



DESASTRE DE INUNDACION EN LOS MOLLES, COMUNA DE LA LIGUA, V REGION, CHILE

Naranjo, J.A.¹, Antinao, J.L.² & Fernández, J.C.³

Servicio Nacional de Geología y Minería, Casilla 10465, Santiago, Chile, ¹jnaranjo@sernageomin.cl,
²jantinao@sernageomin.cl, ³jcfernan@sernageomin.cl

Palabras claves: Colapso, inundación, Chile.

RESUMEN

El colapso de tranque formado por un terraplén de ferrocarril produjo una violenta inundación que arrasó Villa Huaquén, un poblado vecino al balneario de Los Molles, durante los temporales del 3 de junio de 2002. Cuatro personas murieron arrastradas por la ola de 1,5 a 4 m de alto. El abandono de la vía férrea y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas sin evaluación de peligros geológicos, crea condiciones de alto riesgo para personas y bienes.

ABSTRACT

The collapse of a dam formed by an abandoned railroad rampart produced a violent flood that partially obliterated a small village near Los Molles (V Region) during rain showers occurred the June 3, 2002. Four people were killed due to the pass of waves of 1.5 to 4 m high. The abandon railroad together with human settlements on areas without geological hazard evaluation creates high-risk conditions for human being and their goods.

INTRODUCCION

A las 14:45 horas del 3 de junio de 2002 se generó una violenta inundación a lo largo de la quebrada Coiles, que afectó el sector sur del balneario de Los Molles, km 192 de la Autopista Ruta 5 Norte (Fig. 1). Resultaron 4 muertos, 35 viviendas destruidas y 80 con diversos daños. Este artículo resume los resultados sobre las causas de la inundación y estimar sus dimensiones. El área afectada (Villa Huaquén) corresponde a una extensión urbanizada, al nororiente del balneario de Los Molles. Los sectores Villa Huaquén y Caleta Los Molles se encuentran separados, por la Autopista Ruta 5 Norte. Las construcciones ubicadas al surponiente corresponde a cabañas de veraneo o segundas residencias, desocupadas la mayor parte del año. Por el contrario, el sector de Villa Huaquén, en su mayoría, incluye casas de pobladores dedicados a la agricultura en viveros y a la ganadería de ovinos en la zona.

GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA

La morfología costera posee tres componentes bien definidas. (i) Las estribaciones occidentales de los cordones transversales que descienden desde la Cordillera de Los Andes (Fig. 1), como el cerro El Fraile (659 m s.n.m.) o el morro Colorado (595 m s.n.m.), conformadas, en su mayoría, por el basamento rocoso de edad triásica (Rivano *et al.*, 1993) (lavas de la Formación Pichidangui) y Jurásico (areniscas de la Formación Los Molles). Al norte de la quebrada Coiles, las rocas de la Formación Pichidangui forman farellones y no presentan una cobertura sedimentaria joven, no consolidada, de espesor significativo. (ii) Una terraza de abrasión-depositación relacionada con un nivel del mar o nivel base más elevado que el presente (terracea o planicie litoral), de edad pliocena-pleistocena (Rivano *et al.*, 1993), formada por depósitos sublitorales, eólicos y/o fluviales en los sectores ubicados más al interior, en relación con la costa. (iii) Valles de fondo casi plano, incisos en la terraza anterior y que corresponden al desagüe del drenaje que proviene, ya sea del interior (río La Ligua), o desde topografías elevadas cercanas (Estero Los Molles y Quebrada Coiles). Estos valles contienen sedimentos aluviales. El área afectada se encuentra en uno de estos últimos valles, lo que restringió espacialmente la ocurrencia del fenómeno.

