

EFFECTOS GEOLÓGICOS DEL SISMO DEL 27 DE FEBRERO DE 2010:

EVALUACIÓN DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN CERRO COLO COLO, ARAUCO, COMUNA DE ARAUCO

(INF-BIOBIO-37)

Fecha de observaciones: 25 de Marzo de 2010

Asistencia solicitada por: Dirección de Obras, Municipalidad de Arauco

Asistencia realizada por: Miguel Ortiz, Felipe Espinoza, geólogos.

ANTECEDENTES

El Municipio de la comuna de Arauco solicitó a SERNAGEOMIN asistencia técnica para identificar los peligros geológicos existentes y riesgo asociado en la comuna. Uno de los sitios de mayor preocupación es el cerro Colo Colo.

La ciudad de Arauco se emplaza en una amplia planicie constituida por una cubierta de espesor variable, de suelos formados por depósitos no consolidados acumulados en ambientes de tipo fluvial y aluvial. Hacia el interior, esta planicie está rodeada por cerros de mediana altura, constituidos por sedimentos marinos antiguos (terciarios) de consolidación media a baja y una importante cubierta de suelo vegetal. Como consecuencia del sismo del 27 de Febrero pasado, el cerro Colo Colo sufrió diversas modificaciones que implican riesgos para las numerosas viviendas construidas en sus inmediaciones (Fig.1). La comunidad reportó ocurrencia de remociones en masa, caída de rocas y árboles y agrietamiento general del cerro. Además, se comunicó que es frecuente la ocurrencia de pequeños deslizamientos gatillados por precipitaciones en la temporada de lluvias.

De esta forma, a los peligros geológicos generados por el sismo propiamente tal, se sobrepondrán aquellos derivados de las próximas precipitaciones, configurando un escenario de mayor riesgo debido a la inestabilidad ya adquirida por el cerro.

Actualmente, este cerro y su flora se encuentran protegidos bajo el título Monumento Nacional por el Consejo de Monumentos Nacionales.

OBSERVACIONES

El día 25 de Marzo se realizó una breve inspección al cerro Colo Colo y se sostuvo entrevistas con algunos vecinos afectados. El limitado tiempo disponible para atender este caso particular permitió solamente recorrer parte del cerro, entre villa Los Arrayanes (cara sur del cerro) y calle Lord Cochrane (cara norte) y parte NE de su cumbre. Lamentablemente, no fue posible recorrer

las laderas NW, W, ni SW del cerro, aunque se presume que han de presentar fenómenos similares a los aquí reportados.

