

Cumple lo ordenado



SEÑORA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE SANCIÓN Y CUMPLIMIENTO

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

En cumplimiento de lo ordenado por la frase final del número II de la parte resolutive de la Res. Ex. N°5/Rol D-073-2015, de fecha 29 de marzo de 2016, acompaño informe titulado "Estudio Geomorfológico y Análisis de Estabilidad de Taludes. Camino El Manso, Sector el Tigre", suscrito por los señores Marco Carimán Pérez (Ingeniero (E) Geomensura), Raúl Sandoval Campos (Proyectista) y Tábata Pereda Alvarado (Ingeniero (E) Geomensura). El referido documento se acompaña en formato físico y en un CD que contiene la versión digital del mismo.

POR TANTO,

Sírvase la señora Jefa de la División de Sanción y Cumplimiento: tener por acompañado el informe individualizado en el cuerpo de esta presentación y por cumplido lo ordenado por Res. Ex. N°5/Rol D-073-2015, de fecha 29 de marzo de 2016.

ESTUDIO GEOMORFOLÓGICO Y ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

CAMINO EL MANSO, SECTOR EL TIGRE

AUTORES:



Marco Carimán Pérez
Ingeniero (E) Geomensura



Raúl Sandoval Campos
Proyectista



Tábata Pereda Alvarado
Ingeniero (E) Geomensura

VILLARRICA, ABRIL 2016

I. INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene como objetivo exponer los antecedentes técnicos que explican y respaldan la presencia de factores de riesgo que justifican la necesidad de realizar ciertos trabajos preventivos en el camino proyectado por la empresa Inversiones y Rentas Los Andes S.A., específicamente en el sector denominado El Tigre en el sector cordillerano El Manso, Comuna de Cochamó, Región de Los Lagos. Dichos trabajos, si bien no pretenden terminar las obras completas de dicho camino, al menos permiten razonablemente minimizar los riesgos geomorfológicos asociados a la estabilidad de los taludes actuales, los que podrían eventualmente corresponder a fenómenos de remoción en masa, presentes en la zona en estudio, generando potenciales impactos sobre el ecosistema del sector.

Como se señala más adelante, y según se explica, debido a los factores climáticos, geomorfológico, presencia de cobertura vegetal y tipo de suelos, resulta altamente recomendable la extracción de un volumen de material disgregado y la mejora de la geometría del talud actualmente inconcluso en el tramo correspondiente entre los Kms. 14,0 y 14,5 del trazado del camino, sector El Tigre, para así minimizar los potenciales riesgos observados en la estabilidad de la zona en particular.

II. ASPECTOS GENERALES

En nuestro país, la situación geográfica en que se emplaza la construcción del camino cuyo punto de partida se encuentra en la Ruta V-721 a la altura del Puente Cheyre, en la comuna de Cochamó, en la Región de los Lagos, específicamente el tramo del camino comprendido entre los kilómetros 14,0 y 14,5, sector El Tigre, determinan que los fenómenos de remoción en masa y licuefacción del suelo constituyen uno de los riesgos geológicos más importantes y frecuentes que se pueden apreciar, debido a las características zonales de tipo montañoso, donde las características geomorfológicas y geotécnicas propias del paisaje cordillerano lo hacen susceptible a fenómenos de este tipo.

En este informe explicaremos las razones por las cuales se concluye acerca de la necesidad de remover una cierta cantidad de material en el tramo del camino mencionado con anterioridad (Km. 14,0 al Km.14,5), tal como se concluyó en distintos informes anteriores. Lo anterior tiene como objetivo prevenir posibles deslizamientos de material de suelo o rocoso o procesos erosivos masivos, producto de la suspensión no programada de las obras asociadas a la construcción del camino, en una etapa previa a su término.

Para ello, se definirán distintos conceptos que ayudarán a la comprensión de la problemática emplazada en el camino en construcción.

III. AREA DE ESTUDIO

El área de estudio corresponde al tramo comprendido entre los kilómetros 14,0 y 14,5 del camino en construcción, sector conocido como El Tigre, que tiene como finalidad dar conectividad de la ruta V-721 con la Hacienda Pucheguín y, en último término, con el Paso Fronterizo El León..

Dicho camino inicia en la Ruta V-721 a la altura del Puente Cheyre, en la comuna de Cochamó, Región de los Lagos, emplazada al este de la ciudad de Puerto Montt, en la Provincia de Llanquihue.



Descripción del Área de Estudio

A continuación describiremos las características principales de la zona en estudio en base a cuatro aspectos o variables fundamentales que son predominantes y definitorias en el diseño técnico orientado a la desarrollo y prevención de los riesgos asociados. Estos son: clima, geomorfología, cobertura vegetal y suelo.

1. Clima

Corresponde en general a un clima Templado-Frío con influencia marítima, determinado fuertemente por la orografía, con abundantes precipitaciones a lo largo de todo el año, pero que disminuye en época estival. Así en el área de estudio, se distinguen 3 zonas climáticas (Ciren Corfo, 1994):

a) Clima Templado Cálido lluvioso sin estación seca: En las zonas costeras y en torno al estuario del Reloncaví. Se caracteriza por altas precipitaciones durante todo el año, con bastante homogeneidad entre ellos, aunque es posible apreciar una disminución significativa durante la primavera. La temperatura media anual es

de 8,5°C y la oscilación térmica anual llega a los 5,4 ° C dada la acción moderadora del mar.

b) Clima Templado frío lluvioso sin estación seca: En los fondos de valles cordilleranos, donde la temperatura media anual es de 6,6° C. Los altos relieves que rodean los fondos planos o acolinados hacen que los vientos húmedos del oeste precipiten en las montañas y que, al bajar, aumenten de temperatura con disminución de las precipitaciones, generando un microclima que en verano puede llegar hasta los 39° C durante el día y que permite empastadas y la crianza de ganado, en particular de ganado ovino. En contraposición los inviernos son más rigurosos, presentando alrededor de 70 días con temperaturas inferiores 0°C.

c) Clima de Tundra por efecto de altura: En las cumbres más altas de la zona cordillerana. La característica fundamental es que la temperatura media del mes más cálido oscila entre 0 y 10° C, por lo que permanentemente las montañas se encuentran con una cobertura nival, dando lugar a ventisqueros y glaciares. Por esta razón, la presencia de vegetación es escasa o nula. Dadas estas condiciones de temperatura, la precipitación es nivosa y en menor grado lluvioso.

En resumen, las condiciones climáticas del área se caracterizan por una alta pluviosidad distribuida durante todo el año, entre 3000 y 5000 mm. Estableciéndose una gradiente que decrece 35 de W a E, con una temperatura media anual que varía entre 0 y 8°C, alcanzando las temperaturas extremas en promedio 25°C en verano y -4°C en invierno. Panorama climático, que favorece por una parte el desarrollo de vegetación de zonas húmedas, no obstante que restringe sustancialmente las posibilidades de desarrollo de actividades agropecuarias y limitando la actividad turística a la época de verano.