La cuenca drenada a través de la quebrada Coiles posee una superficie estimada de 24 km², la cual constituye un área de captación menor, comparada con otras cuencas al sur del área estudiada. No obstante, probablemente debido al tamaño de la cuenca, el cruce ferroviario de la quebrada se diseñó con un terraplén en forma de arco y no con un puente, como en

las otras quebradas. Esto es particularmente significativo considerando que gran parte de la hoya superior y la sección inferior de la cuenca de la quebrada Coiles se encuentra labrada en rocas y no en sedimentos. Además, los tributarios de la quebrada Coiles poseen recorridos casi rectos, sin meandros que atenúen la energía de las corrientes de agua.

El asentamiento de la Villa Huaquén ocupa la zona de inundación aluvial de la quebrada Coiles, sector altamente vulnerable ante crecidas del caudal de la misma.

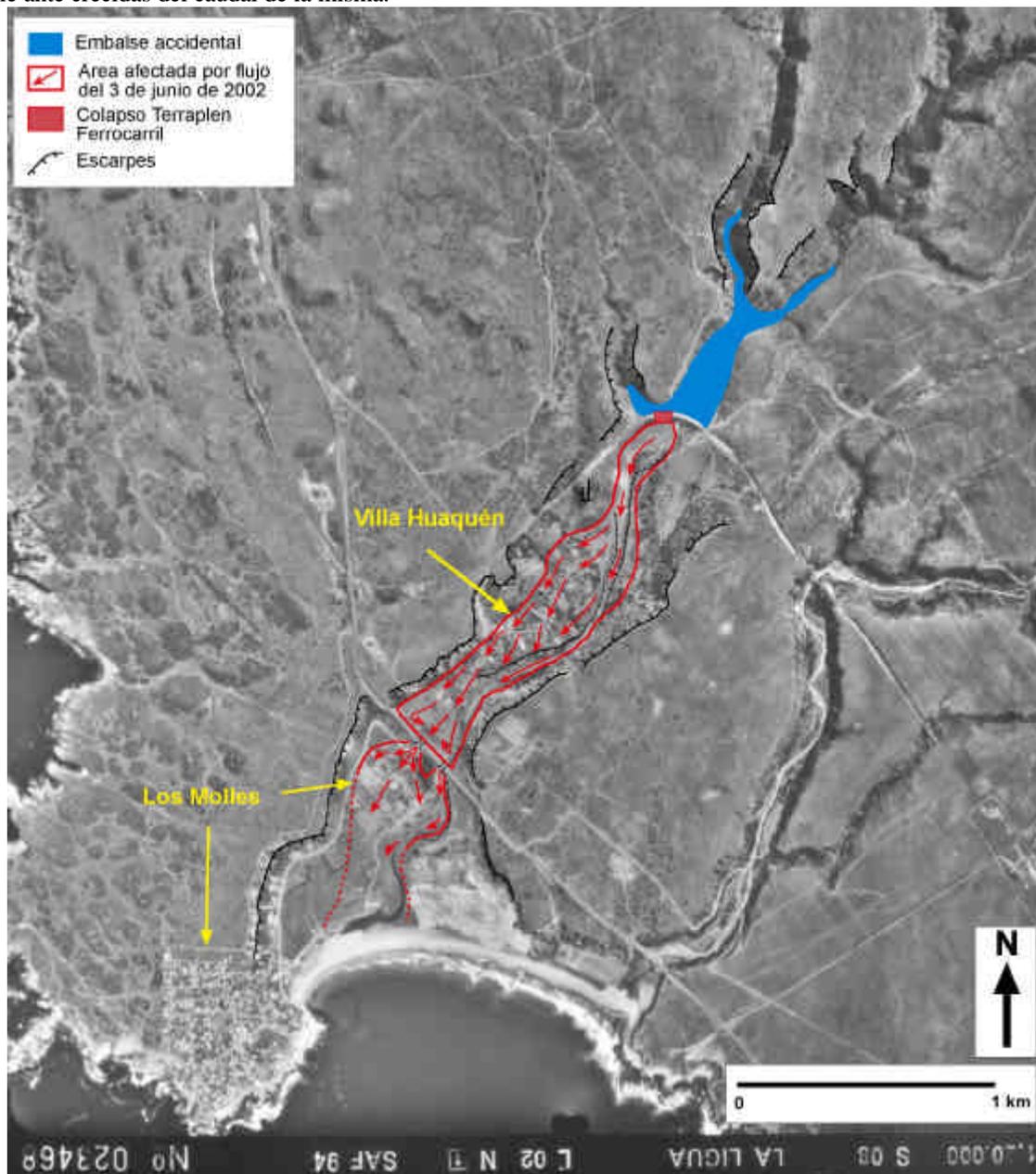


Fig. 1. Situación general del desastre del 3 de junio de 2002 en Villa Huaquén y caleta Los Molles.

ANTECEDENTES METEOROLÓGICOS

Las precipitaciones del frente que afectó a la zona central del país entre los días 2 y 4 de junio, han sido una de las más intensas registradas. Según la Dirección Meteorológica de Chile, la estación Nogales (60 km al SSE del sitio), registró 85 mm de lluvia a partir de la noche del día 2 (hasta las 0800 hrs del día 3) y 136 mm el día 3, jornada que registró la mayor

cantidad de precipitaciones. En Longotoma (20 km al SSE) cayeron 76,6 mm para el día 2. La estación más cercana al norte del sitio, informó 82,8 mm para el día 3 (Canela Baja). La precipitación caída en Los Molles se asimila a aquella de Nogales para el día 3, considerando la similitud del día anterior entre esta última y Longotoma, ubicada muy cerca de Los Molles (76,6 vs 85). Se estima que las precipitaciones del 3 en Los Molles, alcanzaron, a lo menos, los 100 mm. Por otra parte, de acuerdo a las versiones de testigos, la mayor intensidad de precipitaciones en Los Molles, habría ocurrido a partir de las 11 hrs del 3 de junio, detectándose además, un notorio incremento del caudal del estero Coiles, el que normalmente permanece seco.

