

# El origen de los Sismos

## La Teoría de las Placas Tectónicas

VID STAMBUK COVACEVIC

Geólogo. Superintendente del Departamento Geología División ANDINA, CODELCO Chile.

Chile, por su ubicación geológica, está destinado a ser un país de gran actividad sísmica en comparación con otros. Este fenómeno tiene su explicación en una moderna teoría geológica, ampliamente aceptada y que se conoce con el nombre de "placas tectónicas".

El planeta Tierra, en su parte más externa, posee una corteza rígida de unos 30 km de espesor y bajo ella existe una masa semifundida, cuya temperatura aumenta significativamente hacia su parte central, originando corrientes convectivas (Fig. 1). Esta corteza o costra exterior se encuentra bajo los efectos de las corrientes convectivas, que dan como resultado el desplazamiento de trozos de esta costra, también llamadas placas, en diferentes direcciones, interactuando permanentemente en sus fronteras, golpeando, moliendo y triturando entre ellas sus bordes. En ciertos sectores del planeta, estas corrientes separan las placas, por ello se habla que los continentes de África y América constituían millones de años atrás un solo continente.

Nuestro país se ubica en el borde occidental de la placa Sudamericana, prácticamente en la línea de contacto con la placa de Nazca que avanza hacia el Este. Estas dos placas tienen un movimiento convergente y están continuamente chocando a través de un plano, cuya traza se ubica a 100 km hacia el poniente de la línea de costa, bajo el Océano Pacífico (Fig. 2).

El peso de la placa sudamericana (o continental) produce un gran confinamiento en el plano de contacto, haciendo que la fuerza que trata de mover la placa de Nazca (o marina) aumente gradual y sostenidamente hasta el punto de vencer el roce y

trabazón entre las irregularidades de la superficie a deslizar. La energía es liberada bruscamente originando el deslizamiento entre las placas, produciéndose las vibraciones y sacudidas que causan la mayoría de los sismos. (Fig. 3).

La placa de Nazca está constituída por varios bloques, separados por fallas; durante un terremoto, lo más probable es que se active uno de ellos y el equilibrio inestable en que han quedado los bloques vecinos, generaría a posteriori movimientos de acomodo entre ellos, lo cual puede dar lugar a réplicas.

Si bien entendemos el origen de los sismos y estamos muy cerca de llegar a predecirlos, ésto no va a aminorar o eliminar los daños materiales. Consecuente con lo anterior hay que insistir que Chile es y será un país de alta actividad sísmica y por consiguiente hay que ser imperativo en enfatizar que sólo resta buscar soluciones o caminos que minimicen los efectos de los esfuerzos generados a través de un sismo, sobre la corteza terrestre. Aún cuando han habido casos concretos de predicción de sismos que han permitido salvar vidas, los daños materiales siguen existiendo.

Las soluciones para minimizar los destrozos no sólo están en el diseño y construcción óptima de las obras civiles, sino también en el análisis y estudio de otras situaciones asociadas a parámetros geológicos, geotécnicos y geomorfológicos.

Aún cuando se trate de construcciones similares, en cuanto a diseño y calidad de la construcción, se ha observado que los efectos destructivos de un sismo son variables. Este hecho tiene estrecha relación con las características del terreno en las cuales están emplazadas las obras civiles.

