. Es un suelo muy poroso, con densidades aparentes bajas, pero que se va incrementando con la profundidad.

En estado seco se comporta de manera muy esponjosa, mientras que en condiciones húmedas, de forma grasosa y jabonosa. Es característico de estos suelos tener un pH cercano a 5,6.

Dentro de las propiedades más características se encuentran:

- Baja densidad seca.
- Alta capacidad de retener agua.
- Fuerte influencia de su microestructura en el comportamiento tensión deformación.
- Al ser sometidos a distintos grados de secamiento, cambia por completo su estructura irreversiblemente, tratándose en cada grado de un suelo distinto.
- Alta sensibilidad al remoldeo en el ensaye de compresión no confinada.
- Por lo general son suelos muy compresibles.

Estas propiedades conducen a que estos suelos posean un comportamiento geomecánico problemático.

A partir de ensayos se puede estimar que la densidad natural seca es del orden de 0,75 a 0,89 t/m³, con una humedad natural mayor al 75%, una densidad húmeda de 1,52 g/cc, un valor de límite líquido igual o superior a 50 y un índice de plasticidad de 16 a 25. Estos valores están relacionados con la alta capacidad de estos suelos de retener agua en el interior de sus partículas y entre ellas.

Respecto a los parámetros de resistencia al corte del trumao, se tienen valores para el ángulo de fricción de entre 37° a 43,3°; mientras que, para la cohesión se indica un valor muy bajo, llegando a 0 t/m², dando como consecuencia una aproximación a un suelo tipo arena-limoso más que a una arcilla. La permeabilidad del trumao sugieren un rango de variación entre 1,33x10⁻⁵ y 8,74x10⁻⁵ cm/s.

5.1.2 Depósitos de pómez

Intercalaciones de tefra de hasta 1,5 m de espesor se observan en los sedimentos no consolidados del área del *penstock*. Corresponden a depósitos de pómez, de tamaño de hasta 3 cm, de buena selección, que representan caídas de piroclastos de erupciones plinianas. Estos depósitos de tefra provendrían del volcán Sollipulli. Estos depósitos de pómez plinianas se encuentran, en algunos casos observados en los caminos de acceso a las obras del proyecto, generando taludes naturales de gran pendiente, cercana a la vertical. No obstante, al ser remoldeados pierden radicalmente esta condición.

El material constituyente de estos depósitos, por lo general, clasifica de acuerdo a USCS como gravas limosas, debido al predominio de partículas de tamaño sobre 5 mm, a limos de alta plasticidad. Al poseer finos de alta plasticidad, es posible concluir que dentro la composición mineralógica, las pómez poseen minerales arcillosos. Por otra parte, los altos valores de límite líquido y plástico son un indicio de la alta capacidad de retener agua que poseen estos suelos.

Respecto a los parámetros de resistencia al corte de las pómez, se tienen valores para el ángulo de fricción de entre 25° a 28°; la cohesión se indica un valor muy bajo, llegando a 0 t/m². Estos suelos pueden desarrollar altas permeabilidades similares a los obtenidos en suelos gruesos del tipo gravas o arenas limpias.

5.2 ESTABILIDAD ACTUAL DE LA LADERA

Las excavaciones ejecutadas en la zona del *penstock* han retirado toda la cobertura vegetal. Esto permitirá que los materiales superficiales se queden sin el sustento que les proporcionaban las raíces de árboles existentes. Por otro lado, sin esta protección vegetal, el grado de infiltración de la escorrentía superficial será mayor.

Por otra parte, atendiendo a las características morfológicas y geométricas de la ladera excavada y a las propiedades físicas y resistentes de los materiales, es probable que la acción de factores externos tales como las precipitaciones intensas (recurrentes en la zona) y las condiciones climáticas, puedan desencadenar movimientos superficiales en la ladera como deslizamientos y flujos de barro.

En este sentido, la presencia de una capa de depósitos de pómez intercalada entre los suelos de tipo trumao, juega un papel definitivo puesto que determina la existencia de un potencial plano de discontinuidad que puede actuar como superficie de rotura, movilizándolo los materiales –y estructuras- que se encuentren por encima de este plano. A esto se suma la elevada pendiente del terreno, favorable para que se produzcan los movimientos gravitacionales. En este escenario, el comportamiento hidrogeológico de los materiales y la presencia de niveles freáticos elevados influirán decisivamente en las condiciones de estabilidad de la ladera. El agua juega un doble papel negativo en la resistencia de los materiales:

- Reduce la resistencia al corte por la generación de presiones intersticiales y por la reducción de los parámetros resistentes.
- Aumenta los esfuerzos de corte por el incremento del peso del terreno y por la generación de fuerzas desestabilizadoras en grietas y discontinuidades.

Frente a este contexto, será necesario definir las medidas de corrección o estabilización de esta ladera a objeto de prevenir el proceso y mitigar sus daños.

5.3 MEDIDAS DE ESTABILIZACIÓN

Aun cuando el estudio detallado, análisis de estabilidad de los taludes y laderas inestables y la definición de medidas de estabilización específicas para estos casos se encuentra fuera del alcance de esta asesoría, NCA estima necesario comunicar a Carén la inquietud que genera la estabilidad actual de la ladera donde se excava la tubería forzada en alta pendiente (*penstock*). Además, se considera oportuno indicar algunas soluciones o medidas de estabilización genéricas que, según opinión de NCA, pudiesen diseñarse con mayor detalle y ejecutarse en esta obra particular del proyecto.

Para diseñar y aplicar medidas de estabilización apropiadas es necesario conocer:

- Propiedades y comportamiento geomecánico de materiales que constituyen el terreno.
- El mecanismo y tipología de la rotura.
- Los factores geológicos, hidrogeológicos y de otro tipo influyentes en la inestabilidad.

Además, deben tomarse en consideración:

- Los medios económicos y materiales disponibles.
- La urgencia de la intervención.

- La magnitud y dimensiones de la eventual inestabilidad.

En general, las actuaciones más efectivas, y muchas veces las más económicas, son las que intervienen directamente sobre las causas que desencadenan la inestabilidad. En este caso se estima como las más recomendables obras de drenaje en conjunto con la construcción de muros y obras de contención y la modificación de la geometría del talud, esta última consistente, principalmente, en aumentar el peso en el pie del talud.

Se hace nuevamente hincapié en que las medidas aquí sugeridas tienen carácter preliminar y deben ser confirmadas y/o modificadas por estudios de mayor detalle (análisis de estabilidad, estimación de caudales a evacuar, niveles piezométricos, entre otros).

5.3.1 **Medidas de drenaje**

Los drenajes suelen ser métodos bastante efectivos para la estabilización de un talud. Las funciones de los drenajes se pueden resumir en:

- Control del movimiento del agua superficial.
- Control de la influencia del agua infiltrada en el comportamiento hidráulico subterráneo del talud.
- Reducción de la presión intersticial en profundidad.

Tanto los drenajes profundos como los superficiales se pueden mantener fácilmente, pudiendo ser rápidamente reparados. Los drenajes profundos van a controlar de forma más efectiva los efectos del agua de infiltración dentro del terreno. En general, suelen ser los que suponen un costo mayor a la vez que son más efectivos a la hora de desalojar grandes volúmenes de agua infiltrada, disminuyendo las presiones intersticiales en los puntos donde es más probable que se desarrollen procesos de deslizamiento. En cualquier caso, ambos tipos de drenajes, tanto profundos como superficiales, cumplen la función de alterar el campo de esfuerzos provocado por la infiltración de agua en el sustrato, por lo que es aconsejable la instalación de los dos.

Los drenajes superficiales propuestos como solución son aquellos definidos en el apartado 4.9, y corresponden a canaletas de desviación de aguas lluvias, que conduzcan el agua de escorrentía superficial hasta fuera de los límites de excavación, entregando el caudal desviado a zonas con suelo y vegetación no alterada.

Adicionalmente, se propone la instalación de un dren superficial a lo largo de todo el pie de la ladera (nivel de terreno entre *penstock* y casa de máquinas), a efecto de descarga de las aguas de los drenajes profundos que se describen en el párrafo siguiente. Este dren superficial consistirá en una cuneta o zanja revestida con hormigón o materiales sintéticos para garantizar su impermeabilidad y rellenas con grava. Puede instalarse adicionalmente un tubo colector ranurado para facilitar la evacuación del agua (ver Figura 5-1).

Los drenajes profundos que se proponen corresponden a drenes horizontales o californianos. Estos drenes se perforarán horizontalmente (con una pendiente entre 5% a 10%) y con un diámetro de 10 cm. Deberán estar provistos de filtros y ser recubiertos por un geotextil con el fin de evitar colmataciones. La longitud y espaciamiento necesarios deberán determinarse una vez que se tenga mayor precisión respecto a la ubicación de la superficie de rotura más probable del talud y a la posición del nivel freático. El nivel freático se verá disminuido por la serie de drenes horizontales (ver Figura 5-2).

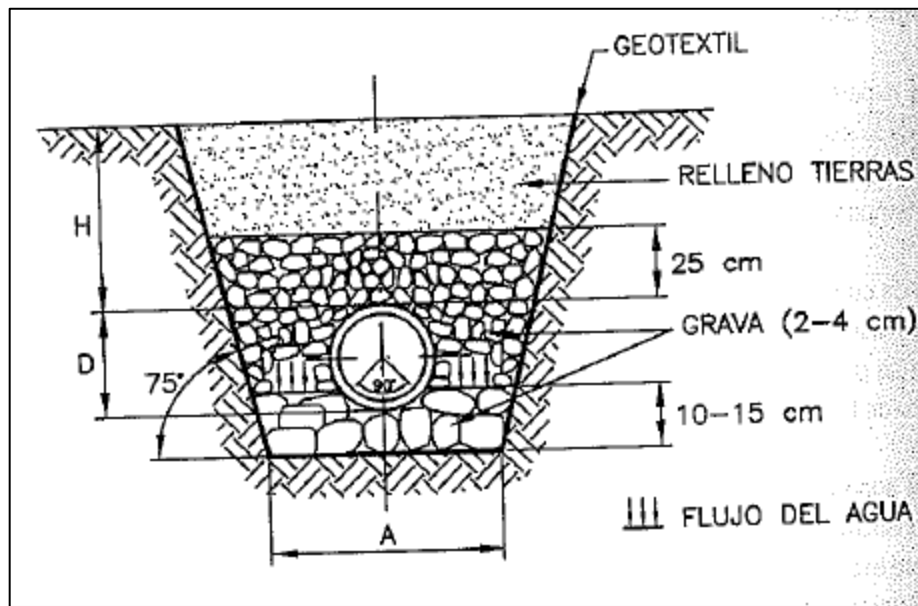


Figura 5-1: Esquema canaleta de drenaje al pie de la ladera.

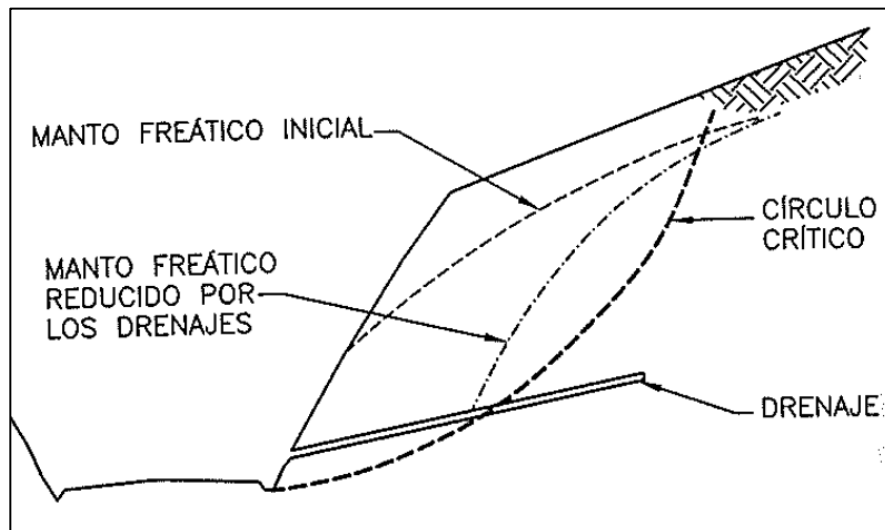


Figura 5-2: Esquema de drenaje profundo tipo dren californiano (al pie de la ladera).

5.3.2 Obras de recubrimiento y contención (muros)

Se recomienda la construcción de muros para reforzar la zona del pie de la ladera donde está instalado el *penstock*, evitando así, además, la degradación de esta zona crítica frente a la estabilidad.

La elección del tipo de muro a instalar dependerá de las diferentes condiciones que rodeen al problema, tales como los esfuerzos previsible, el espacio disponible, el plazo de ejecución y otros.

En principio, y previo a cualquier análisis más detallado, es posible recurrir a la construcción de un muro de gaviones bien cimentado, al pie del talud, cuyo trasdós (espacio entre el muro y el terreno) y contrafuerte del talud puedan rellenarse de escolleras, de forma que se

aporte un peso adicional en esta zona. Este relleno, además, puede proteger al terreno natural de las acciones ambientales. El empleo de escolleras al pie del talud permite el drenaje y reforzar el conjunto, además de ser una solución frecuente y rápida de ejecutar.

Entre las ventajas que presenta esta solución se pueden destacar:

- Costos bajos cuando los materiales están disponibles en las proximidades de las obras.
- Presenta una capacidad drenante muy importante.
- Amortigua los posibles movimientos dentro del talud sin perder sus propiedades resistentes.
- Se integra perfectamente en el medio ambiente debido al carácter natural de sus componentes, siendo revegetados muy fácilmente.

El diseño de detalle de estas soluciones deberá acometerse una vez que se tenga la información requerida para ello.

En la Figura 5-3 se presenta un ejemplo esquemático de la estabilización de un talud mediante un muro de pie, relleno de escollera y drenes californianos.

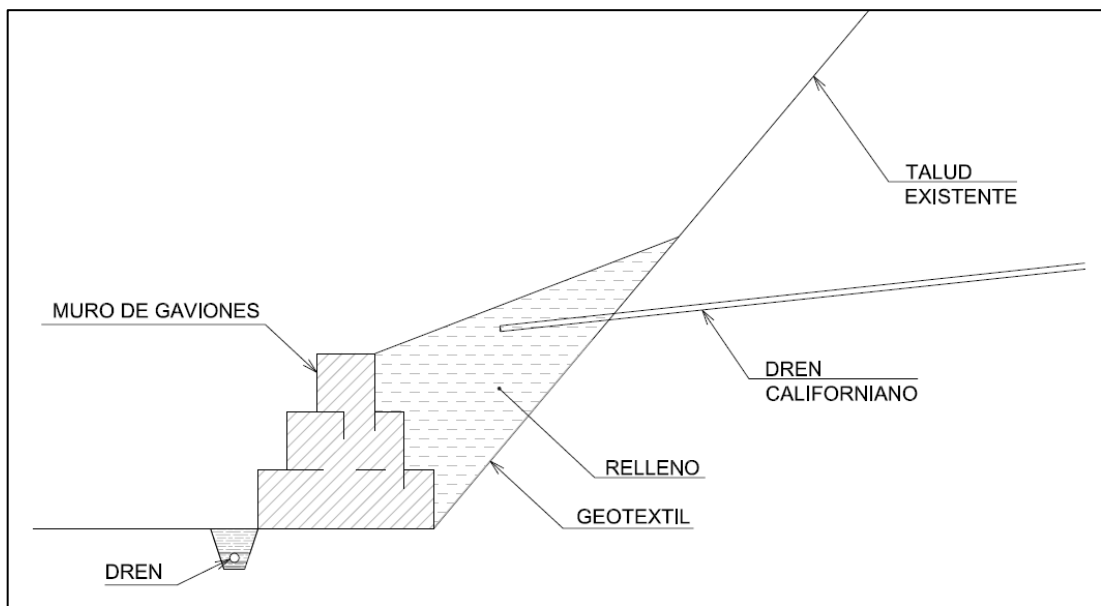


Figura 5-3: Esquema de secciones de muro de gaviones.

Existe otro tipo de actuaciones cuya finalidad es evitar los daños que un eventual deslizamiento superficial del terreno puedan causar en las instalaciones de la casa de máquinas, consistente en la instalación de barreras dinámicas para el frenado y contención de los materiales desprendidos de la ladera (ver Figura 5-4).

Se trata de barreras flexibles contra deslizamientos de tierras para deslizamientos poco profundos en taludes inestables, del fabricante Geobrugg. Estas barreras son capaces de detener mezclas de materiales, agua y sólidos, como deslizamientos de barro y de tierra incluso en eventos repetidos. Las barreras pueden instalarse en la base o sobre la superficie de la ladera que forma el talud en la zona del penstock. Es estrictamente necesario que su dimensionamiento sea realizado a través de modelamiento con software específicos.

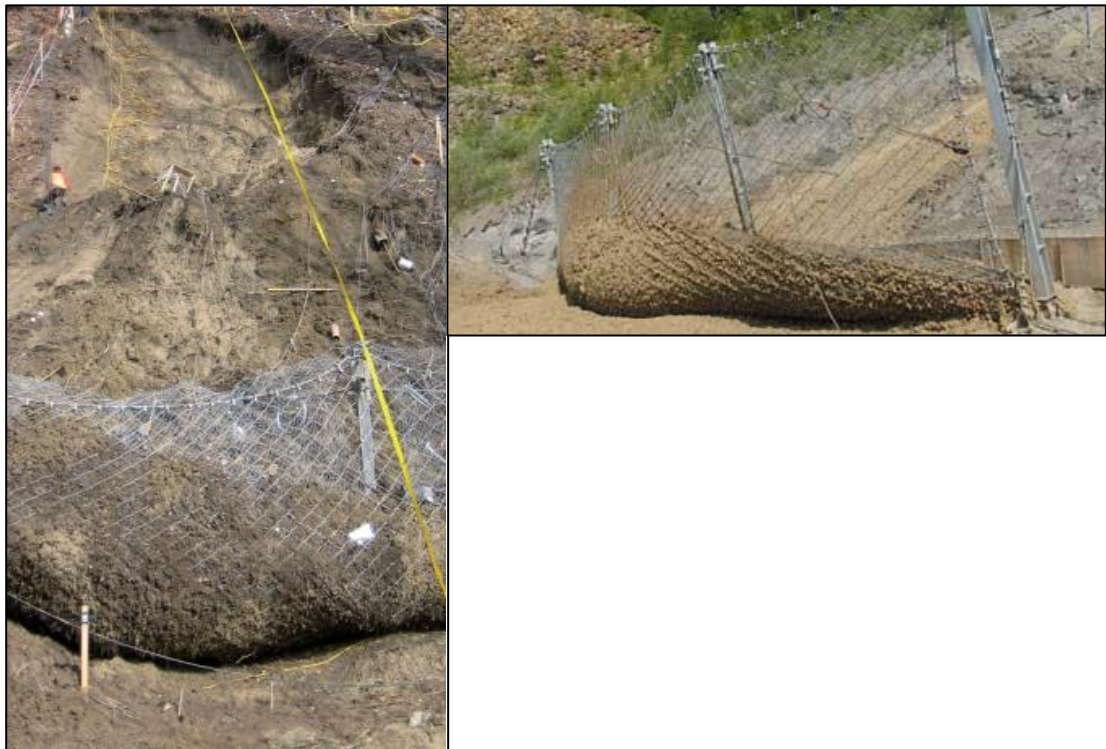


Figura 5-4: Barreras flexibles contra deslizamientos de tierras para deslizamientos poco profundos en taludes inestables.