INTERVENCION ANTROPICA

Se destacan la vía férrea, su trazado con cortes cerrados en roca y un terraplén de ferrocarril al oriente; hacia el poniente, se construyó un puente y paso bajo nivel (acceso a Los Molles) correspondientes a la Autopista Ruta 5 Norte. El sector poblado de Villa Huaquén se encuentra limitado al oriente en su expansión posible por la línea férrea de la red norte, tramo Longotoma-Los Vilos, que desde 1987 se encuentra prácticamente en desuso. Según Thompson y Angerstein (1997), durante la década de los 90, la línea habría sido utilizada esporádicamente para transporte de carga, principalmente cemento o minerales. Desde 1990, la responsabilidad de la Red Norte fue transferida desde la Empresa de Ferrocarriles del Estado (EFE), a la CORFO, operándola mediante la filial Ferronor. Luego de esto (1997), la empresa fue separada en dos partes: la administración de la vía, que permaneció en manos estatales, y la operación de trenes y comercialización de servicios, los que desde dicha fecha son privados (Pirazzolli y Cía, *Rail America*, según Thompson y Angerstein, 1997). La construcción de esta vía férrea ocurrió cerca de 1940. Además, cabe consignar que el último tren de largo recorrido de pasajeros al norte, Santiago-Iquique operó en 1975. A la vez, el último tren a La Serena operó en 1978. Así, la vía operó regularmente sólo por 38 años. Después de eso, no hubo transporte de pasajeros sino hasta 1987 debido a la emergencia por lluvias y corte carretero en Huentelauquén. Desde entonces la vía férrea no ha sido mantenida regularmente (en un lapso de 24 años).

