

EFFECTOS GEOLÓGICOS DEL SISMO DEL 27 DE FEBRERO DE 2010:

OBSERVACIONES DE DAÑOS Y EVALUACIÓN DE POSIBLES EMPLAZAMIENTOS DE CAMPAMENTOS DE EMERGENCIA EN LAS LOCALIDADES DE LLICO Y PUNTA LAVAPIÉ, COMUNA DE ARAUCO.

(INF-BIOBIO-39)

Fecha : 26 de marzo de 2010
Asistencia solicitada por : Dirección de Obras, Municipalidad de Arauco.
Asistencia realizada por : Felipe Espinoza, Miguel Ortiz, geólogos.

ANTECEDENTES

En el sector de Lo Martínez, en la localidad de Llico, se reportó a la municipalidad de Arauco la ocurrencia de un deslizamiento que comprometía la seguridad de 20 grupos familiares y varias casas. Por otro lado, en el sector de Punta Lavapié se informó de la aparición de grietas en el cerro las que afectaban algunas viviendas. Personal de SERNAGEOMIN visitó estas localidades en compañía del arquitecto de la Dirección de Obras de la Municipalidad de Arauco Sra. María José Mancilla. Se visitaron además tres terrenos indicados por la Municipalidad para ser evaluados por SERNAGEOMIN en cuanto a su calidad y seguridad como posible lugar de emplazamiento de viviendas de emergencia para los damnificados del sector.

SECTOR LO MARTINEZ

OBSERVACIONES

En el sector conocido localmente conocido como Lo Martínez, al oeste de la localidad de Llico, al menos 5 viviendas emplazadas junto a la ladera de un cerro están amenazadas por la ocurrencia de un deslizamiento de roca luego del terremoto. Cerca de 25 metros aguas arriba desde las viviendas, a lo largo de un sector de escorrentía invernal, ocurrió el deslizamiento que afectó a un escarpe de aproximadamente 6 m de altura, formado por la erosión del agua, y que bloqueó parcialmente el curso natural de escorrentía en ese lugar. Esta vía de evacuación de aguas lluvias es utilizado además como camino de acceso a una pequeña vivienda ubicada en el lugar (Fig. 1).



Figura 1: *Arriba*) Fotografía del deslizamiento de roca que afectó el sector alto de la localidad de Lo Martínez, Llico. Abajo a la derecha se pueden apreciar las viviendas que podrían ser afectadas por un alud de barro en la época de lluvias. *Abajo*) Fotografía del mismo sector pero en dirección opuesta. Nótese la altura del escarpe (~ 6 m) desde el cual se produjo el desprendimiento. Se observa que en la parte alta del escarpe existe terreno inestable que podría desprenderse.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda el retiro inmediato del material desprendido y acumulado en el lecho del curso de agua parcialmente bloqueado; ante cualquier lluvia este material podría formar un alud de barro que afectaría directamente a las viviendas localizadas en la parte baja de la ladera.
- Se recomienda trabajar la pendiente del escarpe desde donde se generó el deslizamiento, en particular la construcción de terraplenes en escalera para evitar nuevos desprendimientos.
- Ante la recurrencia de este fenómeno en el sector, sería recomendable intervenir las caídas de agua naturales que escurren en el sector en su curso alto (a la altura del camino a Punta Lavapié) para lograr encausarlas por la quebrada aledaña. Este trabajo debe realizarse con material sólido (concreto) capaz de soportar altos volúmenes de flujo durante el invierno.

PUNTA LAVAPIÉ

OBSERVACIONES

En el sector de caleta Punta Lavapié habitantes del sector reportaron la aparición de grietas luego del terremoto del 27.02.10. Personal de SERNAGEOMIN visitó el sector el día 09 de Marzo, generando un primer informe (INF-BIOBIO-04). El sector fue visitado nuevamente ya que los vecinos indicaron la aparición de nuevas grietas y el desarrollo de las ya reconocidas.