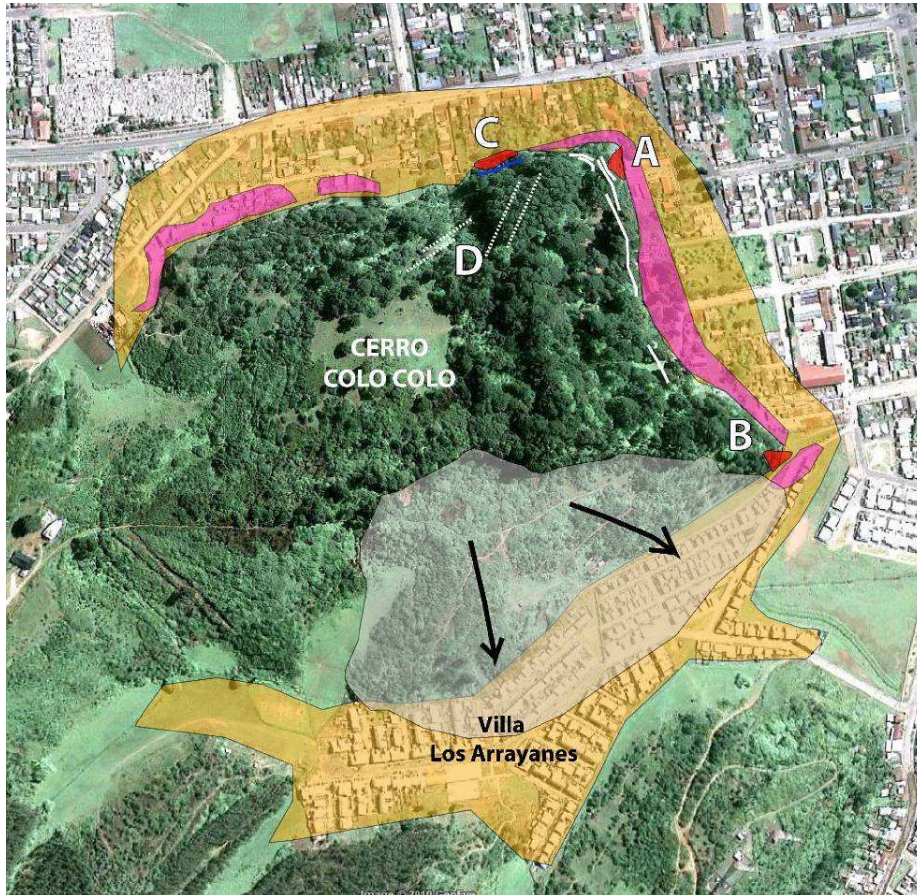


Figura 1. Cerro Colo Colo. Imagen satelital (Google Earth) pre-sismo mostrando las distintas localidades descritas en el texto identificadas como casos A, B, C, D, respectivamente. Áreas en rojo: remociones en masa generadas por el terremoto del 27.02.10. Área gris: remoción en masa antigua. Línea blanca continua: grietas de tensión. Línea blanca segmentada: grietas (caso D). Zona fucsia: viviendas en riesgo por la ocurrencia probable de remociones en masa. Zona Amarilla: zona vulnerable por eventuales remociones de mayor volumen relacionadas grietas caso D (requiere de estudio para acotar el área). En este último polígono se incluyó la villa Los Arrayanes debido a que esta se encuentra construida sobre la antigua remoción en masa y su reconstrucción en ese sector no es recomendable. En esta figura y no se han considerado las grietas observadas en el cerro Las Antenas, ubicado inmediatamente al sur de la villa Los Arrayanes, que aumentan la vulnerabilidad de esta villa. Norte hacia arriba.

Caso A

En el extremo noreste de cerro Colo Colo, sobre los terrenos de propiedad de Carabineros de Chile y dos propiedades contiguas hacia calle Lord Cochrane, previo al sismo existía un escarpe vertical, que en sectores presentaba pendientes negativas ($>90^\circ$). Producto de su inestabilidad y a la baja competencia de las rocas (areniscas) que componen el cerro, se originó una remoción en masa (derrumbe) como consecuencia directa del sismo. Esta remoción de material involucró la caída de importantes porciones de suelo, ramas e importantes rocas (fragmentos de hasta $3 \times 2 \times 1$ m) (Fig. 2). Solo comprometió daños a panderetas ligeras de las propiedades ubicadas bajo el escarpe.

El peligro actual para este sector radica en la ocurrencia de nuevas remociones en masa producto de la inestabilidad generada por la caída de material durante el terremoto. Las viviendas ubicadas bajo este sector presentan alto riesgo (Fig. 1).

El peligro mencionado se evidencia en las numerosas grietas de tensión formadas en la planicie que se desarrolla por sobre el desprendimiento. En esta planicie se observaron grietas de tensión, que como tales, poseen orientación paralela al borde de la ladera inestable. En promedio se observó formación de este tipo de grietas hasta unos 30 m de distancia de la corona de la remoción. Estas grietas poseen aperturas entre 1 y 5 cm y son al menos de 15 m de largo (Fig 3A), aunque las más próximas a la corona registran una apertura de hasta 30 cm de ancho y profundidades de 80 cm mínimo (Fig. 3B).

