



OBSERVACIONES GEOLOGICAS Y GEOTECNICAS
DE LOS EFECTOS DEL SISMO DEL 28 DE MARZO DE 1965
ENTRE VALPARAISO Y VENTANAS

por

Leonardo Alvarez Schultz, 1965

El sismo del 28 de marzo de 1965, cuyo epicentro estuvo a pocos kilómetros al noroeste de La Ligua, produjo daños considerables en las provincias de Aconcagua, Valparaíso y Santiago.

El objeto que persiguió el Instituto de Investigaciones Geológicas (IIG) al enviar varias comisiones a la zona afectada fue establecer las posibles relaciones que existían entre aquellos y la geología, además, de observar los cambios producidos en la morfología. La Comisión constituida por el suscrito recorrió el área de Valparaíso, Viña del Mar, Reñaca y Ventanas (fig. 1), efectuando las observaciones que se han vaciado en el presente informe. El tiempo empleado en hacerlas fué corto (4 días) por lo que la información obtenida no es completa.

La existencia de mapas geológicos y del suelo de fundación de Valparaíso y Viña del Mar (Grinne y Alvarez, 1964) facilitó la selección de las áreas que potencialmente habrían sido más afectadas. El 6 de abril se recorrió el área de Valparaíso y Viña del Mar haciendo observaciones de los daños producidos en los edificios, y estableciendo las

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

CASILLA 10465 — TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 — 5.º PISO

SANTIAGO

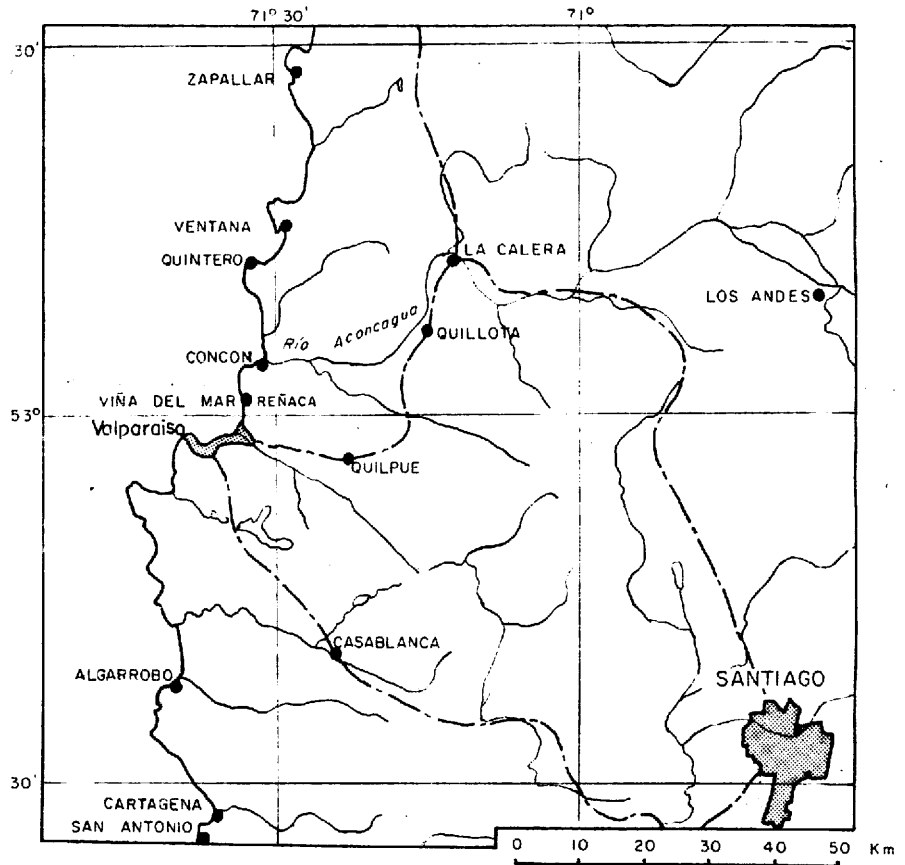


Fig.1 Plano de ubicación



relaciones que existían entre éstos y la constitución del suelo de fundación, la topografía del terreno y la calidad de la construcción.