En el sector interno de la villa, grietas de gran extensión en dirección N20E aparecen en la cabecera de un escarpe antiguo cubierto con abundante vegetación; estas grietas presentan importantes desplazamientos tanto horizontal como vertical (decenas de cm) y una profundidad aproximada de 60 cm. Las casas bajo este escarpe ya fueron evacuadas dado el riesgo que los mismos habitantes notaron frente al desarrollo de estas grietas. En otro sector, grietas con similar orientación aparecen al costado del camino vecinal, afectando una vivienda localizada en la cabecera de un escarpe de 12 m aproximadamente desarrollado al costado del camino. Bajo este sector existen varias viviendas aún habitadas. En el camino de entrada, una remoción reciente (2007) no presentó reactivación (INF-BIOBIO-04). En este mismo sector se ubican las copas de agua que alimentan el pueblo. En el borde de la copa ubicada en el sector alto, al sur del camino, existe una fisura prolongada (~6 m) que corre cerca del borde de la copa, pero que no la compromete (Fig. 3). En el sector de la otra copa, al norte del camino, no se apreciaron grietas; sin embargo, el responsable de la vigilancia de las copas indicó la aparición de una fisura en el concreto en la parte baja de la copa, lo que evidencia algún trabajo de la estructura frente al terremoto. Además, en la parte baja de este sector aflora agua de la que no es posible precisar un origen, aunque es posible que provenga desde la misma copa (dada su posición en altura).



Figura 2: Imagen satelital (Google Earth) del sector de punta Lavapié. Las líneas negras representan grietas mayores observadas en el sector. Líneas amarillas representan escarpes pronunciados que representan un peligro para las viviendas cercanas, tanto en su cabecera (arriba) como a sus pies (abajo). Flecha azul representa la dirección de un drenaje natural que podría seguir un aluvión en el caso del colapso de la copa de agua norte, y que afectaría directamente a unas instalaciones cerca de la costa. Elipse celeste indica sector con presencia de agua superficial. Los polígonos rojos se identifican como áreas de riesgo por su cercanía a escarpes y, en algunos casos, el desarrollo de grietas como potenciales antecedentes de remociones en masa y/o deslizamientos.



Figura 3: Fisura que pasa por un costado de la copa de agua ubicada al sur del camino de ingreso a Punta Lavapié. La copa no está comprometida por esta estructura.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se recomienda restringir el paso de vehículos pesados a la parte central del camino vecinal de Punta Lavapié ya que podría aumentar el desarrollo de las grietas existentes en el pavimento y precipitar una remoción en masa.
- Monitorear el desarrollo de la fisura observada en la copa de agua sur, en caso de observar una apertura o desplazamiento de esta, dar aviso inmediato a la compañía de agua responsable de la estructura para tomar las medidas necesarias.
- Determinar si la copa norte presenta alguna pérdida de agua (posible origen de agua superficial en sector bajo), si es así, ordenar su reparación inmediata. La presencia de agua en exceso en el sector podría detonar la ocurrencia de una remoción en masa por licuefacción del terreno (pérdida de cohesión y capacidad de soporte) que afectaría la parte norte del poblado y algunas instalaciones ubicadas en línea directa desde la copa a nivel del mar.
- Se recomienda mantener despejada el área de la antigua remoción en masa (2007) ya que esta podría reactivarse en cualquier momento (nuevos sismos o por aguas lluvias) afectando las viviendas construidas sobre el material removido.
- Evacuar las viviendas en evidente riesgo por deslizamiento de tierra y roca producto del desarrollo de grietas en las cabeceras de los escarpes existentes en el sector central del poblado; así como también las casas existentes en laderas muy pronunciadas (cabeceras) cerca de estos escarpes.
- La zona occidental de la caleta representa una zona de riesgo al encontrarse las viviendas muy cerca del escarpe costero, que en ese sector presenta varios metros de

altitud. Se recomienda evitar la proliferación de viviendas cerca (<20 metros) de la cabecera del escarpe.

TERRENO EN BOSQUE DE LLICO

OBSERVACIONES

A petición de la municipalidad de Arauco se evaluó preliminarmente un terreno al sur del poblado de Llico, que podría ser utilizado para la instalación de viviendas de emergencia. El terreno es propiedad de Bosques Arauco S.A. y actualmente tiene una plantación de pinos de gran desarrollo. El sector se aprecia relativamente plano, con bajas pendientes en sus contornos (aunque difícil de evaluar debido a la alta densidad de pinos), y se ubica sobre la cota de 50 m s.n.m.; no se observó presencia de agua superficial aunque es evidente el desarrollo de quebradas en sus alrededores. Hacia el oeste del sector un cerro de mayor altura no representa una amenaza evidente de deslizamiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al reconocimiento preliminar realizado en este sector, este lugar sería apto para la instalación de las viviendas ya que no representa una zona de peligro evidente.

A modo de recomendaciones generales, tener en cuenta lo siguiente:

- Realizar estudio de pendientes a fin de determinar mejor sector para construir viviendas minimizando el volumen de relleno artificial.
- Solicitar estudio de suelo y realizar mejoramiento del mismo para fundación.
- Análisis de cursos de agua, canalización en caso de ser necesario.
- Evaluar amenaza de deslizamiento desde pendiente mayor al oeste (existencia de grietas, naturaleza del terreno)
- Correcta compactación del material de relleno.