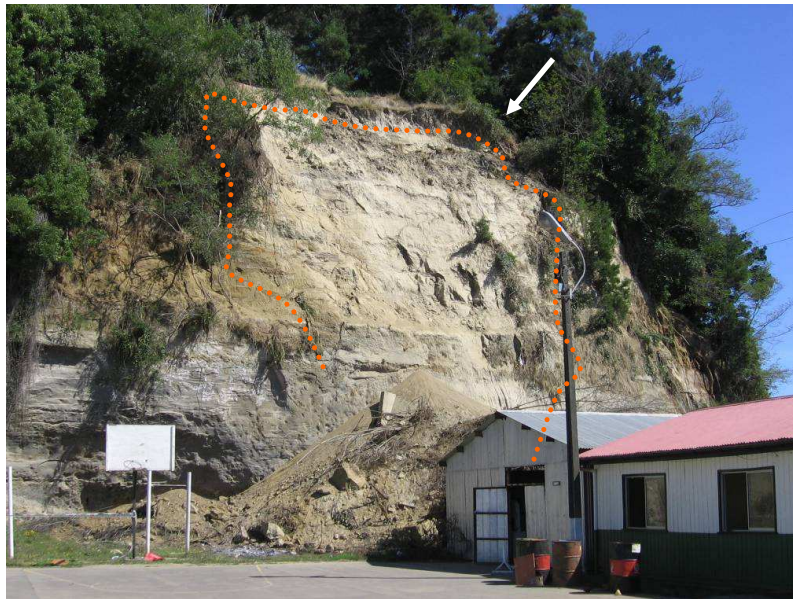


Figura 2. Cerro Colo Colo. Caso A: Remoción en masa generada por el terremoto de arenisca semiconsolidada ocurrida en el terreno de Carabineros y alrededores. Notar el material inestable en la parte alta de la cicatriz (punteada naranja) de remoción (flecha blanca).



Figura 3. Cerro Colo Colo. Caso A: **a)** Grietas de tensión generadas en planicie ubicada por sobre el escarpe de la remoción mostrada en Fig. 2. **b)** Grieta más cercana y de mayor apertura cercana a la cabecera del escarpe, es una de las de mayor riesgo frente a las próximas lluvias.

Caso B

En el extremo sureste del cerro Colo Colo, junto al límite norte de la villa Portal del Valle, se reconoce un escarpe de menor altura desde donde se generó una remoción en masa como consecuencia del sismo. Esta remoción no generó daños, sin embargo, su caída generó nuevo material y arbustos inestables en la parte alta del escarpe o corona alrededor de 12 m de altura. **El peligro actual es de futuras caídas de roca y remociones en masa**, riesgo que aumentará con el próximo período de precipitaciones, incrementando más aún la vulnerabilidad del extremo NE de la villa Portal del Valle y camino periférico (Fig. 1). En este lugar la distancia entre el escarpe y las viviendas es de cerca de 10 m (Fig. 4).

Observaciones anteriores realizadas por personal de SERNAGEOMIN (INF-BIOBIO-03) junto con el análisis de imágenes satelitales es posible señalar que la ladera sur del cerro Colo Colo fue afectada por una remoción en masa de magnitudes considerables generada antes de que se levantaran las villas ahí emplazadas (Fig 1; ver fotografías del informe INF-BIOBIO-03). En aquel informe se menciona que gran parte de los daños sufridos por las viviendas de villa Los Arrayanes se puede explicar por el hecho de que esta villa se construyó sobre el material generado por dicha remoción en masa, la que fue reactivada producto del terremoto. **Este depósito antiguo debe ser considerado como un antecedente del tipo y volumen de deslizamientos que puede generar el cerro Colo Colo.**