VALPARAISO

En general, en Valparaíso, se produjeron derrumbes y deslizamientos en los taludes más fuertes de los cerros (fig. 2) como asimismo en el acantilado de la costa. El material así removido era principalmente roca meteorizada, debilitada por la presencia de raíces de plantas, cortes, erosión en el pie del talud, fracturamiento, etc. Algunas casas construidas sobre pilares en los cerros fueron dañadas a causa de esto, puesto que las fundaciones de los pilares que las sostenían estaban construidas sobre las pendientes fuertes deslizadas. En la parte llana de Valparaíso hubo daños graves en las construcciones que no eran muy visibles exteriormente. Los daños, apreciables a simple vista, fueron los producidos por las caídas de cornisas y adornos exteriores de los edificios, así como por la destrucción de los muros cortafuego que cayeron sobre los techos, destrozándolos en parte. Sin embargo, los perjuicios más graves los produjo el asentamiento diferencial de las fundaciones de algunos edificios, que los desniveló en parte, agrietó las paredes de albañilería y las separó de los pilares de amarre. El suelo de fundación de la parte llana de Valparaíso está constituido por relleno artificial de naturaleza heterogénea y que es muy compresible en parte. Los asentamientos que produjeron los daños son, a lo menos en el área de Valparaíso, exclusivos del relleno artificial. Así, en los otros suelos, no hubo este problema ni se registraron daños que pudiesen ser atribuibles a sus características mecánicas.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10465 - TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 - 5.º PISO

SANTIAGO

Fig. 2 - Derrumbe de talud fuerte en roca meteorizada. Valparaíso.



VINA DEL MAR

En esta ciudad se observó una localización de los daños a lo largo de una franja aproximadamente paralela al curso del estero Marga Marga. En especial resultó dañada el área de la Población Vergara, población Villa Dulce y Miraflores Alto. En la Población Vergara se observaron graves daños en edificios antiguos cuyas paredes presentaban grietas abiertas que comenzaban, generalmente, de las esquinas de puertas y ventanas, cruzando las paredes con ángulos de aproximadamente 45° (fig. 3). Además, se desprendieron revocos y enlucidos, cayeron chimeneas y muros cortafuego, y las tejas generalmente fueron desplazadas de sus posiciones originales.

El suelo de fundación en esta parte de Viña del Mar está constituido por arenas sueltas de playa, cuya densidad relativa no es muy alta. En las márgenes del estero Marga Marga hay algunos lentes y depósitos pequeños de materiales limosos compresibles interestratificados con arena que, en general no constituyen un suelo de fundación estable. A pesar de estas consideraciones, no se pudo establecer directamente una relación entre el suelo y los daños producidos.

En el barrio Miraflores Alto, en la margen noreste del estero Marga Marga hubo daños considerables en casas de moderna construcción. Estos se debieron fundamentalmente a las características topográficas del área, ya que el relieve es allí abrupto, con pendientes fuertes y numerosas quebradas pequeñas, lo que significa que la estabilidad del material es precaria. Es posible que los procesos de construcción de fundaciones y muros de contención hayan disminuido el equilibrio en que

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10465 - TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 - 5.º PISO

SANTIAGO

Fig. 3 - Agrietamiento de casas en Población Vergara, Viña del Mar.



se encontraban las gravas y arenas cementadas que constituyen allí el suelo de fundación, dejándolos en equilibrio inestable. El peso de las construcciones y los movimientos sísmicos contribuyeron así a que fallaran cimientos y se rompieran muros de contención por el empuje horizontal del material depositado tras ellos y al deslizamiento del pie. Muchos terraplenes contruidos con el sistema de corte y relleno fueron destrozados por asentamiento del material de relleno mal compactado. Los daños que se produjeron en esta área puede ser claramente relacionados con las características del suelo de fundación en cuanto a su morfología pero no a su capacidad de soporte y, en parte, a la mala calidad de algunas construcciones.

