

CAPITULO 2
SISMICIDAD REGIONAL

CAPITULO 2

SISMICIDAD REGIONAL

2.1 ANTECEDENTES GENERALES

De acuerdo con la teoría de tectónica de placas, la corteza terrestre está dividida en 17 placas principales que se desplazan unas respecto a otras, impulsadas por corrientes de convección que se generan en el manto. Las placas litosféricas mayores son: Eurasia, Africa, América, Indo-Australia, Pacífico y Antártida. Otras placas menores son: Nazca, Coco, Caribe, Arabia, Filipinas y Somalia. Estas placas se muestran en la figura 2.1.

El desplazamiento de las placas litosféricas alcanza velocidades del orden de varios centímetros por año, y el movimiento relativo entre las mismas puede ser de expansión o separación, de sumersión o subducción, puede conducir a la colisión frontal, o ser simplemente un desplazamiento lateral paralelo a la falla que separa las placas. Durante este proceso se generan fuerzas de fricción que mantienen entrabadas dos placas adyacentes, produciendo grandes esfuerzos en el material de la corteza con la consiguiente acumulación de considerables cantidades de energía elástica de deformación. Cuando los esfuerzos sobrepasan la resistencia de la roca, o cuando se vencen las fuerzas de fricción, se produce la ruptura violenta y la liberación repentina de la energía acumulada en el material de la corteza. Esta es irradiada desde el foco o fuente sísmica en forma de ondas que se propagan en todas direcciones a través del medio sólido de la Tierra. Estas vibraciones se perciben en la superficie como temblores, que se denominan terremotos cuando son destructivos.

La principal actividad sísmica a nivel mundial se sitúa en las zonas de deformación tectónica, o sea en los límites entre los bloques de la corteza terrestre. Las placas tienen tres límites o frontera, a saber:

i) Borde divergente; corresponde a las dorsales, o zonas de expansión, generalmente del suelo oceánico, donde se crea nuevo material cortical a lo largo de un rift o depresión central en el caso de las cordilleras centro-oceánicas.

ii) Borde convergente; corresponde a:

a) zonas de subducción de una placa oceánica bajo otra placa, sea ésta continental u oceánica, en las cuales se consume y destruye nuevamente el material de la corteza.

b) zonas de colisión frontal entre placas continentales.

iii) Borde transcurrente; corresponde a las fallas de transformación en las cuales el desplazamiento relativo es lateral, paralelo al límite común entre placas adyacentes; en ellas no se crea ni destruye material cortical (Sauter F., 1989).

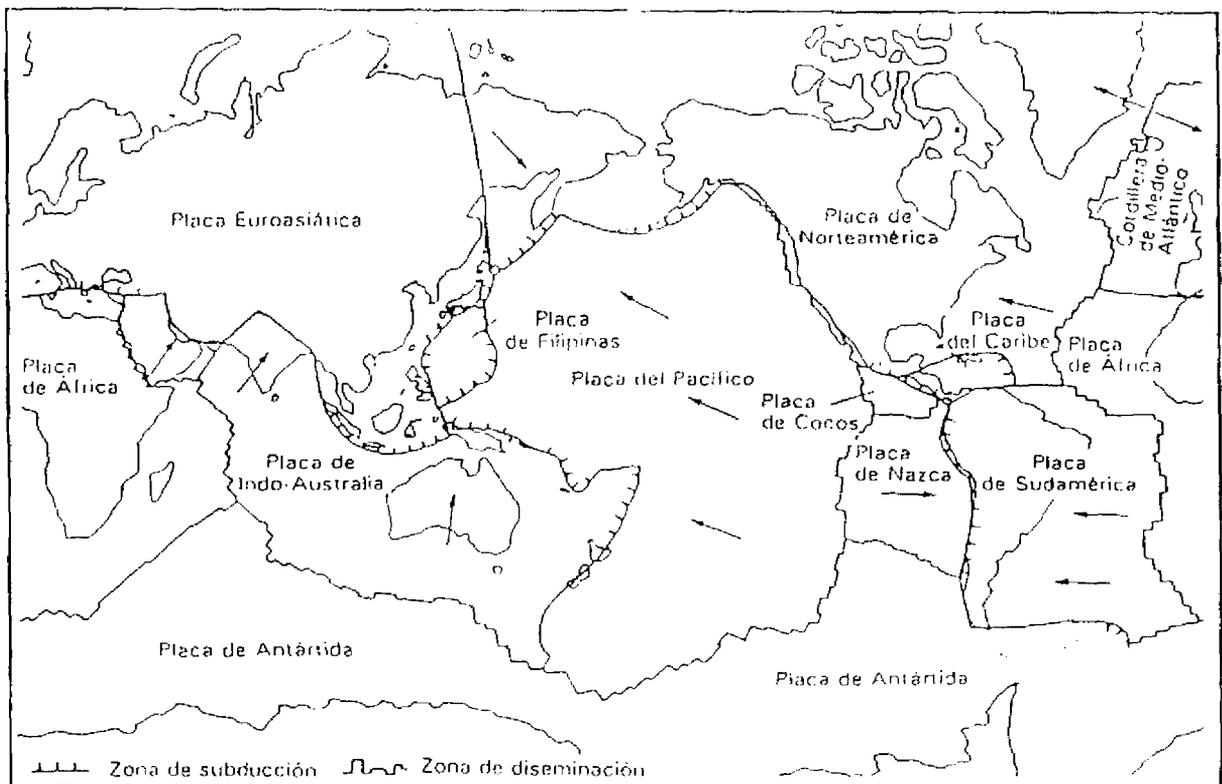


Figura 2.1. Principales Placas Tectónicas (Bolt, 1978).

2.2 SISMICIDAD CHILENA

Chile tiene una de las mayores actividades sísmicas del mundo como consecuencia del movimiento relativo con que se encuentran dos de las placas que forman la corteza terrestre, la placa de Sud América o Continental que deriva hacia el occidente y la placa de Nazca (oceánica) que deriva hacia el oriente. La placa de Nazca penetra (subduce) bajo la placa de Sud América; el movimiento relativo promedio entre ambas megaestructuras es del orden de 9 cm/año, en una dirección aproximada Este-Oeste. Esta velocidad de convergencia entre placas, genera una acumulación de tensiones entre placas, lo que origina una alta actividad sísmica (sismos interplaca), caracterizada por sismos fuertes y de escasa profundidad los más destructivos.

El encuentro entre las placas se da a lo largo de la zona de subducción, que queda definida al occidente por la línea de la fosa Perú-Chile. Esta interacción abarca aproximadamente hasta la Península de Taitao.

También se producen sismos más al sur, en la zona de Tierra del Fuego, en que la actividad sísmica se debe a la interacción de la placa Antártica con la placa de Sud América. Sin embargo la actividad sísmica en esta región es más baja debido a que el mecanismo de interacción entre las placas se efectúa en base a desplazamientos de tipo horizontal, en que la velocidad de acercamiento de la placa Antártica al continente alcanza los 2 cm/año aproximadamente, dando todo esto origen a sismos de focos poco profundos y con manifestaciones asociadas a fallas.

Regionalizaciones Sísmicas

Dada su extensión, Chile presenta diferentes grados de actividad sísmica, lo que lleva a inferir que existen diferentes regiones sísmicas. Debido al impacto que ocasionan los sismos es importante establecer una regionalización para determinar las zonas con más riesgo sísmico.

Se han efectuado diversos trabajos sobre regionalización sísmica de Chile, empleándose en ellos diferentes criterios y distinta información, estos trabajos son.

- Regionalización de Gajardo y Lomnitz (1960).
- Regionalización de Welkner (1964).
- Regionalización de Labbé (1976).
- Regionalización de Barrientos (1980).
- Regionalización de Martín (1990).