2. Geomorfología

Geomorfológicamente el área de estudio se inscribe en dos unidades: la Región Lacustre de Barrera Morrénica y la Cordillera Volcánica Activa (IGM, 1985).

La Región Lacustre de Barrera Morrénica incluye todos los lagos situados al interior de la Cordillera de Los Andes, tales como el Lago Todos Los Santos, Chapo, Tagua Tagua, Azul, Las Rocas, Vidal Gormáz y otros menores, denotando todos ellos un origen glacial por la típica forma alargada y que por el ambiente frío que caracterizó el cuaternario reciente, posee formas peri glaciares. Todos estos lagos, se presentan encadenados de este a oeste por numerosos ríos receptores y emisarios (IGM, 1985).

La segunda región geomorfológica descrita por Börgel, es la Cordillera Volcánica Activa. La cual se extiende entre el volcán Llaima y el Volcán Hornopirén por el Sur. La morfología corresponde a conos volcánicos nevados que en forma aislada se levantan en el extremo oriental de los Grandes Lagos, estando reducido a una serie aislada de aplanamientos sobre los 1.500 m. hacia el límite con Argentina, debido a la intensa acción erosiva de los ríos y el antiguo excavamiento glacial. La

Cordillera de los Andes, en esta latitud es considerada el inicio de la llamada Cordillera Patagónica Oriental de dominio morfoclimático periglacial y glacial. El relieve andino está conformado por numerosos cordones, sierras y cordilleras fuertemente erosionadas por ríos y glaciares, en donde la actividad volcánica, se manifiesta indirectamente a través de los baños termales, como los de Sotomó y en zonas cercanas al poblado de Puelo.

En términos de rugosidad del terreno, cerca del 75% del área de estudio presenta un relieve con pendientes fuertes a muy fuertes, mientras que el resto del área presenta pendientes que van desde los rangos muy baja a moderada.

Las cordilleras, cordones y sierras conforman el 70 % de la superficie en estudio, en cuyas cimas pueden observarse grandes formaciones rocosas, con materiales muy inestables, sujetos a procesos como derrumbes y deslizamientos.

3. Cobertura vegetal y superficies

Según la información contenida en el Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile (1997), es posible establecer que la principal cobertura del suelo en la zona en estudio corresponde a bosques nativos principalmente con 61.42% de la superficie, luego le siguen en orden descendente las nieves y glaciares con un 23,71 %, matorrales y praderas con un 8,3%, las áreas desprovistas de vegetación con un 3,94%, los cuerpos de agua con 2,26%, los humedales con 0,31% y los terrenos agrícolas con 0,06% de superficie total en estudio.

4. Suelos

La Décima Región posee una gran variedad de suelos. Una adecuada descripción corresponde a LUZIO (1995), que distingue como los principales suelos de la parte centro sur de Chile, aquellos con regímenes de humedad lluviosos y muy lluviosos, los cuales forman las más importantes áreas donde se desarrollan los de ceniza volcánica.

Los suelos con regímenes de humedad lluviosos se extienden a través de los piedmont de la Cordillera de Los Andes, al valle central y la Cordillera de la Costa, entre los paralelos 38° y 42° sur. Los suelos con regímenes de humedad muy lluviosos están distribuidos a lo largo de una faja sobre las más altas cumbres de los piedmont andinos y desde los 42° a 52° latitud sur.

Como nuestra área de estudio se encuentra ubicada en los 42° y 52° latitud sur, procederemos a describir el tipo de suelo existente en los piedmont andinos.

Suelos de la Cordillera de Los Andes:

En este sector pueden ser reconocidos dos subsectores, los piedmont de la Cordillera de Los Andes, localizados entre las montañas y el valle central; y la cordillera propiamente tal.

La precordillera o piedmont está caracterizada por un paisaje accidentado, con pendientes entre los 10 y 35%, cortado por numerosos torrentes con dirección este-oeste, Las laderas que enfrentan a los sectores son muy abruptas, y los suelos varían considerablemente en profundidad. Algunas de ellas se desarrollan sobre toba fuertemente cementada. Estos suelos tienen texturas medias a finas, con una alta a muy alta capacidad de retención de agua. Algunos de los suelos muestran una clara estratificación, producto de sucesivos depósitos de cenizas volcánicas. En general, el grado de evolución de estos suelos es más bien incipiente. Las especies minerales dominantes en la fracción arcillosa son el alofán y la amogolita, con presencia parcial de clorita.

En la Cordillera de Los Andes propiamente tal existe un fuerte relieve, con pendientes superiores a 25% y los valles son angostos y profundos. Generalmente los materiales parentales corresponden a productos volcánicos más gruesos que las cenizas, como cenizas gruesas y lapillis, encontrándose también escorias y lavas. Muchos de estos suelos muestran sólo una delgada acumulación de residuos orgánicos en la superficie.



IV. PLANTEAMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Como ya se describió en los puntos anteriores, el área en estudio se encuentra ubicada en una zona donde el relieve, el clima y el suelo son características muy relevantes para el desarrollo de cualquier obra que en ella se quiera emplazar. Dichas características la transforman en una zona de alto riesgo de deslizamientos o desprendimientos masivos de material, debido a la influencia de las lluvias, nevazones, el tipo y calidad actual del material que compone la roca y la presencia de afloramientos y escurrimientos no superficiales de agua.

A continuación se analizan las causas y mecanismos que explican las estabilidades e inestabilidades del suelo (taludes y laderas), que generan y definen la presencia de los riesgos naturales que se deberían tener en cuenta en el adecuado aprovechamiento de determinados territorios.

El análisis del área de estudio (tramo comprendido entre el Km 14,0 y el Km 14,5 del camino) permitió la identificación de algunas unidades geomorfológicas de los siguientes tipos:

- Afloramiento rocoso
- Depósito fluvial
- Ladera escarpada
- Piedmont
- Terrazas altas





1. Conceptos Básicos

Meteorización, en geología, es el proceso de desintegración física y química de los materiales sólidos en o cerca de la superficie de la Tierra. La meteorización física rompe las rocas sin alterar su composición y la meteorización química descompone las rocas alterando lentamente los minerales que las integran. Ambos procesos se desarrollan conjuntamente y producen desechos que se transportan mecánicamente o en solución como es el caso de la erosión. Los procesos de meteorización también ayudan a la formación del suelo.

Los fenómenos de **remoción en masa** son procesos de transporte masivo de material definidos como procesos de movilización que puede ser lenta o rápida, de determinado volumen de suelo, roca o ambos, en diversas proporciones, generados por una serie de factores. Estos movimientos tienen carácter descendente y gravitacional ya que están fundamentalmente controlados por la misma gravedad.