5.4 MEDIDAS DE MONITOREO

Dada la incertidumbre que presenta la ladera del *penstock* en su zona de alta pendiente, se hace necesario la instalación de unos puntos de monitoreo topográfico que permitan adoptar medidas de reforzamiento de la ladera antes de que la problemática sea más evidente.

6 Comentarios finales

El plan de erosión solicitado tiene por finalidad reducir las pérdidas de suelo a partir de áreas de movimiento de tierra funcionales al proyecto. En primer lugar debe advertirse que una de las causas más importantes de riesgo de erosión para el proyecto, es la inclinación de los taludes. Tal como indica el documento "Estudio de Mecánica de Suelos", presentado en el Anexo 9.2 de la Adenda 1 del proyecto "MODIFICACIÓN CENTRAL DE PASADA CARILAFQUÉN MALALCAHUELLO", la pendiente recomendada para los cortes de talud permanentes, de acuerdo a la geología (material parental) del área de influencia, es 1:2 (H:V) para cortes que superen los 150 cm de altura. Las pendientes de los cortes de talud verificadas en terreno, normalmente superaban la relación 1:3 (H:V).

La solución más obvia sería entonces el reducir la pendiente de los taludes hasta el nivel indicado. Lamentablemente, la distancia que separa el borde superior del corte de talud con el límite de la servidumbre del proyecto, en la mayoría de los casos, no permite realizar movimientos de tierra adicionales.

El plan de control de erosión se estructuró sin modificar de manera sustantiva las pendientes de los cortes de talud permanentes de la obra. Atendiendo a esta restricción, se identificaron soluciones alternativas para reducir el riesgo de erosión (erosión potencial) y para mitigar la erosión causada a partir de obras del proyecto (erosión actual).

Respecto de la erosión potencial, se refiere principalmente a secciones del área de influencia del proyecto cuya cobertura vegetal haya sido removida completamente y en las que la capa superior del suelo (horizonte A), rico en materia orgánica, semillas y actividad biológica, haya sido significativamente reducida o alterada. En estos casos se ha propuesto el emparejamiento del terreno, en preparación para la disposición por capas de una mezcla de suelo rica en materia orgánica, traída desde botaderos del proyecto, con la finalidad de devolverle al suelo sus características físicas, químicas y biológicas. A partir de la mezcla de suelo dispuesta sobre las áreas intervenidas, se espera dar inicio a procesos de revegetación natural a partir del banco de semillas contenido en el suelo añadido. Como complemento, se realizarán plantaciones de coligüe en los bordes de los cortes de talud, con la finalidad de asegurar la colonización de especies vegetales nativas, capaces de retener suelo entre su masa radicular. Este procedimiento se aplicará a todas las áreas cuya pendiente no supere el 25%, equivalente a una inclinación 4:1 (H:V), incluidas las banquetas de los taludes de más de 6 metros de altura.

Para taludes de más de 6 metros de altura, se propone la construcción de zanjas de desviación de agua de lluvia con la finalidad de reducir la entrada de agua a la matriz de los muros y el agua de escorrentía, para evitar el arrastre de partículas de suelo sueltas (erosión pluvial).

Para las zonas con erosión actual, se proponen soluciones relacionadas con el reforzamiento de la estabilidad de los muros. Entre ellas, destaca el elevar la base de los cortes de talud con material acopiado en botaderos. De esta manera se reduce la altura total de los cortes de talud. En casos de saturación por afloramiento de la nivel freático, se propone el reemplazo del material del muro (normalmente combinaciones variables de suelo limo arenoso, con roca de diverso nivel de fraccionamiento, y estratas de ceniza volcánica del tipo pómez), por roca de gran tamaño o gaviones de alambre galvanizado y roca seleccionada de botaderos.

INFORME FINAL

Instalación Malla Contención de Taludes
Central de Pasada Carilafquen Malalcahuello

Melipeuco

Región de La Araucanía

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. RECURSOS PARA EJECUCIÓN DE TRABAJOS.....	3
3. VISITAS TECNICAS.....	4
4. ARRIBO DE MATERIAL.....	5
5. CONSTRUCCIÓN DE BASTONES INSTALACIÓN DE MALLA GREENAX.....	6
6. SECTORE DE INSTALACIÓN DE MALLAS GREENAX.....	7
7. INSTALACIÓN MALLA GREENAX ADUCCIÓN MALALCAHUELLO.....	8
8. INSTALACIÓN MALLA GREENAX ADUCCIÓN CARILAFQUEN.....	12
9. PROBLEMAS DE ACCESO.....	16
10. AVANCE INSTALACION DE MALLAS GREENAX.....	17

1. INTRODUCCIÓN

La actividad corresponde a la instalación de aproximadamente 11.400 m² de malla para contención de taludes y protección de erosión, en distintos sectores Aducción Malacahuello y Aducción Carilafquen del Proyecto Central de Pasada Carilafquen-Malalcahuello, de la comuna de Melipeuco.

El trabajo se realizará bajo la supervisión técnica y especificaciones indicadas por **Geobru**, empresa representante del producto **GREENAX**. La asesoría técnica fue realizada por personal técnico perteneciente a **Geobru** Chile, la cual se realizó en terreno con la presencia del Administrador de la empresa, supervisor directo de la actividad y personal instalador el cual ejecutó los trabajos estas visitas se realizaron antes de iniciar los trabajos y durante la ejecución de estos para dar los lineamientos técnicos y su posterior revisión durante el desarrollo.

La actividad se inició con la llegada del primer embarque de material proporcionado por Geobru Chile el día 14 de Enero del 2018 a instalaciones del Proyecto.

2. RECURSOS PARA EJECUCIÓN DE TRABAJOS

La actividad de instalación de mallas considera en primera instancia los siguientes recursos para llegar a cabo los trabajos

- Camionetas 4x4 para traslado de personal y materiales.
 - Personal y herramientas para la ejecución de los trabajos.
 - Alojamiento, alimentación y traslados.
 - Elementos de Protección Personal de acuerdo a actividades a realizar. (Cuerdas de vida, cascos accesorios etc)
 - Transporte de personal.
 - Combustibles y lubricantes, baño químico. otros
-

3. VISITAS TECNICAS

La ejecución de los trabajos se realizó sujeto a las especificaciones técnicas establecidas por Geobrugg Chile, en base a las visitas a terreno realizadas durante la instalación del material para evaluar la metodología y especificaciones técnicas para una correcta instalación.



Visita Técnica Peronal de Geobrugg Chile a zonas de Insalación de producto Greenax (**Punto 1** UTM coordenadas 283.742, 5.692.389)

4. ARRIBO DE MATERIAL

Las actividades e iniciaron con el arribo, descarga y acopio de material en punto ubicado en central de Pasada Crilafquen –Malalcahuello, posterior a ello los materiales fueron trasladados a puntos de acopio cercanos a los frentes de trabajo en transportes menores. En Anexo 1 se observa Guia de Despacho del Primer Embarque.



Recepción de materiales, descarga y acopio en instalaciones de Central de Pasada Carilafquen Malalcahuello



Traslado a punto de acopio cercano a frentes de trabajo desde Ccentral de pasada Carilafquen Malalcahuello

5. CONSTRUCCIÓN DE BASTONES INSTALACIÓN DE MALLA GREENAX

Según las especificaciones técnicas se deben construir bastones de acero de 8 y 10 mm de grosor, cuya función es el anclaje de la malla al terreno, para esto se utilizo fierro en barra de 6 mt de largo en base a las cuaes se construyeron los bastones necesarios para la instalación según las especificaciones del fabricante.



Material de construcción de bastones para instalación de malla Greenax

6. SECTORES DE INSTALACIÓN DE MALLAS GREENAX

Para la determinación de los materiales necesarios se tomó como base la información levantada por equipo de asesores, lo cuales entregarán los sectores individualizados en la siguiente tabla sobre los cuales se debería instalar malla Geobrug para mejorar la estabilidad superficial de los taludes involucrados.

Las superficie estimada y solicitada a la Empresa Representante del producto Greenax, para cada uno de los tramos donde se instalará malla corresponde a la siguiente:

<i>Aducció</i>	<i>pk aprox</i>		<i>Area m²</i>
	<i>Inicio</i>	<i>Termino</i>	
Malalcahuello	70	170	850
	700	730	250
	1250	1450	2.500
<i>Subtotal Malalcahuello</i>			3.600
Carilafquen	200	600	6.600
	650	800	1.200
<i>Subtotal Carilafquen</i>			7.800
<i>Total General</i>			11.400

Superficie estimada de instalación de Malla Greenax en Aducción Malalcahuello y Aducción Carilafquen

7. INSTALACIÓN MALLA GREENAX ADUCCIÓN MALALCAHUELLO

A continuación se muestran los sectores en Aducción Malalcahuello en los cuales se debe instalar malla Greenax .

SECTOR pk 70 a 170 Aducción Malalcahuello

A continuación se observa el sector de Instalación de Malla Greenax en Aducción Malalcahuello



Preparación de Taludes para instalación de Malla Greenax en Aducción Malalcahuello pk 70 a 170 aproximado.

Punto 1 UTM coordenadas 283.742, 5.692.380



Mallas instaladas en Aducción Malalcahuello pk 70 al pk 170
Punto 2 UTM coordenadas 283.664, 5.692.408

SECTOR pk 1250 a 1450 Aducción Malalcahuello

A continuación se observa el sector de Instalación de Malla Greenax en Aducción Malalcahuello



*Trabajos de Preparación de Taludes para instalación de Malla Greenax en Aducción Malalcahuello pk 1250 al pk 1450 aproximado.
(Punto 3 UTM coordenadas 283.050, 5.692.297)*



*Instalación de Malla Greenax en Aducción Malalcahuello pk 1250 al pk 1450 aproximado.
(Punto 3 UTM coordenadas 283.050, 5.692.297)*



*Mallas instaladas en Aducción Malalcahuello pk 1250 al pk 1450
Punto 4 UTM coordenadas 282.955, 5.692.292*

8. INSTALACIÓN MALLA GREENAX ADUCCIÓN CARILAFQUEN

A continuación se muestran los sectores en Aducción Carilafquen los cuales se debe instalar malla Greenax .

SECTOR pk 200 a pk 600 Aducción Carilafquen

A continuación se observa el sector de Instalación de Malla en Aducción Carilafquen



*Mallas instaladas en Aducción Carilafquen Condición Inicial y Condición con Mallas Greenax pk 200 al pk 600
Punto 5 UTM coordenadas 283.078, 5.690.600*



Mallas instaladas en Aducción Carilafquen con Mallas Greenax pk 200 al pk 600 (Servidumbre A. Pardo)
Punto 6 UTM coordenadas 282.730, 5.690.764



Mallas instaladas en Aducción Carilafquen con Mallas Greenax pk 200 al pk 600 (Servidumbre A. Pardo)
Punto 7 UTM coordenadas 282.878, 5.690.610



Mallas instaladas en Aducción Carilafquen con Mallas Greenax pk 200 al pk 600 (Limite Servidumbre A. Pardo)
Punto 8 UTM coordenadas 282.811, 5.690.661



Mallas instaladas en Aducción Carilafquen con Mallas Greenax pk 600 aprox
Punto 9 UTM coordenadas 282.734, 5.690.743



*Mallas instaladas en Aducción Carilafquen con Mallas Greenax pk 680 aprox
Punto 10 UTM coordenadas 282.738, 5.690.786*



*Mallas instaladas en Aducción Carilafquen con Mallas Greenax pk 680 aprox
Punto 11 UTM coordenadas 282.707, 5.690.877*

9. PROBLEMAS DE ACCESO

Durante la ejecución de los trabajos hubo problemas de acceso a la servidumbre establecida por CAREN S.A en el predio del Sr. Antonio Pardo, lo cual impidió la instalación del total de la malla planificada para los taludes comprendidos entre los pk 200 a pk 430 aprox.

Debido a lo anterior se procedió a informar a CAREN S.A y colocar constancia en Carabineros de Melipeuco, una vez obtenida la resolución del tribunal que autorizaba el acceso al predio, de ser necesario con fuerza pública, se finalizáron los trabajos de instalación en el sector.



Acceso Servidumbre CAREN S.A y Antonio Pardo, cerrado no permitiendo la ejecución de faenas entre pk 200 y 420 aproximadamente.

10. AVANCE INSTALACION DE MALLAS GREENAX

A continuación se muestra el avance efectivo en la instalación de Malla Greenax de Geobruigg, cabe mencionar que el stock disponible despachado por los proveedores del producto corresponde a 10.881 m² de Malla Greenax. Por lo anterior los porcentajes de avance se refieren a ese total (m²), en el siguiente cuadro.

Aducción	pk aprox		MODELO GRENAX m ²	Instalado	Avance %
	Inicio	Termino			
Malalcahuello	70	170	850	900	8,3
	700	730	250	250	2,3
	1250	1450	2.500	2.500	23,0
Subtotal Malalcahuello			3.600	3.650	33,5
Carilafquen	200	600	6.081	6.030	55,4
	650	800	1.200	1.200	11,0
Subtotal Carilafquen			7.281	7.230	66,4
Total General			10.881	10.880	100,0

Cuadro . Avance Instalación de Malla Greenax en Aducciones Malalcahuello y Carilafquen CMA

En base a la cantidad estimada y lo observado en terreno se procedió a la planificación de las actividades de acuerdo al siguiente cuadro, para cumplir con los plazos establecidos.

Actividad	Planificado		MODELO GRENAX m ²	Enero 2018			Febrero 2018			
	pk aprox			Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	Inicio	Termino								
Malalcahuello	70	170	850	70-170 pk						
	700	730	250			700-730 pk				
	1250	1450	2.500	1250-1300 pk	1300-1450 pk					
Subtotal Malalcahuello			3.600							
Carilafquen	200	600	6.030			600-500 pk	500-350 pk	350-250 pk	250-200 pk	
	650	800	1.200					650-700 pk	700-800 pk	
	Subtotal Carilafquen			7.230						

Cuadro . Cronograma de Actividades Instalación de Malla Greenax en Aducciones CMA

En aducción Carilafquen entre pk 330 y 400 aproximadamente no se realizo la instalación total de mallas Geobruigg debido a problemas de acceso en servidumbre con Antonio Pardo, por lo tanto este remanente se mantiene para instalar en cuanto este inconveniente se subsane.

ANEXO 1

Primer Recepción de Material

Central de Pasada Carilafquen Malalcahuello

GEOBRÜGG ANDINA SPA
 COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE ACERO Y OBRAS DE INGENIERIA
 CORONEL PEREIRA 72 OFICINA 302 - LAS CONDES - SANTIAGO

R.U.T. : 76.338.498-6
GUÍA DE DESPACHO
ELECTRÓNICA
Nº 1073

S.I.I. -


Cliente : EMPRESA ELECTRICA GAREN S.A	Emitted : 16-01-2018
R.U.T. : 76.149.809-6	Vence : 14-02-2018
Giro : Proyecto Generación y Transmisión Eléctric	Pago : Crédito
Dirección : Camino El Puma 5690 Ofc. 1202	
Comuna : Las Condes	
Ciudad : Santiago	

Código	Detalle	Cantidad	Unid.	P. Unitario	Total
114990	Geotextil Geotextil	45	UD	813.750	36.622.500
180170	Malla 3.00 x 3.00 m x 17.00 mds 1000 CUBA DE ACERO TS	20.000	UD	210	4.200.000

Documento Ref.	Folio	Fecha	Razón Ref.	Monto Neto	\$	40.822.500
Orden de Compra	2895	01-12-2017		Monto Exento	\$	0
				Monto I.V.A. (18%)	\$	7.348.000
				Monto Total	\$	48.170.500

Observación

Transporte
 Ind. Traslado : Constituye venta
 Patente : 02741-00
 Dir. Destino : Hidroeléctrica Malalcahuello - Malleco


 Tercero Electrónico SII
 Reg. 80 del 2016
 Verifique documento : www.sii.cl

Sección de Factura Electrónica del SII

ANEXO 2

Segunda Recepción de Material

Central de Pasada Carilafquen Malalcahuello

GEOBRUGG ANDINA SPA

COMERCIALIZADORA DE PRODUCTOS DE ACERO Y OBRAS DE INGENIERIA
 CORONEL PEREIRA 72 OFICINA 302 - LAS CONDES - SANTIAGO

R.U.T.: 76.338.498-5

**GUÍA DE DESPACHO
 ELECTRÓNICA**

N° 1096

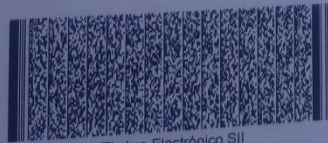
S.I.I. -

Cliente :	EMPRESA ELECTRICA CAREN S.A.	Emitido :	31-01-2018
R.U.T. :	76.149.809-6	Vence :	01-03-2018
Giro :	Proyecto Generación y transmisión Electr	Pago :	
Dirección :	Cerro El Plomo 5680 Ofic. 1202		
Comuna :	Las Condes		
Ciudad :	Santiago		

Código	Detalle	Cantidad	Unid.	P. Unitario	Total
114665	Geomalla Greenax Rollo 3,9M * 30M (117 m2 cada rollo)	48	UD	813.150	39.031.200

Documento Ref.	Folio	Fecha	Razón Ref.	Monto Neto	\$	39.031.200
Orden de Compra	2685	01-12-2017		Monto Exento	\$	0
				Monto I.V.A. (19%)	\$	7.415.928
				Monto Total	\$	46.447.128

Observación	Transporte	
	Ind. Traslado	: Constituye venta
	Patente	: GZXH-60
	Dir. Destino	: Hidroeléctrica Malalcahuello, Melipeuco



Timbre Electrónico SII
 Res. 80 del 2014
 Verifique documento: www.sii.cl

Solución de Factura Electrónica de: www.geobrugg.com



LATIN AMERICAN POWER

El Morado Inversiones e Ingeniería

Análisis de Taludes Línea de Carilafquen

LAP-OC-ING-INF-0001

Rev.D

Mayo 17, 2021

Rev.	Fecha	Revisiones	Elaboró	Revisó	Aprobó	G. Proy.
A	10/05/2021	Revisión interna	E.C.L.	S.R.G.	S.R.G.	S.R.G.
B	13/05/2021	Emitido para aprobación	E.C.L.	S.R.G.	S.R.G.	S.R.G.
C	15/05/2021	Emitido para aprobación	E.C.L.	S.R.G.	S.R.G.	S.R.G.
D	17/05/2021	Emitido para aprobación	E.C.L.	S.R.G.	S.R.G.	S.R.G.