Los trabajos realizados han definido zonas que no siempre son coincidentes, esto se debe principalmente a que la cantidad de información disponible fue menor en los primeros trabajos realizados.

El trabajo más reciente y que reúne mayor cantidad de información corresponde a la regionalización de Martín, cuyos aspectos más importantes se indican a continuación

Regionalización de Martín

Martín (1990), caracteriza en primer término la zona de acoplamiento entre la placa de Nazca y la Sudamericana donde se ubican sismos cuyos epicentros se encuentran cercanos a la costa, lo que estaría indicando una división longitudinal del territorio nacional, en que la frontera se encontraría en la separación de aquellos sismos de profundidad menor a 40 kilómetros (zona de mayor acoplamiento entre placas) y aquellos de profundidad mayor a 40 kilómetros.

Una vez realizada la división longitudinal de Chile en dos regiones, una cordillerana y otra costera, éstas se subdividen de acuerdo a latitud en zonas más pequeñas de diferente sismicidad.

Se determinaron nueve zonas sísmicas independientes entre sí, de las cuales tres corresponden a regiones costeras y cinco a regiones cordilleranas, siendo una de éstas superficial. La novena región sísmica se puede considerar la región de Magallanes. La característica principal de las ocho primeras regiones es que se originan debido a la acción de la placa de Nazca y Sudamericana, mientras que la más austral es producto de la interacción de la placa Antártica y Sudamericana.

Las zonas determinadas son:

Zona Costera

Z1: $15^\circ < \text{Latitud} \leq 25^\circ$

Z2: $25^\circ < \text{Latitud} \leq 36^\circ$

Z3: $36^\circ < \text{Latitud} \leq 47^\circ$

Zona Cordillerana

Z4: $15^\circ < \text{Latitud} \leq 18^\circ$

Z5: $18^\circ < \text{Latitud} \leq 25^\circ$

Z6: $25^\circ < \text{Latitud} \leq 31^\circ$

Zona Cordillerana Superficial

Z8: $27^\circ < \text{Latitud} \leq 33^\circ$

Zona de Magallanes

Z9: $51^\circ < \text{Latitud} \leq 57^\circ$

De las regiones sísmicas activas determinadas, las tres zonas costeras son las que presentan la mayor actividad sísmica del país, en cinco de las zonas cordilleranas los sismos se producen a una gran profundidad y existe una baja actividad sísmica comparada con las zonas costeras. Existe una quinta zona cordillerana (zona cordillerana superficial) que se caracteriza por que la placa de subducción se orienta en forma subhorizontal y a poca profundidad si se le compara con el resto de la placa a medida que ésta se interna en el continente.

Finalmente, se puede hablar de una décima región que se encuentra caracterizada por la ausencia de eventos sísmicos, que corresponde a la zona de Aisén.

La figura 2.2 muestra las diez zonas de la regionalización de Martín.

Regionalización sísmica de la norma NCh433.Of93

La norma NCh433.Of93 de Diseño Sísmico de Edificios establece una zonificación sísmica del país para efecto de definir los parámetros de diseño, distinguiendo tres zonas sísmicas en el territorio nacional. Esta zonificación considera que el peligro sísmico no se distribuye en forma homogénea en todo el país. Entre Arica y la Península de Taitao la sismicidad es mayor que en la región austral, además al norte de la península de Taitao se presenta una tectónica de convergencia y subducción de la placa de Nazca bajo el continente, reflejada en una mayor actividad sísmica a lo largo de la costa y con disminución importante hacia el Este. Considerando lo anterior las exigencias de la norma aumentan desde la zona 1 a la zona 3 y quedan definidas por la aceleración efectiva máxima del suelo A_0 (anexo H).

La figura 2.3. muestra la zonificación para la región central, en que Talca se encuentra en la zona 3 y Curicó en la zona 2.

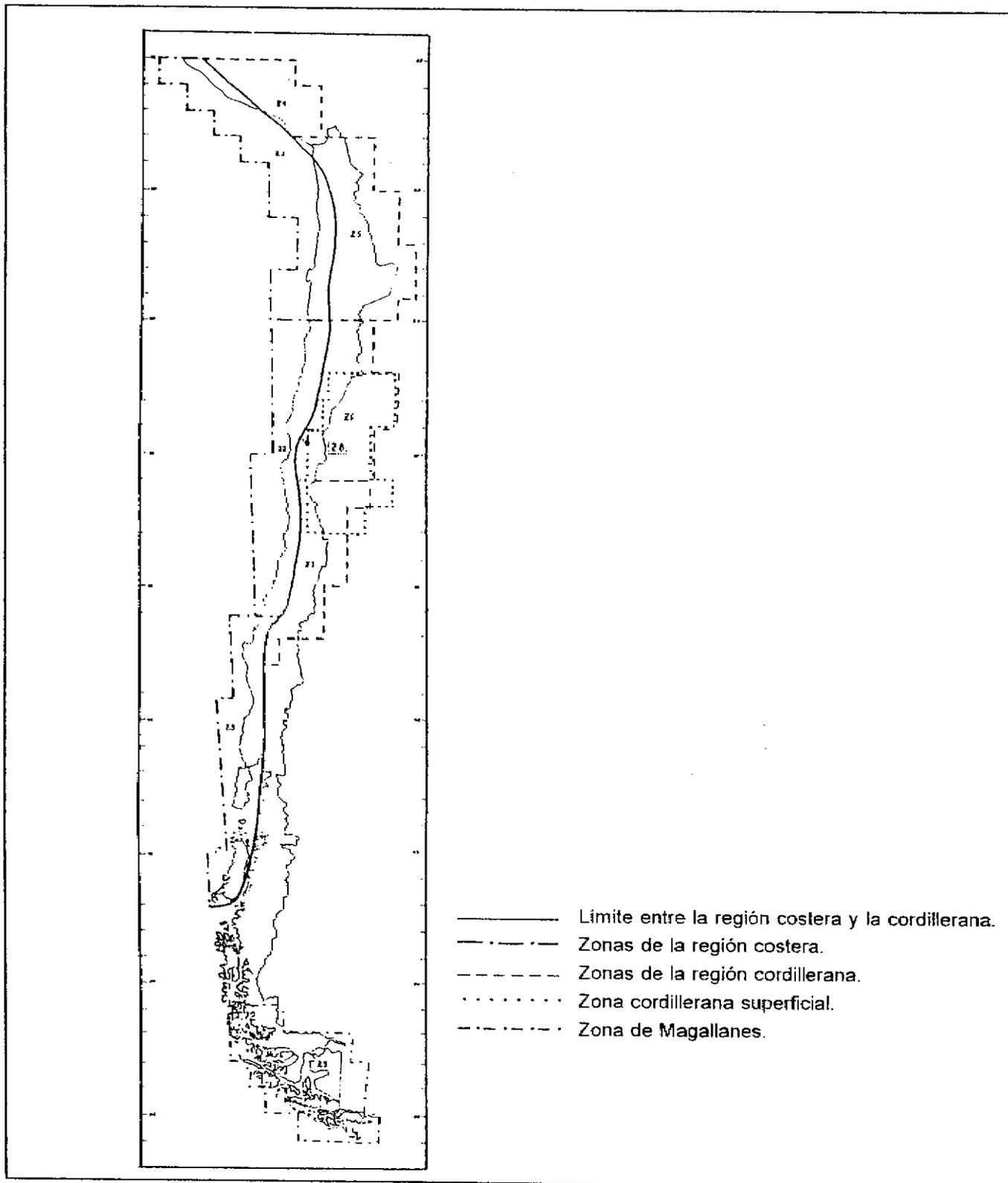


Figura 2.2. Regionalización de Martín (1990).