Fig. 1

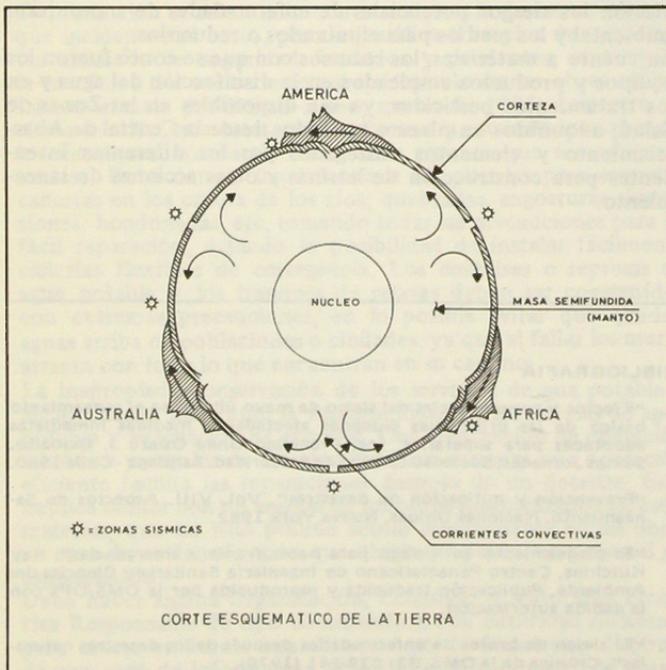
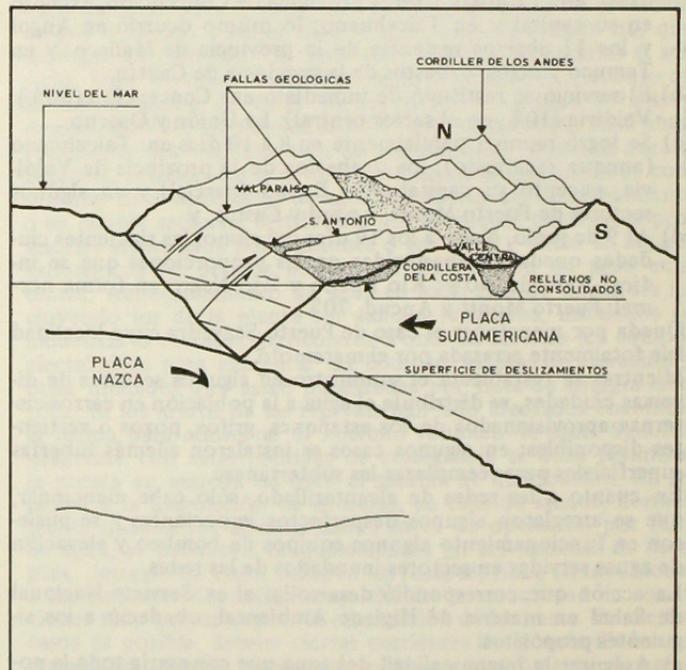