Las remociones en masa han sido clasificadas en las siguientes categorías principales:

- Desprendimiento
- Deslizamientos
- Flujos (secos y húmedos)
- Erosión en taludes

Según el análisis realizado en terreno además de los respectivos estudios realizados por el mecánico de suelos, se pudo apreciar que la zona en estudio presenta la mayoría de los conceptos mencionados anteriormente.

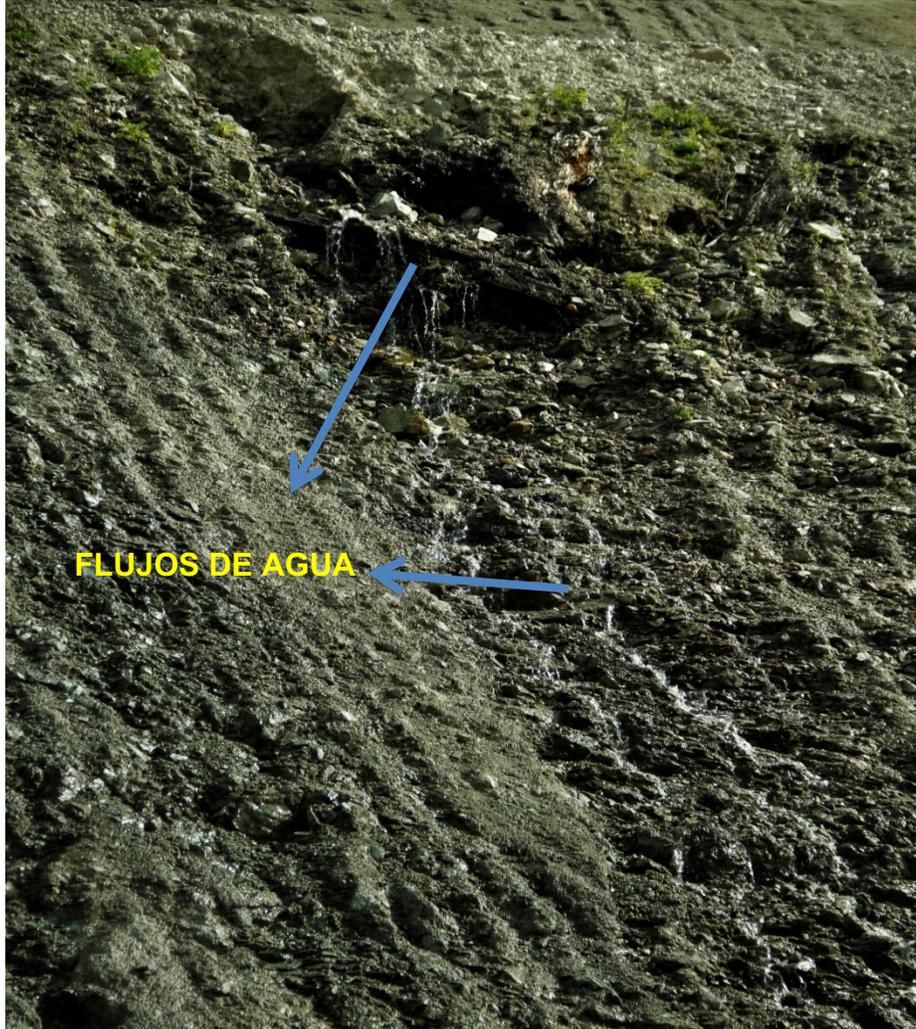
Desprendimientos: tanto en los desprendimientos de suelo como de roca, la masa se mueve rápidamente a través del aire en caída libre. No existe un movimiento lento que preceda al desprendimiento. Se presenta principalmente en las rocas afectadas por desintegración y descomposición, fallando en planos o superficies más débiles.



En esta imagen se puede apreciar el desprendimiento de roca en un sector situado bajo una zona de bosque.

Deslizamientos: Se definen como desplazamiento de masas de terreno, en estado sólido, por efecto de la gravedad y a favor de niveles de despegue. La masa se desplaza rígidamente, y aunque puede llegar a fragmentarse, se considera que lo hace como un bloque único.

Flujos (secos y húmedos): son movimientos de partículas de suelo, materia vegetal o bloques pequeños de roca dentro de una masa que se desliza o corre en una superficie. Pueden ser lentos o rápidos, secos o húmedos.



La imagen describe afloramientos de aguas subterráneas formando flujos de agua.

Erosión de taludes: Un talud se encuentra expuesto a erosión cuando pierde temporalmente o definitivamente su vegetación. Y es la erosión debida al intemperismo, una de las principales causas que generan la inestabilidad en un talud natural.

Existen taludes en los cuales se dificulta conservar la vegetación porque el terreno:

- Es árido o tiene pendientes pronunciadas.
- Está conformado de material inerte como a los de diferentes tamaños, rellenos con desechos o desperdicios.
- Se encuentra bajo condiciones atmosféricas desfavorables como: Fuertes vientos, los cuales ocasionan la migración de las partículas finas del suelo. El impacto de la gota de lluvia, que causa el desprendimiento y transporte de las partículas. El escurrimiento sobre la superficie del terreno, originando

por que la cantidad de lluvia que cae es mayor a la capacidad de infiltración de agua en el terreno.



Esta fotografía del sector en estudio muestra claramente el fenómeno de erosión de taludes.

Otro factor muy importante de mencionar y que se encuentra muy presente en la zona de estudio es el relacionado a los procesos hidrológicos.

Procesos Hidrológicos: Cuando se produce una lluvia, parte del agua caída es absorbida por la vegetación, otra se infiltra en el terreno y otra rellena las irregularidades que se encuentran en el terreno, pequeños huecos que puedan existir.

Si el agua retenida no se evapora y se produce un aporte continuo, se produce una saturación de la tierra y el agua empieza a fluir hacia zonas más bajas, dando lugar a encharcamientos y erosionando la ladera conforme el agua cae, llamándose a esto escorrentía.

El daño producido por la escorrentía dependerá del tipo de material, de la pendiente, de la intensidad de las precipitaciones. Según la importancia del fenómeno podemos distinguir:

- Escorrentía pura: es una lámina de agua cuyo espesor aumenta corriente abajo. En un primer tramo se produce una fuerte erosión, mientras que en su fase final se produce un asentamiento de materiales o sedimentación.
- Escorrentía por exceso de saturación: una vez superado límite de almacenamiento, hay una especie de segregación de las aguas dando lugar a movimientos oblicuos de las mismas, corriendo finalmente por la línea de máxima pendiente.





Las imágenes muestran las diferentes zonas de infiltración y escorrentía.



ESCORRENTIA PURA

Fenómenos hielo - deshielo: Las heladas producen tensiones en los materiales debido a la solidificación del agua y a los efectos de contracción - dilatación.

La solidificación del agua afecta principalmente cuando el agua se encuentra en estado líquido, que al introducirse en grietas o hendiduras que puedan existir en los materiales que forman el talud, se solidifica, convirtiéndose en hielo y por tanto aumentando de volumen, lo que produce un efecto palanca, dando lugar a rupturas denominadas gelifracción o crioclastia.