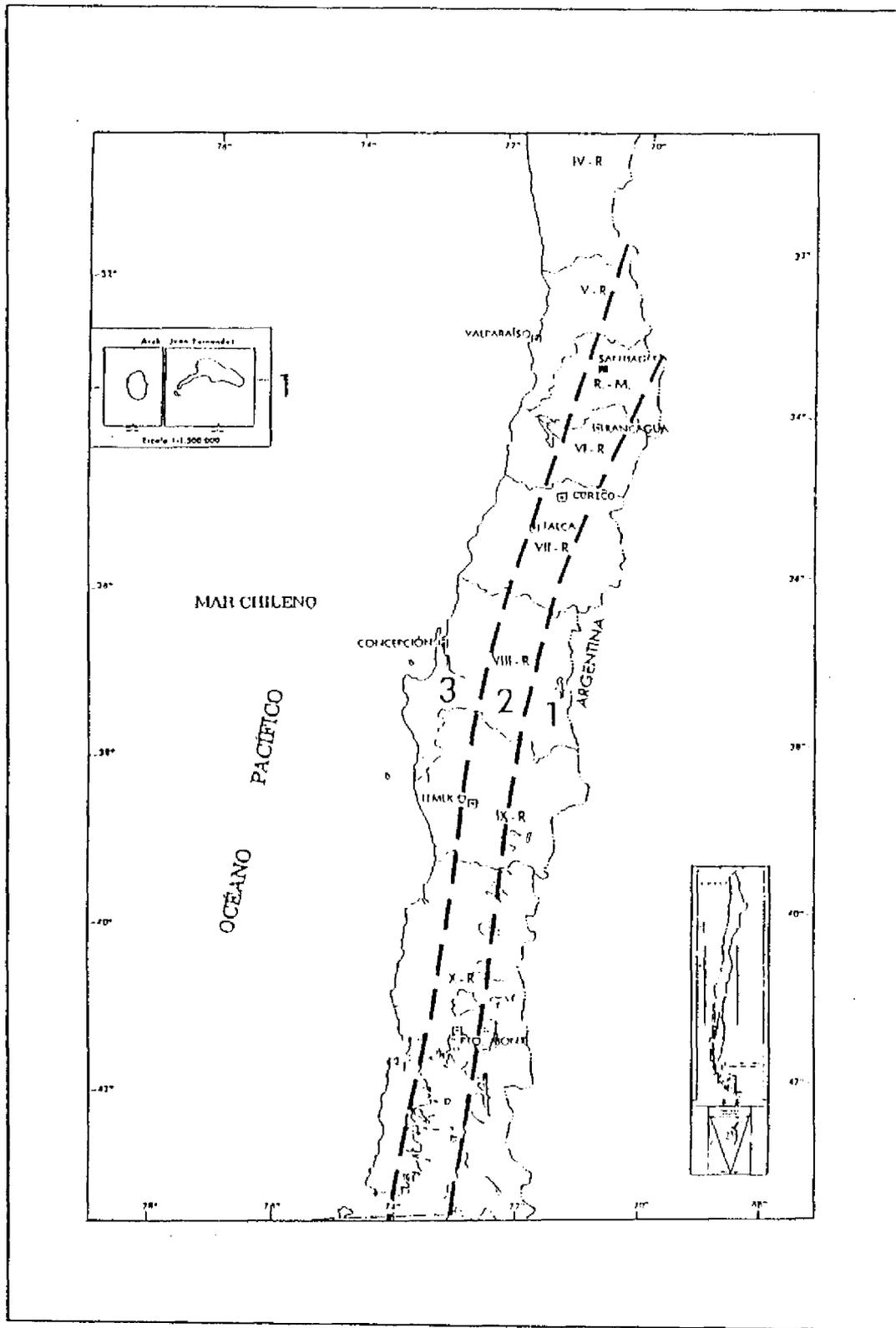


Figura 2.3. Zonificación sísmica de la Norma NCh433.Of93 (región central).

2.3 SISMICIDAD DE LA ZONA

La región del Maule está ubicada en una de las brechas sísmicas de Chile, esperándose que ocurran en los próximos años terremotos destructivos como los del año 1928, con epicentro frente a Constitución, y del año 1835, con epicentro en la zona Chillán - Concepción.

La diferenciación de las zonas sísmica para la región central se encuentra en el trabajo sobre Riesgo Sísmico de la Séptima Región realizado por Morales, D. y Sapaj, R.(1996), del cual se resumen algunos aspectos a continuación.

Identificación de las fuentes sismogénicas

En general, al analizar las características geofísicas y tectónicas de la región se pueden identificar zonas sísmicas diferentes en dirección Norte-Sur y Este-Oeste, lográndose distinguir básicamente tres zonas diferentes por latitud y tres zonas por longitud.

La primera diferenciación por latitud se aprecia en la región situada entre los 34.5° y 37.5° Sur. Este tramo coincide con el sector Pichilemu-Concepción, considerado como brecha sísmica (gap), como se aprecia del mapa de focos sísmicos de la figura 2.4. la sismicidad de esta zona es menor que la de las zonas inmediatamente superior e inferior.

De lo anterior surge una primera división natural de la zona en estudio:

ZONA NORTE : 32° - 34.5° latitud Sur.

ZONA CENTRAL : 34.5° - 37.5° latitud Sur.

ZONA SUR : 37.5° - 39° latitud Sur.

La diferenciación longitudinal fue descrita por Pinto J., 1993. En ella se reconocen diferentes fuentes sísmicas desde la costa hacia la cordillera. La primera fuente (costera) queda determinada por la parte de acoplamiento entre las placas de Nazca y Sudamericana (zona de subducción superficial) que comprende desde la fosa marina, siguiendo el plano de contacto entre placas (plano de Wadati-Benioff), hasta profundidades de 40 km. Es aquí donde se originan los mayores sismos, alcanzando magnitudes de hasta 8.5 grados en la escala de Richter. La segunda fuente se extiende siguiendo el manteo del plano de Wadati-Benioff desde los 40 a 150 km de profundidad, en esta zona se producen sismos que raramente superan la magnitud 8.0 según los registros históricos.

Además de las zonas anteriores se identifica una tercera fuente sismogénica (Barrientos S. y Kausel E., 1993), esta zona -que se ubica bajo la cordillera y en territorio argentino- produce sismos superficiales debidos a esfuerzos de compresión dentro de la placa Sudamericana (sismos intraplaca). Se ha observado que estos sismos no producen, en general, magnitudes superiores al grado 7.0 de la escala de Richter.

Con estos antecedentes se pueden identificar cuatro zonas sismogénicas: las tres zonas NORTE, CENTRO y SUR mencionadas que generan sismos por subducción y la zona CORDILLERANA SUPERFICIAL que da origen a sismos intraplaca. Para la región en estudio, esta última zona comprende entre los 69° y 71° longitud Oeste y los 32° y 35° latitud Sur. Las cuatro zonas mencionadas se muestran en la figura 2.5.