La falta de mantenimiento de estas vías, en los sitios donde se ha presentado, siempre ha traído consigo impactos de algún tipo al ambiente y/o al hombre. Uno de los problemas más comunes es la captación de aguas lluvias y encauzamiento por las líneas férreas abandonadas. Esta agua, al salirse de ese eventual cauce en algunos puntos, puede producir socavamiento y podría estar directamente relacionado con la generación del colapso de las bases de la vía. Otro problema serio es el mantenimiento de las alcantarillas de los terraplenes ferroviarios que atraviesan pequeñas quebradas de escurrimiento esporádico. El terraplén del ferrocarril que atraviesa la quebrada Coiles presentaba una altura aproximada de 17 m en su punto más bajo en relación con el valle y estaba construido en forma arqueada (convexo aguas arriba de la quebrada), con un largo total de aproximadamente 450 m. Bajo el terraplén y para permitir el paso esporádico de agua por el estero, se ubicó una alcantarilla de concreto, de sección rectangular aproximada de 4 por 2 m y unos 25 m de largo, la cual persiste hasta ahora.

Por su parte, la carretera, recientemente ampliada a dos pistas por sentido, muestra un terraplén de aproximadamente 500 m de largo, y 25 m de ancho. El paso bajo nivel de acceso al balneario de Los Molles tiene una luz de aproximadamente 15 m x 4,5 m. En la parte sureste, el terraplén es cruzado por dos alcantarillas de descarga del cauce principal de la quebrada.

CAUSAS Y CRONOLOGIA DEL DESASTRE

La violenta inundación se produjo por el colapso de un embalse accidental formado por la obstrucción parcial de la alcantarilla del terraplén del ferrocarril ubicado a menos de 1 km aguas arriba de la Villa Huaquén. El terraplén actuó como un dique que contuvo gran parte de las aguas del estero de la quebrada Coiles hasta colapsar. Las intensas precipitaciones de ese día, aumentaron ostensiblemente el caudal del estero que normalmente se encuentra seco, a partir las 11:00 hrs del 3 de junio. La elevada corriente arrastró troncos y ramas, las que obstruyeron el largo alcantarillado bajo el terraplén. Según testimonios de vecinos, durante los temporales de junio de 1997, ocurrió un proceso semejante, pero el tranque no alcanzó a colapsar. En el caso actual, aproximadamente a las 12:30 hrs, el citado terraplén, al igual que en 1997, había represado el caudal del estero, formado un tranque cuyas aguas estaban a sólo 1 m bajo la cota del terraplén y que, en consecuencia, estaba a punto de rebalsar. Entre las 13:00 y 14:00 hrs se dio la alerta a los vecinos, lo que evitó un número mayor de víctimas fatales.

De acuerdo a las observaciones de terreno efectuadas a las 24 horas de ocurrido el desastre, cuando todavía estaba activo el temporal, a lo largo del corte cerrado en rocas del trazado ferroviario, al poniente de la quebrada, se había confinado un cauce de captación de aguas lluvias, con escurrimiento en descenso hacia el terraplén. El desplazamiento de las gravas del balasto, así como la presencia de restos de sedimentos gruesos sobre los durmientes de la vía, indicaban que,

antes del colapso del terraplén, un curso de agua estuvo activo hasta el apoyo de éste en la roca. Debido a la alta energía de este cauce, el apoyo poniente del terraplén comenzó ser horadado. Esto pudo haber favorecido, desde arriba, la destrucción y posterior colapso del terraplén que contenía el efímero embalse.

Estimaciones hechas en terreno permiten establecer que el embalse cubrió una superficie superior a los 100.000 m², inundando la quebrada por más de 600 m aguas arriba del terraplén del ferrocarril (Fig. 1). Por lo tanto, el agua retenida antes del colapso ocupó un volumen del orden de 700.000 a 1.000.000 m³.