Los fenómenos de dilatación - contracción son debidos a los cambios de temperatura fuertes en poco tiempo, dando lugar a agrietamientos que posteriormente se desarrollan en fracturas, debido al cambio de volumen y de hidratación que sufre la roca.

Licuefacción de suelos: La licuefacción de suelos es un fenómeno en el cual los terrenos, a causa de saturación de agua y particularmente en sedimentos recientes como arena o grava, pierden su firmeza y fluyen como resultado de los esfuerzos provocados en ellos.

Este fenómeno también es provocado por la inestabilidad de un talud.

Es más probable que la licuefacción ocurra en suelos granulados sueltos saturados o moderadamente saturados con un drenaje pobre, tales como arenas sedimentadas o arenas y gravas que contienen vetas de sedimentos impermeables.

Talud: Se entiende por talud a cualquier superficie inclinada respecto de la horizontal que hayan de adoptar permanentemente las estructuras de la tierra. No hay duda que el talud constituye una estructura compleja de analizar debido a que en su estudio coinciden los problemas de mecánica de suelos y mecánica de rocas, sin olvidar el papel básico que la geología aplicada desempeña en la formulación de cualquier criterio aceptable.

Cuando el talud se produce en forma natural, sin intervención humana, se denomina ladera natural o simplemente ladera. Cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan cortes o taludes artificiales, según sea la génesis de su formación; en el corte, se realiza una excavación en una formación térrea natural (desmontes), en tanto que los taludes artificiales son los lados inclinados de los terraplenes.

2. Análisis de la Situación

Tratándose de una obra que fue paralizada en medio de su ejecución, sin contar con el tiempo mínimo requerido para su programación necesaria orientada a asegurar evitar mayores riesgos, los referidos taludes y zonas de trabajo en el área de estudio quedaron libres y expuestos a condiciones de riesgo como las ya señaladas.

Según lo indicado en los puntos anteriores, el área en estudio se emplaza en una zona donde las lluvias tienen dos características, siendo éstas intensas pero de corta duración o largas pero de menor intensidad.

Las lluvias cortas pero intensas producen movimientos de masas superficiales debido a la disminución de la cohesión del suelo, lo que deriva en lo que describimos como licuefacción del suelo.

Por otro lado, las lluvias largas de menor intensidad generan suelos parcialmente saturados por infiltraciones más profundas, lo que incrementa la presión de los poros (espacios vacíos del terreno). Este fenómeno provoca movimientos de masas más profundas sobre la superficie de la falla.

Además, según lo concluido en el informe de mecánica de suelos, (adjunto en anexo) se observan suelos permeables y meteorizados, con la presencia de rocas sedimentarias, arenas y sedimentos de tamaños y partículas similares, en capas de por lo menos más de un metro de espesor y con un alto contenido de agua, éstas más susceptibles a la licuefacción. Lo anterior corroborado en el Informe Estratigráfico de 30 de Marzo 2016, que se adjunta, y que establece que:

“Se aprecia roca sedimentaria; arena suelta y terreno meteorizado color café grisáceo; compacidad suelta; estructura conglomerada; plasticidad nula y pobremente graduada”.

La nieve es otro factor que influye en la meteorización del terreno en esta zona, encontrándose evidencia clara de procesos de gelifracción (meteorización física) donde el volumen de la zona afectada puede aumentar hasta en un 9%.

Con todo lo descrito anteriormente, podemos mencionar que estamos frente a la presencia de un potencial riesgo importante de que se produzca y desarrolle un proceso de remoción en masa, puesto que todos los factores analizados y expuestos precedentemente influyen procesos de éste tipo, provocando una ruptura plana o paralelismo respecto de la pendiente de la ladera.

Cabe mencionar, que a todas las variables expuestas le podemos sumar adicionalmente la amenaza sísmica, puesto que nos encontramos en un país donde esa posibilidad es común y real.

V. CONCLUSIONES

Analizados los antecedentes técnicos expuestos previamente, las características particulares de la zona y considerando la presencia de riesgos geológicos y geomorfológicos en un área como la del estudio (Km. 14,0 a Km. 14,5 del trazado del camino), y muy especialmente considerando el tipo de suelo presente se puede concluir que se está ante la presencia de un mayor grado de probabilidad de ocurrencia de un proceso de remoción en masa. Por esta razón, resulta altamente recomendable la extracción del material disgregado presente y el mejoramiento de las condiciones de estabilidad de los taludes presentes, cuya construcción quedó inconclusa producto de la obligatoriedad de paralización de las obras en su momento en desarrollo. Esta actividad propuesta se deberán ejecutar en base a la implementación de las medidas planteadas en el capítulo siguiente.

En el caso de no ejecutar los trabajos preventivos y correctivos recomendados en el capítulo siguiente, con el único propósito de minimizar razonablemente los riesgos de estabilidad presentes, se mantendría un riesgo importante de que se genere un proceso de remoción en masa de difícil control y el consecuente daño al ecosistema presente en la zona y, de forma muy importante, en el nivel de base del canal de estiaje del Río Tigre, produciendo el respectivo impacto aguas abajo.

VI. RECOMENDACIÓN

Según se expone en este informe, y de acuerdo a las conclusiones obtenidas en base a análisis y respaldos técnicos, los autores recomiendan la realización de las siguientes acciones:

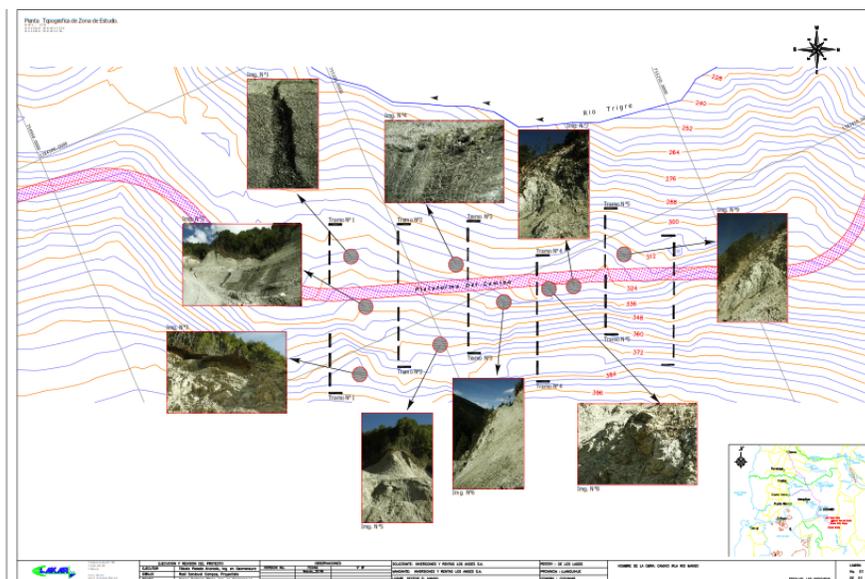
- Extracción de material disgregado y/o rocoso presente en la zona de intervención; y
- Desarrollo de obras de mejoramiento de la estabilidad de taludes, asegurando una proporción 1:3 propuesta en el informe de Mecánica de Suelos (ver Anexo) en roca fracturada y roca con alturas de corte superior a 5m, del orden de 58° y 70° respectivamente, de acuerdo a la topografía con cortes entregada en el mismo, planos e informes anteriores.