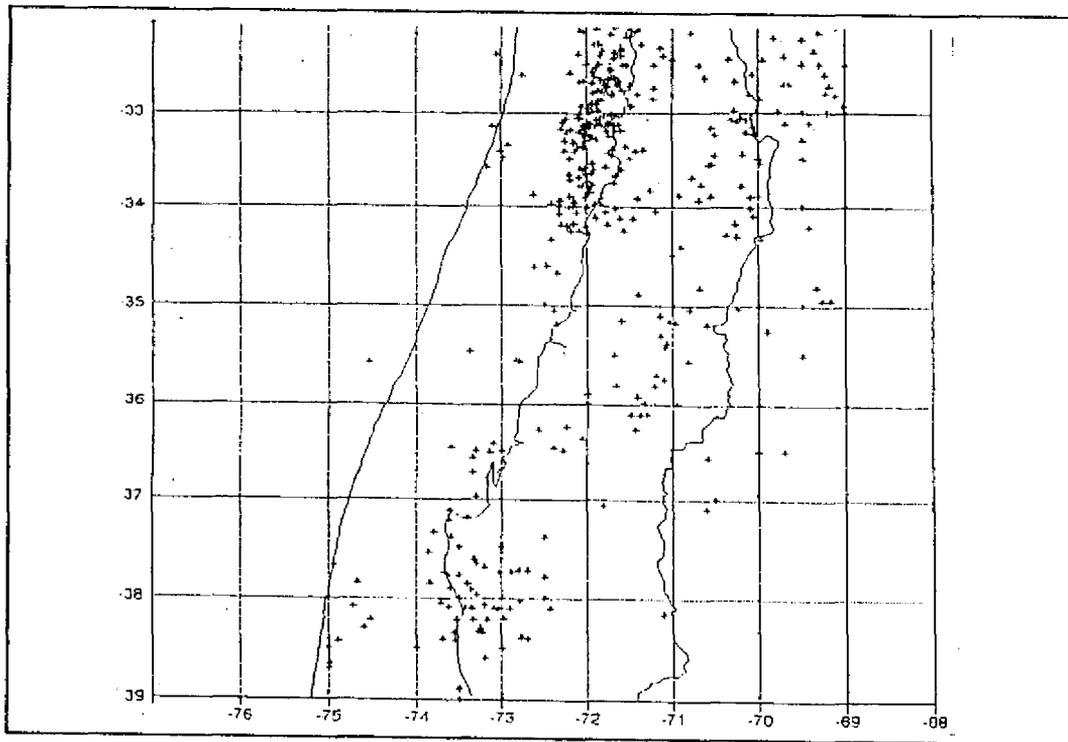


Figura 2.4. Ubicación de focos sísmicos zona central (Morales, Sapaj, 1996).

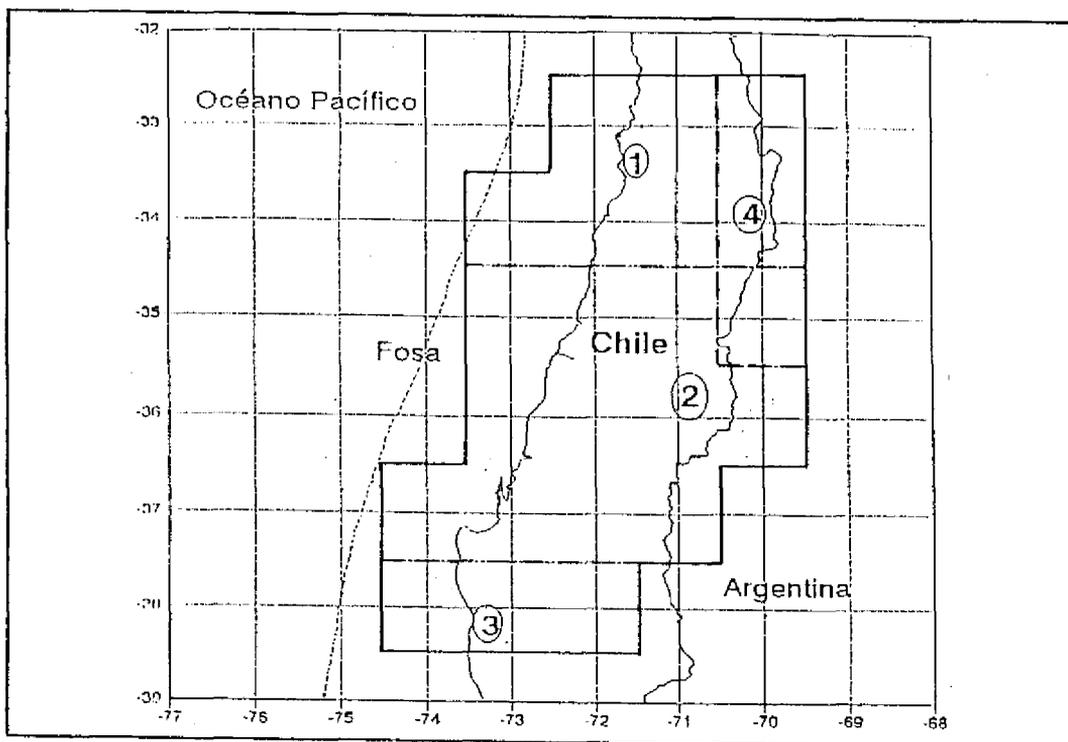


Figura 2.5. Zonas sismogénicas (Morales, Sapaj, 1996).

2.4 SISMOS HISTORICOS EN LA ZONA

A continuación se describen los principales sismos que han afectado a la zona y los daños que han causado.

I. CONCEPCION 20/02/1835

Este movimiento sísmico se sintió desde Copiapó hasta Chiloé y desde el archipiélago de Juan Fernández hasta Mendoza.

Los efectos destructivos de este sismo fueron mayores hacia el norte y noreste de Concepción.

Hubo cinco muertos y treinta desaparecidos en Concepción, pero hubo igualmente víctimas en Talcahuano, Chillán, Constitución, Cauquenes, Talca y otras poblaciones. Todas las ciudades del Valle Central, al sur de Rancagua sufrieron daños.

La magnitud del evento fue de 8.1 en la escala de Richter y la intensidad máxima fue de XII grados (Mercalli Modificada) en Concepción.

Efectos del sismo en Talca y Curicó

En Talca la iglesia La Matriz y la casa parroquial quedaron en escombros; también se derrumbó el edificio del convento de Santo Domingo; a la iglesia de San Agustín se le cayó la torre y parte del techo; el hospital San Juan de Dios quedó en el suelo.

En Curicó se cayeron cinco casas y las torres de las iglesias.

II. TALCA 29/04/1869

A este sismo se le asigna una magnitud de 7.4 en la escala de Richter y una intensidad máxima de VIII grados en la escala de Mercalli Modificada en la ciudad de Talca.

III. VALPARAISO 17/08/1906

El epicentro de este sismo estuvo cerca de la ciudad de Valparaíso. La magnitud según Gutenberg y Richter fue de 8.6 grados.

Como ocurre en la mayoría de los terremotos chilenos, las isosistas presentaban elongaciones en dirección norte sur.

La intensidad máxima fue de IX grados (Mercalli Modificada) en la ciudad de Valparaíso.

Hubo destrucción e incendios en Valparaíso, Santiago también experimentó considerables daños (Lomnitz C., 1971).

Efectos del Sismo en Talca y Curicó

En Talca se asignaron intensidades de VII-VIII grados en la escala de Mercalli Modificada, registrándose desplazamientos de muebles pesados; hundimientos de tejados y esquinas de casas; caída y desplome de murallas.

El rector del liceo de Talca afirma que el movimiento no era ondulatorio ni un balanceo lento, se sentían más bien sacudidas bruscas, trepidaciones. Las direcciones predominantes fueron las norte-sur. Los daños causados en murallas del norte y del sur se estiman en un 75 %, en las otras direcciones sólo en 25 % (Steffen H., 1907).

Los edificios que sufrieron mayor daño fueron: el edificio de la Intendencia, el Teatro Municipal, el mercado, la penitenciaría, las iglesias de La Matriz, San Francisco y Santo Domingo, la casa de ejercicios y los hospitales.

De acuerdo con la información recopilada por Menéndez P.(1991), la intensidad en Talca habría sido de VII grados (Mercalli Modificada).

En Curicó la intensidad se estimó en VIII grados en la escala de Mercalli Modificada.

Luego del sismo la ciudad quedó sin alumbrado público y las comunicaciones se cortaron.