Análisis de Taludes Línea de Carilafquen

Nro. El Morado: LAP-OC-ING-INF-0001
Revisión: D
Fecha: mayo 17, 2021
Cliente: LATIN AMERICAN POWER
Gerente de proyecto: Sebastián Ramos Grilli
Autor: Estefany Campero Lozada



Contenido

1	Introducción.....	4
2	Alcance General	5
3	Alcance del Documento.....	5
4	Referencias	5
5	Antecedentes.....	7
5.1	Campana Geotécnica GACIMS Geotecnica E.I.R.L.	7
5.1.1	Resultados de Campana - Descripción Estratigráfica.....	8
5.1.2	Antecedentes Geológicos.....	9
5.1.3	Inspección Visual de Talud Sector Carilafquen.....	9
5.2	Estudio Sísmico BRAC Ingeniería S.A.	10
6	Marco Teórico	11
6.1	Descripción de la Metodología de Equilibrio Límite	11
6.2	Limitaciones de Metodología de Equilibrio Límite	12
7	Análisis de Estabilidad de Taludes	12
7.1	Criterios de Aceptabilidad	12
7.2	Propiedades de los Materiales.....	13
7.3	Estados de Carga o Solicitaciones.....	13
7.3.1	Coeficiente Estático.....	13
7.3.2	Coeficiente Estático Horizontal, K_h	14
7.4	Nivel Freático	14
7.5	Secciones Críticas	15
8	Resultados de Estabilidad de Taludes.....	19
9	Conclusiones.....	19

1 Introducción

El proyecto hidroeléctrico CAREN se localiza aproximadamente 16 km al sur-orientado de la localidad de Melipeuco, comuna de Melipeuco, provincia de Cautín, Región de la Araucanía y considera la captación y restitución de las aguas en el río Carilafquén y Malacahuello.

En la siguiente figura se presenta la ubicación general del proyecto.



Figura N° 1.1 Ubicación General Central Hidroeléctrica CAREN. Fuente: Imágenes Satelitales.

Las obras se emplazan según las coordenadas que se presentan en la Tabla N°1.1.

Tabla N° 1-1 Coordenadas de Ubicación de Obra. Coordenadas UTM, Datum WGS84, Huso19.

Punto	Coordenadas	
	Norte (m)	Este (m)
Bocatoma	5,690,337	283,068
Casa de Máquinas	5,693,185	281,333

En términos generales, luego de la bocatoma y cámara de carga, el flujo es conducido por una tubería de HDPE que opera en bajas presiones, hasta una chimenea de equilibrio,

desde la cual nace la tubería de alta presión de acero, que conduce las aguas hacia la casa de máquinas.

2 Alcance General

Inversiones El Morado S.A. por petición de LAP, realizará el estudio de análisis de taludes en función a la respuesta de las observaciones realizadas por la super intendencia del medio ambiente, desde ahora “SMA”, lo anterior, para complementar las descargas correspondientes por parte de CAREN.

3 Alcance del Documento

El alcance de este documento consiste en presentar el análisis de estabilidad de taludes en dos tramos (Tramo 1, comprendido entre el PK 0+145 al PK 0+725, y el tramo 2 comprendido entre el PK 2+140 al PK 2+500) de la línea de CRFQ (Carilafquen), señalando: la técnica de análisis, configuración geométrica evaluada, parámetros de materiales, condiciones de carga o borde, criterios de aceptabilidad y conclusiones. Con base en lo anterior, el análisis considera:

- Análisis de estabilidad mediante el método de equilibrio límite (dovelas) en dos dimensiones (2D) utilizando el software Slide v6 de Rocscience.
- Determinación de las secciones geométricas más propensas a experimentar una falla de talud, consideradas aquellas con mayores alturas e inclinación del talud.
- Evaluación de la estabilidad en caso estático y pseudo-estático.
- Consideración de superficies de falla circular (rotacionales).
- Utilización del criterio de Mohr-Coulomb para la resistencia al corte de los materiales, así como los parámetros de materiales, nivel freático, configuración geométrica base y criterios de aceptabilidad con base en los criterios de diseño del proyecto.

La delimitación de los kilometrajes de los tramos a estudiar, son los tramos en donde se encuentra en condiciones de estar revestidos con una malla

4 Referencias

- [1] Informe Geotécnico, Proyecto “Recambio de aducciones circuitos Carilafquen y Malalcahuello”. GACIMS – GEOTECNIA E.I.R.L. Agosto 2019.
- [2] Informe Estudio Sísmico, Proyecto “Central Hidroeléctrica Carilafquén – Malalcahuello. Melipeuco – IX Región de la Araucanía”. BRAC Ingeniería S.A. Julio 2013.
- [3] Topografía suministrada por LAP (En base a Estudio realizado en planos AS Built)
- [4] Gonzales Vallejo, Luis (2002). Ingeniería Geológica. Madrid, España. Pearson - Prentice Hall.

- [5] ETG-1.015, 1987. Especificaciones Técnicas Generales. Diseño Sísmico
- [6] Saragoni, R. (1993). Análisis de riesgo sísmico para la reconstrucción del Puerto de Valparaíso. 6tas Jornadas Chilenas de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Santiago, Vol 2, 165- 178
- [7] NCh2369.Of 2003. Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- [8] Eurocode 8: Seismic Design of Buildings. JRC, European Commission, 2011.
- [9] INFORME DE ENSAYO N°10217-01-130/2019. Laboratorio Técnico de Materiales Ltda.
- [10] INFORME FINAL. Instalación Malla Contención de Taludes Central de Pasada Carilafquen Malacahuello. Melipeuco, Región de La Araucanía. Ingeniería y Asesorías Jorge Higuera EIRL.

5 Antecedentes

5.1 Campaña Geotécnica GACIMS Geotecnia E.I.R.L.

GACIMS Geotecnia E.I.R.L en agosto de 2019 (Ref. [1]), realizó una campaña geotécnica que consistió en el levantamiento de seis (6) calicatas para la exploración del suelo y toma de muestras para ensayos de laboratorio. La Figura N° 5.1, muestra la identificación de cada calicata.

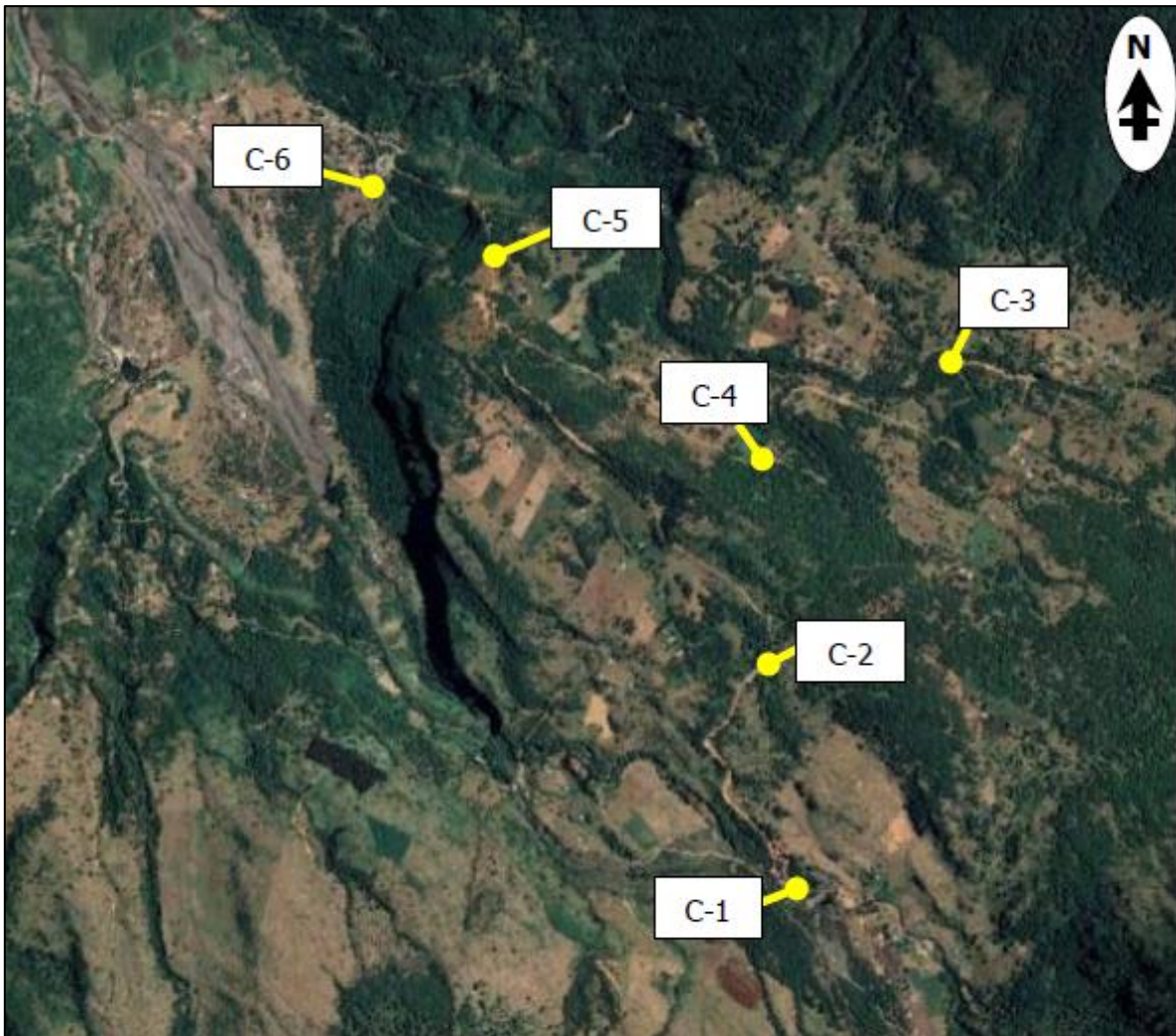


Figura N° 5.1 Ubicación de Calicatas Estudio Geotécnico.

La Tabla N° 5.1 presenta la identificación de las excavaciones en terreno correspondientes al sector de Carilafquen (C-1, y C-2).

Tabla N° 5-1 Ubicación de Calicatas

Descripción General	Descripción Certificados	Sector	Profundidad excavación (m)	Profundidad de exploración (m)	Latitud (S) (WGS 84)	Longitud (E) (WGS 84)
C-1	C-1	Carilafquen	2,30	0,90	5690423	0282978
C-2	C-2	Carilafquen	1,80	0,90	5691229	C0282870

5.1.1 Resultados de Campaña - Descripción Estratigráfica.

A continuación, se presenta una tabla con una descripción estratigráfica simplificada de las distintas calicatas realizadas.

Tabla N° 5-2 Descripción Estratigráfica

Descripción General	Horizonte	Profundidad (m)	Descripción
C-1 Carilafquen	H-1	0,00 – 0,90	Limo, de color café claro, graduación fina, sin plasticidad, partículas redondas, humedad media, consistencia blanda, homogénea, sin presencia de material vegetal, origen antrópico, sin sobretamaño y olor terreo.
	H-2	0,90 – 2,30 (Muestreado)	Limo de Baja Plasticidad (ML), de color café, graduación fina, con plasticidad, partículas redondas, humedad media, consistencia blanda, homogénea, sin presencia de material vegetal, origen antrópico, sin sobretamaño y olor terreo.
C-2 Carilafquen	H-1	0,00 – 0,90	Limo, de color café claro, graduación fina, sin plasticidad, partículas redondas, humedad media, consistencia blanda, homogénea, sin presencia de material vegetal, origen antrópico, sin sobretamaño y olor terreo.
	H-2	0,90 – 1,80 (Muestreado)	Grava Limosa Pobremente Graduada (GP-GM), de color gris, graduación gruesa, sin plasticidad, partículas subangulares, humedad media, consistencia muy dura, homogénea, sin presencia de material vegetal, origen antrópica, con sobretamaño y olor terreo.

Cabe destacar que se toma como referencia esta mecánica de suelos ya que es la más actualizada y cuenta con más ensayos disponibles para el uso de parámetros geotécnicos.

Adicional, de acuerdo los antecedentes revisados, la mecánica de suelos antes citada es previa el recambio de aducciones, por ende, está más actualizada y con los datos geotécnicos del relleno actual.

5.1.2 Antecedentes Geológicos

De acuerdo la Unidad Geológica Mg según Carta Geológica de Chile, se caracteriza por suelos provenientes de rocas intrusivas, granitos, granodioritas, monzonitas, tonalitas, dioritas y gabros, con edades comprendidas entre 20 a 5 Ma.

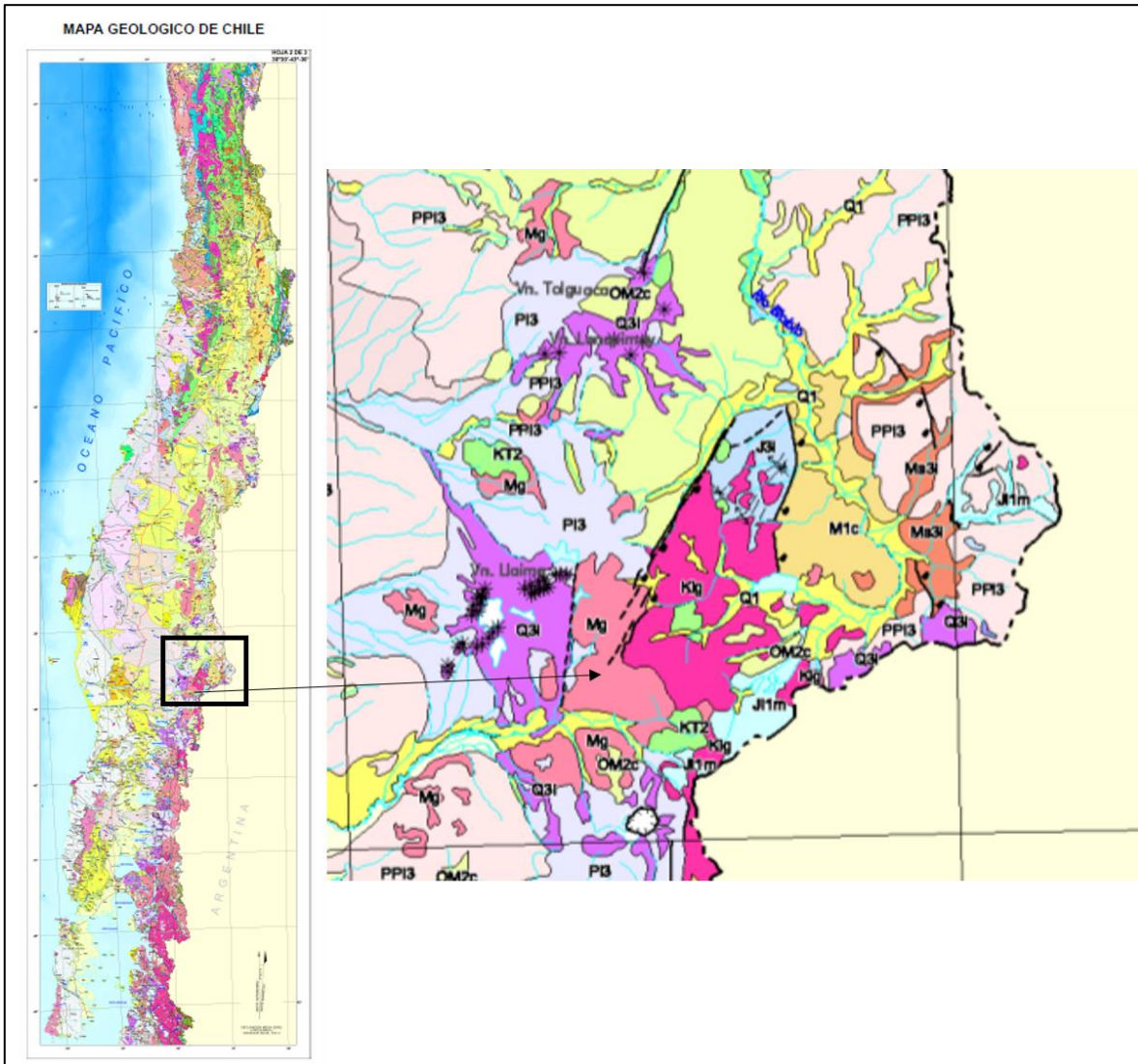


Figura N° 5.2 Mapa Geológico de Chile. Fuente: Sernageomin (2000).

5.1.3 Inspección Visual de Talud Sector Carilafquen

Según visita de GACIMS Geotecnia, el talud que se encuentra en la línea de CRFQ (Carilafquen), está formado por rocas ígneas intrusivas que visualmente pueden clasificar como basalto, de color gris, con un grado de meteorización bajo, discontinuidades con espaciamiento relativo entre 0,12 m a 1 m y superiores a 2 metros, presentando aperturas de juntas muy variables desde cerradas hasta muy anchas, para mayor detalle consultar documento de Ref. [1].

Se expone estos antecedentes en el presente informe ya que según la inspección visual realizada indicada en la referencia [1], este talud tiene una buena visualización ya que no se encuentra revestido por la malla Geobrug existente, pese a que no está ubicado en las coordenadas específicas de los tramos de taludes evaluados, nos entrega una referencia del estado del macizo rocoso de rocas ígneas intrusivas en la aducción CRFQ, el cual se encuentra en buenas condiciones sin patologías en desarrollo.

5.2 Estudio Sísmico BRAC Ingeniería S.A.

La obtención de datos en terreno fue realizada en Junio del 2013, para lo cual se dispusieron 3 Perfiles sísmicos, a través del método ReMi, a lo largo del trazado de la Tubería Forzada (Entre los Vértices N° 4 y 14). La Tabla N° 5.3, muestra la identificación de cada perfil.

Tabla N° 5-3 Ubicación Geófonos Externos

Perfil N°	Geófono N°	Sector	Este (m)	Norte (m)
1 (Entre los Vértices 14 y 13).	1	19 H	281457	5693151
	24	19 H	281515	5693118
2 (Entre los Vértices 11 y 10).	1	19 H	281700	5693015
	24	19 H	281738	5692966
3 (Entre los Vértices 10 y 7).	1	19 H	281756	5692883
	24	19 H	281744	5692944

En documento de Ref. [2], se determinó las distribuciones de velocidad de propagación de ondas de corte hasta una profundidad de 30 metros, y se concluyó lo siguiente:

- Perfil N° 1: En entre los 8,0 m y 23,00 m, se detecta la presencia de suelo denso o Roca Blanda ($V_s > 500$ m/s).
- Perfil N° 2: En este Perfil no se detectó Roca competente ($V_s > 900$ m/s), en los dos primeros tramos, no así en el tercer tramo donde la Roca competente se detectó a partir de los 20 metros. Para los tramos N° 1 y 2, entre los 21,0 m – 22,0 m, se detecta la presencia de suelo denso o Roca Blanda ($V_s > 500$ m/s).
- Perfil N° 3: En este Perfil se detectó Roca competente ($V_s > 900$ m/s), en los dos primeros tramos, entre los 11,0 m y 22,0 m, en el caso del tercer tramo a los 22,2 m, solo se detectó la presencia de suelo denso o Roca Blanda ($V_s > 500$ m/s).

Para el caso de modelación que se realizara se tomara como referencia los parámetros de onda de corte indicadas en el perfil N° 3, ya que son las más cercanas a los taludes de intereses.

6 Marco Teórico

6.1 Descripción de la Metodología de Equilibrio Límite

Los métodos de equilibrio límite analizan diferentes superficies de falla sobre las cuales un talud podría deslizarse. Dentro del estudio de la estabilidad de taludes, sean estos naturales o artificiales, existen diversos mecanismos de falla dependientes de las condiciones ambientales, geográficas, geométricas y geotécnicas.

Usualmente, se consideran los tipos de falla circular rotacional y falla por bloque. La falla circular rotacional en el talud ocurre cuando la superficie de deslizamiento se desarrolla a lo largo de una trayectoria circular, la cual se presenta generalmente en suelos geotécnicamente homogéneos o cuyo comportamiento mecánico, esté condicionado por la resistencia de su fracción fina. La Figura N° 6.1, muestra una falla circular al pie del talud, donde se ve involucrado el talud completo.