En virtud de las recomendaciones anteriores, este informe propone remover un volumen total de aproximadamente 60.000m³ de material, según se detalla más adelante. Si bien dichos trabajos no consideran en lo absoluto terminar con las obras de ejecución de dicho camino, al menos permiten razonablemente minimizar los riesgos geomorfológicos que puedan afectar directamente a la estabilidad de los taludes presentes, considerando el desarrollo y ocurrencia de procesos de remoción en masa, en la zona en estudio.

El proceso de remoción requerido deberá efectuarse en los sectores que se señalan e identifican en este capítulo y que son producto de una sectorización realizada a fin de analizar y acotar los potenciales riesgos presentes.

1. Sectorización

Para efectos de análisis el área de estudio comprendida entre los Dm. 14.000 y Dm. 14.500, se dividió en cinco tramos, cuya ubicación se muestra en la imagen siguiente (ver Anexo 3a):



A continuación se analiza el volumen que se propone remover para cada uno de los tramos en virtud de esta medida de prevención contingente y, en cada caso, se compara con el perfil que el camino terminado debiese tener, indicándose para cada uno de ellos la cubicación correspondiente.

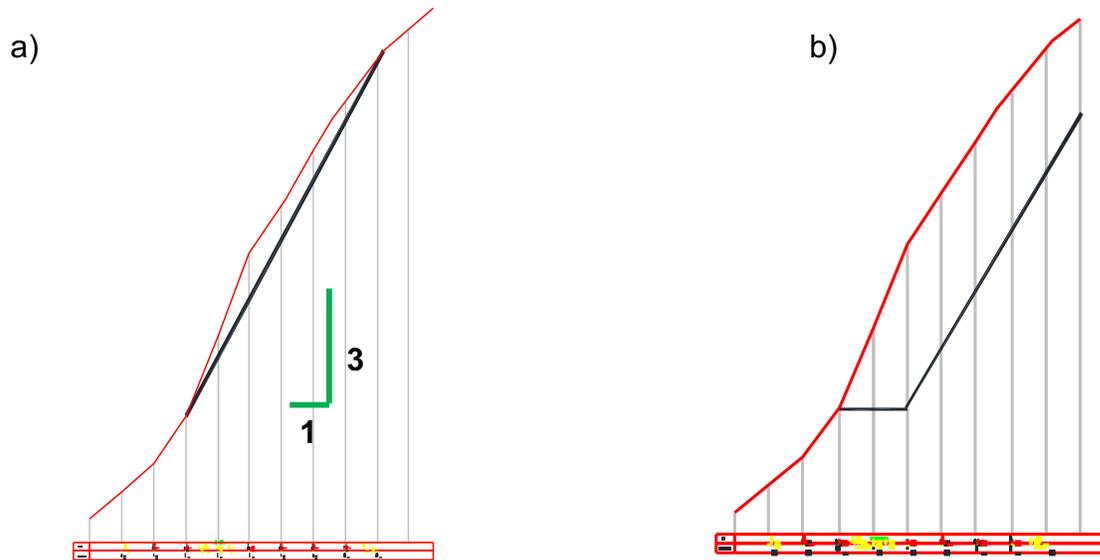
2. Análisis por Tramo:

Tramo 1 (Dm. 14.000 - Dm. 14.100)



Afloramientos de aguas subterráneas

En este sector se aprecia una ladera escabrosa con gran presencia de afloramientos de agua subterránea, lo que aumenta el riesgo de que ocurran fenómenos de remoción en masa, tal cual se ha descrito anteriormente.



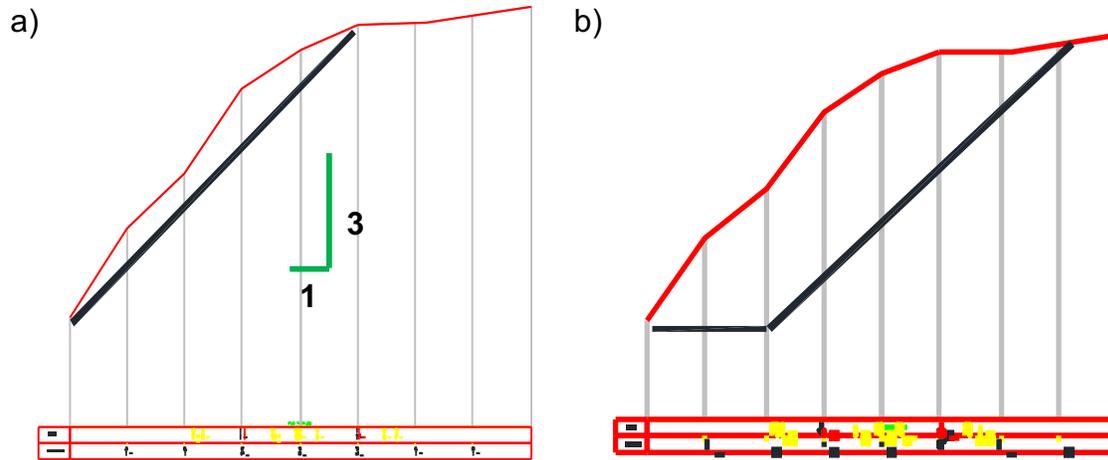
En la imagen a) se puede apreciar la ladera existente en este tramo, señalándose el talud propuesto en este informe, requiriendo remoción y movimiento de tierras por un volumen aproximado de 6.892 m^3 .

En la imagen b) se aprecia la ladera existente con los trabajos requeridos para alcanzar un talud definitivo. Dichos trabajos contemplarían remoción y movimientos de tierra por un volumen aproximado de 23.872 m^3 .

Tramo 2 (Dm. 14.100 - Dm. 14.200)



En este tramo se aprecian laderas meteorizadas y evidentemente expuestas directamente al deterioro por el impacto de las infiltraciones de aguas subterráneas.



En la imagen a) se puede apreciar la ladera existente en este tramo, señalándose el talud propuesto en este informe, requiriendo remoción y movimiento de tierras por un volumen aproximado de 3.482 m^3 .