Dos manzanas de edificios, ubicados en un suelo de relleno, resultaron totalmente destruidas. Los daños fueron desprendimiento de las cornisas de murallas de ladrillos, caída de cristalerías, muebles y cuadros, movimiento circular de estatuas, etc.

El informe del rector del Liceo de Curicó dice: Por la impresión del momento el movimiento fue oscilatorio de oriente a poniente y con golpes desde abajo.

Hubo desprendimiento de cornisas en murallas orientadas norte-sur y principalmente en las orientadas este-oriente. Relojes se pararon en paredes de todas las direcciones. La cruz de fierro en la torre de la iglesia parroquial quedó inclinada al oeste (Steffen H., 1907).

IV. TALCA 29/01/1914

Enero 29, a las 22 horas 26 minutos. Fuerte temblor grado VII (Mercalli Modificada) en Talca, Gutenberg y Richter dan como hora del sismo las 03-36.0 T.U (del día 30) y fijan el epicentro a 35°S-73°W y magnitud 7.6 (Greve F., 1949).

Los mayores daños fueron en las ciudades de Talca y Curicó. Hubo, por lo menos tres muertos, varios heridos y daños en los edificios de ambas ciudades.

V. TALCA 01/12/1928

El 1 de Diciembre de 1928 a las 0h 6m 40s hora local (4h 6m 40s hora de Greenwich), la zona centro-sur de Chile se vio afectada por un sismo de magnitud 8.0 en la escala de Richter y que alcanzó una intensidad máxima de IX grados en la escala de Mercalli Modificada (Kausel, 1995) en la ciudad de Talca, que resultó una de las más afectadas.

El epicentro instrumental fue estimado por Gutenberg y Richter (1954), quienes lo ubican en el continente pero muy cerca de la costa (32° S-72° W).

El sismo fue sensible desde Antofagasta por el norte hasta Puerto Montt por el sur lo cual da una extensión aproximada de 2000 kilómetros. Hacia el este fue sensible débilmente en Buenos Aires.

La distribución de las intensidades fue muy irregular y dependió más de las condiciones del terreno que de la distancia al epicentro. El terremoto consistió aparentemente en una sola sacudida.

Uno de los trabajos más importantes sobre este sismo corresponde al realizado por Bobillier (1930), en el cual se confeccionó un mapa de curvas isosistas y se asignó intensidades a las diferentes localidades afectadas, luego Kausel hace un nuevo estudio de las intensidades con base a la descripción de daños que da Bobillier en su trabajo, el mapa de isosistas obtenidos se muestra en la figura 2.6.

INTENSIDADES 1928 (Escala de Mercalli Modificada)

UBICACION	LAT	LONG	DIARIOS	BOBILLIER	KAUSEL
Curicó	34.98	71.23	VII - VIII	VIII - IX	VIII
Talca	35.42	71.65	VIII - IX	VIII - IX	VIII-IX

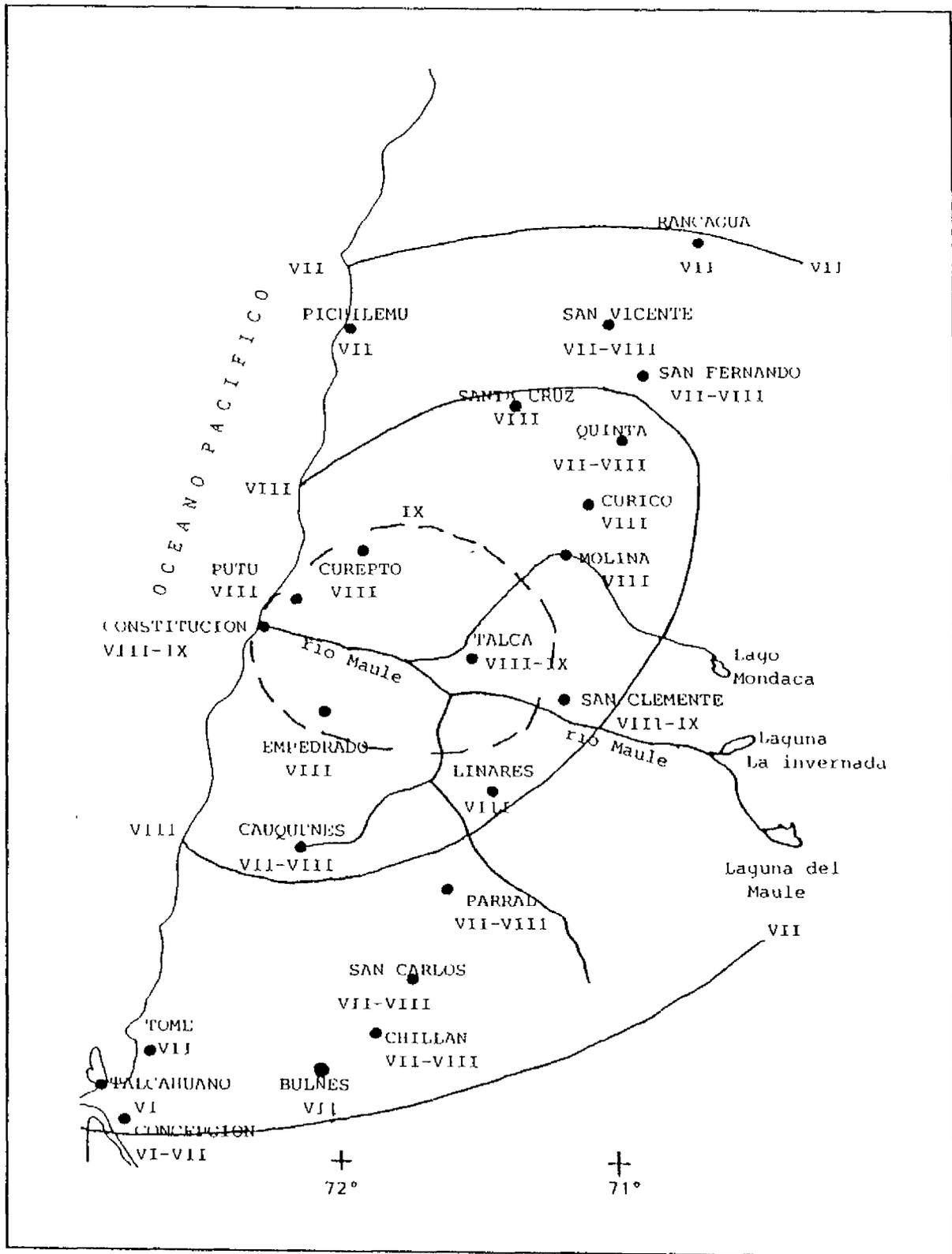


Figura 2.6. Isosistas del Sismo del 1 de Diciembre de 1928 ($M_s = 8.0$), en Escala de Mercalli Modificada (Kausel, 1994).

En Talca el sismo causó la muerte de ciento ocho personas y dejó otras doscientas cincuenta heridas. El 75% de las casas destruidas y el 20% en mal estado. De los edificios públicos que quedaron totalmente destruidos, estaban, el hospital, la Asistencia Pública, la Penitenciaría, la escuela Agrícola, el Matadero, el edificio del Correo, el cuartel del Regimiento Chorrillos, el Cementerio, además sufrieron daños, el templo de San Agustín y las iglesias de Santo Domingo, Buen Pastor y del Sagrado Corazón. No sufrieron daños los colegios de los SSCC. y el Mercado Central.

Luego del sismo la ciudad quedó sin agua y luz.

Es posible asegurar que la ciudad de Curicó sufrió menos que Talca, pero no por esto los daños no dejan de ser considerables.

Hubo dos muertos y siete heridos. Cerca de 100 casas se destruyeron, especialmente en el barrio pobre nor-oriental y no menos del 80% de las casas sufrieron daños.

El barrio oriente sufrió menos que el poniente.