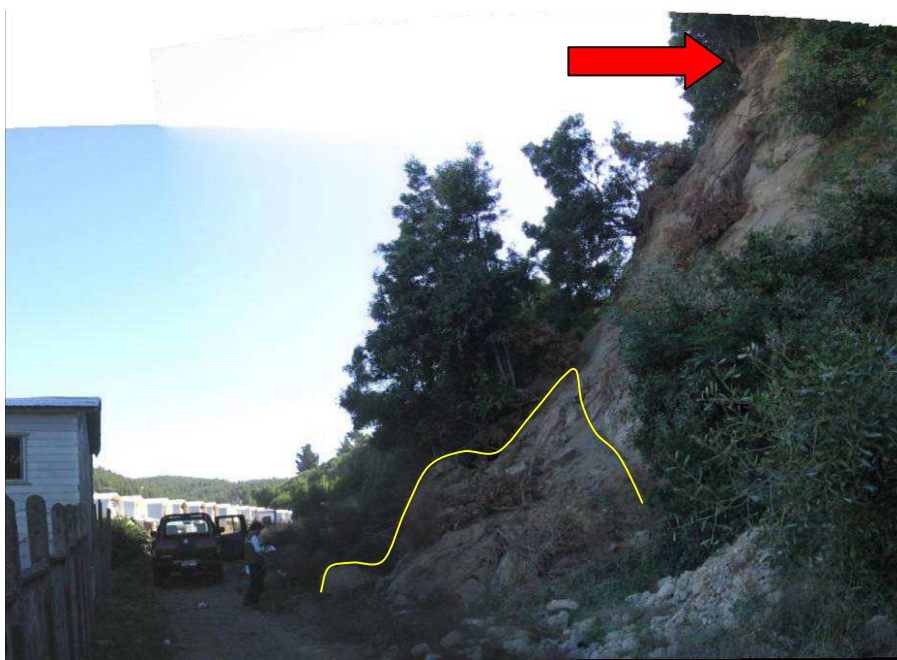


Figura 4. Cerro Colo Colo. Caso B. Remoción en masa en ladera escarpada frente a villa Portal del Valle. Notar ladera de inclinación superior a 90° en la parte alta de la cicatriz de la remoción (Línea amarilla indica material removido; flecha roja indica material inestable y colgante).

Caso C

En la ladera norte del cerro Colo Colo ocurrió una remoción en masa en la parte baja del cerro, la que derribó una corrida de 6 o más árboles (50 m de altura aprox.) hacia los terrenos de las viviendas ubicadas al interior de la calzada sur de calle Lord Cochrane. La caída de estos árboles no impactó directamente las viviendas, pero sí algunas construcciones ligeras. El peligro actual radica en la pérdida del sustento de la siguiente corrida de árboles. La altura, posición e inclinación de estos permiten suponer que importantes segmentos de sus troncos y ramas podrían impactar algunas viviendas o personas, en particular aquellas de Lord Cochrane nº1049, interior. El riesgo de caída aumenta con vientos y precipitaciones que debilitarán aún más el sustrato (Fig.5).

Caso D

Este corresponde a la condición general de cerro Colo Colo, en particular, a la respuesta mediante agrietamiento de su parte más alta. En esta etapa y con la información recabada no es posible dimensionar la magnitud del riesgo involucrado por estas estructuras. Se trata de numerosas grietas generadas en la cobertura del suelo, de distintas direcciones y tamaños como respuesta al sismo, las que parecen no tener que ver de manera directa a las grietas de tensión que se generan en los bordes de los escarpes o laderas empinadas, puesto que estas se ubican lejos de dichas zonas. Su ubicación hace pensar que se trata de grietas controladas por estructuras mayores, que podrían evolucionar más lentamente. **El peligro geológico de estas grietas es el de remociones en masa y caída de árboles, de magnitud desconocida**, quizás, comparable a la remoción antigua de la ladera sur del mismo cerro (ver Caso B). Estas grietas, a la fecha de observación, pueden ser agrupadas en dos grupos según su orientación: (1) N15E a N30E, con aperturas de 30 cm y resalto de similar magnitud (Fig. 6a) y (2) N60E, grieta que deprime el bloque suroeste con un resalto de 50 cm y un largo de al menos 15 m (Fig. 6b). En general estas grietas parecen generar subsidencia de partes del cerro, sugiriendo extensión lateral en sentido NW-SE.



Figura 5. Cerro Colorado. Caso C. Caída de al menos 6 árboles debido a remoción en masa producto del sismo. Notar inestabilidad de los árboles que quedaron erguidos en primera línea, con parte de sus raíces expuestas. La altura de estos árboles es suficiente como para impactar la casa del extremo derecho en la fotografía. Notar la pérdida de verticalidad del árbol indicado (flecha roja), lo que podría indicar fenómenos previos de reptación.