TERRENO DE LA ANTENA

OBSERVACIONES

El sector conocido como 'cerro de la antena' fue elegido por los pobladores damnificados del sector de Punta Lavapié para instalar un campamento de emergencia. Dada la cercanía con el lugar donde habitaban y trabajan los refugiados (1,6 km aproximadamente), este terreno se presenta como una alternativa de reubicación de las familias damnificadas donde se podrían levantar las viviendas de emergencia.

Este terreno corresponde a una pequeña llanura de forma semi-ovalada sin vegetación, ubicada en la cima del cerro que rodea punta Lavapié por el sur, a una altitud aproximada de 170 m s.n.m., al costado occidental del camino que une Lavapié con Llico (Fig. 4). El terreno sin vegetación tiene una superficie total aproximada de 10,000 m². El lugar está rodeado por arbustos nativos de mediana altura, presenta una pendiente suave hacia el norte que aumenta cerca de la ladera. La superficie del área con pendiente baja alcanza cerca de 6,000 m². Dada su disposición geográfica, desde este sector nacen las quebradas (dos) que llegan a Lavapié, por el norte, y al borde occidental de la península. No se observaron evidencias de escurrimiento superficial en el lugar (debido, en parte, a la abundante vegetación), pero se presume que por lo menos las dos

quebradas mayores canalizan las aguas lluvias en la temporada invernal (Fig. 4). En el extremo norte del borde occidental del terreno, en la cabecera de la ladera oeste, se observa una depresión de aproximadamente 2 m de profundidad, excavada en el suelo vegetal del lugar (tierra café, Fig. 5). Esta depresión se extiende hacia el sureste, bordeando el terreno en estudio. Del análisis morfológico y de imágenes satelitales de esta singularidad se presume que representa una antigua zona de agrietamiento que afectó parte del borde occidental del terreno. Además, dada su morfología, se presume que por este lugar se concentran y escurren aguas lluvia.