Entre los edificios dañados están, el Teatro Municipal, el edificio del Correo y la antigua Intendencia.

VI. CHILLAN 25/01/1939

Este terremoto destruyó a Chillán, además de causar grandes daños en las ciudades circunvecinas del Valle Central y la región de Concepción. Causó aproximadamente 30000 muertos, principalmente en Chillán y Concepción.

El área de mayor destrucción fue de unos 45000 kilómetros cuadrados e incluía la región del Valle Central situada al oeste de las estribaciones andinas, entre las poblaciones de Linares y Los Angeles. La magnitud de los daños y el alto número de muertos hacen de éste el terremoto más desastroso de la historia chilena.

El epicentro instrumental corresponde ligeramente al noroeste de Chillán, cerca a la presunta falla existente entre el batolito y los sedimentos del valle. Esto concuerda bastante bien con las intensidades observadas. La profundidad focal computada fue de 60 kilómetros. La magnitud fue de 7.8 grados en la escala de Richter.

INTENSIDADES 1939 (Escala de Mercalli Modificada)

UBICACION	LAT	LONG	DIARIOS	DEL CANTO	KOMISHKE
Curicó	34.98	71.23	VI - VII		VII
Talca	35.42	71.65	VII - VIII	VI	VIII
Chillán	36.60	72.10	IX - X	IX - X	XI

VII. SANTIAGO-VALPARAISO 03/03/1985

El domingo 3 de Marzo de 1985 a las 19:47 (hora local), un sismo de gran magnitud ($M_s = 7.8$), afectó a la zona central de Chile. Las regiones V, VI y Metropolitana fueron las más afectadas, sufriendo daños considerables principalmente las construcciones de adobe y albañilería, también se observaron algunos daños en construcciones de concreto armado. El puerto de San Antonio y la localidad de Melipilla sufrieron los mayores daños.

Las intensidades (Mercalli Modificada) habrían sido VI-VII en Talca y VII en Curicó (Ponce L. y otros, 1985). En la figura 2.7 se muestra el mapa de isosistas de este sismo.

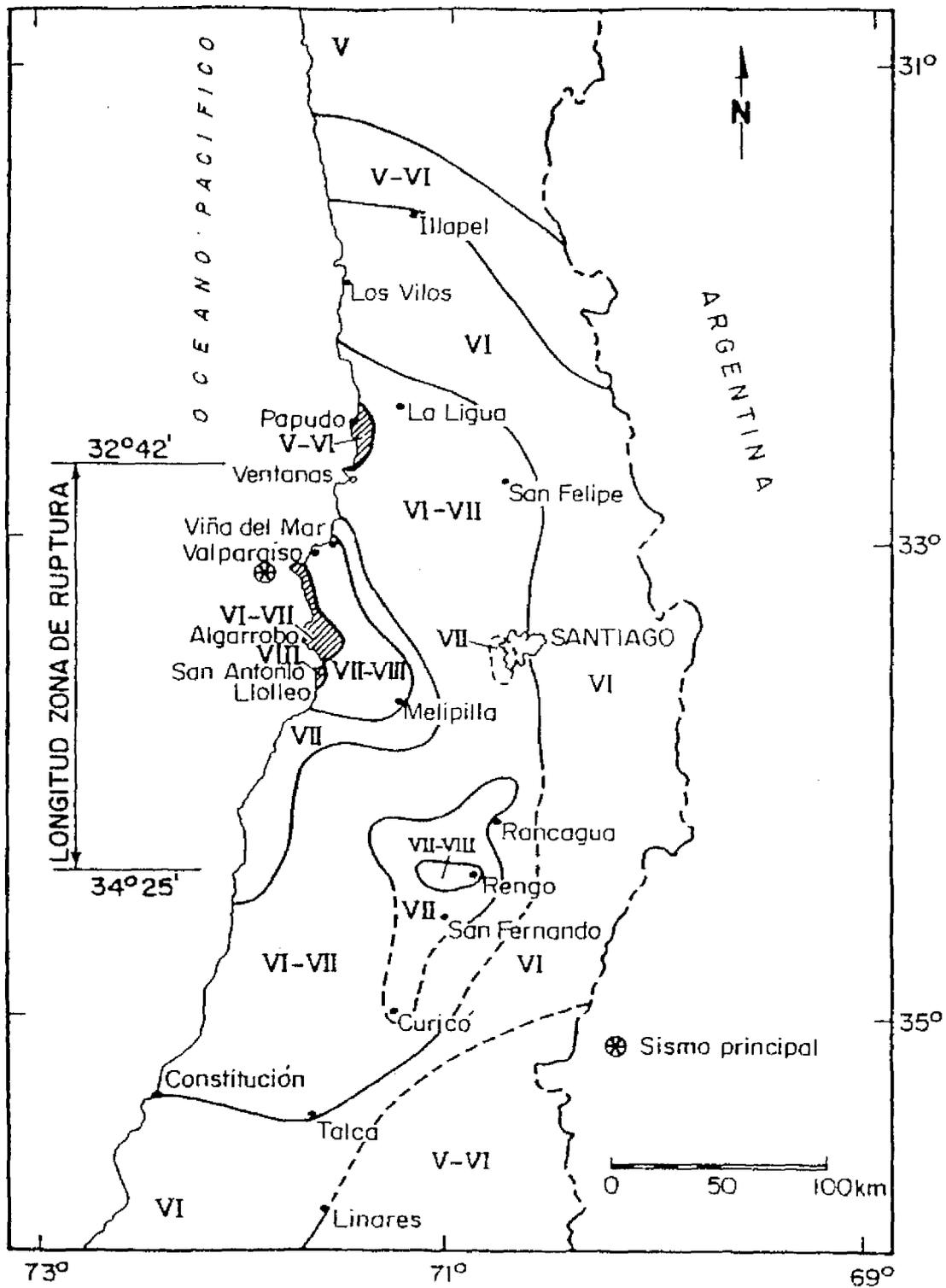


Figura 2.7. Isosistas del Sismo del 3 de Marzo de 1985 ($M_s = 7.8$), en Escala de Mercalli Modificada (Kausel, 1985).

Efectos del sismo en la Séptima Región

El sismo, que afectó a la zona central, causó daños principalmente en el área norte de la Región del Maule, incluyendo las provincias de Curicó y Talca, decreciendo en intensidad hacia el sur.

El sector más afectado corresponde a vivienda. Considerando los daños sufridos en el área urbana y rural; éstos alcanzan al 51,4% del total de daños registrados en la región.

La región resultó con 2079 viviendas destruidas y 5549 dañadas, las que representan respectivamente un 2.4% y un 6.5% de las urbanas.

Por otra parte, las provincias más afectadas fueron las de Curicó y Talca que respectivamente resultaron con el 4.7% y el 2.7% de sus viviendas urbanas destruidas. Al mismo tiempo, el 13.7% y el 6.5% de ellas tuvo daños mayores o leves respectivamente (Odeplan, 1985).

Efectos del Sismo en Talca y Curicó

De acuerdo con un informe entregado por la municipalidad de Talca sobre la situación creada por el sismo en la comuna, se señala que no se produjeron muertes, aunque si siete heridos atendidos en el Hospital Regional.

Los edificios públicos dañados fueron: Conin, Conapran, Secretaría de la Juventud, Oficina del Proyecto de Regadío de Pencahue, Arda femenino, Arda masculino, Casa del Arte, Biblioteca Municipal e Investigaciones.

Por otra parte, en lo que se refiere a las viviendas de particulares que recibieron diversos daños, de las 250 afectadas el 90 % corresponde a viviendas de adobes.

En Curicó, el temblor tuvo también carácter de terremoto, aún cuando el movimiento no ocasionó grandes daños materiales ni desgracias personales.