Figura 6. Cerro Colo Colo. Caso D. Grietas en parte alta del cerro. **A)** Grietas de tensión (flechas rojas) hundiendo el terreno entre ellas (flecha azul), la orientación de tipo de estructuras está en el rango N15E a N30E, lo que sugiere una extensión en sentido en sentido NW-SE (flechas blancas). **B)** escarpe generado por grieta N60E de importante apertura y desplazamiento vertical (~80 cm), descendiendo el bloque SE. Ubicación: UTM 5.876.285 N; 648.438 E (datum WGS84), 64m s.n.m.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Generales

1. El cerro Colo Colo está formado por roca arenisca de muy baja consolidación; posee antecedentes de grandes deslizamientos (ver caso D) y el sismo ha debilitado varias de sus laderas, transformándolo en una amenaza para las viviendas ubicadas en su perímetro.
2. Un plan a futuro debe contemplar una zona de exclusión alrededor de este y otros cerros de la región. El material de poca competencia que compone al cerro Colo Colo es común a la mayoría de los cerros de la región, por lo que estos constituyen un peligro generalizado si se construye en sus inmediaciones.
3. Los planes reguladores deberán excluir las zonas más cercanas a ellos para viviendas y otras edificaciones.

Específicas

Caso A

1. En cuanto al material inestable ubicado en la parte alta del deslizamiento principal de cerro Colo Colo (Fig. 2), se recomienda que este sea removido del lugar a la brevedad para evitar su caída por sismo o precipitaciones.
2. Se recomienda que las construcciones ubicadas a los pies de esta remoción sean retiradas del lugar, y se genere un área de exclusión considerada de alto riesgo en que quede prohibida toda construcción (áreas en fucsia de la Fig. 1). Se sugiere a los habitantes de este sector desplazar las construcciones cercanas a la ladera a una zona de seguridad la que debería tener al menos unos 20 m desde el pie del cerro.
3. Se sugiere monitorear de manera visual y constante las grietas del cerro, en especial aquellas formadas en la planicie ubicada sobre el escarpe de las distintas remociones, en particular aquella del Caso A (Fig. 3). Para estas últimas, debido al peligro de remoción en masa que representan, se sugiere llevar un registro escrito de la evolución de las grietas, al menos luego de los episodios de lluvias fuertes. Este registro debe caracterizar las grietas considerando al menos ubicación (distancia al borde de la corona de desprendimiento), tamaño de la apertura, resalto, fecha, condición climática y un registro fotográfico. En caso de detectar cambios de importancia, en especial en períodos de lluvia, se recomienda evacuar a la gente bajo el escarpe y solicitar opinión técnica.

Caso B

1. En cuanto a la remoción ocurrida a la entrada de la villa Portal del Valle, se recomienda quitar el material suelto de la parte alta del escarpe (suelo y arbustos) antes del período de lluvias. Para evitar futuras remociones y debido a lo cercano de las viviendas, se recomienda reducir la pendiente y carga de la ladera excavando uno o más escalones en la parte alta del escarpe donde se generó la remoción (Fig. 1 y 4).

Caso C

1. En cuanto a la potencial caída de árboles en la ladera norte del cerro, se recomienda encarecidamente talar a la brevedad y con carácter de extrema urgencia, los árboles indicados en la Figura 5. Una zona de seguridad de al menos 50 m debe ser considerada frente a bosques similares a los de este caso en toda la región.

Caso D

1. . Solo estudios de detalle podrán concluir acerca del real peligro que representan las grietas agrupadas en el Caso D. Mientras estos no se realicen se recomienda monitorearlas visualmente, en particular después de períodos de abundantes precipitaciones pues ellas podrían evolucionar de manera negativa para los pobladores en el mediano o largo plazo.
2. No se puede descartar que el cerro Colo Colo pueda generar nuevas remociones en masa similares a la ya identificada (remoción color gris en Fig. 1).

MO/FE

SERNAGEOMIN, 01-04-2010