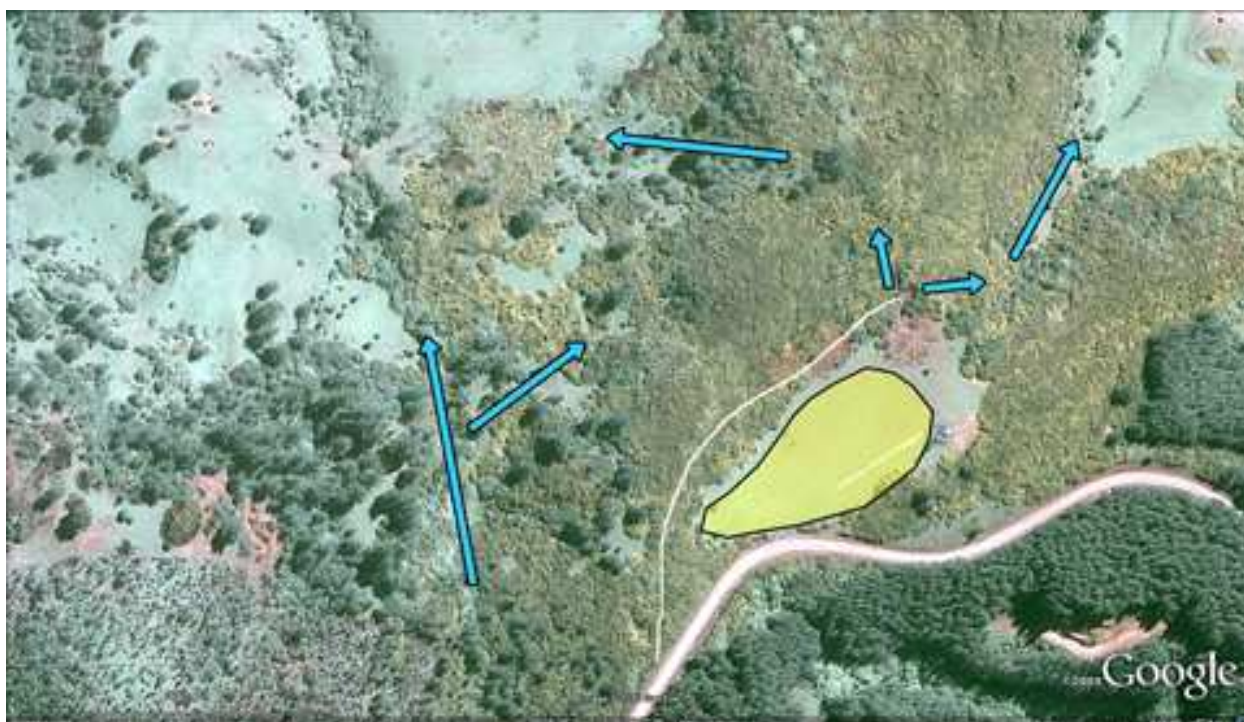


Figura 4: Imagen satelital del terreno de la antena. Con flechas azules se indica la dirección de evacuación natural de aguas lluvias (drenajes). La línea blanca representa la traza de una posible zona de antiguo agrietamiento (inferido) que rodea el terreno por su borde noroccidental, hacia la zona de mayor pendiente (ver figura 5). El polígono amarillo indica el área recomendada para la construcción de las viviendas de emergencia (aprox. 6,000 m²).



Figura 5: Vista hacia el SW del terreno de la antena. Se observa el desarrollo de una zona deprimida, correspondiente a suelo intensamente erosionado, que podría representar la traza de una antigua grieta en la cabecera de la ladera noroccidental. Además, esta estructura canaliza, probablemente, las aguas lluvias conduciéndolas hacia una quebrada que baja hacia el noreste.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El terreno en cuestión es medianamente recomendable para la instalación de viviendas de emergencia, en el caso que se opte por él, se recomienda enfáticamente tomar en consideración lo siguiente:

- La composición del suelo en este lugar requiere un importante trabajo de mejoramiento para ser utilizado como suelo de fundación, es un suelo de mala calidad. Se recomienda solicitar estudios para su análisis y mejoramiento.
- Las viviendas de emergencia deben ser colocadas al menos 10 metros desde la actual línea de vegetación a lo largo del borde occidental del terreno, ya que ese sector podría tener antecedentes de agrietamiento, aparte de coincidir con el borde de la ladera del cerro donde se podrían generar remociones en masa.
- La superficie utilizable para la instalación del campamento se restringe a aproximadamente 6,000 m², ya que deben excluirse los borde del terreno y el sector norte que tiene mayor pendiente. Esto para evitar el relleno de ese sector con material artificial que deba compactarse.
- Instalación de baños químicos y contenedores de basura para evitar problemas sanitarios.

TERRENOS EN BOSQUE DE LAVAPIÉ

OBSERVACIONES

Al sur de Punta Lavapié, en el sector alto y relativamente plano cercano al camino que une esta localidad con Llico, la Municipalidad de Arauco tiene la posibilidad de adquirir terrenos destinados a la construcción de viviendas definitivas para los damnificados de este sector. Se reconoció en

terreno un sector propiedad de Bosques Arauco S.A. ubicado al este del camino público, a menos de un kilómetro al sur del campamento de la antena y a 2 kilómetros por el camino desde el botadero de la caleta Lavapié.

El terreno se ubica a una altitud aproximada de 200 m s.n.m., contiene actualmente una plantación de pinos de edad madura, muestra una superficie irregular de baja pendiente que cae hacia el este, con desarrollo de suelo vegetal que alcanza 1,5 metros en algunos sectores. La roca bajo éste corresponde a una arenisca con niveles finos de conglomerados cuarcíferos. Al este del camino, distante entre 50 y 100 metros, se observa un aumento de la pendiente del terreno y el desarrollo de incisiones profundas que corresponden a cabeceras de los drenajes de agua (quebradas menores y vertientes). Al lado opuesto del camino, sobre un terreno ondulado de baja pendiente, se desarrolla vegetación arbustiva que se extiende por cerca de 50 metros antes del comienzo de un aumento importante en la pendiente y la aparición de las quebradas que desaguan hacia el oeste (Fig. 6).