En Villa Alemana se produjeron daños en edificaciones construidas sobre un suelo de fundación constituido por arenas y gravas cementadas, similar al de Miraflores Alto, pero en áreas llanas. El material de este suelo tiene buenas características como suelo de fundación en las condiciones en que se encuentra allí.

Considerados los antecedentes anteriores y las características de los daños en áreas vecinas, es muy probable que el alineamiento de ellos se deba, en parte, a lo menos, a una línea de mayor intensidad sísmica condicionada por la tectónica regional, en la que se destacan fallas como la que controla el estero Marga Marga (Alvarez, inédito). Es posible que haya habido una pequeña reactivación de la falla motivada por el intenso movimiento sísmico.



REÑACA

En Reñaca fueron seriamente dañadas varias casas construidas en el talud costanero de fuerte pendiente y fundadas sobre arena de dunas. El talud de las arenas está parcialmente cubierto de vegetación (docas especialmente) y su pendiente varía entre aproximadamente 30° y más de 40°. En aquellas partes en que su equilibrio natural fué modificado por la construcción de caminos o edificios, la pendiente quedó en equilibrio inestable. El movimiento sísmico produjo grietas y deslizamientos especialmente a lo largo de la calle Bellavista (fig. 4), que conduce desde el camino a Concón a la extensa terraza de más de 100 m, que se extiende entre Concón y Viña del Mar desde el acantilado de la costa hacia el este, dañando seriamente las casas construidas al oeste del camino, algunas de las cuales quedaron desniveladas y otras con sus fundaciones y pilares de amarre destruidos. La arena de los taludes quedó removida, lo que se evidenció por pequeños deslizamientos, por quedar al aire las raicillas de las plantas y por las irregularidades de la superficie.

Además de los daños descritos, se produjeron otros en construcciones ubicadas en el valle del estero Reñaca y en Reñaca Alto. En el valle del estero, el suelo de fundación está constituido por relleno aluvial y coluvial, heterogéneo en composición y en características de soporte, por lo que su respuesta a los movimientos sísmicos también es dispareja. Las fallas observadas en algunas construcciones pueden ser relacionadas a fallas del suelo de fundación tal como asentamientos diferenciales.