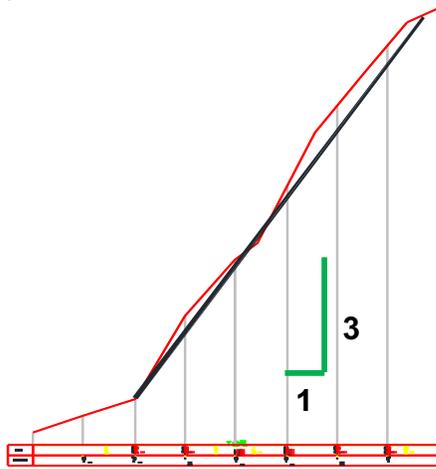
En la imagen b), en cambio, se aprecia la ladera existente con los trabajos requeridos para alcanzar un talud definitivo. Dichos trabajos contemplarían remoción y movimientos de tierra por un volumen aproximado de 13.911 m^3 .

Tramo 3 (Dm. 14.200 - Dm. 14.300)

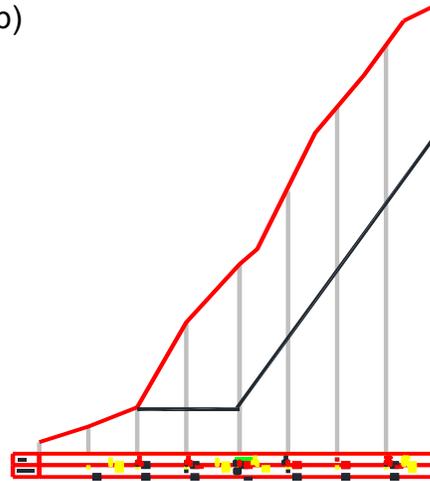


Es preciso mencionar que este tramo se caracteriza por la presencia de laderas escarpadas con normales desprendimientos de suelo. El talud se encuentra expuesto directamente a procesos de erosión por la escasa presencia de vegetación.

a)



b)



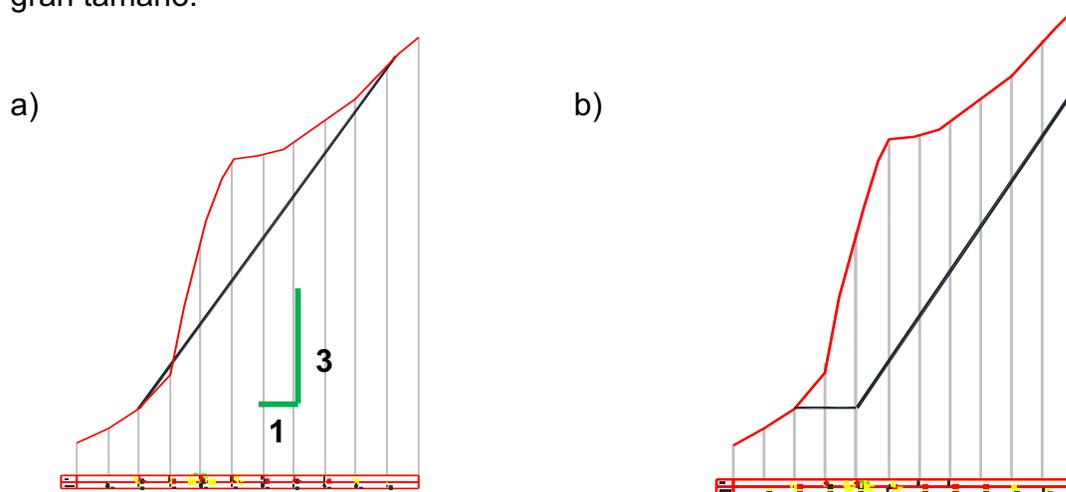
En la imagen a) se puede apreciar la ladera existente en este tramo, señalándose el talud propuesto en este informe, requiriendo remoción y movimiento de tierras por un volumen aproximado de 2.384 m^3 . Según se aprecia, el talud propuesto se asemeja bastante al terreno natural (2:3), sin embargo, es preciso mencionar que mejorando el talud con la alternativa propuesta se estaría previniendo de mejor manera desprendimientos de material muy frecuentes en esta zona.

En la imagen b), en cambio, se aprecia la ladera existente con los trabajos requeridos para alcanzar un talud definitivo. Dichos trabajos contemplarían remoción y movimiento de tierras por un volumen aproximado de 8.101 m^3 .

Tramo 4 (Dm. 14.300 - Dm. 14.400)



En este sector las laderas presentan grandes formaciones rocosas, de tipo sedimentarias, además de suelos permeables y meteorizados con sedimentos de gran tamaño.



En la imagen a) se puede apreciar la ladera existente en este tramo, señalándose el talud propuesto en este informe, requiriendo remoción y movimiento de tierras por un volumen aproximado de 28.500 m^3 . Es preciso mencionar que mejorando el

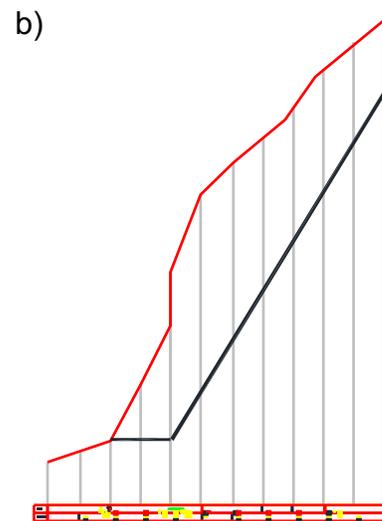
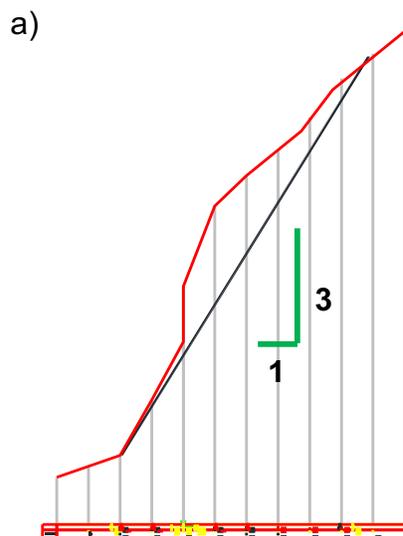
talud con la alternativa propuesta se estaría minimizando el riesgo de problemas geológicos y de estabilidad, como es el caso de los desprendimientos de suelo, puesto que se podría evitar el movimiento de las partículas (rocas) a través del aire por caída libre.

En la imagen b), en cambio, se aprecia la ladera existente con los trabajos requeridos para alcanzar un talud definitivo. Dichos trabajos contemplarían remoción y movimientos de tierra por un volumen aproximado de 47.180 m^3 .

Tramo 5 (Dm. 14.400 - Dm. 14.500)



En este tramo se aprecia las escasas y casi nulas infiltraciones de aguas subterráneas, el suelo presenta formación rocosa y deslizamientos de las partículas del terreno en forma paralela a la ladera existente.