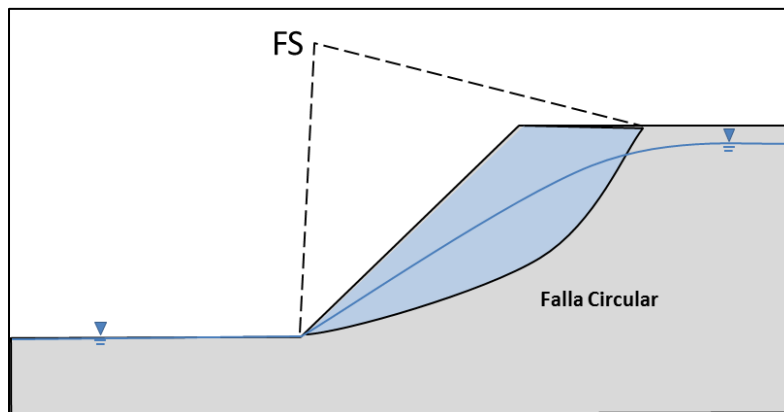


Figura N° 6.1 Falla de Talud Circular

Por otro lado, las fallas por bloque corresponden al deslizamiento de material sobre planos de menor resistencia al corte que los suelos o materiales adyacentes, para este caso existiría una interacción entre la roca existente, suelo natural y relleno de material realizado por el recambio de tuberías.

Metodológicamente, en cada superficie de falla se realiza una discretización de la masa de suelo o roca en dovelas, para cada una de las cuales se determinan las fuerzas de corte solicitantes y las resistentes. Para el cálculo de las fuerzas resistentes en suelos, se utiliza para la determinación de la resistencia al corte el criterio de falla de Mohr-Coulomb, el cual tiene por parámetros el ángulo de fricción interna y la cohesión (" ϕ " y " c ", respectivamente).

Finalmente, el Factor de Seguridad (FS) al deslizamiento se define como el cociente entre las fuerzas resistentes y las fuerzas solicitantes.

$$F.S. = \frac{\sum \text{Fuerzas Resistentes}}{\sum \text{Fuerzas Solicitantes}}$$

Para efectos del presente estudio se considera el método de análisis Morgenstern-Price, el cual, realiza un equilibrio de fuerzas y momentos para cada una de las dovelas, lo que permite obtener un resultado más preciso. El procedimiento se basa en la suposición de que las fuerzas entre dovelas son paralelas las unas con las otras, por lo que tienen el mismo ángulo de inclinación, y son aplicables tanto para el caso estático como pseudo-estático (sismo).

$$F.S. = \frac{\sum \text{Momentos Resistentes}}{\sum \text{Momentos Solicitantes}}$$

6.2 Limitaciones de Metodología de Equilibrio Límite

El desarrollo del presente estudio de estabilidad de taludes ha sido realizado en base a la metodología de equilibrio límite, cuyas limitaciones específicas, se exponen a continuación;

- El valor determinado para el Factor de Seguridad al deslizamiento corresponde al cociente entre las fuerzas geotécnicas resistentes de los materiales y las fuerzas solicitantes que promueven la ocurrencia de las fallas por deslizamiento. Este valor no suministra información directa respecto de las eventuales deformaciones, estáticas y/o sísmicas que podría sufrir el talud, incluso si sus factores de seguridad cumplen con ser mayores a los requeridos por la normativa vigente.
- La modelación en dos dimensiones (2D) de los taludes, considera que la sección analizada se mantiene constante en la dirección perpendicular al plano de ella. Variaciones a lo largo de esta dirección perpendicular que específicamente impliquen un desarrollo cóncavo, con disminución del confinamiento lateral de la sección en estudio, podría dar a lugar resultados del factor de seguridad al deslizamiento, más elevados de lo que realmente corresponde.
- Variaciones en las características geotécnicas de materiales mediante equipos a lo largo de un plano, podría facilitar la generación de fallas a lo largo de esos planos.

7 Análisis de Estabilidad de Taludes

7.1 Criterios de Aceptabilidad

Se han considerado los siguientes criterios de aceptabilidad que definen el límite entre un diseño inestable (si el FS se encuentra por debajo del valor mínimo requerido) o un diseño estable (si el FS es igual o mayor que el valor mínimo requerido).

- $FS_{\text{estático}} \geq 1,5$
- $FS_{\text{pseudo-estático (sismo)}} \geq 1,0$

7.2 Propiedades de los Materiales

Los parámetros geotécnicos del material que participa en el estudio de estabilidad fueron obtenidos a partir de información disponible en el documento de referencia [1] y los antecedentes del sector. Este documento, define para el sector de Carilafquen taludes formados por rocas ígneas intrusivas que visualmente pueden clasificar como basalto.

A continuación, la Tabla N° 7.1 presenta las propiedades de los materiales en Carilafquen.

Tabla N° 7-1 Propiedades de los Materiales

Descripción General	Densidad (kg/m ³)	Cohesión "C" (kg/cm ²)	Ángulo de Fricción Interna ϕ (°)	Referencia
Arena Limosa	1.800	0,16	16,1	[9]
Basalto – Referencia [1]	2.300	2,4	42	[1], [2], y [4]

Una consideración a tener en cuenta de la modelación de los materiales, que para efectos de resistencia mecánica del talud se modelara únicamente como si fuera un basalto con discontinuidades como indica las propiedades definidas en la tabla anterior.

Existe zonas en las cuales este macizo rocoso, puede contener una cubierta suelo, definido según la mecánica de suelos como una SM o ML, esta capa de suelo no aporta resistencia cortante ante sollicitaciones en el talud, por ende, no sera considera en la modelación, pese a lo anterior descrito, si se considera suelo para lo proyectado como relleno de la modelación de la tubería actualmente instalada.

Esto último tambien se refuerza por el hecho de que los taludes actuales, presentan ángulos de inclinación muy superiores a los ángulos de fricción interna del terreno natural, que, pese a que presentan cohesión que aportar la estabilidad del talud, esta no es suficiente para presente los ángulos geométricos que hoy día presentan, más aun teniendo en cuenta que han presentado una estabilidad global segura en el paso del tiempo.

7.3 Estados de Carga o Solicitaciones

Para el estudio de estabilidad de taludes, se realizarán dos (2) casos de análisis asociados a condiciones de carga.

7.3.1 Coeficiente Estático.

Considera el peso propio de los materiales involucrados.

7.3.2 Coeficiente Estático Horizontal, K_h .

Caso pseudo-estático considerando el sismo mediante un coeficiente sísmico horizontal asociado al peso propio con base en la aceleración máxima del sismo de diseño. Para el análisis se consideraron los siguientes criterios para la determinación del coeficiente sísmico horizontal, k_h ;

- ETG 1.015, Endesa (Ref. [5]):

$$si \left(\frac{a_{h-m\acute{a}x}}{g} \right) \geq 0,30, \quad k_h = 0,25 \times \left(a_{h-m\acute{a}x}/g \right)^{\frac{1}{4}}$$

$$si \left(\frac{a_{h-m\acute{a}x}}{g} \right) < 0,30, \quad k_h = 0,60 \times \left(a_{h-m\acute{a}x}/g \right)$$

Si bien las fórmulas indicadas en el documento ETG – 1.015 fueron desarrolladas para proyectos eléctricos de otro tipo, se han considerado en este reporte como una referencia a modo de comparación con los valores obtenidos con otros criterios.

- Saragoni (Ref. [6]):

$$si a_{h-m\acute{a}x} \leq 6,6 m/s^2, \quad k_h = 0,30 \times \left(a_{h-m\acute{a}x}/g \right)$$

$$si a_{h-m\acute{a}x} > 6,6 m/s^2, \quad k_h = 0,22 \times \left(a_{h-m\acute{a}x}/g \right)^{0,33}$$

Tabla N° 7-2 Resultados valores k_h , de distintos criterios

Criterio	A_0	k_h
Saragoni, 1993	0,20 g (Zona 1)	0,060
ETG 1.015, 1987	0,20 g (Zona 1)	0,120

Por lo tanto, se propone la utilización del siguiente valor.

- Coeficiente sísmico horizontal, $k_h = 0,12$.

7.4 Nivel Freático

El día de la exploración no se observó el nivel freático en las calicatas excavadas, según documento de Referencia [1], por ende, no se considera nivel freático en el presente documento.

7.5 Secciones Críticas

Las secciones seleccionadas para el análisis de estabilidad del talud de CRFQ (Carilafquen), corresponden aquellas en que se presentan las condiciones más desfavorables desde el punto de vista de la estabilidad, consideradas como la mayor inclinación y altura de talud en el trazado comprendido entre el PK 0+145 al PK 0+725 (Tramo 1), y el PK 2+140 al PK 2+500 (tramo 2), además se indican las fotografías extraídas de las descargas de la SMA con los PK aproximados, de los cuales se seleccionaron los taludes de interés. La acotación de tramos antes indicados, son donde se encuentra presente la instalación de la malla.



Figura N° 7.1 Imagen N°2 SMA – PK 0+160



Figura N° 7.2 Imagen N°3 SMA – PK 0+160

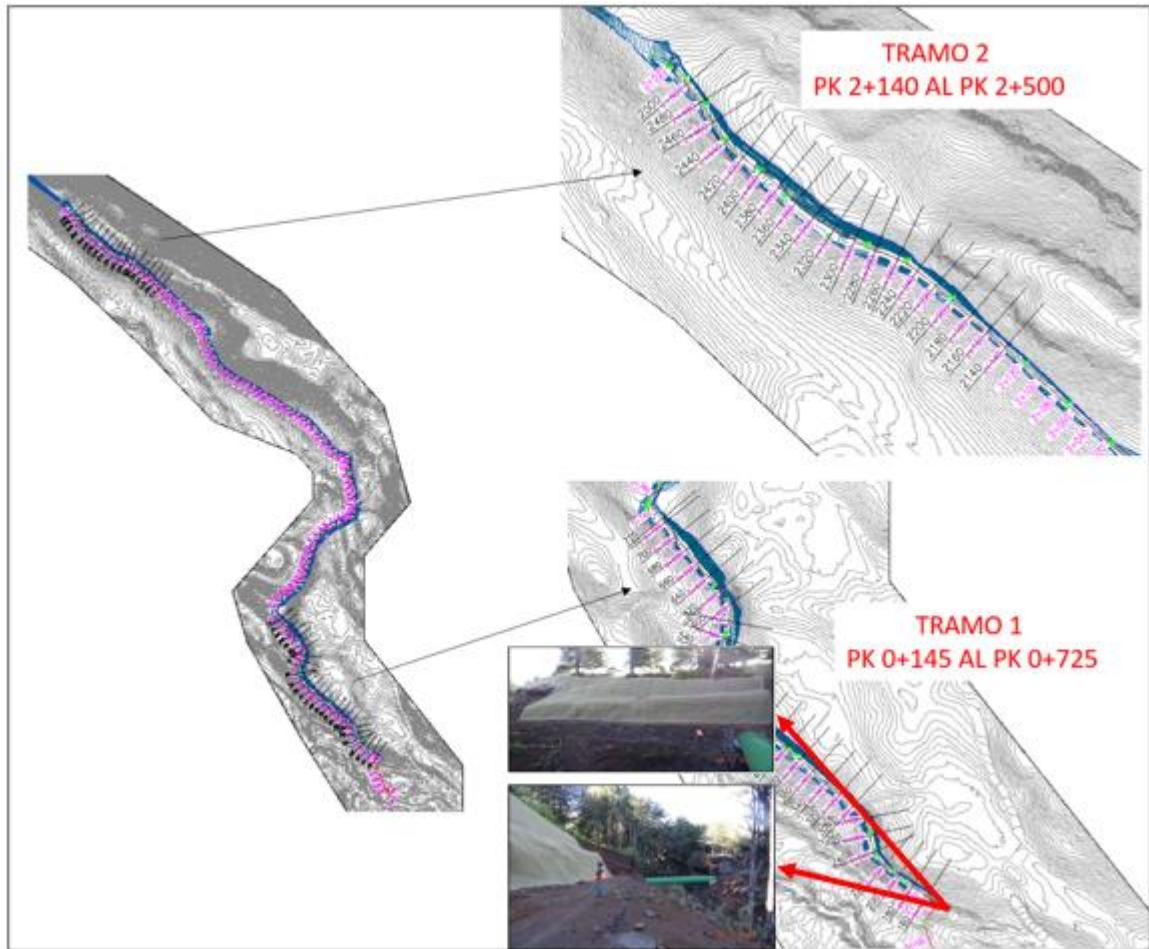


Figura N° 7.3 Tramos Analizados en CRFQ

En la imagen 7.3 se indica fotografías obtenidas de los descargos de la SMA en donde se indica taludes de indicados. Las fotografías están homologadas con los tramos de evaluación respecto a su PK.

La configuración geométrica de estos taludes, corresponden a la topografía As-Built suministrada por el cliente (Ref. [3]). Las siguientes figuras muestran las secciones seleccionadas para análisis de estabilidad, identificando:

- Material,
- Inclinación de talud,
- Altura de talud.

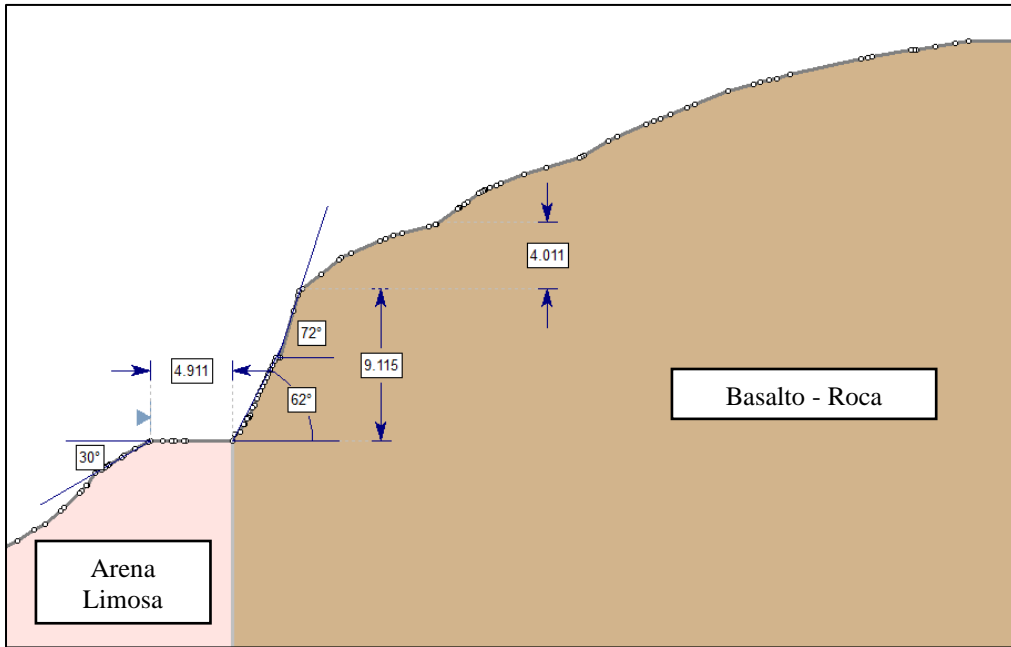


Figura N° 7.4 – Tramo 1: Sección en PK 0+160 (Dimensiones en metros).

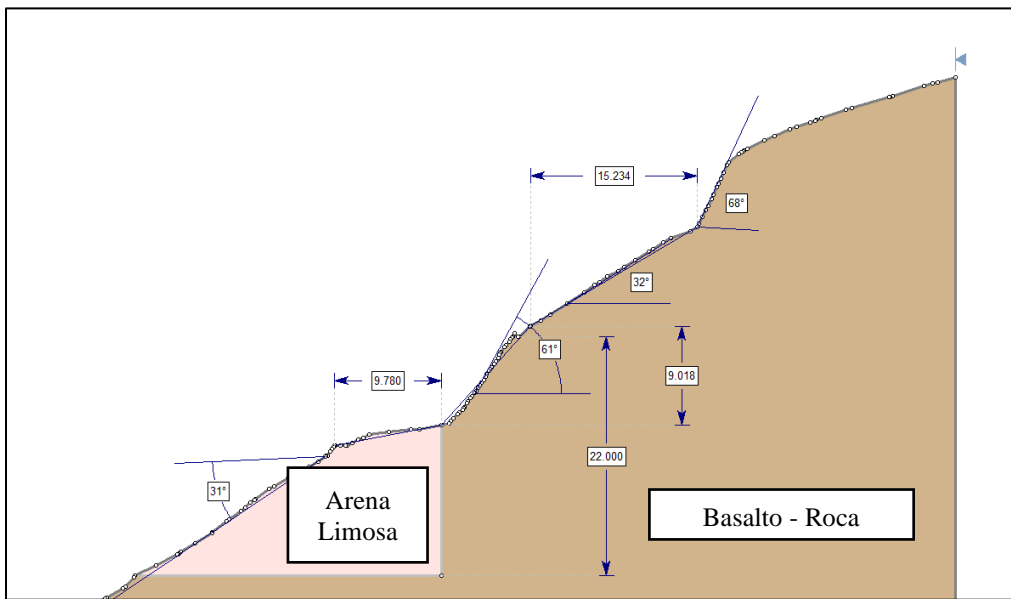


Figura N° 7.5 – Tramo 2: Sección en PK 2+200 (Dimensiones en metros).

8 Resultados de Estabilidad de Taludes

La Tabla N° 8.1 presentan los resultados del análisis de estabilidad de taludes, en la cual se puede apreciar que la configuración es estable en caso estático como pseudo-estático (sismo).

Tabla N° 8-1 Resultados Análisis de Estabilidad de Taludes

Sección	Tipo de Falla	Caso de Análisis	Factor de Seguridad Resultante	Factor de Seguridad Diseño	Verificación Criterio de Diseño
Tramo 1 PK 0+160	Circular	Estático	5,26	1,5	Cumple
		Pseudo-estático (sismo)	4.19	1,0	Cumple
Tramo 2 PK 2+200	Circular	Estático	3,90	1,5	Cumple
		Pseudo-estático (sismo)	3,24	1,0	Cumple

Los resultados gráficos del análisis de estabilidad se incluyen en el Anexo 1 y Anexo 2.

9 Conclusiones

Los resultados obtenidos del análisis de estabilidad de taludes indican que la configuración geométrica del talud en la línea es globalmente estable. En base a las condiciones de análisis del presente estudio, las secciones estudiadas presentan factores de seguridad mayores a los establecidos como criterio de aceptabilidad, cumpliendo así con estos mismos.

En las imágenes se puede apreciar que no se producen fallas locales con factores de seguridad menores a los criterios de aceptabilidad. Lo anterior se debe a las propiedades de resistencia al corte asociadas al material rocoso, específicamente a la cohesión.

Los resultados expuestos son válidos únicamente bajo la configuración geométrica, parámetros geotécnicos y supuestos de cálculo explicitados. Cualquier diferencia respecto a los valores utilizados debe ser contrastada mediante un análisis de estabilidad actualizado.