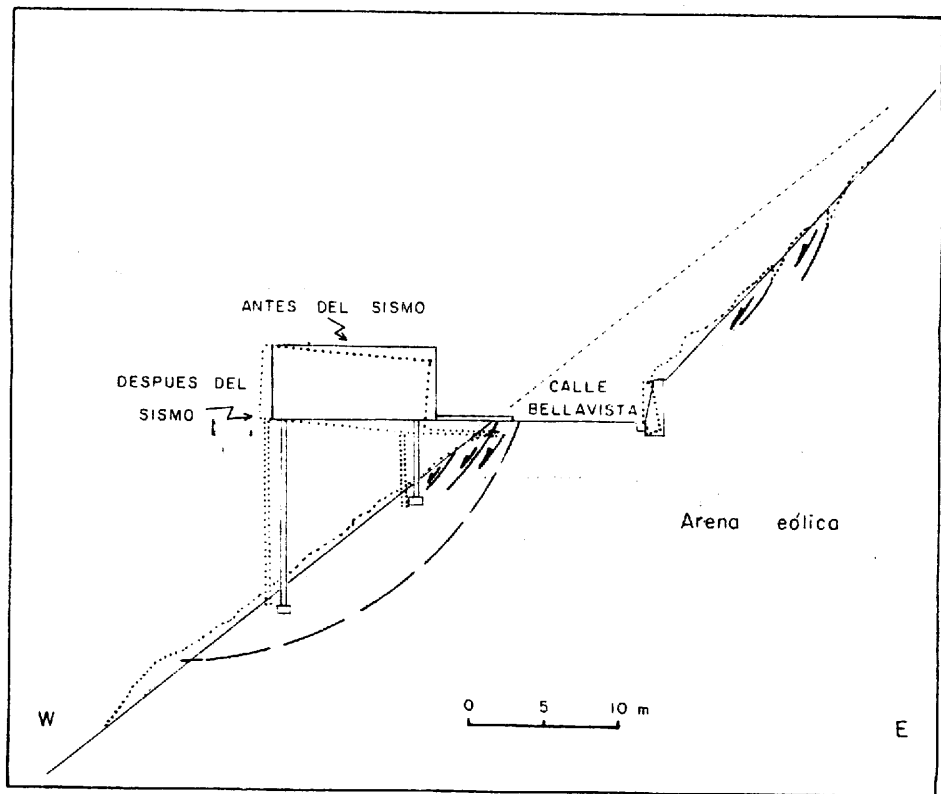


Fig.4 Croquis de deslizamientos en Reñaca



En el camino de Reñaca a Concón se produjeron interrupciones del tránsito causadas por deslizamientos, algunos de gran envergadura, de las arenas eólicas que constituyen parcialmente los taludes. Estos deslizamientos no fueron simultáneos con los movimientos sísmicos sino que se produjeron algunas horas después, posiblemente simultáneamente con alguna réplica del sismo principal. Uno de los mayores se produjo poco al norte de la playa Cochoa y removió las arenas en una extensión de aproximadamente 50 m. Las pendientes de los taludes son, en general, fuertes, cercanas o superiores a veces al ángulo de talud natural, debido a la existencia de vegetación y a que la arena tiene una cohesión aparente por la humedad ambiente. Sin embargo, al cortar el pie de los taludes para construir caminos o para obtener materiales de construcción, se modifica el equilibrio logrado de esta forma, quedando inestables los taludes. Los movimientos sísmicos producen empujes horizontales que disminuyen la resistencia de las arenas debido a los factores nombrados anteriormente, por lo que están muy propensas a deslizarse.

VENTANAS

La localidad de Ventanas fué seriamente dañada por el sismo (fig. 5) siendo destruidas casi la totalidad de las casas construidas sobre la arena de playa y en las pendientes de las colinas circundantes constituidas por arena eólica limosa. En esta área también se produjeron deslizamientos en los taludes de los cortes hechos para construir casas. Las casas construidas sobre las plataformas que en parte constituyen suelo natural y en parte relleno, presentaron fracturamiento que indicaba asentamiento y deslizamiento del relleno (fig. 6).

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS



CASILLA 10465 - TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 - 5.º PISO

SANTIAGO

**Fig. 5 - Destrozos producidos por el sismo a orillas del estero
en Ventanas.**

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

CASILLA 10465 --- TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 --- 5.º PISO

SANTIAGO



Fig. 6 - Efectos del sismo en Ventanas. Nótese el deslizamiento del relleno bajo la Iglesia.



La Fundición Ventanas de ENAMI fué construída sobre una base artificial de arena y arcilla mezcladas, que no estuvo sujeta a asentamientos. Los relativamente escasos daños producidos, como ser en la planta ablandadora de agua en que cayeron los estanques colocados sobre débiles soportes puntuales y la caída de los ladrillos refractarios del horno reverbero, se deben a la intensidad de los movimientos sísmicos y no a falla del suelo de fundación. Las fundaciones de los edificios no fallaron.

GENERALIDADES

Una indicación acerca de la dirección de los movimientos principales durante el sismo fué observada en la caída de panderetas que encierran los terrenos de ENAP en Ventanas. Las panderetas de dirección N60°W cayeron hacia el sur; en cambio las perpendiculares a esta dirección no cayeron. Algunos postes en el área recorrida asimismo fueron volcados hacia el sur.