En la imagen a) se puede apreciar la ladera existente en este tramo, señalándose el talud propuesto en este informe, requiriendo remoción y movimiento de tierras por un volumen aproximado de 18.636 m^3 . Esta solución sería la recomendable para éste sector, ya que, a pesar de la escasa presencia de aguas subterráneas, se presentan deslizamientos de las partículas de roca, esto quiere decir que en época invernal y presencia de abundantes lluvias (características de la zona) este proceso geológico podría verse empeorado. Por ello, la propuesta planteada aminoraría el mencionado riesgo, al darle uniformidad a la ladera.

En la imagen b), en cambio, se aprecia la ladera existente con los trabajos requeridos para alcanzar un talud definitivo (inclinación del 70°). Dichos trabajos contemplarían remoción y movimientos de tierra por un volumen aproximado de 41.814 m^3 .

* * * * *

Revisados los aspectos anteriores, la recomendación de este informe es implementar la mejora de taludes a la proporción 1:3 propuesta en el informe de mecánica de suelos en roca fracturada y roca con alturas de corte superior a 5m, del orden de 58° y 70° respectivamente. Es decir, aquella alternativa graficada para cada sector bajo la imagen a), minimizando así razonablemente los riesgos geológicos descritos.

De seguirse la recomendación propuesta, se requeriría remoción de material y movimientos de tierra por volúmenes de aproximadamente 59.894 m^3 .

Dichos volúmenes, que si bien distan mucho del movimiento de tierras por 134.878 m^3 necesario para terminar este tramo del camino, permiten razonablemente aminorar el riesgo de ocurrencia de desplazamientos y deterioro de los taludes y laderas, con la presencia asociada de eventos masivos que puedan generar impactos no previstos que afecten directamente al ecosistema y que signifiquen a futuro un desarrollo mayor de obras no actualmente necesarias ni contempladas..

Una eventual disminución del volumen respecto de lo propuesto (alternativa "a") sería posible dependiendo del comportamiento de la roca, una vez intervenido el Tramo 4. En un escenario positivo, se podría utilizar una razón de 1:3,2 o 1:3,5 para dicha zona, lo que pudiese disminuir el volumen total desde los 59.894 m^3 a aproximadamente unos 55.000 m^3 .

VII. ANEXOS

Al presente informe se acompañan los siguientes anexos:

1. Informe Estratigráfico
2. Informe Protección de Taludes
3. Planos:
 - a. Planta Topográfica de Zona de Estudio
 - b. Plano Mejoramiento de Talud
4. Anexo Fotográfico

1. INFORME ESTRATIGRAFICO MARZO 2016

INFORME DE ENSAYO N° E-0034

1.-Antecedentes Generales

AREA	MECANICA DE SUELO.
Proyecto u Obra	Camino IRLA Rio Manso

1.1 Antecedentes del Cliente

Solicitante	Inversiones y Rentas los Andes S.A.
Mandante	Inversiones y Rentas los Andes S.A.

1.2 Antecedentes del Muestreo

Lugar de Muestreo	Sector El Manso, Comuna de Cochamo, Provincia de Llanquihue, Región de Los Lagos
Fecha de Muestreo	16-03-2016
Responsable de muestreo	-
Fecha ingreso muestra a laboratorio	30-03-2016
Responsable transporte de muestra	-

2.- Referencia Normativa.

Ensayos ejecutados	-Perfil Estratigráfico (MC-V2.503.202(3)AyB / 2010) NOTA: este informe consiste en una apreciación visual normada.
--------------------	---


MARCO A. MARTINEZ VALENZUELA
LABORATORISTA VIAL

INFORME DE ENSAYO N° E-0034

Ensayos de laboratorio

Proyecto u Obra	Camino IRLA Río Manso
------------------------	------------------------------

1.- Identificación de la muestra

Pozo	-	-	-	-
Horizonte	-	-	-	-
Numero Interno	-	-	-	-
Cota (m)	-	-	-	-
Cota de extracción de la muestra (m)	-	-	-	-
Ubicación (km)	-	-	-	-
Faja	-	-	-	-

2.- Análisis Granulométrico de materiales (MC V8-8102.1 / 2010)

TAMICES		Fecha de Ensayo			
ASTM N°	Nch Mm	% Pasa	% Pasa	% Pasa	% Pasa
3"	80	-	-	-	-
2 ½"	63	-	-	-	-
2"	50	-	-	-	-
1 ½"	40	-	-	-	-
1"	25	-	-	-	-
¾"	20	-	-	-	-
¾"	10	-	-	-	-
N°4	5	-	-	-	-
N°8	2,5	-	-	-	-
N°10	2,0	-	-	-	-
N°30	1,25	-	-	-	-
N°40	0,5	-	-	-	-
N°200	0,080	-	-	-	-
Sobre Tamaño (%)					

3.- Límite de consistencia (Según NCh 1517/1 y 2 Of79)

Fecha del Ensayo	-	-	-	-
Tipo de acanalador empleado	-	-	-	-
Método de ensayo empleado	-	-	-	-
Límite Líquido (%)	-	-	-	-
Límite Plástico (%)	-	-	-	-
Índice de Plasticidad	-	-	-	-

4.- Clasificación de suelos (Según ASTM D 2487 - 00)

Símbolo del Grupo USCS	-	-	-	-
------------------------	---	---	---	---

5.- Determinación de la densidad de Partículas Sólidas (NCh1532 Of.80 / 1980)

Densidad de partículas sólidas (kg/m³)	-	-	-	-
--	---	---	---	---

INFORME DE ENSAYO N° E-0034

Proyecto u Obra	Camino IRLA Río Manso
-----------------	-----------------------

6.- Determinación del Perfil Estratigráfico MC-V2.503.202(3)AyB / 2010

Descripción
<p>Se aprecia roca sedimentaria, arena suelta, y terreno meteorizado, color café grisáceo, compacidad suelta, estructura conglomerada, plasticidad nula, pobremente graduada. Se detecta escurrimiento de agua el cual socava la estructura y cárcava el material erosionándolo y produciendo derrumbes ya que por no tener una capa vegetal, el terreno es débil y no compacto.</p> <p>TIPO DE SUELO GEOLOGICO</p> <p> Mg Mioceno (18-6 Ma) Granodioritas, dioritas y tonalitas. En la Cordillera Principal, regiones VII a X; en la Cordillera Patagónica, regiones XI y XII: franja central del Batolito Norpatagónico y plutones orientales: plutones Liquiñe, San Lorenzo, Paso Las Llaves y Torres del Paine.</p>



INFORME DE ENSAYO N° E-0034

FOTOGRAFIAS TALUD



INFORME DE ENSAYO N° E-0034



INFORME DE ENSAYO N° E-0034



INFORME DE ENSAYO N° E-0034



INFORME DE ENSAYO N° E-0034



2. INFORME PROTECCION DE TALUDES



Villarrica, 10 de febrero de 2016

Sr.
Roberto Hagemann G.
Inversiones y Rentas Los Andes S.A.