Fig. 2



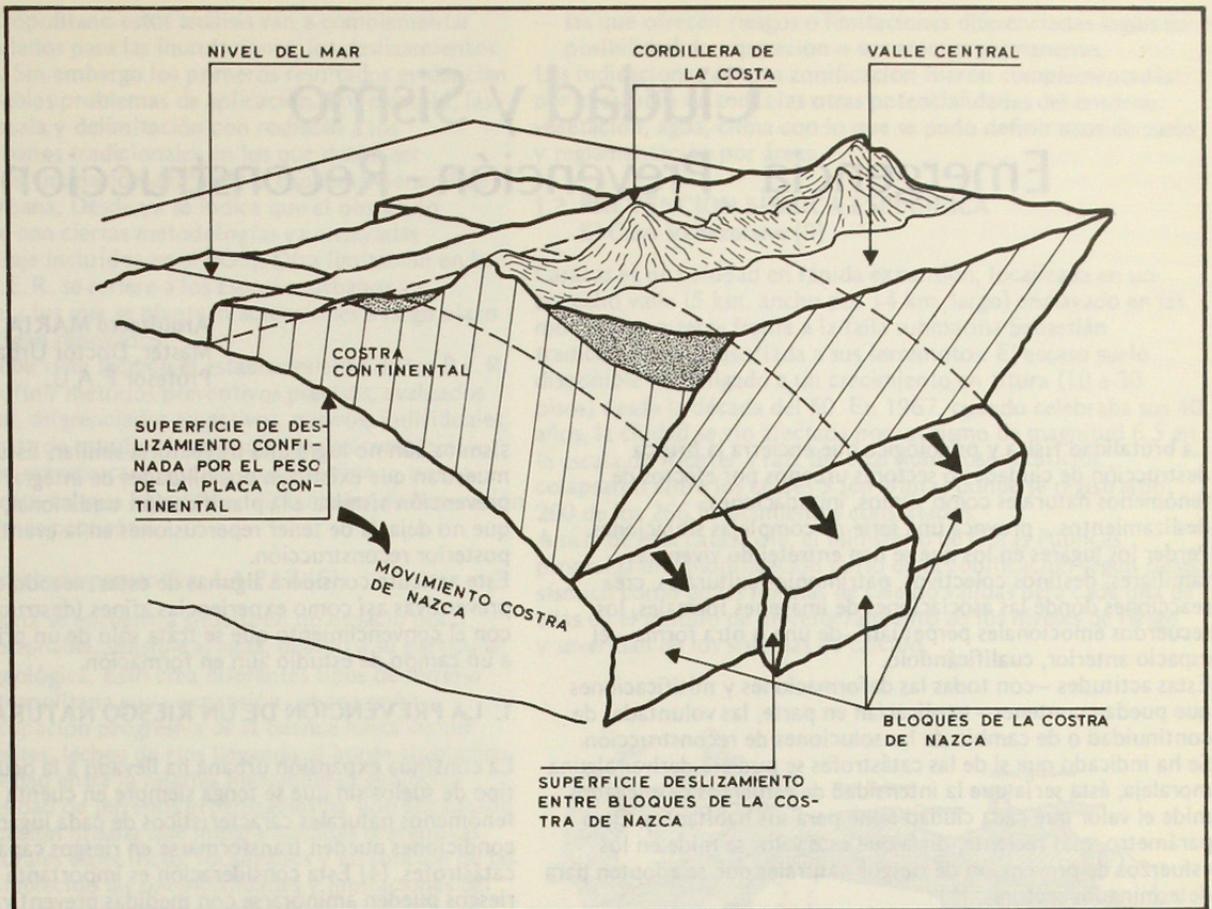


Fig. 3

Cabe destacar por ejemplo, que el terremoto del día 3 de marzo fue percibido suavemente por la gente que laboraba en una mina subterránea de cobre; los sismos de grado 4 prácticamente no fueron percibidos. Quienes estaban sobre un suelo no consolidado no pueden opinar lo mismo.

Un terremoto es una serie de sacudidas del suelo provocada por el paso de las ondas engendradas por un movimiento sísmico que ha tenido lugar en la zona de contacto entre dos placas. Hay cierto tipo de terremotos, como los suelos no consolidados y profundos que incrementan las ondas sísmicas, esto trae como resultado que los macrosismos originan más daños en este tipo de situación, que en los edificios construidos con las mismas normas, pero ubicados en suelos próximos a la roca consolidada. Es decir, no basta con tener un diseño de Ingeniería óptimo, sino que éste debe adecuarse a las condiciones del suelo. En suelos profundos, del tipo arenoso por ejemplo, se requerirá un diseño con un grado muy superior de seguridad con respecto a un diseño para suelos intemperizados y poco profundos. La licuefacción es un fenómeno que se origina en arenas saturadas en agua o en un nivel freático alto sometidas a fuertes vibraciones, esta situación trae como resultado la pérdida de cohesión entre las partículas, transformándose rápidamente en una arena movediza. Estas vibraciones pueden ser las originadas por un sismo. Las construcciones emplazadas en este tipo de terreno, edificios, puentes, etc., pueden sufrir hundimientos parciales o inclinaciones.

Otro parámetro interesante de considerarse y que debe investigarse cuidadosamente, tiene relación con la orientación óptima de las construcciones, de manera de minimizar los efectos destructivos de los esfuerzos o de las ondas originadas por el sismo. Estos esfuerzos u ondas que tendrían una orientación principal Este-Oeste originan fuertes deformaciones en suelos profundos. En cambio en terrenos rígidos o consolidados tienden a fallar o a fracturar. Creo que esta idea podría compararse con los efectos que tiene en los grandes buques petroleros, la navegación en mares tempestuosos; no es lo mismo navegar frontalmente contra las olas en un temporal, que diagonalmente o en forma paralela. Lo más probable que

una navegación frontal quiebre al buque y una navegación paralela lo voltee.

La morfología del terreno constituye otro factor interesante de considerarse, sobre todo si se trata de suelos no consolidados y en clima lluvioso. Los efectos de un sismo frente a esta situación pueden ser muy distintos si la construcción o la obra civil se emplaza en un terreno plano o en un faldeo de cerro. Los faldeos pueden sufrir deslizamientos, hecho que puede incrementar su probabilidad de ocurrencia si el sismo sucede durante el período de lluvias.

Las fallas geológicas son, sin duda, un factor importantísimo que debe considerarse en planificación de ciudades y obras civiles en general. Desgraciadamente estas fallas geológicas, por ser zonas de debilidad de la corteza terrestre, originan excelentes ensenadas y bahías, lugares obvios para la construcción de puentes. Las fallas constituyen puntos sobre la corteza terrestre donde los movimientos sísmicos alcanzan su mayor intensidad y por consiguiente su mayor grado de destrucción. Las fallas vienen a ser como los planos de junta de una construcción, es decir, planos de debilidad.

Este último parámetro creo que también debe investigarse por alguna institución. Debería efectuarse un levantamiento detallado de fallas y estructuras y estudiar cuidadosamente su respuesta frente a los sismos. Indudablemente hay fallas más activas que otras y también de mayor o menor importancia en cuanto a tamaño. Interesante sería obtener un plano de riesgo a nivel nacional, según tipo de suelos, presencia de fallas, etc. Terrenos con suelos profundos y fallas geológicas constituyen sin duda áreas de alto riesgo donde deben evitarse las construcciones.

En este escrito se han presentado algunas ideas y consideraciones generales, que seguramente junto a otros aportes de especialistas en la materia, podrían constituir un paquete de investigaciones en el ámbito de la geología y de la mecánica de suelo, necesarias para definir parámetros y obtener normas sobre fundaciones de obras civiles y construcción de ciudades y puentes, en cada una de las situaciones geológicas analizadas.