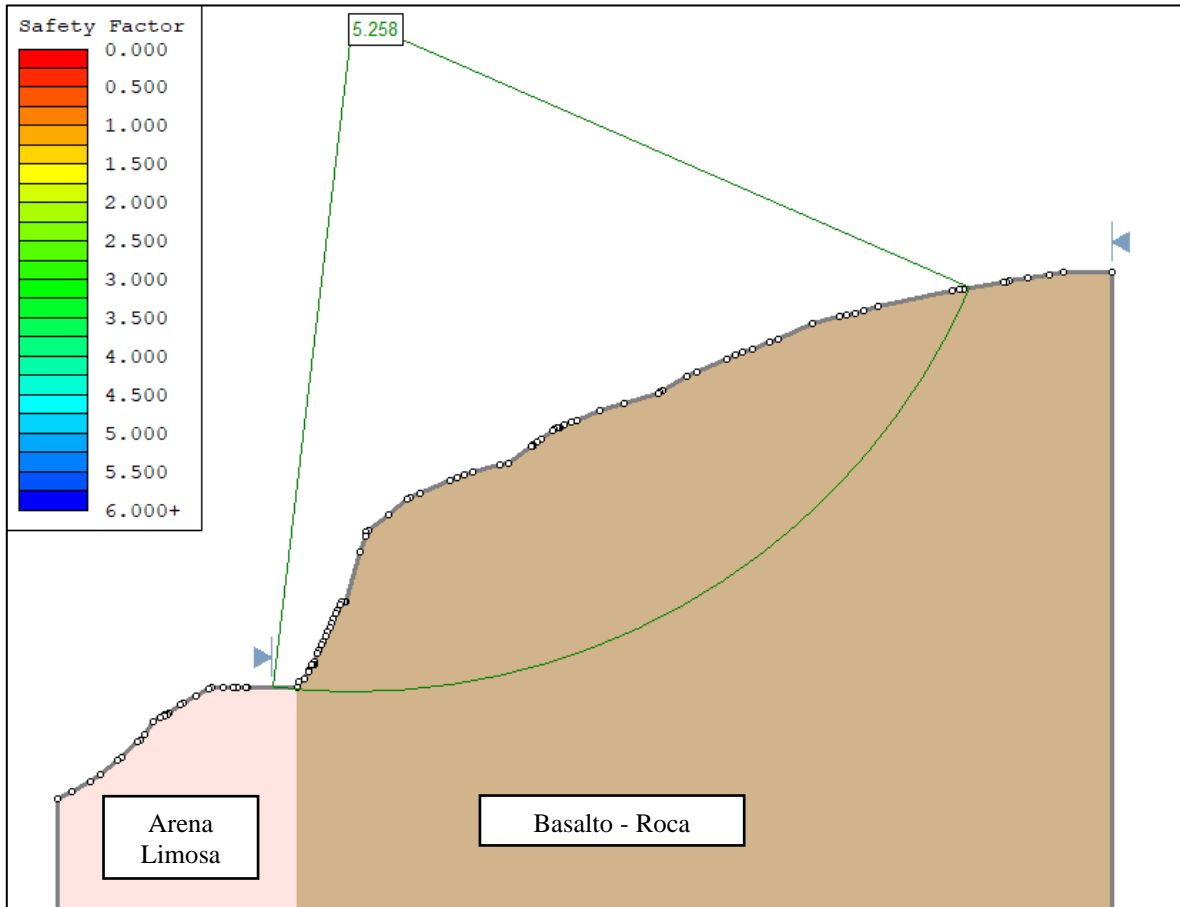
De lo anterior escrito, el talud es estable, las mallas geobruigg indicadas anteriormente, es una aplicación para lo que se refiere a la erosión superficial productos del viento y precipitaciones propias del sector. Adicional sirve contención de derrames menores productor de deslizamiento de la tierra sobre la roca (Fallas locales por bloque), que estas ultimas serán disminuidas por la misma protección entregada por la malla, mas antecedentes en cuanto a la instalación de esta malla se encuentra la referencia [10].

Por lo tanto, el talud esta resguardado tanto mecánicamente en lo que respecta a estabilidad global como fallas más locales implementación de mallas antes indicadas,

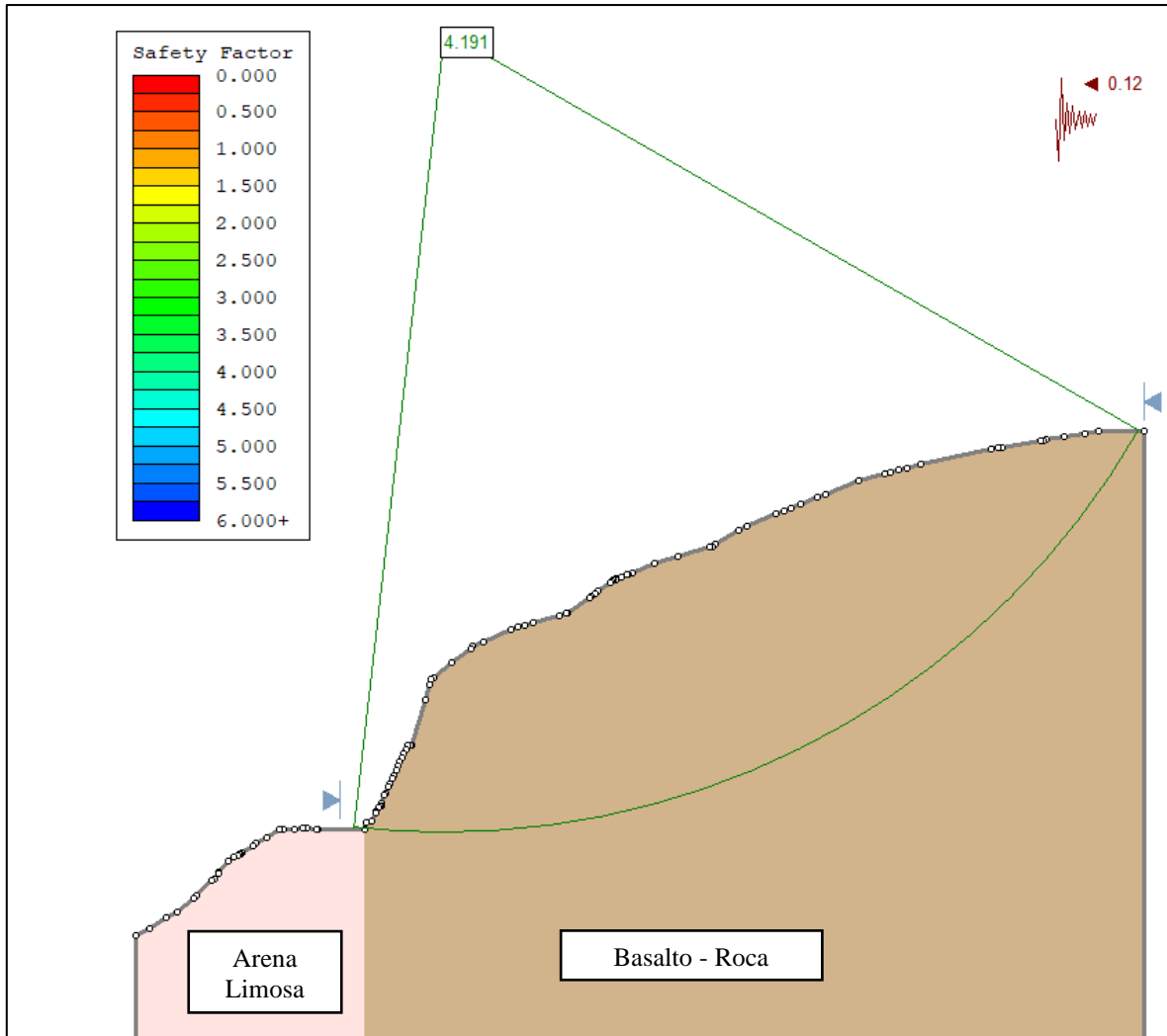
cabe destacar que estas ultimas no influyen en la estabilidad Global del Talud, y por ende, en la seguridad operacional de la central ni daños a predios colindantes.

ANEXO 1 Resultados Gráficos de Estabilidad de Taludes Tramo 1 (PK 0+145 al PK 0+725).

1. Sección de Interés en PK 0+160. Caso estático – Falla de Circular

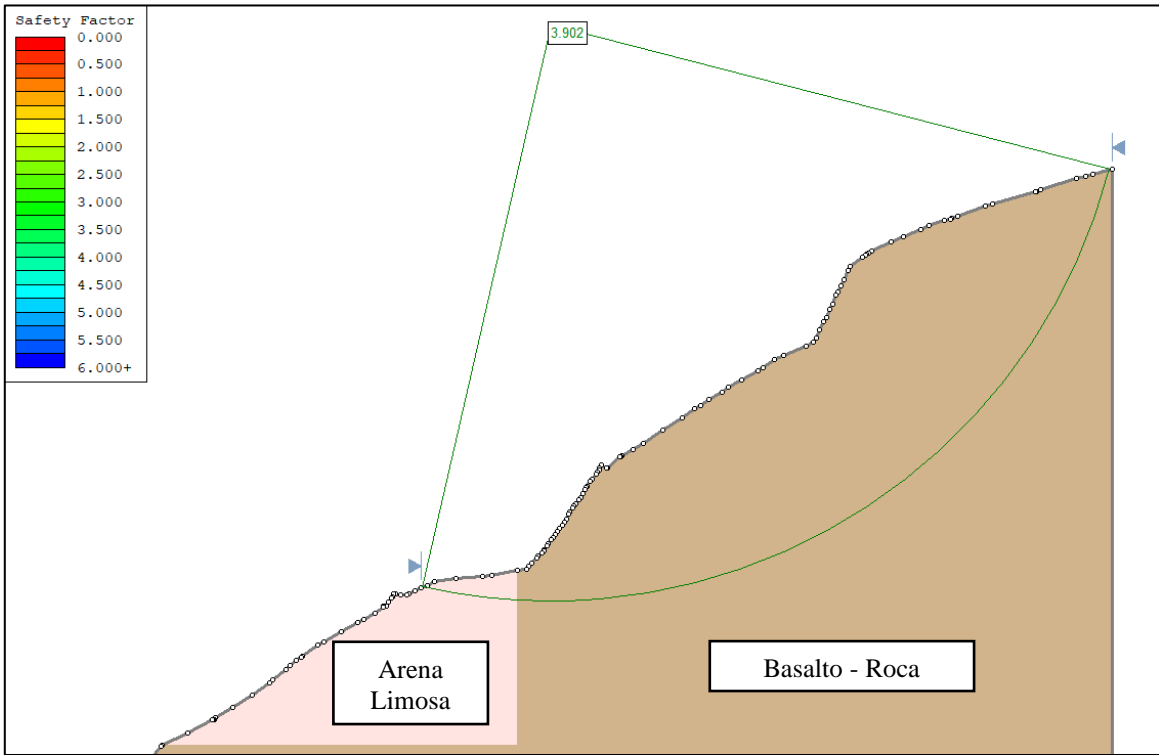


2. Sección en PK 0+160. Caso pseudo-estático $K_h=0,12$ – Falla de Circular

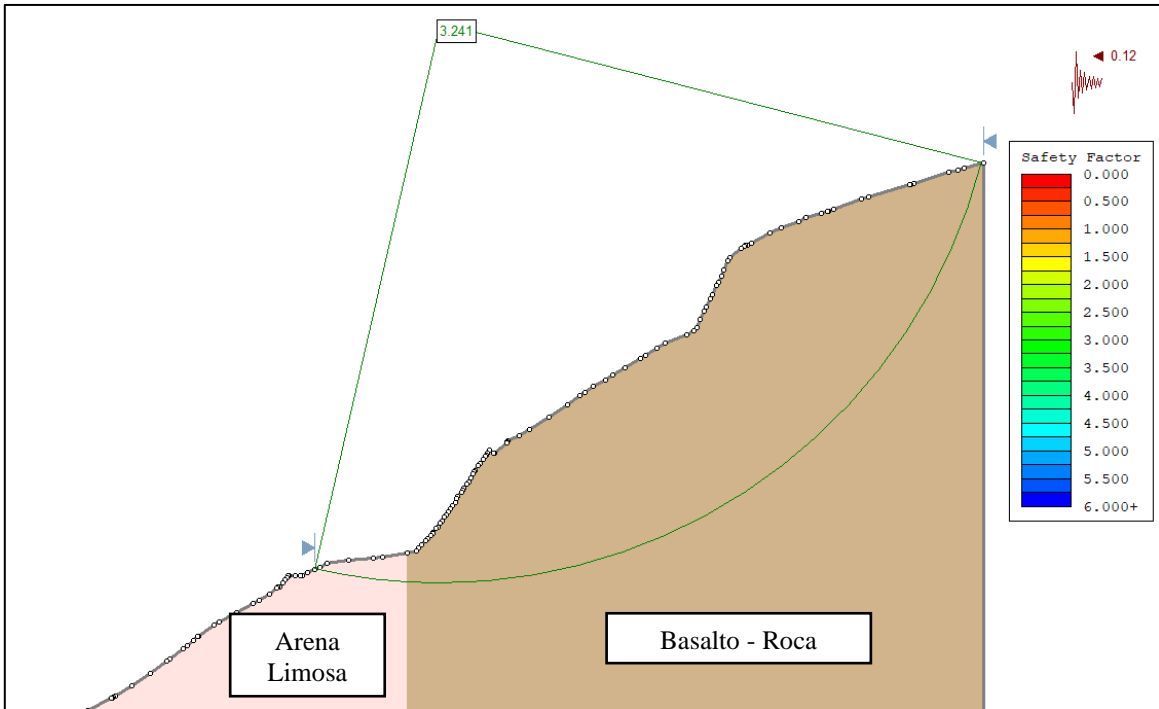


ANEXO 2 Resultados Gráficos de Estabilidad de Taludes (PK 2+140 al PK 2+500).

1. Sección en PK 2+200. Caso estático – Falla de Circular



2. Sección en PK 2+200. Caso pseudo-estático $K_h=0,12$ – Falla de Circular





NOTARIA Y CONSERVADOR Cunco Carlos Rodrigo Ulloa González

Certifico que el presente documento electrónico es ACTA otorgado el 14 de Mayo de 2021 reproducido en las siguientes páginas.

NOTARIA Y CONSERVADOR Cunco Carlos Rodrigo Ulloa González.-

Balmaceda 510.-

Carátula N°: .-

Cunco, 14 de Mayo de 2021.-



N° Certificado: 124456796020.-
www.fojas.cl

Emito el presente documento con firma electrónica avanzada (ley No19.799, de 2002), conforme al procedimiento establecido por Auto Acordado de 13/10/2006 de la Excm. Corte Suprema.-

Certificado N° 124456796020.- Verifique validez en www.fojas.cl.-

CUR N°: 124456796020.-

ACTA NOTARIAL



Cert. N° 124456796020
Verifique validez en
<http://www.fojas.cl>



A solicitud de Empresa Eléctrica Carén S.A Rut [REDACTED], y siendo las 15:00 horas del día 5 de mayo de 2021, me constituí en la Central de Pasada Carilafquen - Malalcahuello, de la comuna de Melipeuco, ubicada en Carén Bajo S/N.

A la diligencia fui acompañado por el Abogado Maximiliano Booth P. y don José Salgado Gómez, rut 11.409.400-K, quien condujo hasta el lugar.

Desde el camino público nos dirigimos al sector de Huechelepún, iniciando el recorrido desde Bocatoma Carilafquén hacia Chimenea de Equilibrio de esta misma faja de acueducto. Nos detuvimos en el sector denominado “pk 180 a pk 600 Aducción Carilafquén”. Allí, pude constatar lo siguiente:

1. Existe un talud en sector de aproximadamente 12 a 15 metros de alto, el cual tiene 3 terrazas o niveles y se encuentra cubierto casi en su totalidad por una malla de contención.
2. Se observa que el camino adyacente al talud cubierto con la malla de contención, se encuentra completamente limpio, sin rocas, piedras, o algún otro que impida la circulación o que pueda ser objeto de algún rodado.
3. Se observa una tubería de color verde, que atraviesa la quebrada aledaña.
4. Asimismo, pude constatar que dicho lugar es el mismo lugar contenido en las siguientes imágenes:
 - a) Imágenes del trabajo de instalación de “Mallas Greenax pk 200 al pk 600”, de la página 12 del “INFORME FINAL, Instalación Malla Contención de Taludes, Central de Pasada Carilafquén Malalcahuello, elaborado por Ingeniería y Asesorías Jorge Higuera EIRL”.
 - b) Imágenes N° 2 y 3 de la página 11 de la RESOLUCIÓN EXENTA N°1/ROL D-097-2021 de la Superintendencia del Medio Ambiente mediante la cual Formula cargos que indica a EMPRESA ELÉCTRICA CARÉN S.A.
 - c) En cuanto a las rocas de la imagen N°4 de la página 12 de la RESOLUCIÓN EXENTA N°1/ROL D-097-2021 de la Superintendencia del Medio Ambiente mediante la cual formula cargos que indica a EMPRESA ELÉCTRICA CARÉN S.A., pude constatar que a la fecha de la visita, no existen. El camino se encuentra totalmente despejado.

Se acompañan una serie de fotografías y los documentos señalados en las letras a) y b) del numeral 5, que forman parte integrante de la presente acta para todos los efectos legales.

Siendo las 17:00 horas, se puso término a la presente diligencia, y para constancia de lo anterior se levantó la presente acta en 2 ejemplares, quedando una en poder del Notario infrascrito.

MALLAS GREENAX PK 200 AL PK 600

- FOTOGRAFÍAS RESOLUCIÓN EXENTA N° 1 ROL D-097-2021 PÁG- 11.

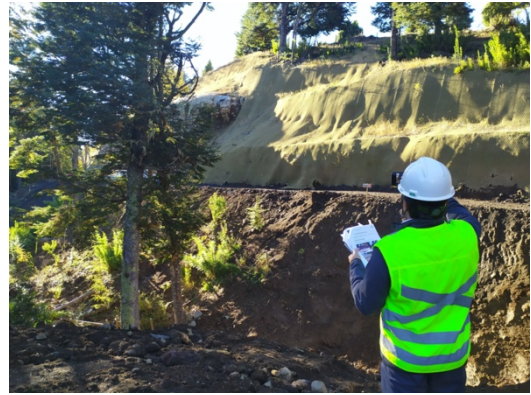
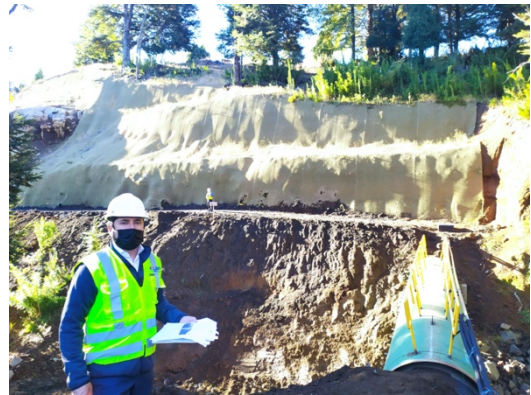


Imagen N° 2: sector tubería de aducción Carilafquén, en donde se puede ver el atraveso de la tubería descubierta que pasa por una quebrada y la colocación de malla en la pendiente del talud, para contener el desprendimiento de suelo.



Imagen N° 3: Mismo sector de la imagen N° 2, donde se aprecia fuerte pendiente del talud sobre la tubería (localizada bajo el funcionario de la imagen).

- FOTOGRAFÍAS VISITA NOTARIO



Cert N° 124456796020
Verifique validez en
<http://www.fojas.cl>





Cert N° 124456796020
Verifique validez en
<http://www.fojas.cl>



CAMINO

•

- FOTOGRAFÍA RESOLUCIÓN EXENTA N° 1 ROL D-097-2021



Imagen N° 4: sector de tubería de aducción de Carilaquén cercano a la chimenea de equilibrio, donde se observa acopio de rocas a los pies del talud.