CAR N° 100216_01 rev0 /

REF: Anexo Carta "Protección Taludes_Carta 180116_01 rev3.docx" Recomendaciones obras de protección taludes Ruta de Penetración Rio Manso – Paso Los Leones, X región de Los Lagos.

Estimado Señor

De acuerdo con lo conversado, se tienen las siguientes recomendaciones respecto de las protecciones de los taludes resultantes de la materialización de la ruta antes señalada, específicamente DM 13.920 al DM 14.100 (km).

Es importante destacar que es necesario finalizar las faenas de excavación y protección de los taludes en este tramo antes del inicio de la próxima temporada de viento, lluvia y nieve; de modo de reducir la posibilidad que se produzcan impactos negativos respecto de los trabajos en ejecución.

1. **Taludes de Excavación**

Inicialmente, se ha podido establecer que para una altura de excavación (H) se recomiendan un talud de corte ($^{\circ}$), el que finalmente será validado in situ, de acuerdo con las características que presente el material expuesto:

Material	H (m)	Angulo Talud Recomendado ($^{\circ}$)
Roca	≤ 5	80
	> 5	70
Roca Fracturada	≤ 5	63
	> 5	58



Respecto de la banquetta para el apoyo de la vía de penetración, esta se desarrollará en un 100% en roca sana a roca meteorizada. No se permitirá el apoyo de la carpeta en suelo y roca a la vez.

La berma lateral a la vía de penetración, de a lo menos 2.0 m de ancho, podrá estar constituida por suelo, roca meteorizada o roca sana.

2. Protección de los Taludes

De modo de no incrementar en esta zona el área de impacto negativo desde el punto de vista ambiental y dadas las características que presenta el material detectado, las faenas asociadas al perfilamiento y materialización de cada una de las secciones de proyecto, son de carácter urgente; ello incluye la aplicación de las recomendaciones para la protección de los taludes indicadas en la carta "Protección Taludes_Carta 180116_01 rev3.docx".

Es necesario hacer notar para este sector, que tanto el suelo que se ubica en la berma de la vía de penetración, como el que está por el coronamiento del talud, se hayan en un estado de equilibrio inestable producto de la pendiente que presenta los cortes y la erosionabilidad de su material.

Eventualmente, si por el coronamiento del talud se encuentra suelo a suelo residual tipo maicillo, será necesario tender este tramo a una pendiente no mayor a los 45° respecto de la horizontal, hasta alcanzar la roca sana.

Una vez resuelta la estabilización de los cortes desde el punto de vista de su resistencia, la estandarización de las obras, desde el punto de vista ambiental, estará enfocada principalmente en la protección de los taludes permanentes frente a la acción de los agentes climáticos y escurrimientos de las aguas superficiales.



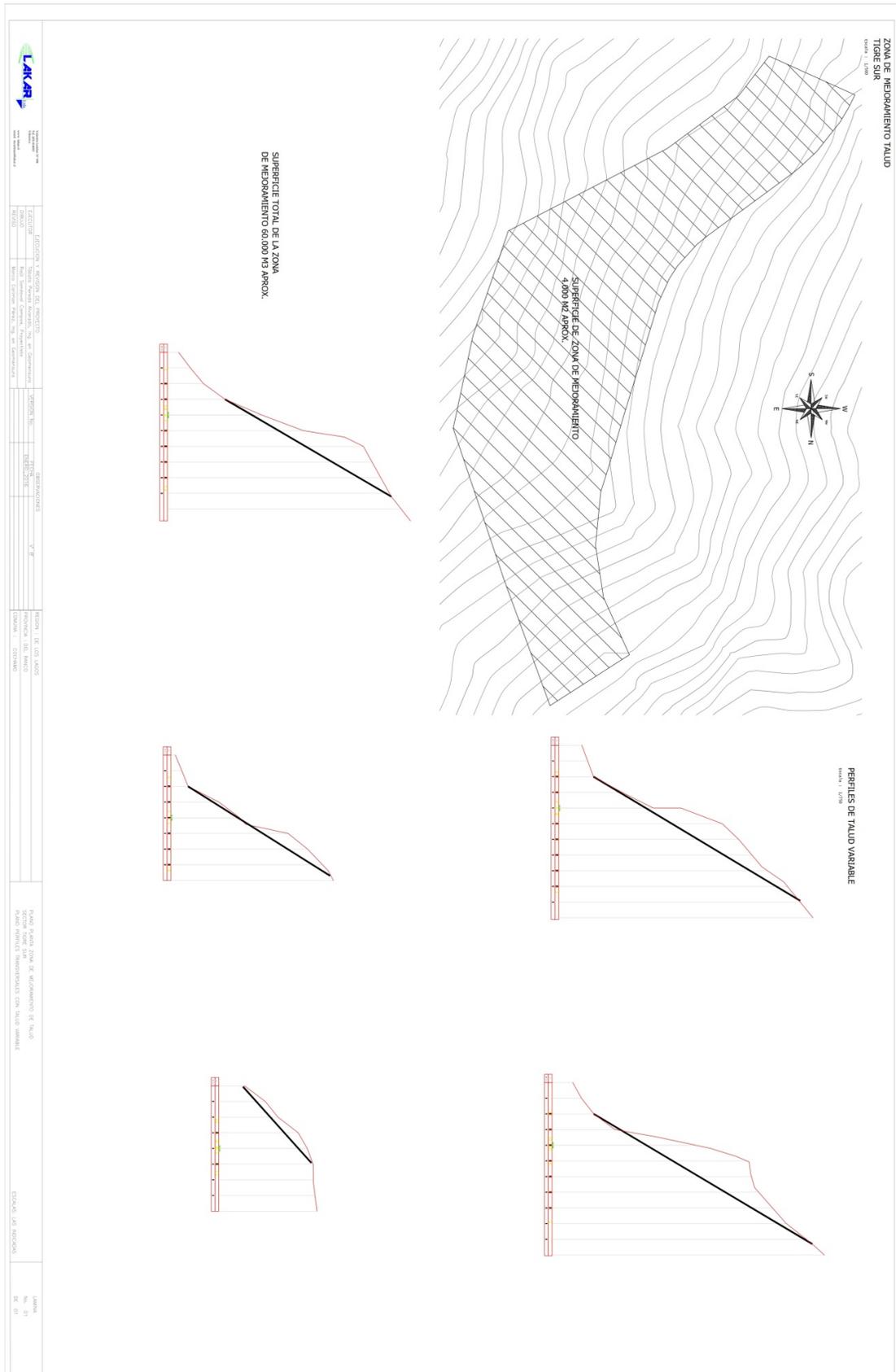


Cualquier modificación o comentario del presente informe, se recomienda sea consultada.



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

b. Plano Mejoramiento de Talud



4. REGISTRO FOTOGRAFICO Enero 2016



Vista desde el norte, Tigre Sur



Vista desde el Noroeste, Tigre Sur