Resumen de intensidades

En la tabla 2.1 se resumen las intensidades que se han establecido para las ciudades de Talca y Curicó en los sismos que se han considerado.

Tabla 2.1. Resumen de Intensidades en Talca y Curicó.

SISMO	INTENSIDAD (Escala de Mercalli Modificada)	
	Talca	Curicó
Concepción 20/02/1835	-	-
Talca 29/04/1869	VIII	-
Valparaíso 17/08/1906	VII-VIII	VIII
Talca 29/01/1914	VII	-
Talca 01/12/1928	VIII-IX	VIII
Chillán 25/01/1939	VII-VIII	VI-VII
Valparaíso 03/03/1985	VI-VII	VII

2.5 MICROZONIFICACION SISMICA

La microzonificación sísmica tiene como objeto la subdivisión de un área en zonas más pequeñas en las que puede esperarse una manifestación sísmica de diferente intensidad, debido al efecto amplificador o de atenuación que presentan las características locales del suelo y del subsuelo (Ruiz P., 1982).

Para la Región del Maule la caracterización geológica y la influencia de las características del suelo en las intensidades ha sido reunida y estudiada por Morales, D. y Sapaj, R. en su trabajo de título sobre riesgo sísmico de la Región del Maule. La información se entrega fundamentalmente en mapas geológicos de las ciudades de la región. Las figuras 2.8 y 2.9 muestran los mapas geológicos de Curicó y Talca.

2.6 SISMO MAXIMO ESPERADO

En esta sección se resume parte del trabajo sobre los sismos máximos esperados obtenidos por Morales, D. y Sapaj, R.(1996).

El sismo máximo esperado para una ciudad es aquel que produce la mayor intensidad en ella, para calcularlo se emplean los mayores sismos esperados y los mayores registrados instrumentalmente en las zonas Norte, Central y Sur, cuyos límites se indican en el punto 2.3:

- Zona Norte : Sismo definido por Kausel et al (Valparaíso. máx.).
- Zona Central: Sismo máximo para la Costa de Constitución (Constitución máx.) y sismos de 1928 y 1939.
- Zona Sur : Sismos de 1960 (eventos 1 y B, Cifuentes 1989)

Para Talca y Curicó los sismos máximos esperados son los que se han definido para la zona central.

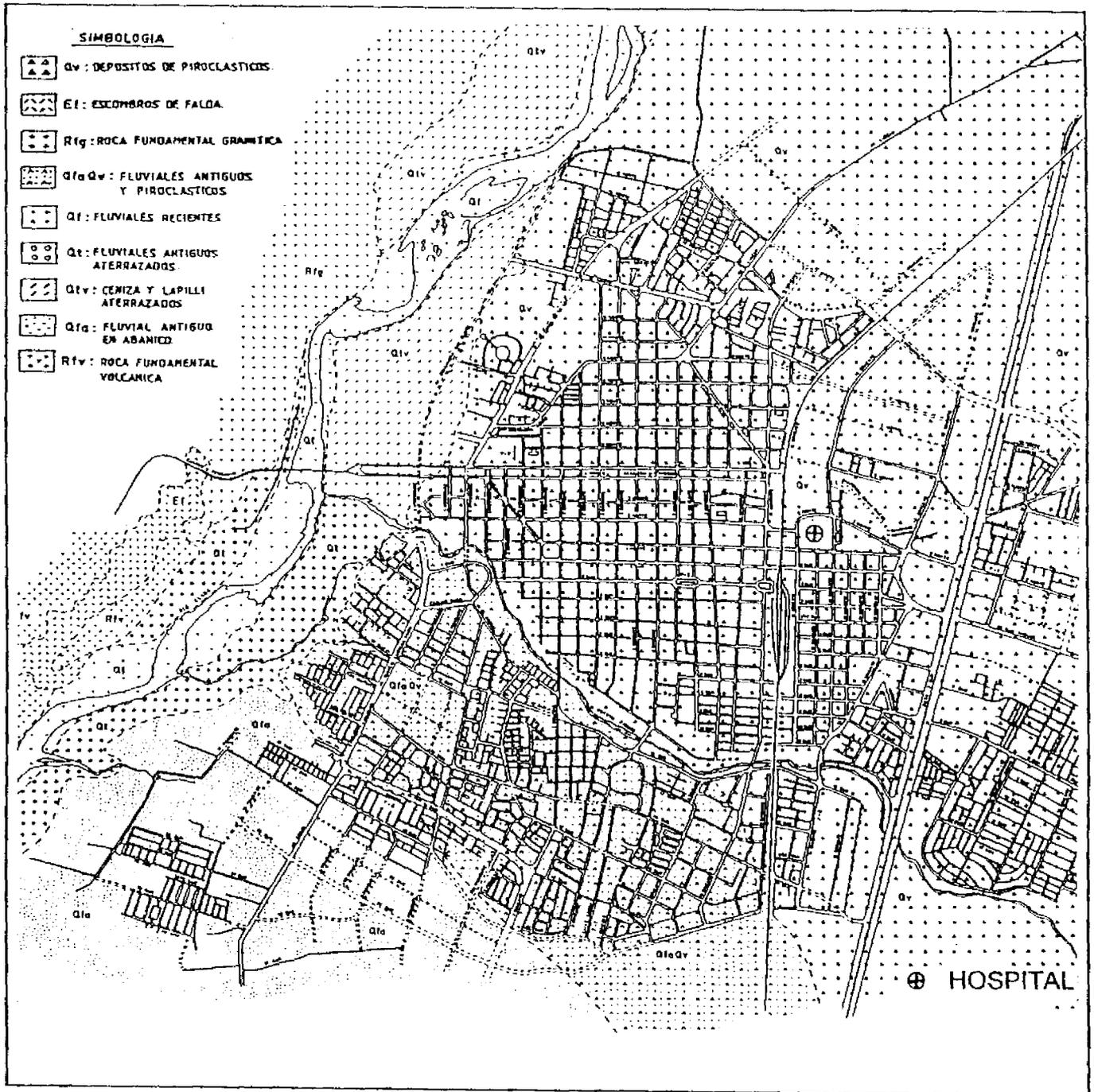


Figura 2.9. Mapa Geológico de Talca (Araneda, Aravena, Thiele, 1995).

Características de los Sismos Máximos de la Zona Central

Para esta zona, Morales y Sapaj considerarán los sismos registrados en 1928 y 1939, además definen un sismo máximo esperado.

Aunque el sismo de 1939 no es un sismo de subducción sino un terremoto normal intraplaca, se incluye por cuanto las intensidades registradas así como los daños ocasionados por el mismo son considerables, y aunque se sabe de otros casos de este tipo de sismos en Chile, no se puede aventurar nada sobre la ocurrencia de otro de similares características.

En las isosistas propuestas por Kausel et al., se observa que los ejes hipocentrales de los sismos de 1928 y 1939 son paralelos a la fosa marina. Luego, tomando 2 puntos de la fosa en el tramo considerado (P1: 73° W, 33° S y P2: 74° W, 35.25° S), se determina la pendiente o rumbo de estos ejes respecto de la vertical.

Conocidos el foco (P1) y la pendiente del eje del sismo de 1928, así como su longitud de ruptura (estimada en 100 km), y sabiendo que el terremoto se propagó desde su foco hacia el sur se define completamente la proyección superficial del eje del sismo. Para esto se determina la ecuación de la recta de pendiente conocida que pasa por el foco (P1) y se calcula el punto (P2) que se encuentra a una distancia de 100 km sobre la recta y hacia el sur del foco.

La traza de el sismo de 1928 se ubica 30 km hacia la fosa desde el eje hipocentral, esto en consideración a la inclinación del plano de Benioff y una calibración de la posición de la traza en función de los resultados de la fórmula de atenuación aplicada al cálculo de intensidades en la ciudad de San Javier.