Fuente: Informe de Fiscalización Ambiental DFZ-2018-1204-IX-RCA



Cert N° 124456796020
Verifique validez en
<http://www.fojas.cl>



- FOTOGRAFÍAS VISITA NOTARIO



Carlos Ulloa González
Notario Público de Cunco



ACOPIO

- FOTOGRAFÍAS VISITA NOTARIO





Cert N° 124456796020
Verifique validez en
<http://www.fojas.cl>





RECAMBIO DE TUBERIA DE ADUCCION CARILAFQUEN Y MALALCAHUELLO

LAP

INFORME SEMANAL DE CONSTRUCCION Nº18

20-01-2020 AL 26-01-2020

CRFQ-MLCH-CO-0001-ISC-0018

Rev. 0

Febrero 27, 2020

Rev.	Fecha	Revisiones	Elaboró	Revisó	Aprobó
A	27-01-2020	Revisión interna	JCJ	HAM	SRG
B	30-01-2020	Para revisión	JCJ	HAM	SRG
0	27-02-2020	Revisión interna	JCJ	HAM	SRG

RECAMBIO DE TUBERIA DE ADUCCION CARILAFQUEN Y MALALCAHUELLO

Nro. Scotta: CRFQ-MLCH-CO-0001-ISC-018
Revisión: 0
Fecha: 27 de Febrero, 2020
Cliente: LATIN AMERICA POWER
Gerente de proyecto: Sebastián Ramos G.
Autor: Javier Carrillo J.



Scotta Chile SA

Av. Vitacura 2969, oficina 901 - piso 9
Las Condes
Santiago
Chile

Tel. +56 2 32027360
info@scotta.cl
www.scotta.cl

Contenido

1	Introducción	1
2	Alcance del presente documento	1
3	Partidas trabajadas en el periodo.....	1
4	Resumen general de mano de obra y maquinaria.	6
5	Curva S – Avance Físico	10
6	Incidentes y accidentes dentro de la semana (indicadores).	11
7	Observaciones.	13
8	TT enviados en el periodo	14
9	Registro fotográfico.....	15

Gráficos

<i>Gráfico 1: Curva S</i>	10
<i>Gráfico 2: Gráficos Tendencias</i>	12
<i>Gráfico 3: Informe Estadístico SST</i>	13

Tablas

<i>Tabla 1: traslado tubería</i>	3
<i>Tabla 2: Fabricación y traslado piezas especiales</i>	4
<i>Tabla 3: resumen avance acumulado, Malalcahuello</i>	4
<i>Tabla 4: resumen avance acumulado, Carilafquen</i>	5
<i>Tabla 5: rendimientos de terreno</i>	5
<i>Tabla 6: Listado de Personal SCOTTA Chile</i>	6
<i>Tabla 7: Listado de equipos usados en el periodo</i>	6
<i>Tabla 8: Resumen HH de la semana según programa de obra</i>	10
<i>Tabla 9: Tabla de incidencias, por restricciones, en Curva S</i>	11
<i>Tabla 10: Informe Estadístico SST/Resumen anual</i>	11
<i>Tabla 11: Datos mensuales y acumulados</i>	12
<i>Tabla 12: Tabla toma de conocimiento personal SCOTTA</i>	13
<i>Tabla 13: TT enviados en el periodo</i>	14

1 Introducción

El presente documento corresponde al avance de las partidas reprogramadas del Proyecto Recambio de Tubería de Aducción Carilafquen y Malalcahuello, comprendido entre el periodo del 20-01-2020 al 26-01-2020.

2 Alcance del presente documento

En el presente documento se indican las actividades realizadas en obra en los periodos indicados en el punto anterior, en este se incluyen actividades realizadas en la semana y las proyectadas para la semana posterior.

Se incluye el contenido indicado a continuación:

- Partidas trabajadas en el periodo.
- Resumen general entre mano de obra y maquinaria.
- Curva S.
- Incidentes y accidentes dentro de la semana (Indicadores).
- Observaciones.
- TT enviados en el periodo.
- Registro fotográfico.

3 Partidas trabajadas en el periodo

a) Instalación de faena:

- Orden, Limpieza.
- Construcción de Camarín, duchas y lavamanos, para cumplimiento del DS594.
- Descarga de tuberías traídas desde Fábrica.
- Carga de tuberías para traslado a Acopios, teleférico y zanjas.

b) Área de andarivel alta:

- Se traslada tubería, para cargar camiones planos en sector F3.

c) Movimiento de tierra y retiro tubería

- Tramo H: (pk 1+ 450 hasta pk 2 + 040). Avance 0 ml, acumulado 590 ml.
- Tramo J: (pk 3+ 200 hasta pk 2 + 930). Avance 145 ml, acumulado 270 ml.
- Tramo B: (pk 0 + 600 hasta pk 1+175). Avance 0 ml, acumulado 585 ml.
- Tramo A: (pk 0+40 hasta pk 0+85) y (pk 0+600 hasta pk 0+545). Avance 0 ml, acumulado 100 ml.
- Tramo D: (pk 1+600 hasta pk 1+840). Avance 30 ml, acumulado 260 ml
- Tramo F, G y C terminadas.

d) Montaje de Tubería

- Montaje Tramo F:
 - Detalle de avance:
 - Tuberías instaladas: 0 unidades.
 - Electrofusiones: 0 ejecutadas.
 - Extrusiones: 0 ejecutadas.
 - Prueba hidrostática: 35 ejecutadas.
- Montaje Tramo G:
 - Tuberías instaladas: 24 unidades.
 - Electrofusiones: 24 ejecutadas.
 - Extrusiones: 22 ejecutadas.
 - Prueba hidrostática: 0 ejecutadas.
- Montaje Tramo B:
 - Tuberías instaladas: 0 unidades.
 - Electrofusiones: 0 ejecutadas.
 - Extrusiones: 0 ejecutadas.
 - Prueba hidrostática: 0 ejecutadas.
- Montaje Tramo C:
 - Tuberías instaladas: 15 unidades.
 - Electrofusiones: 15 ejecutadas.
 - Extrusiones: 15 ejecutadas.
 - Prueba hidrostática: 18 ejecutadas.

e) Rellenos compactados

- tramo F: (59ml) T1- (46ml) T2 – (49ml) T3
- tramo B: (15ml) T1

f) Acopio y traslado tubería

- Se trasladaron 19 unidades de tubería de 1400 mm, y 21 de 1600mm por teleférico.
- Se trasladaron 25 tuberías de 1600 mm y 26 de 1400 mm desde IF a teleférico.

g) Traslado Fabrica Krah a IF

- 28 tuberías de 1600 mm.
- 16 tuberías de 1400 mm.
- 460 de 1400mm tubos y 432 de 1600mm en Obra.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL PROYECTADO	TOTAL FABRICADA	DESVIACIÓN
1	FABRICACIÓN				
1.1	DIÁMETRO 1400 MM	UNI	544	544	0
1.2	DIÁMETRO 1600 MM	UNI	430	430	0

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	SALDO	NO CONFORMIDAD
1	TRASLADO DESDE FÁBRICA A IF				
1.1	DIÁMETRO 1400 MM	UNI	472	72	1 (Daño cinta generatriz interior tubo)
1.2	DIÁMETRO 1600 MM	UNI	420	10	-

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	SALDO	NO CONFORMIDAD
1	TRASLADO DESDE IF A ACOPIOS				
1.1	DIÁMETRO 1400 MM	UNI	303	169	1 (Resistencia cortada)
1.2	DIÁMETRO 1600 MM	UNI	165	255	-

Tabla 1: traslado tubería

• Piezas especiales

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL PROYECTADO	TOTAL FABRICADO	DESVIACIÓN
1	FABRICACIÓN				
1.1	DIÁMETRO 1400 MM	UNI	41	27	14
1.2	DIÁMETRO 1600 MM	UNI	16	6	14

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	TOTAL TRASLADADO	INSTALADAS	DESVIACIÓN
1	TRASLADO DESDE IF A ACOPIOS				
1.1	DIÁMETRO 1400 MM	UNI	26	22	4
1.2	DIÁMETRO 1600 MM	UNI	6	4	2

Tabla 2: Fabricación y traslado piezas especiales.

h) Tablas resumen de avance acumulado

FECHA CONTROL		24-1-20			REAL		PROG		DESVIO	
CRICUITO	TRAMO	ACTIMDAD	UNIDADES	TOTAL	REAL ml	%	PROG	%	DESVIO	%
MALALCAHUELLO	F	Ret. Tubería	m	850	850	100%	850	100%	0	0%
		Inst. Tubería	m	850	705	83%	850	100%	-145	-17%
		P. Especial	UNI	26	22	85%	26	100%	-4	-15%
		Sold. Extrusión	UNI	141	117	83%	141	100%	-24	-17%
		PH	UNI	141	98	70%	141	100%	-43	-30%
		Relleno	m	850	250	29%	850	100%	-600	-71%
	G	Ret. Tubería	m	600	600	100%	600	100%	0	0%
		Inst. Tubería	m	600	243,6	41%	312	52%	-288	-11%
		P. Especial	UNI	4	0	0%	0	0%	0	0%
		Sold. Extrusión	UNI	99	42	42%	51	52%	-9	-10%
		PH	UNI	99	0	0%	51	52%	-91	-52%
		Relleno	m	600	0	0%	0	29%	0	-29%
	H	Ret. Tubería	m	700	590	84%	700	100%	-110	-16%
		Inst. Tubería	m	700	0	0%	0		0	0%
		P. Especial	UNI	11	0	0%	0		0	0%
		Sold. Extrusión	UNI	119	0	0%	0		0	0%
		PH	UNI	119	0	0%	0		0	0%
	I	Ret. Tubería	m	600	0	0%	600	100%	-600	-100%
		Inst. Tubería	m	600	0	0%	0		0	0%
		P. Especial	UNI	0	0	0%	0		0	0%
		Sold. Extrusión	UNI	99	0	0%	0		0	0%
		PH	UNI	99	0	0%	0		0	0%
	J	Ret. Tubería	m	464	289	62%	385	83%	-96	-21%
		Inst. Tubería	m	464	0	0%	0		0	0%
P. Especial		UNI	0	0	0%	0		0	0%	
Sold. Extrusión		UNI	78	0	0%	0		0	0%	
PH		UNI	78	0	0%	0		0	0%	
TOTAL				3214			0		0%	

Tabla 3: resumen avance acumulado, Malalcahuello.

CARILAFQUEN	A	Ret. Tubería	m	600	110	18%	0	0%	110	18%
		Inst. Tubería	m	600	0	0%	0	0%	0	0%
		P. Especial	UNI	10	0	0%	0	0%	0	0%
		Sold. Extrusión	UNI	99	0	0%	0	0%	0	0%
		PH	UNI	99	0	0%	0	0%	0	0%
	B	Ret. Tubería	m	600	570	95%	600	100%	-30	-5%
		Inst. Tubería	m	600	498	83%	600	100%	-102	-17%
		P. Especial	UNI	4	2	50%	4	100%	-2	-50%
		Sold. Extrusión	UNI	99	83	84%	99	100%	-16	-16%
		PH	UNI	99	83	84%	99	100%	-16	-16%
		Relleno	m	600	6	1%	570	95%	-594	-94%
	C	Ret. Tubería	m	400	400	100%	400	100%	0	0%
		Inst. Tubería	m	400	133,4	33%	0	4%	133	29%
		P. Especial	UNI	2	2	100%	0	0%	2	100%
		Sold. Extrusión	UNI	67	20	30%	3	4%	17	26%
		PH	UNI	67	20	30%	3	4%	17	26%
	D	Ret. Tubería	m	400	260	65%	400	100%	140	-35%
		Inst. Tubería	m	400	0	0%	0	0%	0	0%
		P. Especial	UNI	0	0	0%	0	0%	0	0%
		Sold. Extrusión	UNI	67	0	0%	0	0%	0	0%
		PH	UNI	67	0	0%	0	0%	0	0%
	E	Ret. Tubería	m	527	80	15%	506	96%	426	-81%
		Inst. Tubería	m	527	0	0%	0	0%	0	0%
		P. Especial	UNI	0	0	0%	0	0%	0	0%
		Sold. Extrusión	UNI	89	0	0%	0	0%	0	0%
PH		UNI	89	0	0%	0	0%	0	0%	
TOTAL			2527							

Tabla 4: resumen avance acumulado, Carilafquen.

i) Rendimientos de terreno

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	RENDIMIENTO REAL	RENDIMIENTO PROGRAMADO	DESVIACIÓN
1	EXCAVACIÓN				
1.1	CIRCUITO MALACAHUELLO				
1.1.1	TRAMO J	ML	23,50	30,00	-6,50
1.2	CIRCUITO CARILAFQUEN				
1.2.1	TRAMO E	ML	20,00	22,00	-2,00
2	RELLENOS				
2.1	CIRCUITO MALACAHUELLO				
2.1.1	PROMEDIO RENDIMIENTO	ML	9,80	28,00	-18.20
3	MONTAJE DE TUBERÍA				
3.1	CIRCUITO MALACAHUELLO				
3.1.1	TRAMO G	EXTRUSIÓN	4,40	4	0,40
3.2	CIRCUITO CARILAFQUEN				
3.2.1	TRAMO C	EXTRUSIÓN	3	2,48	+0,52

Tabla 5: rendimientos de terreno.

4 Resumen general de mano de obra y maquinaria.

a) Listado personal Scotta Chile S.A:

Organismo Administrador	MUTUAL DE SEGURIDAD
Admr. Obra / Jefe Terreno	HUGO AGUILERA MERCADO- Rut:14.360.623-6
N° Cantidad de Trabajadores Acreditados	88
Trabajos a Ejecutar	Cambio de Tuberías Carilafquen Malalcahuello
Fecha Inicio	15/07/2019
Fecha Termino	30/12/2020
Actualización del Mes	Enero, Año 2020

Tabla 6: Listado de Personal SCOTTA Chile

b) Listado maquinaria semanal:

MAQUINARIA Y EQUIPOS	Carilafquen	Malalcahuello	General
Retroexcavadora		2	
Excavadora	2	5	1
Placa compactadora	1	1	2
Vibropisón	0	1	0
Camión Tolva	4	3	1
Camión Pluma			2
Camión Plano			2
Camión aljibe			2
Surtidor de petróleo			1
Camión 3/4			1
Rodillo doble tambor		1	

Tabla 7: Listado de equipos usados en el periodo

Nº	NOMBRE	EMPRESA	CARGO	STATUS
1	Vilma Alvarez Lonconao	Scotta	Administrativa	Aprobado
2	Hugo Aguilera	Scotta	Administrador	aprobado
3	Cristian Oakley	Scotta	Alarife	Aprobado
4	Fabian Osses	Scotta	Alarife	Aprobado
5	Felipe Escobar	Scotta	Alarife	Aprobado
6	Osvaldo Sanhueza	Scotta	alarife	Aprobado
7	Yolynny Bascur	Scotta	APR	Aprobado
8	Juan pablo jara	Scotta	ayudante calidad y CCDD	Aprobado
9	Alfredo Juanico	Scotta	Ayudante de Maestro	Aprobado
10	Carmelo Ñancupil	Scotta	Ayudante de Maestro	Aprobado
11	Eduardo Cordova	Scotta	Ayudante de Maestro	Aprobado
12	Gonzalo Carrillo	Scotta	Ayudante de Maestro	Aprobado
13	Guillermo Huenupi	Scotta	Ayudante de Maestro	Aprobado
14	Jhonathan Alonso	Scotta	Ayudante de Maestro	Aprobado
15	Sebastian Montenegro Lipin	Scotta	Ayudante de Maestro	Aprobado
16	Damian Maritru Troncoso	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
17	John Espinoza Lago	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
18	Patricio Ñancupil Perquil	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
19	Alex Altamirano	Scotta	Capataz	Aprobado
20	Ignacio Cifuentes Matamala	Scotta	Capataz	Aprobado
21	Jose Sepulveda	Scotta	Capataz	Aprobado
22	Teodisio Eladio Apablaza	Scotta	Capataz	Aprobado
23	Victor Gutierrez	Scotta	Capataz	Aprobado
24	Alejandro Ramirez	Scotta	Capataz Telef y Maestro General	Aprobado
25	Javier Carrillo Jaramillo	Scotta	Control y Programación	Aprobado
26	Camilo Jaramillo	Scotta	Eléctrico	Aprobado
27	Alvaro Diaz	Scotta	Encargado de adquisiciones	Aprobado
28	Mynor Aragon Reyes	Scotta	Encargado de Bodega	Aprobado

29	Andrew Monsalve	Scotta	Encargado de topografía	Aprobado
30	Sebastian Ramos	Scotta	Gerente de Proy.	aprobado
31	ilñigo Escribano	Scotta	Ingeniero de proyecto	Aprobado
32	Luis Figueroa Tapai	Scotta	Jefe de prog. Y org.	Aprobado
33	Brian Soto	Scotta	Jefe de Terreno	Aprobado
34	Carlos Huenupi Rebolledo	Scotta	Jornal	Aprobado
35	Eliacer Apablaza	Scotta	jornal	Aprobado
36	Juan Ñancupil Gonzalez	Scotta	Jornal	Aprobado
37	Sebastian Oakley	Scotta	jornal	Aprobado
38	Victor arias apablaza	Scotta	jornal	Aprobado
39	Italo romero	Scotta	maestro general	Aprobado
40	Miguel Carrillo	Scotta	Maestro general	Aprobado
41	Eladio Alvarez	Scotta	mecánico-soldador	Aprobado
42	Pablo Castro Bravo	Scotta	motosierrista	Aprobado
43	Juan Aguilera	Scotta	Op. Teleférico y Maestro General	Aprobado
44	Omar Caiguan	Scotta	Op. Teleférico y Maestro General	Aprobado
45	Adolfo Carrillo	Scotta	operador de retroexcavadora	Aprobado
46	Franco Sobarzo	Scotta	Operador Maquinaria Pesada	Aprobado
47	Patricio Catalan Cuevas	Scotta	Prevención de Riesgos	Aprobado
48	Hugo Leon Conchas	Scotta	Rigger	Aprobado
49	Patricio Aroca Millahuan	Scotta	Rondin	Aprobado
50	Ricardo Ramirez Ceballos	Scotta	Rondin	Aprobado
51	Ronald Millahuan Lagos	Scotta	Rondin	Aprobado
52	Sergio arias	Scotta	soldador	Aprobado
53	Franco Guzman	Scotta	Supervisor teleférico	Aprobado
54	Fernando Mansilla	Scotta	topógrafo	Aprobado
55	Oscar Adin Soto	Scotta	topógrafo	Aprobado
56	Sergio Aguayo	Scotta	Topógrafo	Aprobado
57	Troncoso Neipan Víctor	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
58	Mora Aravena Omar	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
59	Parada Quilaqueo José	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
60	Troncoso Abello Víctor	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
61	Toledo Pitriqueio Milton	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
62	Cordova Lema Pedro	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
63	Ñancupil Perquil Patricio	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
64	Huaiquio Ovando Ernesto	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
65	Matus Vasquez Carlos	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
66	Maritru Troncoso Damian	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
67	Abello Huaiquio Rigoberto	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado

68	Trecaman Troncoso Yerko	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
69	Huenupi Epulef Jose	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
70	Jofre Sanhueza Eloy	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
71	Huenupi Epulef Francisco	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
72	Torres Estrada Nicole	Scotta	Paleta	Aprobado
73	Lagos Gonzalez Gloria	Scotta	Paleta	Aprobado
74	Araya Zacconi Yair	Scotta	Ayudante Terreno	Aprobado
75	Aguila Jose	Scotta	Operador Teleférico	Aprobado
76	Nahuelcura Riquelme Juan	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
77	Vidal Arias Rigoberto	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
78	Palacios Fuentes Julio	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
79	Juanico Blanco Gustavo	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
80	Reumay Cuevas Alfredo	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
81	Porma Maritru Jose	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
82	Meiriño Gonzalo	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
83	Ulloa Diaz Gerson	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
84	Illanes Perez Carlos	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
85	Scherer Illanes Francisco	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
86	Reumay Fuentes Hector	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
87	Huenchuman Duran Marco	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado
88	Lillo Cesar	Scotta	Ayudante de Terreno	Aprobado

5 Curva S – Avance Físico

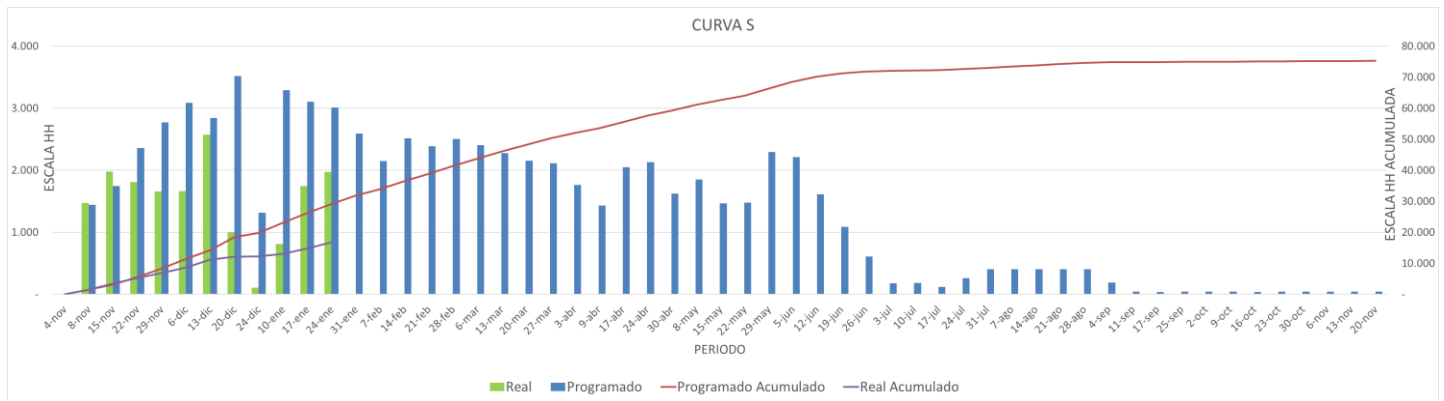


Gráfico 1: Curva S

Informe Semanal N°11

Semana	11
Día de Control	24/1/2020
HH Programadas	3.009
HH Progr. Acum	29.164
% Programado acum.	38,76%
HH Ganadas	1.970
HH Ganadas Acum	16.776
% Ganado Acum.	22,30%
% Desviación	-16,46%
Restricciones LAP	7,50%
% Desviación Real	-8,96%
Factor Climático (Informativo)	1,66%
% Desviación Real con factor climático	-7,30%

Tabla 8: Resumen HH de la semana según programa de obra.

TABLA DE INCIDENCIAS, POR RESTRICCIONES, EN CURVA S

CIRCUITO	TRAMO	RESTRICCIÓN	PARIDAS DEMORADAS	ACCIÓN	COMIENZO	FIN	DURACIÓN (DÍAS)	HH DIARIA	HH TOTALES	% DE INCIDENCIA POR DÍA	% DE INCIDENCIA TOTAL PROYECTO	DÍAS DE RETRASO	% DEMORA ACUMULADO	ESTADO
MALACAHUELLO	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	H	Retiro de polines en callejón	Retiro de relleno + tubería existente + FO	No se puede excavar los 110 ml finales ya que el tramo será utilizado como camino alternativo al callejón, en la eventualidad que éste último no se pueda utilizar.	lun 11/11/19	mar 24/12/19	32	68,4	2.188,80	0,09%	2,91%	10	0,91%	Cerrado el 24.12.2019
	I	Retiro de polines en callejón	Retiro de relleno + tubería existente + FO	No se puede iniciar el retiro del relleno debido a que los Tramos I y J, serán utilizados como camino alternativo al callejón, en la eventualidad que éste último no se pueda utilizar.	jue 05-12-19	jue 23-01-20	28	59,4	1.663,20	0,08%	2,21%	16	1,26%	Cerrado el 24.12.2019
CARILAFQUEN	J	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	B	Camino de acceso a faja por terreno Sr. Antonio Pardo	Rellenos (Tipo 1, Tipo 2 y Tipo 3)	Este camino estaba contemplado para el tránsito de camiones para los rellenos. Al no estar disponible, se deben realizar obras de conectividad que estaban programadas para el retiro de relleno del Tramo A, cuya fecha de inicio es el 22-01-2020.	jue 05-12-19	jue 30-01-20	33	70,2	2317,2	0,09%	3,08%	30	2,80%	Abierto
			Carpeta de Rodado	Tramo A, cuya fecha de inicio es el 22-01-2020.	lun 16-12-19	vie 24-01-20	22	31,1	683,1	0,04%	0,91%	23	0,95%	Abierto
			Fibra Optica	Tramo A, cuya fecha de inicio es el 22-01-2020.	mié 11-12-19	mar 21-01-20	22	12,1	266,1	0,02%	0,35%	27	0,43%	Abierto
		Mal estado ruta S-575	Traslado de Tubería	Debido al mal estado de la ruta S-575, se ha visto afectado el rendimiento programado para el traslado de tubería desde IF a los Acopios. Dado que la ruta esta enrolada por Vialidad, no es posible realizar mantenimientos por parte de Scotta.	lun 04-11-19	lun 18-11-19	11	36,0	396	0,05%	0,53%	4	0,19%	Cerrado el 18.12.2019
	C	Mal estado ruta S-575	Traslado de Tubería	Debido al mal estado de la ruta S-575, se ha visto afectado el rendimiento programado para el traslado de tubería desde IF a los Acopios. Dado que la ruta esta enrolada por Vialidad, no es posible realizar mantenimientos por parte de Scotta.	mar 19-11-19	mié 04-12-19	12	36,0	432	0,05%	0,57%	12	0,57%	Cerrado el 18.12.2019
	D	Mal estado ruta S-575	Traslado de Tubería	Debido al mal estado de la ruta S-575, se ha visto afectado el rendimiento programado para el traslado de tubería desde IF a los Acopios. Dado que la ruta esta enrolada por Vialidad, no es posible realizar mantenimientos por parte de Scotta.	jue 05-12-19	lun 16-12-19	8	36,00	288	0,05%	0,38%	8	0,38%	Cerrado el 18.12.2019
E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL HH PROYECTO												75.243,50		
TOTAL INCIDENCIA												7,50%		

Tabla 9: Tabla de incidencias, por restricciones, en Curva S.

6 Incidentes y accidentes dentro de la semana (indicadores).

a) Resumen anual / datos mensuales y acumulados:

SCOTTA		INFORME ESTADISTICO SST										
												pag. 1 de 2
CONTRATO		RESTITUCION TUBERIA CARILAFQUEN MALACAHUELLO						SEMANA		4		
MES INFORMADO		Enero				AÑO		2020		CONSOLIDADO		
1. RESUMEN ANUAL												
DATOS HISTORICOS												
2019												
2020												
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
DOT	19	23	41	92	92	94	145					
HH	3990	4830	8610	19320	19320	19740	30450	0	0	0	0	0
ACTP	0	0	0	0	0	0	0					
DP	0	0	0	0	0	0	0					
INDICADORES PREVENTIVOS HISTORICOS												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
I.F	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0
I.G	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0	0
T.A.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.S.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 10: Informe Estadístico SST/Resumen anual.

Datos mensuales y acumulados:

2. DATOS MENSUALES Y ACUMULADOS			
DOTACION MENSUAL	122,00	ACC. CTP DEL MES	0
DOTACIÓN PROM. ACUM.	72,29	ACC. CTP ACUMULADO	0
HH MESNUAL	19215	DIAS PERDIDOS DEL MES	0
HH ACUMULADAS	106260	DIAS PERDIDOS ACUMULADO	0
	MENSUAL	ANUAL	OBSERVACIONES
I.F. INDICE DE FRECUENCIA	0	0	D:S. 40
I.G. INDICE DE GRAVEDAD	0	0	D.S. 40
T.A. TASA DE ACCIDENTE	0	0	SUSESO
T.S. TASA DE SINIESTRALIDAD	0	0	D.S. 67

Tabla 11: Datos mensuales y acumulados.

Gráficos de tendencias:

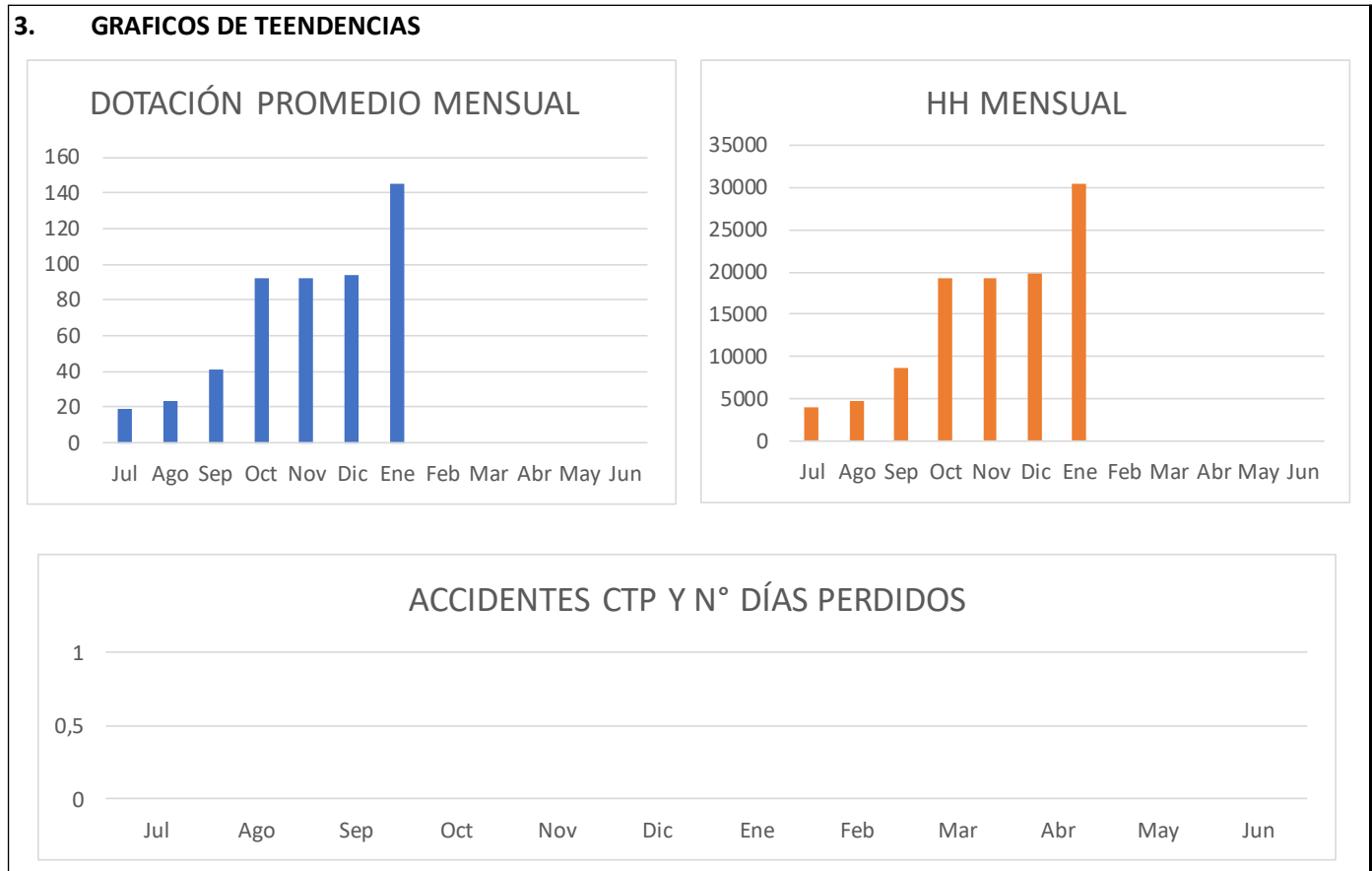


Gráfico 2: Gráficos Tendencias.

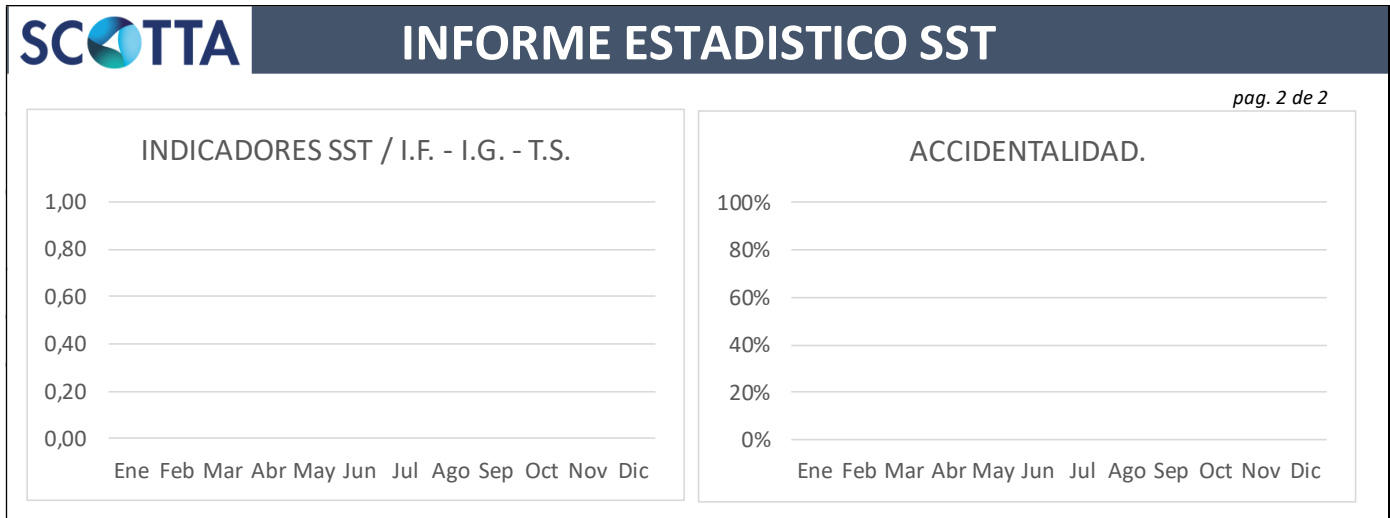


Gráfico 3: Informe Estadístico SST.

b) Resumen de accidentes en el período

Sin accidentes en el período.

c) Comentarios finales:

Tercera semana laboral de enero de 2020, sin accidentes, se acuerda informar incidentes. -

d) Toma de conocimiento, nombre y fecha.

	REPORTADO POR	ADMINISTRADOR	TOMA CONOCIMIENTO
NOMBRE	Patricio Catalán Cuevas	Hugo Aguilera Mercado	Ariel Snitzes
FECHA	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020

Tabla 12: Tabla toma de conocimiento personal SCOTTA.

7 Observaciones.

- continua con el montaje en el Tramo G Y C, Tramo B stand by .
- Se traslada tubería por teleférico.
- Continúan rellenos por tramo F, y comienzan rellenos tramo G y B.

8 TT enviados en el periodo

Nº TT	Código/Code Doc.	Título/Title Doc.	Fecha
CRML-ID-000-OB-TRA-098	CRFQ-MLCH-0001-INST-10	Instructivo para el tránsito de vehículos mayores camino vecinal	13-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-099	CRFQ-MLCH-OC-CP-APU-0011	APU N°11 (traslado adicional desde IF a Zona Baja Andarivel)	13-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-100	CRFQ-ID-300-TT-PLN-0001-1_3	Distribución de tubos tramo A	13-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-100	MLCH-ID-300-TT-PLN-0002-1_2	Distribución de tubos tramo G 1/2	13-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-100	MLCH-ID-300-TT-PLN-0002-2_2	Distribución de tubos tramo G 2/2	13-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-101	CRFQ-MLCH-0001-CO-ISC-016	Informe semanal de construcción N°16	15-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-102	CRFQ-MLCH-RF-CALLEJON	Registro fotográfico camino vecinal (Callejón)	16-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-103	CRML-300-TPG-012	MODIFICACIÓN TRAZADO CRUCE CAMINO CARILAFQUEN	16-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-104	CRML-ID-000-IFT-016_0	Programación trisemanal N°16	17-01-2020
CRML-ID-000-OB-TRA-105	CRML-ID-000-CG-13	Comunicado general N°13 (cerco Tramo A)	17-01-2020

Tabla 13: TT enviados en el periodo

9 Registro fotográfico.



Fotografía N°1: Excavación tramo J



Fotografía N°2: Descarga tubería en IF desde fábrica.



Fotografía N°3: rellenos tramo F.



Fotografía N°4: Excavación tramo D




Fotografía N°5: Descarga tubería en torre F3 por teleférico.



Fotografía N°6: Excavación tramo E



Fotografía N°7: Montaje tramos C

		HOJA DE TRANSMISIÓN DE DOCUMENTOS DOCUMENT TRANSMITTAL SHEET	
"Proyecto Cambio de Tuberías Aducciones CA Y MA"		CRML-ID-000-OB-TRA-091_C	
GERENCIA DE INGENIERÍA SCOTTA CHILE		Fecha/Date: 27-12-2019	No. Páginas/Pages: 1 de 1

Para/To: Andrés Figueroa ; LAP

De/From: Hugo Aguilera; Scotta Chile S.A.