DESCRIPCION DE LA INUNDACION

A las 14:55 hrs se rompió el dique constituido por el terraplén del ferrocarril, provocando una crecida descrita como una ola, que en algunos lugares superó los dos metros de altura. El flujo de agua ocupó toda la caja de la quebrada, pasando primero por la Villa Huaquén, hasta llegar al terraplén de la Autopista Ruta 5 Norte. Al verse sobrepasada la alcantarilla doble de este terraplén por el enorme caudal del flujo, la mayor parte de éste buscó salida por el paso bajo nivel de acceso al pueblo de Los Molles, causando primero la total destrucción del pavimento de salida poniente del paso y entrada al balneario y grandes destrozos, a las viviendas de veraneo por las calles hacia abajo, hasta llegar al mar. Según testimonios, el embate de la ola primaria contra terraplén de la carretera, produjo una segunda ola en el sentido inverso, manteniéndose, a lo largo de la Villa Huaquén, una inundación de entre 1,2 a 4 m, por varios minutos, a medida que completaba la lenta descarga, principalmente por el paso bajo nivel. Diversos testimonios aseguran que, en total, el fenómeno duró cerca de 40 minutos.

Las evidencias indican que el flujo estaba constituido prácticamente sólo por agua y contenía una pequeña proporción de sedimentos finos, provenientes en su mayoría del terraplén ferroviario colapsado. Esto queda evidenciado por el pequeño espesor del depósito sedimentario dejado por el flujo que alcanzó apenas algunos centímetros. La energía del agua fue capaz de elevar y transportar vehículos por varias decenas de metros. Sólo algunas viviendas resultaron con sus vidrios, puertas o paredes rotas por el impacto de objetos arrastrados por el torrente, como troncos y ramas o vehículos, diversos mobiliarios y artefactos. De los cuatro fallecidos, tres se encontraban en el sector de Villa Huaquén y una persona en el sector de Los Molles.

CONCLUSIONES

- La alcantarilla del terraplén ferroviario que cruza la quebrada Coiles vio excedida su capacidad de flujo por la obstrucción parcial de ésta (debido a su longitud. Este fenómeno se habría producido durante eventos anteriores.
- El aumento de la presión de poros por filtración de las aguas embalsadas y saturación del terraplén disminuyó la resistencia de esta estructura, diseñada para soportar cargas verticales y no para cargas laterales.
- Según las evidencias, es muy probable que el terraplén haya sufrido, además, un socavamiento desde su apoyo poniente debido al escurrimiento caudaloso de aguas por la vía férrea, confinado a lo largo del corte cerrado que la contiene.
- Los escenarios posibles para este desastre son: (A) El embalse sobrepasó el terraplén. En este caso, el agua que rebalsa, habría socavado el terraplén, horadándolo cada vez más rápido hasta el colapso definitivo. (B) El embalse no sobrepasó el terraplén. En este caso, el terraplén saturado habría cedido apenas el agua alcanzó una altura límite, por pérdida de resistencia a cargas laterales ejercidas por el embalse, para lo cual no está diseñado. (C) El embalse no sobrepasó el terraplén. Primero, éste fue horadado desde arriba por la energía de las aguas encauzadas, abriendo una brecha vertical, hasta un nivel que las aguas embalsadas pudieron ser descargadas violentamente.
- La obra ferroviaria en desuso, no ha tenido mantenimiento apropiado, proceso común en obras abandonadas de este tipo. Tales obras en estado de abandono a lo largo del país, merecen especial atención.
- El establecimiento de asentamientos humanos en zonas sin evaluación de peligros geológicos, en general, y en lechos de quebradas, en particular, incrementa la condición de vulnerabilidad de esos poblados y crea un alto riesgo a las personas y sus bienes.

Agradecemos a la Dirección Meteorológica de Chile (Sra. Myrna Aranedo) aportó los datos de precipitaciones citados.

REFERENCIAS

- Thompson, I., Angerstein, D. 1997. Historia del Ferrocarril en Chile. Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Ediciones de la Biblioteca Nacional de Chile, 279 p.
- Rivano, S., Sepúlveda, P., Boric, R., Espiñeira, D. 1993. Hojas Quillota y Portillo. Carta Geológica de Chile, No. 73. Servicio Nacional de Geología y Minería. 1 mapa escala 1:250.000. Santiago.