Los terraplenes de acceso a los puentes en general bajaron de nivel, quedando a menor altura que la rasante del pavimento del puente. Esto se debió a asentamiento del relleno y a deslizamientos hacia afuera de sus taludes. Los terraplenes camineros también sufrieron daños, desliziándose y quebrándose las lozas de concreto del pavimento sobre todo en el camino Concán-Quintero.

Los cortes de camino hechos en arenas sufrieron deslizamientos aun en aquellas partes cubiertas por vegetación (fig. 7).

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES GEOLOGICAS

CASILLA 10465 -- TELEFONO 30121

AGUSTINAS 785 -- 5.º PISO

SANTIAGO



**Fig. 7 - Derrumbe de taludes arenosos en corte del camino
Quintero-Concón**



RESUMEN Y CONCLUSIONES

- 1) En el área recorrida de Valparaíso, Viña del Mar, Reñaca y Ventanas, el sismo del 28 de marzo de 1965 produjo grandes daños en los edificios públicos y particulares y en las vías de comunicación. La mayor parte de estos daños parecen deberse a la ^{mala} calidad de las construcciones, en especial aquéllas de adobes y las de mampostería sin amarras.
- 2) Las construcciones consideradas asísmicas respondieron bien en general, excepto aquéllas cuyas fundaciones estaban sobre relleno artificial o sobre suelos compresibles.
- 3) Los terraplenes que fallaron lo hicieron porque no fueron compactados debidamente durante su construcción, porque los materiales que se utilizaron para ello no eran adecuados, porque sus taludes eran muy fuertes, o porque habían sido debilitados por erosión.
- 4) Las áreas con topografía irregular y de fuertes pendientes sufrieron daños debido a que eran poco estables, incluso antes del sismo.
- 5) El alineamiento de áreas con mayores daños que otras en Viña del Mar y Villa Alemana sugiere la posibilidad de pequeños movimientos debidos a una reactivación de la falla Marga Marga causada por el sismo. Sin embargo, no se encontraron escarpas recientes visibles ni otras evidencias para apoyar lo anterior. No hubo otras evidencias de relación entre estructuras geológicas y daños producidos en el área recorrida.



6) Se puede afirmar que todas las áreas con pendientes fuertes han sido debilitadas por el sismo, aunque no se hayan derrumbado ni deslizado. Por lo tanto, es probable que en el futuro se produzcan problemas de derrumbes y deslizamientos, especialmente en los cerros de Valparaíso y en el talud del acantilado de la costa desde Valparaíso hasta Concón, sobre todo si estas áreas son debilitadas aun más por la acción de lluvias.

RECOMENDACIONES

a) Al parecer, es obvia la necesidad de rebajar las pendientes de aquellos taludes que indiquen la posibilidad de derrumbes. Además, debe impedirse cortar el pie de los taludes naturales si no se estudia la forma de estabilizar el talud una vez hecho el corte.

b) Las áreas con relleno artificial compresible, deben dejarse libres de construcciones.

c) Las construcciones que se propongan en el futuro deben considerar el riesgo sísmico estudiando las posibilidades de falla del suelo de fundación que indican la topografía, estructura, constitución y características mecánicas del suelo.

d) En Valparaíso no debe permitirse la instalación de edificios en las pendientes de los cerros, y menos aún en el cauce de las quebradas, debido al peligro que significan los posibles deslizamientos, derrumbes y aluviones en la época de lluvias.

e) Los taludes de los cortes de camino deben tener pendientes adecuadas para evitar el peligro que impiden el tránsito y pueden poner en peligro vidas humanas.



REFERENCIAS

- GRIMME, K. y ALVAREZ, L. (1964): El suelo de fundación de Valparaíso y
Viña del Mar, Inst. Invest. Geol., Boletín N° 16 a.
- ALVAREZ, L., (1964): Geología del área Valparaíso-Viña del Mar, Inst.
Invest. Geol., Boletín N° 16 b.
- ALVAREZ, L., (1963 a): Bosquejo tectónico de la zona de Valparaíso,
Santiago, Inst. Invest. Geol., inédito.

la/prg