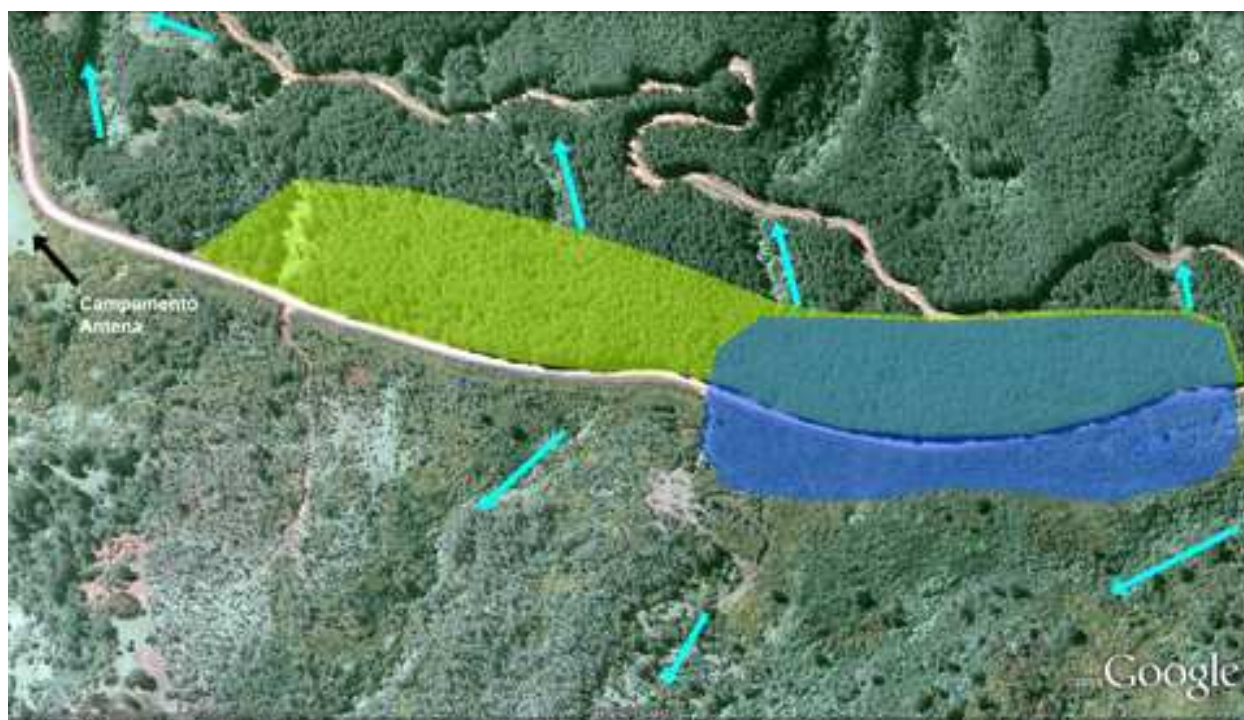


Figura 6: Imagen satelital de la serranía al sur de Punta Lavapié. El camino que une este sector con Llico cruza la figura en dirección NS. Los polígonos dibujados representan áreas de bajo peligro geológico donde podrían construirse viviendas definitivas para los damnificados del sector de Punta Lavapié. Área polígono amarillo: 67,000 m², área polígono azul: 62,000 m² (valores aproximados). Las flechas celestes indican la ubicación de drenajes naturales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se han analizado dos casos independientes para la definición de un terreno a ser adquirido en este sector. Lo aquí presentado sólo considera la minimización de los riesgos geológicos en el lugar (remociones en masa, deslizamientos, licuefacción, inundaciones, tsunamis, etc.), por lo que las áreas calculadas y la ubicación definitiva del terreno a considerar pueden variar dependiendo

de los requerimientos de superficie que se tengan para la construcción del número definitivo de viviendas.

Caso 1: Terreno al oeste del camino

Corresponde a un área aproximada de 67,000 m² que se extiende a un costado del camino y que está limitada al este por la línea que definen las cabeceras de las quebradas, alcanzando así un ancho que varía entre 50 y 100 metros y una longitud aproximada de 750 metros (Fig. 6). En este caso no sería necesario modificar el trazado del camino actual.

Caso 2: Terreno a ambos lados del camino

Corresponde a un área aproximada de 62,000 m² que se extiende a ambos lados del camino. Al igual que en el caso anterior, los límites del área corresponden a los cambios de pendiente cerca de la ladera y a la presencia de quebradas. El área sugerida tiene un ancho máximo de 150 metros y una longitud de 400 metros (Fig. 6). En este caso debe estudiarse la opción de modificar el trazado del camino público.

Como recomendaciones generales se tiene:

- Se recomienda en todos los casos la toma de medidas preventivas ante la ocurrencia de incendios forestales, educando e informando a la gente, y ejecutando las medidas de mitigación de riesgo comunes para asentamientos en zonas boscosas.
- Estudios y mejoramiento del suelo destinado para la fundación de infraestructura.
- Estudio de los cursos de agua naturales. Se recomienda realizar un manejo de las aguas lluvias con materiales sólidos, canalización y redireccionamiento.

FE/MO
SERNAGEOMIN 05/04/2010