Ref.: Envío de los documentos referentes a listado de entregables

Item	Título/Title Doc.	Código/Code Doc.	Rev.	Emitido/Issued para/for	Arch./ File
001	APU n°7 - Petróleo por camino tramo B.	CRFQ-MLCH-OC-CP-APU-0007	-	Informativo	Digital
002	APU n°8 - Camino acceso a zona andarivel	CRFQ-MLCH-OC-CP-APU-0008	-	Informativo	Digital
003	APU n°9 - Extracción de roca	CRFQ-MLCH-OC-CP-APU-0009	-	Informativo	Digital
004	APU n°10 - Lucro cesante recursos tramo H	CRFQ-MLCH-OC-CP-APU-0010	-	Informativo	Digital
005	Estado de pago extraordinario N°4	CRFQ-MLCH-OC-CP-AD-0004_B	-	Aprobatorio	Digital
006					
007					
008					
009					
010					

Emitido para (Issued for):

Rev A= Informativo - Rev B= Para revisión y aprobación - Rev 0 = Para construcción - APC = Apto para construcción

Emitido por (Issued by):

Juan Pablo Jara _____

Recibido por (Received by):

Fecha/Date:

Firma/Signature





LATIN AMERICA POWER

Central Carilafquén

Operaciones y Mantenimiento CMA

INFORME

Retiro de Rocas y Materiales en Faja de Servidumbre Tubería HDPE Carilafquén

Caren Bajo, Melipeuco

Septiembre 2017

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	2
TABLA DE ILUSTRACIONES	4
RESUMEN	5
ANTECEDENTES	6
OBJETIVOS	7
CAPITULO I: TRABAJOS RETIRO DE ROCAS Y MATERIAL	8
CAPITULO II: CRONOGRAMA DE TRABAJOS.....	9
2.1 CRONOGRAMA DE TRABAJOS DE INGENIERÍA Y ASESORÍAS JORGE HIGUERA EIRL	9
08-09-2017: Visita a Terreno con Personal de SSO.....	9
09-09-2017: Primera reunión de coordinación de trabajos.....	9
10-09-2017: Segunda reunión de coordinación de trabajos.....	9
11-09-2017: Tercera reunión de coordinación de trabajos.	9
12-09-2017 Obras en PK 1400.....	10
13-09-2017 Limpieza de Faja Tramo PK 1700 a PK 1950	10
14-09-2017: Limpieza de Faja Tramo PK 1950 a PK 2350	11
15-09-2017: Limpieza de Faja Tramo PK 2350 a PK 2490	11
16-09-2017: Retiro de Rocas de Riesgo de Derrumbe en sector PK 700.	12
20-09-2017: Operación de Limpieza manual en PK 800	13
21-09-2017: Ruptura de Rocas en PK 400.....	13
22-09-2017: limpieza de faja de servidumbre en dos frentes.	14
23-04-2017: Limpieza de faja de servidumbre en dos frentes (día 2).	15
25-09-2017: Mejoramiento de Laderas.	16
26-09-2017: Retiro de Rocas en ladera de PK 750.....	17



Central Carilafquén
Operaciones y Mantenimiento CMA

27-09-2017: Retiro de Rocas en PK 1950	17
CAPITULO III: CONCLUSIONES	19

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Trabajos Terratecnia 12-09-2017 Toma 1 y 2	10
Figura 2: Trabajos Terratecnia 13-09-2017 Toma 1	10
Figura 3: Trabajos Terratecnia 13-09-2017 Toma 2	11
Figura 4: Trabajos Terratecnia 14-09-2017 Toma 1	11
Figura 5: Trabajos Terratecnia 15-09-2017 Toma 1	12
Figura 6: Trabajos Terratecnia 16-09-2017 Toma 1	13
Figura 7: Trabajos Terratecnia 20-09-2017 Toma 1	13
Figura 8: Trabajos Terratecnia 21-09-2017 Toma 1 y 2	14
Figura 9: Trabajos Terratecnia 22-09-2017 Toma 1 y 2	15
Figura 10: Trabajos Terratecnia 23-09-2017 Toma 1 y 2.	15
Figura 11: Trabajos Terratecnia 23-09-2017 Toma 3 y 4.	16
Figura 12: Trabajos Terratecnia 25-09-2017 Toma 1 y 2.	16
Figura 13: Trabajos Terratecnia 25-09-2017 Toma 3.	17
Figura 14: Trabajos Terratecnia 26-09-2017 Toma 1.	17
Figura 15: Trabajos Terratecnia 27-09-2017 Toma 1.	18
Figura 16: Trabajos Terratecnia 27-09-2017 Toma 2.	18

RESUMEN

Dando cumplimiento a lo mandatado en Resolución Exenta número 991 de SMA de fecha 04 de septiembre de 2017, notificada a la empresa el 05 de septiembre, se realizaron los trabajos de retiro de rocas y materiales que podían generar riesgo de caídas hacia las viviendas colindantes, en el tramo comprendido entre la chimenea de equilibrio y 600 m en dirección a la bocatoma.

Para ello se realizaron trabajos en conjunto con la empresa externa: Sociedad Constructora Terratecnia Limitada, consistente en retiro de escombros y rocas de alto riesgo de caída, además, de la limpieza de material y rocas de la faja; los frentes de trabajo se dividieron en el tramo de 600 m de faja contados desde chimenea de equilibrio hacia bocatoma Carilafquén.

La empresa trabajó con una cuadrilla compuesta de cuatro trabajadores en conjunto con tres excavadoras, dos con pala frontal y una con tenaza. Para las rocas mayores, se trabajó con martillo hidráulico para romper las mismas, posteriormente, se trabajó en la disposición en zonas donde no presenten riesgo de desprendimiento.

Se ha realizado el retiro completo de las rocas que podrían presentar algún riesgo en la franja de servidumbre del acueducto, las rocas se quedaron depositadas en la franja de servidumbre, dando apoyo al talud.

ANTECEDENTES

La Resolución Exenta 991 (RE991), resolvió 4 medidas provisionales, indicadas a continuación:

- a) La detención de tuberías de aducción desde las bocatomas de los ríos Carilafquén y Malalcahuello debido al riesgo potencial que permanece al haber futuras roturas.
- b) La revisión de las condiciones estructurales de las instalaciones de las tuberías de aducción y presión.
- c) Retiro de rocas y materiales en el sector de tubería con riesgo de caída a sectores vecinales y viviendas aledañas al proyecto.
- d) Control de taludes para retención de tierra y roca para evitar derrumbes.

Este informe presenta las labores realizadas para dar cumplimiento a la medida provisional establecida en el Resuelvo c. de la RE991.

OBJETIVOS

Retirar las Rocas y Materiales en sector faja de servidumbre tubería HDPE Carilafquén que puedan generar riesgo de caídas.

- Acopio en faja de servidumbre para posterior retiro.
- Retiro de material de taludes que mantengan riesgo potencial de desprendimiento.
- Retiro de material de faja de servidumbre de manera que exista mejora en la vialidad de la faja de servidumbre.

CAPITULO I: TRABAJOS RETIRO DE ROCAS Y MATERIAL

Ante la resolución antes mencionada en los antecedentes de este informe, se trabajó en el tramo identificado por la SMA, para esto se contrató a la Sociedad Constructora Terratecnia Limitada, encargada del retiro de material y rocas en faja de servidumbre de tubería de HDPE Carilafquén. Para ello se realizó un trabajo de retiro de rocas de forma manual y con excavadoras, el en sectores de Huechelepun y 600 [m] de faja desde Chimenea a Bocatoma que incluyó el retiro de rocas y material de bosque Raulí-Coihue del sector.

El trabajo en primera instancia, constó de una brigada de 4 trabajadores y de tres maquinarias excavadoras para el retiro de material. Esta obra comienza su ejecución el día 08-09-2017 con reunión técnica en terreno de personal de Empresa Eléctrica Carén con personal de Terratecnia. Se comenzó con reuniones donde se revisa la documentación necesaria para la obra (Procedimiento de trabajo, matriz de riesgos, contratos, documentos de maquinarias, afiliación de la empresa y de los colaboradores), con el fin de iniciar las obras de mejora de faja y taludes el día 12-09-2017, el cuál consta del primer movimiento de máquinas en sector Chimenea de Equilibrio Carilafquén.

El trabajo mantuvo curso hasta el día 27-09-2017, despejando áreas de riesgo en sectores aludidos en conjunto con el acopio del material en la faja para posterior extracción logrando un 100% de retiro de material y rocas solicitados en el tramo de 600 [m] de faja desde Chimenea a Bocatoma.

CAPITULO II: CRONOGRAMA DE TRABAJOS

2.1 CRONOGRAMA DE TRABAJOS DE INGENIERÍA Y ASESORÍAS JORGE HIGUERA EIRL

08-09-2017: Visita a Terreno con Personal de SSO.

Se realiza visita a terreno con prevencionistas de riesgo de empresa Terratecnia.

Hace ingreso a inmediaciones de CMA una Excavadora de empresa Terratecnia.

09-09-2017: Primera reunión de coordinación de trabajos.

Se realiza reunión con Sociedad Constructora Terratecnia Limitada con temas a tratar como:

- Entrega de Procedimientos de Trabajo.
- Entrega de Matriz de Riesgo.
- Entrega de Contratos de Trabajo.
- Documentos de Maquinarias y Vehículos en obra.
- Afiliación de la Empresa y Colaboradores.

Al realizar visita a terreno, personal se encuentra con abogado de Rómulo Pincheira, el señor Jaime Moraga, quién alude en relato hablado que no es posible el ingreso de vehículos por camino vecinal, por lo que las maquinarias y vehículos ligados a la obra sólo podrán transitar por faja de servidumbre Carilafquén.

10-09-2017: Segunda reunión de coordinación de trabajos.

Se realiza la revisión de la documentación entregada por Sociedad Constructora Terratecnia Limitada. Contratista a su vez, realiza propuesta de ingreso de maquinarias por Badén en lado de Bocatoma Carilafquén cuyo predio es propiedad de Reinaldo Espinoza. Propuesta resulta ser inviable por estudios posteriores.

11-09-2017: Tercera reunión de coordinación de trabajos.

Se realiza revisión y recepción de documentación por parte de empresa LAP.

A su vez se genera el permiso de trabajo correspondiente (Número de Permiso PT-369) con nombre “Retiro de escombros y restos de desechos faja servidumbre Carilafquén”.

Se realiza movimiento de maquinaria a faena de trabajo por camino Huechelepun Norte debido a la imposibilidad de maquinaria por pasar badén propuesto por Terratecnia.

12-09-2017 Obras en PK 1400

Se realiza trabajos en PK 1400 de mejoras de acceso y retiro de piedras en la ladera.



Figura 1: Trabajos Terratecnia 12-09-2017 Toma 1 y 2

13-09-2017 Limpieza de Faja Tramo PK 1700 a PK 1950

Se continúa con la limpieza de ladera de manera manual y con maquinaria se mantiene el acopio de rocas retiradas de predios autorizados, estas rocas se acopian en la faja a espera de retiro posterior.



Figura 2: Trabajos Terratecnia 13-09-2017 Toma 1



Figura 3: Trabajos Terratecnia 13-09-2017 Toma 2

14-09-2017: Limpieza de Faja Tramo PK 1950 a PK 2350

Excavadora rellenan y distribuyen con material del terreno zonas en las cuales el camino se mantiene en mal estado, a su vez se procede con la limpieza manual de rocas y material en conjunto con excavadora. Segunda excavadora llega a zona de faena.



Figura 4: Trabajos Terratecnia 14-09-2017 Toma 1

15-09-2017: Limpieza de Faja Tramo PK 2350 a PK 2490

Se retiran rocas de alto riesgo en PK 2390, estas, se aseguran con pernos de anclaje y utilizando una excavadora de pala y otra de tenaza para el retiro efectivo y exitoso del material de alta peligrosidad.

Limpieza de material y rocas de excavadoras y rocas de excavadoras en PK 2490. Llega a faena tercera excavadora de Transtecnia.



Figura 5: Trabajos Terratecnia 15-09-2017 Toma 1

16-09-2017: Retiro de Rocas de Riesgo de Derrumbe en sector PK 700.

Se procede al retiro de rocas con la tercera maquinaria de Transtecnia a PK 700, mientras dos maquinarias permanecen en PK 2490 retirando material y rocas.





Figura 6: Trabajos Terratecnia 16-09-2017 Toma 1

Rómulo Pincheira interviene en faena de Terratecnia no permitiendo que se retiren las rocas de la ladera y expulsando de la propiedad a trabajadores.

20-09-2017: Operación de Limpieza manual en PK 800

Se procede a la limpieza manual en PK 800 (Huechelepun). Personal de excavadoras proceden a instalación de martillo hidráulico para rompimiento de rocas en zonas de alta peligrosidad.



Figura 7: Trabajos Terratecnia 20-09-2017 Toma 1

21-09-2017: Ruptura de Rocas en PK 400

Se realiza maniobras de rompimiento de rocas de alta peligrosidad por medio de martillo hidráulico en faja a nivel de PK 400 y, a su vez, se realiza remoción de material y rocas en PK 550.



Figura 8: Trabajos Terratecnicia 21-09-2017 Toma 1 y 2

A su vez este mismo día, se realiza visita a terreno de notario público Esmirna Vidal Moraga, la notario público presencia ese día un altercado en camino vecinal con Rómulo Pincheira, de manera que, queda ante notario la poca factibilidad de conversaciones con dueño de predio.

22-09-2017: limpieza de faja de servidumbre en dos frentes.

Se procede a la limpieza de faja y remoción de rocas y material, en conjunto de apilar rocas en la faja para próxima extracción en dos frentes: el primero entre los PK 350 y 550 que involucra ruptura de rocas con martillo hidráulico y limpieza de rocas en ladera inferior. El segundo, a su vez, involucra retiro y acopio de rocas y material de laderas entre los PK 2450 y PK 2550 (Sector Chimenea).



Figura 9: Trabajos Terratecnia 22-09-2017 Toma 1 y 2

23-04-2017: Limpieza de faja de servidumbre en dos frentes (día 2).

Se realiza el mejoramiento de la faja entre los PK 300 y 400 que incluye remoción de rocas y material y mejoras en canalización de vertientes. A su vez continúa la ruptura de rocas en PK 400.



Figura 10: Trabajos Terratecnia 23-09-2017 Toma 1 y 2.

A su vez se realiza el trabajo de limpieza y remoción de rocas y material de manera manual con ayuda de excavadora entre los PK 2400 y 2450.



Figura 11: Trabajos Terratecnia 23-09-2017 Toma 3 y 4.

25-09-2017: Mejoramiento de Laderas.

Se realiza mejora de laderas de manera manual y por medio de excavadoras en los PK 350 y 740.



Figura 12: Trabajos Terratecnia 25-09-2017 Toma 1 y 2.



Figura 13: Trabajos Terratecnia 25-09-2017 Toma 3.

26-09-2017: Retiro de Rocas en ladera de PK 750.

Se retira rocas de manera manual y con excavadora con tenaza hidráulica mediante eslinga para acercar a faja las rocas de más masa.



Figura 14: Trabajos Terratecnia 26-09-2017 Toma 1.

27-09-2017: Retiro de Rocas en PK 1950

Se realiza ruptura de rocas de zonas de peligro menor dentro de la faja entre PK 1950 y 2450 con martillo hidráulico. A su vez se realiza el acopio de material en distintos puntos de la faja para posterior retiro.



Figura 15: Trabajos Terratecnia 27-09-2017 Toma 1.

Visita las faenas de trabajo, Diego Maldonado y Miguel Morales fiscalizadores de la SMA en la IX Región. El motivo de la visita es fiscalizar los avances de obras en faja de servidumbre tubería HDPE Carilafquén.



Figura 16: Trabajos Terratecnia 27-09-2017 Toma 2.

CAPITULO III: CONCLUSIONES

El trabajo de limpieza de faja se realizó en tiempo y forma en toda la franja donde se tuvo acceso, logrando completar en este tramo las actividades mandatadas por la SMA, removiendo el material y disponiendo de las rocas en un lugar donde quedaron estables y sin riesgo de desprendimiento.

De acuerdo a las labores realizadas, se estima que la actividad se pudo completar en un 100% en los 600 [m] de faja desde Chimenea a Bocatoma.

Resumen

Programado

Número:

2019000539

Solicitante:

Angelo Soto

Empresa:

ELÉCTRICA CAREN

Tipo de Solicitud:

Desconexión

Origen: Interno

Tipo de programación: Programada

Central:

HP CARILAFQUÉN

Indisponibilidad Central Completa

Descripción Nivel de Riesgo

Se dejará fuera de servicio la central por trabajos de reemplazo tubería HDPE, trabajos se realizan con personal contratista capacitado para la realización de la faena

Trabajos a Realizar

- Reemplazo tubería HDPE por cumplimiento legal asociado a la operación de la central Carilafquén

Tipo de Trabajo:

Potencia Disponible:

0,0 MW

Consumos Afectados:

Trabajo requiere:

Ninguno de los antecedentes anteriores

Afecta SSCC:

Si

- Tipo:** CPF
Condición: Deshabilitado
Comentario: Mantenimiento Mayor
- Tipo:** CSF
Condición: Deshabilitado
Comentario: Mantenimiento Mayor
- Tipo:** CSF-AGC
Condición: Deshabilitado
Comentario: Mantenimiento Mayor
- Tipo:** CT
Condición: Deshabilitado
Comentario: Mantenimiento Mayor
- Tipo:** EDAC
Condición: Deshabilitado
Comentario: Mantenimiento Mayor
- Tipo:** PRS
Condición: Deshabilitado
Comentario: Mantenimiento Mayor

Afecta Medidores:

No

Afecta Protecciones:

No

Estado Operativo:

MM (Mantenimiento Mayor)

Tipo de Mantenimiento:

Mantenimiento Impostergable

Comentarios Adicionales:

Se realizó el envío de actualización del PMPM mediante sistema de correspondencia

Fecha / Hora Inicio:

19-10-2019 08:00

Fecha / Hora Término:

01-12-2020 18:00

DPRO

Estado: Aprobado 


Apreba MPM

Por: Rodrigo Mellado

Archivos Subidos por el Coordinado

Archivo

Archivo

 [DE08529-19.pdf \(/mantenimiento_mayor/upload_secretary/download_file/5d7ff958ad651f61a4104b98/DE08529-19.pdf\)](/mantenimiento_mayor/upload_secretary/download_file/5d7ff958ad651f61a4104b98/DE08529-19.pdf)

 [Plantilla_PMPM_jul2019-mar2021_CMA_v2.xlsx \(/mantenimiento_mayor/upload_secretary/download_file/5d7ff958ad651f61a4104b98/Plantilla_PMPM_jul2019-mar2021_CMA_v2.xlsx\)](/mantenimiento_mayor/upload_secretary/download_file/5d7ff958ad651f61a4104b98/Plantilla_PMPM_jul2019-mar2021_CMA_v2.xlsx)

RESUMEN - CENTRAL GENERADORA

Resumen

Pendiente

Número:

2019066459

Solicitante:

Angelo Soto

Empresa:

ELÉCTRICA CAREN

Tipo de Solicitud:**Desconexión**

Origen: Interno

Tipo de programación: **Curso Forzoso**

Central:

HP MALALCAHUELLO

Unidades:

Afecta a todas las unidades

Descripción Nivel de Riesgo

El nivel de riesgo es bajo ya que se trabajará con las unidades detenidas y la tubería de aducción HDPE vacía. Adicionalmente los trabajos serán realizados por personal calificado siguiendo normas de seguridad.

Tipo de Trabajo:

Otro Tipo de Trabajo

Comentario Trabajo a Realizar

Se requiere comenzar en forma adelantada trabajos de remplazo de tubería HDPE de aducción.

Potencia Disponible:

0.0 MW

Comentarios:

Se iniciará el vaciado de la tubería con lo que la generación se irá reduciendo paulatinamente hasta llegar a cero, a lo largo de aproximadamente 6 horas, una vez finalizado este proceso y con la tubería ya vacía se continuará con la desconexión de ambas unidades, para dar inicio a los trabajos.

Consumos Afectados:

No tiene consumo afectado

Trabajo requiere:

Ninguno de los antecedentes anteriores

Afecta SSCC:

No

Afecta Medidores:

No

Afecta Protecciones:

No

Otros:

Puede Afectar a: personas

Comentarios : Se requiere la desconexión de ambas unidades de la central por presentar falla en tubería de aducción.

Estado Operativo:

DF (Desconexión Forzada)

Fecha / Hora Inicio:

22-09-2019 13:15

Fecha / Hora Término:

26-09-2019 18:00

Comentarios

Sin comentarios