A partir de la ubicación del sismo de 1928, se define el sismo de mayor magnitud esperada para la costa entre 34.5° Sur y 37.5° Sur. Los sismos costeros superficiales son capaces de liberar mayor energía que los profundos, por un mayor acoplamiento de las

placas de Nazca y Sudamericana llegando a magnitudes de valor 8.5 en la escala de Richter, este valor de magnitud es el que se asigna al evento máximo de la costa en la zona de la brecha sísmica. Utilizando la relación entre magnitud y longitud de la ruptura ($L = -1.67 + 0.49 * M_s$, Kausel y Ramírez, 1992), se llega a una longitud mayor a 300 km, extendiéndose la ruptura entre los paralelos 34.5 y 37.5 Sur.

Para el sismo de 1939 Morales y Sapaj siguen un procedimiento similar. Primero definen la ecuación de la recta de pendiente conocida que pasa por el foco. Las isosistas revelan que este sismo, a diferencia del sismo de 1928, se propaga hacia el norte y sur del punto focal. Conociendo las latitudes extremas para el sismo de 1939, observadas en el trabajo de San Martín, C. (1994), se determinan las longitudes extremas asociadas utilizando la ecuación de la recta previamente definida. La traza de este sismo corresponde aproximadamente a la proyección vertical en superficie del eje hipocentral.

Tabla 2.2. Resumen de características de los sismos máximos.

SISMO	M _s	Coordenadas de la traza		Profundidad [km]	L Rupt [km]	Extremo [°]
		Longitud [° W]	Latitud [° S]			
Const máx.	8.5	72.28 72.65	34.87 35.69	25 25	> 300 /	
1928	8.0	72.00 72.37	35.00 35.52	25 /	100 /	Norte Sur
1939	7.8	71.92 72.72	35.52 37.30	60 /	200 /	Norte Sur

[*] Las coordenadas corresponden a los extremos de los ejes de traza o a puntos por donde pasa la traza de los eventos listados.

La figura 2.10 esquematiza la información resumida en la tabla 2.2. En ella se indica la ubicación aproximada de los focos y puntos extremos de los mayores sismos que se analizan. También se representa la traza de los sismos más cercanos a las ciudades (sismos de 1928 y 1939).

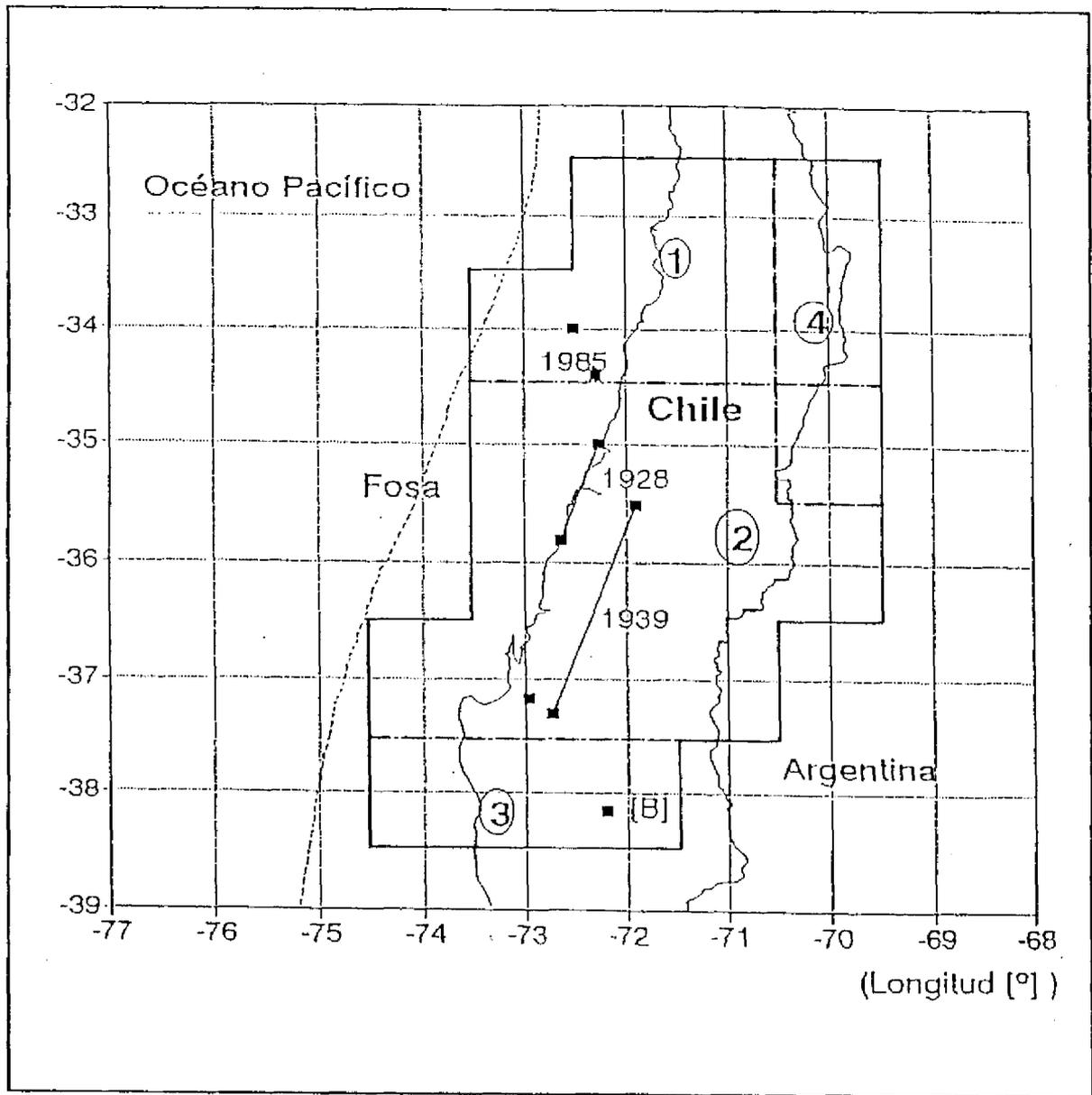


Figura 2.10. Mayores sismos de la zona central de Chile (Morales, Sapaj, 1996).

2.7 INTENSIDAD MAXIMA ESPERADA

Con los datos de la sección anterior Morales, D. y Sapaj, R. determinan la intensidad producida por estos sismos mayores para cada una de las ciudades, definiendo el sismo máximo esperado como aquel que ocasiona la mayor intensidad en la ciudad.

El cálculo de intensidad se obtiene empleando la fórmula de atenuación de Barrientos que define la intensidad esperada en función de la magnitud del sismo (M_s) y de la distancia hipocentral.

Para los eventos de Constitución máx., 1928 y 1939 cuyos ejes se encuentran vecinos a las ciudades, la distancia hipocentral se calcula como la distancia de cada ciudad al eje (distancia epicentral) y luego se determina la distancia hipocentral incluyendo la diferencia de profundidad.

Los resultados de la selección de sismos que definen la intensidad máxima esperada en cada ciudad obtenidos por Morales y Sapaj son:

	I. Máxima	Sismo
Curicó	VIII-IX	Const. máx.
Talca	IX	Const. máx.

Además de los valores anteriores, se deben tener en cuenta los valores entregados por Kausel, E. (1995) para un sismo de gran magnitud y baja probabilidad de ocurrencia, por ejemplo un sismo de subducción de magnitud $M_s = 8.5$ frente a las costas de Chile en la zona en que se ubican los hospitales de este estudio.

Según Kausel (1995) las intensidades máximas esperadas para un sismo de esta magnitud en las ciudades de Curicó y Talca son:

	$I_{\text{max. esp.}}$
Curicó	VIII
Talca	VIII